

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

Том 23 №4 2022
Октябрь – Декабрь

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, О.И. Бетин,
Р. Дж. Бимиш, Э.В. Бубунец, И.В. Бурлаченко,
А.В. Долгов, А.В. Жигин, А.М. Каев, А.Н. Котляр
(научный редактор), А.А. Лукин, Д.С. Павлов,
Е.В. Романов, Г.И. Рубан, А.Н. Сёмин, Г.Е. Серветник,
С.Н. Серёгин, А.А. Смирнов, А.С. Труба, Е.Н. Шадрин,
У. Шигехико, В.П. Шунтов

Заведующая редакцией Е.В. Трегубова
Адрес редакции: 105187, Москва,
Окружной проезд, д. 19,
тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru



FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES

PROBLEMS OF FISHERIES

Vol. 23 issue 4 2022
October – december

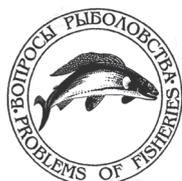
Founded in 2000
Four issues every year
ISSN 0234-2774

Editor-in-chief:
O.A. Bulatov

Editorial Board:

K.V. Kolonchin (Charmain),

A.A. Baitalyuk, V.A. Belyaev, O.I. Betin, R. Beamish,
E.V. Bubunets, I.V. Burlachenko, A.V. Dolgov, A.V. Zhigin,
A.V. Kaev, A.N. Kotlyar (Scientific Editor) A.A. Lukin,
D.S. Pavlov, E.V. Romanov, G.I. Ruban, A.N. Semin,
G.E. Servetnik, S.N. Seregin, A.A. Smirnov, A.S. Truba,
E.N. Shadrin, U. Shigehiko, V.P. Shuntov



Staff Editor *E.V. Tregubova*
Address of the Editorial Office: Nr. 19,
Okružhnoy proezd, 105187, Moscow
Phone: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Трансформация системы управления рыбохозяйственным комплексом России К.В. Колончин, О.И. Бетин, В.Д. Рудашевский, Т.О. Мухамедова	5
--	---

РЕЗУЛЬТАТЫ ВТОРОЙ АМУРСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

ОБЗОР

Вторая Амурская комплексная ихтиологическая экспедиция – предпосылки и первые результаты Д.В. Коцюк, Н.В. Колпаков	16
---	----

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

Размерно-возрастная структура и численность калуги <i>Huso dauricus</i> и амурского осетра <i>Acipenser schrenckii</i> (Acipenseridae) в реке Амур В.Н. Кошелев, Д.В. Коцюк, Н.В. Колпаков	33
Закономерности воспроизводства осенней кеты (<i>Oncorhynchus keta</i>) реки Амур В.И. Островский, Е.В. Подорожнюк, А.П. Шмигирилов	44

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Консорции «перекати-поле» амурского лимана Н.В. Колпаков, В.Н. Кошелев	57
Макрозообентос Сахалинского залива Охотского моря в зоне влияния вод реки Амур В.С. Лабай, Г.В. Шевченко, Д.А. Галанин, В.Н. Частиков, Т.С. Шпилько, Н.В. Троицкая	67
Результаты исследований донных сообществ в бассейне реки Амур Е.И. Барабанищikov	89
Результаты траловых съёмов в озере Ханка в 2018 и 2020 гг. Е.И. Барабанищikov, М.Е. Шаповалов	97

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

Биологическая характеристика и динамика численности азиатской зубастой корюшки <i>Osmerus dentex</i> (Osmeridae) реки Амур О.В. Вилкина	113
Питание амурской щуки <i>Esox reicherti</i> Dybowski, 1869 Е.В. Островская	134
Рост и промысловый размер серебряного карася <i>Carassius gibelio</i> (Cyprinidae) реки Амур Н.Н. Семенченко, Е.В. Островская	164
Исследования пресноводных промысловых видов рыб бассейна реки Амур в 2018–2020 гг. (биологическое состояние, численность, распределение и перспективные объекты промысла) Е.В. Островская, Н.Н. Семенченко	186
Предварительная оценка численности и промыслового запаса желтощёка <i>Elopichthys bambusa</i> (Richardson, 1845) (Cypriniiformes, Cyprinidae) реки Амур Н.Н. Семенченко, Е.В. Островская, А.П. Касаткина, Е.В. Ершова, С.В. Сиротин	209

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

Морфологическая дифференциация молоди амурской осенней кеты <i>Oncorhynchus keta</i> (Salmonidae) естественного и заводского происхождения П.Б. Михеев, М.Д. Польшалова, А.С. Помелова, Н.В. Костицына, Е.В. Подорожнюк	221
--	-----

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

О влиянии использования неводоов типа «заездок» на пропуск производителей тихоокеанских лососей на нерестилища в реке Амур и Амурском лимане Е.А. Захаров, Д.Л. Шабельский, Н.Л. Ваккер, В.И. Поляничко, В.С. Краснов, В.И. Шевцов, М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин, В.М. Волотов	230
--	-----

CONTENTS

Transformation of the Russian fisheries management system <i>K.V. Kolonchin, O.I. Betin, V.D. Rudashevsky, T.O. Mukhamedova</i>	5
--	---

RESULTS OF THE SECOND AMUR EXPEDITION

REVIEWS

The second Amur complex ichthyological expedition – prerequisites and first results <i>D.V. Kotsyuk, N.V. Kolpakov</i>	16
---	----

DYNAMICS OF ABUNDANCE

Size and age structure and population of the kaluga <i>Huso dauricus</i> and the Amur sturgeon <i>Acipenser schrenckii</i> (Acipenseridae) in the Amur river <i>V.N. Koshelev, D.V. Kotsyuk, N.V. Kolpakov</i>	33
Regularities of reproduction for fall Chum salmon <i>Oncorhynchus keta</i> from the Amur river <i>V.I. Ostrovsky, E.V. Podorozhnyuk, A.P. Shmigirilov</i>	44

AQUATIC ECOSYSTEMS

Consortiums «tumbleweeds» of the Amurskii liman <i>N.V. Kolpakov, V.N. Koshelev</i>	57
Macrozoobenthos of the Sakhalin bay of the Sea of Okhotsk in the zone of influence of Amur river waters <i>V.S. Labay, G.V. Shevchenko, D.A. Galanin, V.N. Chastikov, T.S. Shpilko, N.V. Troitzkaya</i>	67
Results of studies of bottom communities in the Amur river basin <i>E.I. Barabanshchikov</i>	89
Results of trawl surveys in Khanka lake in 2018 and 2020 <i>E.I. Barabanshchikov, M.E. Shapovalov</i>	97

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

Biological structure and abundance dynamics of Pacific rainbow smelt <i>Osmerus dentex</i> (Osmeridae) of the Amur river <i>O.V. Vilkina</i>	113
The feeding of the Amur pike <i>Esox reichertii</i> from middle and lower Amur river <i>Ostrovskaya E.V.</i>	134
Growth and commercial size of the Silver crucian carp <i>Carassius gibelio</i> , (Cyprinidae) Amur river <i>N.N. Semenchenko, E.V. Ostrovskaya</i>	164
Researches of freshwater commercial fish species of the Amur river basin in 2018–2020 (biological state, abundance, distribution, and prospective targets of the fishery) <i>E.V. Ostrovskaya, N.N. Semenchenko</i>	186
Preliminary assessment of the number and commercial stock of Yellowcheck <i>Elopichthys bambusa</i> (Richardson, 1845) (Cypriniformes, Cyprinidae) Amur river <i>N.N. Semenchenko, E.V. Ostrovskaya, A.P. Kasatkina, E.V. Ershova, S.V. Sirotin</i>	209

AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

Morphological differentiation of Amur fall Chum salmon juveniles <i>Oncorhynchus keta</i> (Salmonidae) of natural and hatchery origin <i>P.B. Mikheev, M.D. Polygalova, A.S. Pomelova, N.V. Kostitsyna, E.V. Podorozhniuk</i>	221
--	-----

COMMERCIAL FISHERIES

About the influence of the use of «zaezdok» type nets on the passing of the Pacific salmon producers to the springing territories in the Amur and Amur liman <i>E.A. Zakharov, D.L. Shabelsky, N.L. Vacker, V.I. Polyanichko, V.S. Krasnov, V.I. Shevtsov, M.A. Mizyurkin, O.N. Kruchinin, V.M. Volotov</i>	230
--	-----

ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РОССИИ

© 2022 г. К.В. Колончин, О.И. Бетин, В.Д. Рудашевский, Т.О. Мухамедова

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 105187
E-mail: vniro@vniro.ru*

Поступила в редакцию 19.10.2022 г.

В статье рассмотрена система трансформации управления в рыбохозяйственном комплексе Российской Федерации от административно-командного хозяйствования в условиях СССР до сегодняшнего дня и выявлено её кардинальное отличие. Во-первых, отсутствуют полномочия нынешней структуры управления Федерального агентства по рыболовству в таких видах деятельности, как обрабатывающие производства, транспортировка, хранение и торговля, то есть, искусственно разорвана логистическая цепочка «добыча – прилавок». Во-вторых, производственные отношения в этих сферах регулируются разными ведомствами. Предлагается в нынешних условиях в системе управления ввести функции главного координатора различных ведомств по вопросам рыбохозяйственного комплекса и возложить их на Федеральное агентство по рыболовству. Создание комплексной системы координации всех заинтересованных ведомств, ответственности и регулирования отношений для достижения конечных результатов на федеральном уровне не потребует больших издержек, а положительный результат очевиден. Авторами предложено с учётом происходящей трансформации в рыбохозяйственном комплексе России формирование новой организационно-управленческой структуры – отраслевой экономической экосистемы (ОЭЭ), представляющей собой некий комплекс, который отличается самоорганизацией, саморегулированием и саморазвитием под воздействием различных внешних факторов и среды. Отсутствие необходимой и достоверной информации может стать тормозом на пути развития цифровизации рыбохозяйственного комплекса. В настоящее время в ФГБНУ «ВНИРО» динамично идёт процесс создания цифровой информационно-аналитической платформы. Придание в последующем платформе статуса проектного офиса позволит охватить весь массив необходимой информации и направления анализа под эгидой Федерального агентства по рыболовству в едином ключе с другими заинтересованными органами управления, предприятиями, союзами, общественными организациями и органами власти регионов. Экосистема хорошо синхронизируется с современной цифровой экономикой, в результате чего взаимодействие компаний переходит на качественно новый уровень, что позволит более сконцентрировано добиваться локальной на уровне предприятия или стратегической цели экономического развития России. Таким образом, введение новых принципов в системе управления, нацеленных на конечный результат, затрагивает всю федеральную структуру управления рыбохозяйственным комплексом.

Ключевые слова: система управления, развитие, формы управления, отраслевая экономическая экосистема, трансформация, саморегулирование, координация, стратегическое планирование

ВВЕДЕНИЕ

Одним из принципиальных свойств экономики является её состояние перманентной динамики, отвечающей на

вызовы внешней среды её функционирования и отражающей закономерности собственного развития. Объяснение этому феномену очень простое – всё, что

составляет жизненные условия: труд, заработная плата, налоги, стоимость продуктов питания, потребительских товаров и всевозможных государственных, социальных и бытовых услуг, включая досуг, а также накопления в расчёте на достаточно длительное существование, всё это подвержено непрерывным изменениям и является предметом и объектом повседневного внимания экономической мысли не только науки, но и любого самостоятельного человека.

При этом, результаты таких размышлений и повседневного анализа представляют собой не дань рефлексу любознательности, а служат элементом критериальной оценки альтернатив в процессе принятия решений. В институциональном разрезе они являются предметом деятельности органов управления, масштаб которой отличается значительным разнообразием – от национального уровня до корпоративного.

Для них развитие связано главным образом с количественными и содержательными изменениями функционала (основного и гибридно-смежного), структуры и её административной архитектоники, а также целевых установок вместе с методами оценки степени их реализации. При этом необходимо признать, что в соответствии с основным законом управления обеспечить баланс сохранения устойчивого функционирования всей системы отношений возможно только с помощью организационной формы, адекватной сложности поставленных целей.

Особенно острыми все эти вопросы становятся в те периоды течения жизни, которые прерываются конфликтами и кризисными явлениями, вызванными силами массового характера – социальными, политическими, идеологическими, природными, ресурсными и даже социокультурными. Именно в этих усло-

виях приходится обращаться к другому свойству общественных институтов, связанных с экономикой – системам управления, включающим организационные формы и механизмы регулирования.

В силу отмеченного морфологического (неотъемлемого) свойства экономических систем управление выступает в роли посредника между воздействиями внешней среды и запросами внутренних взаимодействующих структур, связанных с производственными, трудовыми, финансовыми, товарообменными отношениями. Эти процессы, носящие, как правило, эволюционный характер, в кризисных ситуациях приобретают трансформационный вид. Он не позволяет рассчитывать на поступательные преобразования организационно-функциональной перестройки схем управления и требует ускорения за счёт, главным образом, внедрения инновационных решений.

Сейчас нет ни одной национальной системы управления, которая не испытывала бы потребности принятия значимых вплоть до экстраординарных и кардинальных мер по пересмотру фундаментальных принципов и механизмов регулирования для сглаживания турбулентности в социально-экономических отношениях практически всех уровней – от семейных до мировых политических, экономических, экологических, гуманитарных, культурных и даже спортивных.

Россия не стала исключением. У нас непрерывно не только обновляется, но и заново принимается огромный законодательный массив – от поправок Конституции до регуляторной гильотины множества устаревших нормативных актов и положений: только высшим органом управления страны – Федеральным собранием за один 2020 г. принято более 550 Законов, не считая Указов

и нормативных актов Президента, и, как правило, на порядок больше потребовалось для их реализации подзаконных актов, инструкций, правил, постановлений и распоряжений.

Едва ли не самым заметным примером может служить рыбохозяйственный комплекс (РХК) в условиях изоляционной экономики. Санкционный режим, сформированный коллективным Западом не только нарушил принципы функционирования рыночной экономики, но и разрушающим образом оказал воздействие на конкурентный механизм её регулирования. Эта экстраординарная ситуация требует провести трансформацию всей системы управления комплексом в условиях, требующих уже не эволюционную настройку к внешней среде, а скорее революционную перестройку.

Но какая революция возможна без смены форм всей жизнедеятельности людей, институтов, функционалов и механизмов управления? Из теоретико-методологического и прикладного анализа ситуации, сложившейся к настоящему времени в российских хозяйственных отраслях, естественным образом встает проблема изменений и в организационной структуре управления отраслей, обеспечивающих целереализацию функционирования рыбохозяйственного комплекса.

Это тем более уместное и обоснованное предположение, что такие процессы идут во всей экономике страны, где возникают и всё большее место начинают занимать новые организационные формы, в числе которых, как видно, всё большее распространение получают экосистемы. Констатация этого факта не представляла бы никакого исследовательского интереса, если бы не попытка найти ключевые факторы, которые можно принять в качестве ядра в процессе

конструирования новых форм организации успешного функционирования конкретного экономико-управленческого комплекса.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе исследования применялись методы научной абстракции, монографический метод, логического и системного анализа которые позволили определить высокий координационный потенциал системы управления рыбохозяйственного комплекса (РХК).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Рыбохозяйственный комплекс представляет собой мультипликатор многих отраслей. Условно их можно разделить на три вида деятельности: обеспечение РХК; рыбное хозяйство (основной вид деятельности); рыбопереработка (производства, обеспечивающие глубокую переработку); транспортировка и реализация готовой продукции (Бетин и др., 2022).

Конечный результат их деятельности определяется функциональной сбалансированностью всех отраслей, удельный вес которых может изменяться в зависимости от поставленных задач и складывающейся экономической ситуации. Формирование такого гибкого баланса приобретает особое значение сегодня – в условиях резкого ужесточения внешних санкций со стороны объединённого Запада, нацеленных на изоляцию и последующее разрушение нашего производственного потенциала. А также в связи с принятым решением по переводу страны, в связи со сложившимися обстоятельствами, с ресурсного на мобилизационный механизм управления экономикой.

Успех решения этих задач во многом зависит от того насколько система управления будет соответствовать кри-

териям оптимальности для достижения целей, которые выдвигаются в повестку дня. А поскольку в РХК тренды развития в настоящее время определяются исключительно государством, то прежде всего система управления должна обеспечивать достижение глобальных целей, определённых в государственных стратегических документах развития. Прежде всего это относится к Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, принятой в двух редакциях (Доктрина ..., 2020) и Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года (Стратегия ..., 2022) (далее Стратегия). Для уточнения целевых индикаторов и сроков их достижения проведена корректировка Стратегии с учётом новых вызовов и их долгосрочным характером. При этом целевые установки остаются неизменными.

Не менее важная задача перед системой управления состоит в выработке стимулов развития на более низком, первичном уровне – на уровне хозяйствующих субъектов. Необходимо, чтобы выполнение локальных задач на данном уровне управления приводило бы в совокупности к достижению глобальных целей всей системы. Тем самым, реализовалась бы проблема согласования целевых функций управления на различных уровнях (Фомин, 2008).

Из этих логически обоснованных выводов многих авторов, занимавшихся системой управления на разных этапах развития РХК, возникает вопрос, какова же в нынешних нестандартных условиях и в будущем периоде должны быть форма и организационная структура такого многофункционального управления? И насколько ранее применяемые модели и принципы управления могут быть эффективны сегодня, а также в какой сте-

пени они соответствуют нынешним условиям.

Управление РХК во времена СССР, по мнению С.Ю. Фомина, было выстроено в соответствии с принципом оптимальности для достижения поставленной руководством страны стратегической цели – обеспечения растущего населения рыбной продукцией в соответствии с медицинскими нормами. Для её реализации была выбрана «валовая» стратегия, основой которой на уровне исполнителей были максимальные вылов и производство рыбной продукции, выполнение и перевыполнение плана.

Эта форма представляла собой жёсткую централизованную систему административного управления, которая на раннем этапе функционирования показывала высокие результаты. Но недооценка экономики рыбного хозяйства и нарастание кризисных явлений в стране со временем привели к банкротству отрасли. Поскольку затраты на содержание материально-технической базы РХК к началу 1990-х гг. превысили стоимость производимой продукции более, чем в 1,5 раза.

Поэтому последующую ликвидацию отраслевого министерства нельзя сводить к простому недопониманию или к корыстному умыслу, тех кто принимал данное решение. В условиях, когда СССР перестал существовать, как единое государство, и была разрушена в целом союзная система управления экономикой, судьба министерства была предрешена.

Ликвидация штаба отрасли и прекращение дальнейшей государственной поддержки в условиях большой задолженности привели к необратимому распаду единого РХК на разрозненные узко специализированные структуры и предприятия. В результате падение объёмов добычи рыбы происходило практически в течение десятилетия, вплоть до 2007 г.

Самый низкий объём добычи был в 2004 г. – менее 3 млн т.

Сегодня, по истечению многих лет, ученые-экономисты объективно отмечают большие объёмы добычи советского периода. Но при этом часто забывая, что эти достижения стали, прежде всего, продуктом бывшей политической системы огромной страны, чьи рыболовные суда могли беспрепятственно вести добычу во всех уголках Мирового океана. И несмотря на это, нерешённость наслонившихся проблем в экономике и политике привели к разрушению самого государства. К сожалению, в новых условиях «легалы» экономических решений того периода, даже самые оптимальные для того времени, уже не работают.

Это связано с тем, что существовавшее ранее управление народным хозяйством в советском понимании было заменено на принципиально иную систему во главе, которой стало исполнение новых законов. В основу этого законодательства были заложены принципы разделения полномочий и функций исполнительной и законодательной власти, кардинально изменён механизм администрирования и регуляторные функции органов исполнительной власти.

В ходе преобразований произошла трансформация самого понятия отрасли. Из сети разнородных организаций и предприятий, объединённых по принципу хозяйственной подчинённости, она превратилась в совокупность хозяйствующих субъектов однородных по видам деятельности.

Федеральные министерства, как члены Правительства Российской Федерации, по новому законодательству лишились организационно-хозяйственной деятельности и были нацелены прежде всего выполнять политические и регуляторные функции. В результате освобождения министерств от несвойствен-

ных им функций в новых условиях было проведено сокращение их количества, а РХК был передан в ведение Министерства сельского хозяйства России, исполнительно-распорядительные полномочия которого в данной сфере были делегированы подведомственному ему Федеральному агентству по рыболовству.

Следует отметить, что в начале реформ, когда радикальные изменения производились одновременно на всех уровнях власти, говорить о какой-либо разработке целостной системы управления РХК не могло быть и речи. Отсутствовал практический опыт таких преобразований, а мировой опыт не соответствовал российской действительности ни по масштабам, ни по сложности решаемых задач. Правительство страны в тот период даже не в состоянии было официально ставить перед рыбаками целевых установок. И как результат, в тот период проблемы РХК не были отражены ни в одной программе экономического развития.

В этих условиях при принятии организационно-кадровых решений нередко срабатывал субъективный фактор, когда они принимались под конкретных лиц, что вело, как следствие, к кадровой нестабильности. За первые десять лет реформ (с 1993–2003 гг.) структура государственного управления РХК и соответственно кадровый состав менялись семь раз, с частотой раз в два года. Естественно, что в таких условиях намерения по переходу к устойчивому развитию РХК не могли дать положительного результата.

Восстановление объёмов добычи водных биоресурсов, как уже отмечалось, началось только с 2007 г. при переходе государства к системным мерам, затрагивающим все стороны деятельности РХК. Это потребовало новых концептуальных подходов к решению задач, соответствующих сложившимся реалиям.

Эти вопросы стали предметом специального рассмотрения президиумом Госсовета в 2015 г., принятия соответствующих решений Правительством страны. Были определены самые острые на то время проблемы и приняты необходимые решения по их минимизации. Прежде всего они касались обновления производственных фондов, расширения воспроизводства и государственной поддержки рыбохозяйственным предприятиям на федеральном и особенно региональном уровнях, оптимизации экспортно-импортных операций рыбных товаров. Принятые меры усилили регулирующие и контролирующие функции государства и, как показали результаты, ускорили внедрение рыночных отношений и активизацию предпринимательства в сфере рыбохозяйственной деятельности.

Однако на сегодня этих мер оказалось недостаточно. Нужны принципиально новые решения в реформировании систем управления. Невозможно просто адаптировать прежнюю административно-организационную структуру. В основу этих решений должны быть положены инновации в организационном проектировании, получающие широкое распространение в разных сферах и на разных уровнях управления. Без создания новых организационных форм согласованного на разных уровнях управления самостоятельными субъектами права решать такие проблемы будет просто невозможно.

Рассмотрим это на примере обращения руководства Региональной общественной организации ветеранов и работников рыбной отрасли к Председателю Правительства Российской Федерации М.В. Мишустину. В нём отмечается, что в ходе неоднократных преобразований и переподчинений Федеральное Агентство по рыболовству

стало ответственным за результаты работы не только по направлению рыболовства, но и всего многогранного РХК, которые не закреплены нормативными актами. Всё это и многоступенчатость управления комплексом не способствует своевременному и быстрому решению возникающих проблем в современных санкционных быстро меняющихся условиях. И далее, для устранения всех этих недостатков, внесено предложение о повышении статуса Федерального отраслевого органа до Министерства рыбного хозяйства Российской Федерации с соответствующими функциями и подчинением непосредственно Правительству Российской Федерации.

Следует согласиться с оценкой авторов обращения, что сфера ответственности Росрыболовства реально намного больше и многогранней, чем это отражено в его Уставе. Однако предложение по возврату в новых условиях к старой форме управления на уровне отраслевого министерства не выдерживает критики. Во-первых, как было отмечено выше, сегодня федеральные министерства выполняют политические и регуляторные функции, являясь структурой Правительства. Во-вторых, административное управление независимыми хозяйствующими субъектами в условиях рыночной экономики законодательством не предусмотрено, да и на практике оно показало свою неэффективность.

Кроме того, решение Правительства Российской Федерации об укрупнении, расширении горизонтов документов стратегического планирования и сокращении их количества, а также введение механизма цифровизации для контроля за их исполнением устраняет из информационного пространства огромный массив промежуточных данных и обеспечивает жёсткую нацеленность на конечный результат. Ответственность за

их выполнение возложена на уровень курирующих заместителей Председателя Правительства Российской Федерации, а методическое сопровождение и технический контроль возложены на специально созданный правительственный офис. Отмеченные изменения принципов управления РХК делают совершенно неприемлемым предложение о возврате хозяйственного управления через вновь создаваемое отраслевое министерство.

Принципиально иной подход к преобразованию системы управления РХК обоснован в докторской диссертации К.В. Колончина (рис.).

рованием и саморазвитием под воздействием различных внешних факторов и среды, в которой он функционирует. Эта система обладает высокой подвижностью и допускает взаимозамену, поглощение, объединение её звеньев и структурных элементов.

Экосистема хорошо синхронизируется с современной цифровой экономикой, в результате чего взаимодействие компаний переходит на качественно новый уровень. Что позволит более сконцентрировано добиваться локальной на уровне предприятия или стратегической цели экономического развития России – повышения качества жизни населения.

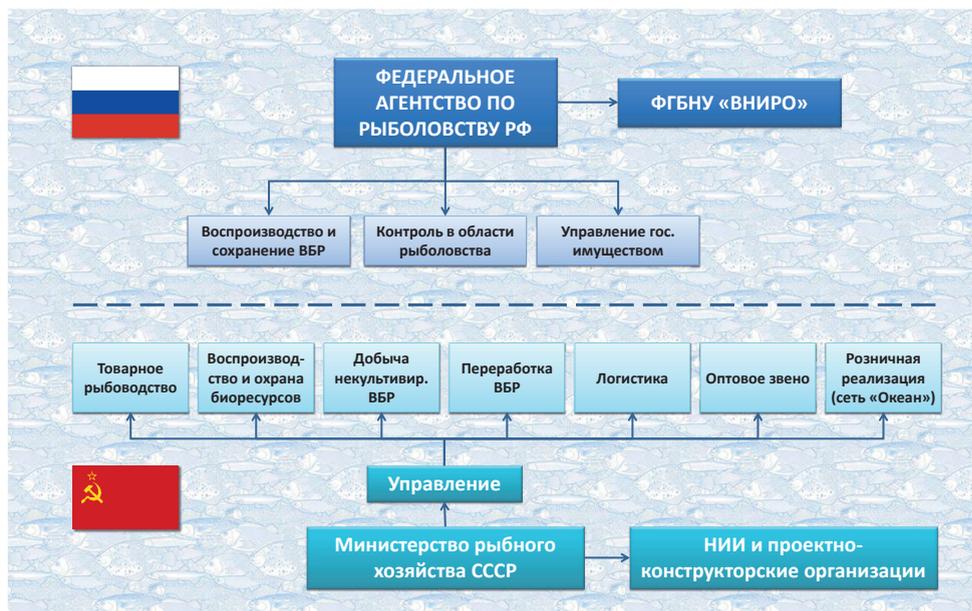


Рис. Схема управления рыбохозяйственным комплексом Российской Федерации и рыбной отраслью Министерством рыбного хозяйства СССР (Колончин и др., 2022).

Автором предложено с учётом происходящей трансформации в РХК России формирование новой организационно-управленческой структуры – отраслевой экономической экосистемы, которая в последнее время получила большую динамику развития. Экономическая экосистема РХК представляет собой некий комплекс, который отличается самоорганизацией, саморегули-

Поиск новой философии регулирования рыболовства сегодня является предметом исследования учёных многих стран мира. Данная тема была освещена А.Я. Яфасовым в недавней публикации (Яфасов, 2021).

Эта философия во многом связывается с системами саморегулирования рыболовства, которые могут быть созданы как на уровне объединений при-

брежного рыболовства, так и объединений крупных судов, ведущих промысел за пределами 50-ти мильной зоны. Это позволит сделать управление более гибким и преодолеть проблемы, обусловленные высоким риском от излишней централизации системы принятия управленческих решений.

Для перехода на саморегулирование необходимо не только сформулировать систему стимулов и создать условия для высокоэффективной работы на локальном уровне на всех участках деятельности от добычи, до конечного потребителя продукции, надо будет критически пересмотреть существующие методiku и критерии оценки на более высоком уровне – уровне стратегического планирования.

Одним из препятствий на данном пути является закостенелый «валовый» подход, когда сквозное планирование идёт от достигнутых результатов в предыдущем периоде. Повсеместное господство «вала» приводит к тому, что за показателями отчётов теряется человек с его реальными потребностями.

Сегодня, согласно Общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2), учёт рыбной продукции ведётся только по укрупнённым группам. Поэтому независимо от вида она везде проходит по государственной статистике как мороженая рыба. В результате такой обезличенной отчётности мороженая рыба в общем объёме товарной продукции превышает 70%. Из всех видов промысловых рыб сегодня видовому учёту подлежит только сельдь, хотя она не является самым добываемым видом водных биоресурсов России.

В то же время отсутствует государственный статистический учёт по таким самым промысловым видам рыб, как минтай, ежегодный объём вылова,

которого составляет 1,7 млн т, а также трески, пикши, путассу, скумбрии и всем другим. Причина отсутствия учёта по ним простая – они не предусмотрены в действующем государственном классификаторе ОКПД 2.

Нами было внесено предложение по актуализации классификатора (Колончин и др., 2022), добавив в него разделение пресноводного и морского рыболовства, а также деление существующих категорий на подкатегории и виды водных биоресурсов. Внесение этих изменений позволит отслеживать рынок рыбной продукции с учётом её ассортимента, глубины переработки и ценовых параметров на основании запросов потребителей. На сегодняшний день это не представляется возможным.

Отсутствие необходимой и достоверной информации может стать тормозом на пути развития цифровизации РХК. В настоящее время в ФГБНУ «ВНИРО» динамично идёт процесс создания цифровой информационно-аналитической платформы. Придание в последующем платформе статуса проектного офиса позволит охватить весь массив необходимой информации и направления анализа под эгидой Федерального агентства по рыболовству в едином ключе с другими заинтересованными органами управления, предприятиями, союзами, общественными организациями и органами власти регионов.

Мировая практика показывает, что предприятия, работающие на цифровых платформах, обладают существенными преимуществами в информационной экономике. Развитие цифровых технологий будет иметь важное значение для эволюционной трансформации РХК России и создаст условия для формирования новой организационно-управляющей структуры – отраслевой экономической экосистемы (ОЭЭ) (Раз-

вите..., 2022). Она может создать среду для хозяйственной деятельности, в которой каждый её участник будет иметь возможность получать информацию и на этой основе эффективно участвовать в каждом виде деятельности РХК, добиваясь своей локальной цели, а в совокупности – главной цели экономического развития – повышения качества жизни населения.

Но эволюционная трансформация РХК и процессы саморегулирования на первичном локальном уровне будут протекать не как хаотичное броуновское движение частиц, а как направленное движение в потенциальном поле, сформированном стратегическими решениями на государственном уровне и созданной для их выполнения законодательной и нормативной базой. Они с разной степенью влияния будут задавать направление и скорость движения, не нарушая при этом принцип рыночного регулирования – свободы принятия решений.

Эти нововведения уже сегодня кардинально изменили механизм стратегического планирования. Если ранее Правительством России принимались Стратегии и программы по каждой отрасли и подотрасли экономики и социальной сферы, которые включали детализацию всех промежуточных показателей и меры по их выполнению, то сегодня эти документы значительно сокращены по объёмам, объединены в крупные блоки по видам деятельности и целевым установкам на конечный результат. Все меры по их выполнению перенесены в ведомственные программы и мероприятия. В зависимости от реального финансового обеспечения этих программ допускается их корректировка по срокам исполнения. Но при этом целевые задачи остаются неизменными.

Такие изменения связаны не только с новыми возможностями, которые от-

крывает развернутая по всей стране всеобъемлющая цифровизация. Но также с особенностями рыночной экономики, когда периодически возникающие кризисы не позволяют вести достоверное прогнозирование на длительный период. Поэтому издержки применяемого ранее сквозного планирования от достигнутых результатов в предшествующий период приводили к системному срыву утверждённых планов, досрочному принятию новых национальных программ и, как следствие, смене Правительства в период выборов Президента страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение новых принципов планирования, нацеленных на конечный результат, естественно, затрагивает всю федеральную структуру управления РХК. На рисунке приведены в сравнении схемы функций Федерального агентства по рыболовству в настоящее время и Министерства рыбного хозяйства СССР в период его функционирования.

Из этого сравнения видно их кардинальное отличие. Отсутствие полномочий нынешней структуры управления – Федерального агентства по рыболовству в таком наиважнейшем виде деятельности, как обрабатывающие производства, транспортировка, хранение и торговля. То есть, искусственно разорвана логистическая цепочка «добыча – прилавок». Ранее этот вид деятельности был в прямом административном подчинении отраслевого Министерства, как уже отмечалось ранее.

Сейчас производственные отношения в сферах переработки, логистики и других услуг в РХК регулируются разными ведомствами, которые имеют свои внутренние критерии эффективности. Отсутствие координирующего центра ответственного за итоговый результат дезорганизует всю эту деятельность.

Предлагается в нынешних условиях в системе управления ввести функции главного координатора различных ведомств по вопросам РХК и возложить их на Федеральное агентство по рыболовству. Одновременно с этим ввести контрактную систему ответственности для всех его участников. Сегодня же Росрыболовство отвечает, главным образом, за основной вид деятельности – добычу водных биоресурсов. Адресуемые ему многочисленные вопросы по цене и качеству конечной продукции не находятся в его ведении.

Создание комплексной системы координации всех заинтересованных ведомств, ответственности и регулирования отношений для достижения конечных результатов на федеральном уровне не потребует больших издержек, а положительный результат очевиден.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бетин О.И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО. 2022. Т. 188. С. 166–173.

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена в первой редакции Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года №120, во второй редакции Указом Президента Рос-

сийской Федерации от 21 января 2020 года №20.

Колончин К.В. Развитие рыбохозяйственного комплекса России: автореферат дисс. ... докт. экономических наук. Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва: 2022. 48 с.

Колончин К.В., Бетин О.И., Рудашевский В.Д., Мухамедова Т.О. Платформенная модель реализации приоритетов мобилизационной экономической политики в рыбохозяйственном комплексе России // АПК: экономика, управление. 2022. № 7. С. 31–40.

Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.

Фомин С.Ю. Формирование системы оптимального управления рыбохозяйственным комплексом РФ // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2008. №3. С. 26–35. ISSN 1999–2645. Номер статьи: 1502. Дата публикации: 04.10.2008. Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/1502/>

Яфасов А.Я. Перспективы перехода рыбохозяйственного комплекса России в цифровую экономику и формирование отраслевой экосистемы // Рыбн. хозяйство. 2021. № 6. С. 41–45.

**TRANSFORMATION OF THE RUSSIAN
FISHERIES MANAGEMENT SYSTEM**

K.V. Kolonchin, O.I. Betin, V.D. Rudashevsky, T.O. Mukhamedova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Moscow, 105187*

The article considers the system of management transformation in the fisheries complex of the Russian Federation from administrative and command management in the conditions of the USSR to the present day and reveals their cardinal difference. Firstly, there are no powers of the current management structure – the Federal Agency of Rosrybolovstvo in such activities as manufacturing, transportation, storage and trade, that is, the logistics chain «production – counter» is artificially broken. Secondly, industrial relations in these areas are regulated by different departments. It is proposed in the current conditions in the management system to introduce the functions of the chief coordinator of various departments on issues of the fisheries complex and assign them to the Federal Agency Rosrybolovstvo. The creation of a comprehensive system of coordination of all interested departments, responsibility and regulation of relations to achieve final results at the federal level will not require large costs, and the positive result is obvious. The authors propose, taking into account the ongoing transformation in the Russian fisheries complex, the formation of a new organizational and managerial structure – an industrial economic ecosystem, which is a kind of complex that is characterized by self-organization, self-regulation and self-development under the influence of various external factors and the environment. The lack of necessary and reliable information can become a brake on the development of digitalization of the fisheries complex. Currently, VNIRO is dynamically developing a digital information and analytical platform. Giving the platform the status of a project office in the future will make it possible to cover the entire array of necessary information and areas of analysis under the auspices of the Federal Agency Rosrybolovstvo in a unified manner with other interested management bodies, enterprises, unions, public organizations and regional authorities. The ecosystem is well synchronized with the modern digital economy, as a result of which the interaction of companies moves to a qualitatively new level, which will allow for more concentrated achievement of local at the enterprise level or strategic goals of Russia's economic development. Thus, the introduction of new principles in the management system aimed at the final result affects the entire federal management structure of the fisheries complex.

Keywords: management system, development, forms of management, sectoral economic ecosystem, transformation, self-regulation, coordination, strategic planning.

ОБЗОР

УДК 597.551.21

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-16-32

ВТОРАЯ АМУРСКАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ИХТИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ – ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

© 2022 г. Д.В. Коцюк¹, Н.В. Колпаков²

1 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038

2 – Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023
E-mail: dk-fish@mail.ru

Поступила в редакцию 16.11.2022 г.

В 2018–2019 гг. подготовлена и с 2020 г. проводится вторая Амурская ихтиологическая экспедиция. Толчком к её организации стало резкое падение уловов тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур в 2017 и 2018 гг., когда после максимума уловов в 2016 г. (65,2 тыс. т), их вылов снизился до 26,9 и 21,6 тыс. т, соответственно. Это потребовало принятия неотложных управленческих решений для сохранения их запасов, а также расширения масштабов изучения водных биоресурсов Амура. Экспедиция имеет комплексный характер, исследованиями охвачены русло и придаточная система среднего и нижнего Амура, а также оз. Ханка. Суммарно выполнено: около 5 тыс. станций, отобрано более 1,1 тыс. гидробиологических проб, биоанализу подвергнуто около 40 тыс. рыб. Получены и уже частично опубликованы (70 работ) новые данные по биологии тихоокеанских лососей, корюшек, пресноводных и осетровых видов рыб. Также внедрен ряд современных инновационных методов исследований (использование БПЛА и ГИС-систем для учёта производителей тихоокеанских лососей, микрохимический анализ отолитов для оценки эффективности их искусственного воспроизводства). Полученные результаты имеют широкое прикладное значение: используются при выработке мер регулирования промысла различных водных биоресурсов, в том числе при внесении изменений в Правила рыболовства.

Ключевые слова: вторая Амурская ихтиологическая экспедиция, тихоокеанские лососи, корюшки, осетровые, пресноводные рыбы.

ВВЕДЕНИЕ

Амур – важная в хозяйственном отношении река Дальнего Востока. Её уникальность определяется несколькими факторами. По длине это десятая в мире и четвёртая среди рек Северного полушария. Длина русла Амура – 2824 км, площадь водосборного бассейна – 1,855 млн км². Российской Федерации принадлежит более половины площади бассейна Амура – 1,003 млн км², который расположен в нескольких климатических зонах, что обеспечивает высокое видовое

богатство его ихтиофауны (Никольский, 1956; Bogutskaya et al., 2008). В последнее время (2015–2019 гг.) общий российский вылов в бассейне реки составлял 15,9–69,6 тыс. т (в среднем 39,1 тыс. т). Основу уловов формировали тихоокеанские лососи (31,9 тыс. т, 81,6%), корюшки (5,5 тыс. т, 14,1%) и жилые пресноводные рыбы (1,5 тыс. т, 3,9%). В прошлом максимальный вылов амурских лососей достигал 100 тыс. т (1910 г.), а пресноводных рыб – 16,8 тыс. т (1941 г.) (Колпаков и др., 2020).

Первая интенсификация рыбохозяйственных исследований на Амуре была обусловлена падением уловов промысловых пресноводных видов рыб в годы Великой Отечественной войны. Эти исследования проводили специалисты биологического факультета Московского государственного университета в 1945–1949 гг. (совместно с Тихоокеанским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) и его Амурским отделением) в рамках Амурской ихтиологической экспедиции под руководством профессора Г.В. Никольского (1950). Перед экспедицией стояли задачи выяснения условий, определяющих величину поголовья стада частиковых рыб (амурский сазан *Cyprinus rubrofuscus*, серебряный карась *Carassius gibelio*) бассейна р. Амур, установления причин снижения уловов и разработку схемы мероприятий по восстановлению их запасов.

В результате проведённых исследований были получены сведения по биологии множества видов рыб, подробно рассмотрены их происхождение и распределение, закономерности размножения, роста и динамики стада жилых рыб, их пищевые отношения, кормовая база, миграции, зимовка; большое внимание уделено обоснованию рационального хозяйственного использования рыб бассейна Амура. Итоги этих работ подведены в 4 томах Трудов Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. (1950, 1951, 1952, 1958), а также книгах Г.В. Никольского (1953, 1956).

Во второй половине XX столетия основное внимание учёных было сконцентрировано на изучении тихоокеанских лососей, в том числе на вопросах их естественного воспроизводства, искусственного разведения, а также состояния кормовой базы молоди (Леванидов, 1968; Леванидов, 1969; Рослый, 2002).

В последующем ихтиологические исследования в бассейне Амура велись преимущественно в рамках государственного мониторинга биологического состояния и численности промысловых рыб, что до последнего времени позволяло, в общем, удовлетворительно оценивать текущее состояние запасов основных объектов промысла, прогнозировать краткосрочные изменения их численности (в рамках подготовки прогнозов общего допустимого улова (ОДУ) и прогнозируемого/рекомендованного вылова (ПВ/РВ)) и оперативно регулировать промысел.

Вместе с тем, с учётом наблюдающихся климатических изменений и увеличения масштабов антропогенного воздействия к середине 2010-х гг. стало ясно, что этого совершенно недостаточно для полноценного анализа современного статуса экосистемы Амура, разработки прогноза её изменений и рациональной организации рыбного хозяйства в бассейне реки (Колпаков и др., 2020).

Цель настоящей работы – рассмотреть предпосылки к организации второй Амурской комплексной ихтиологической экспедиции, её ход в 2020–2022 гг., а также представить обзор её первых результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предпосылки. К середине 2010-х гг. к руководству ФГБНУ «ТИНРО-Центр» (г. Владивосток) и его Хабаровского филиала (ХфТИНРО) (ныне являющихся филиалами ФГБНУ «ВНИРО» – ТИНРО и ХабаровскНИРО) постепенно пришло осознание недостаточности проводимых в бассейне р. Амур мониторинговых ресурсных исследований для понимания механизмов функционирования экосистемы реки, оценки состояния её основных макрокомпонентов (фито- и

зоопланктона, бентоса, рыб), динамики численности основных объектов промысла, эффективности имеющейся сети рыбопроизводных заводов, ощущался недостаток знаний по биологии, как промысловых видов (амурских лососей, корюшек и пресноводных рыб), так и недоиспользуемых и перспективных объектов промысла (тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum*, уклея *Culter alburnus*, косаток *Tachysurus* spp., змееголова *Channa argus*, хариусов *Thymallus* spp., тайменя *Hucho taimen*, вьюнов *Misgurnus* spp., обыкновенного судака *Sander lucioperca*, китайской лапши-рыбы *Protosalanx hyalocranius*, горчаков родов *Rhodeus* и *Acanthorhodeus*, гольянов *Phoxinus* spp. и ротана *Perccottus glenii*, пресноводных креветок и крупных двустворчатых моллюсков, а также японской корбикулы *Corbicula japonica*).

Но непосредственным толчком к организации второй Амурской комплексной ихтиологической экспедиции стало резкое падение численности тихоокеанских лососей (осенней и летней кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha*) в 2017 и 2018 гг., когда после максимума уловов в 2016 г. (65,2 тыс. т), их вылов снизился до 26,9 и 21,6 тыс. т, соответственно. Этот факт потребовал принятия неотложных управленческих решений для сохранения запасов лососей Амура. Были предприняты следующие меры: через Правила рыболовства введены ограничения количества и габаритов орудий лова, используемых на промысле лососей в р. Амур (Колпаков, Коцюк, 2018; Коцюк и др., 2021); 19 апреля 2018 г. впервые на заседании Дальневосточного научно-промыслового совета (ДВНПС) в г. Петропавловск-Камчатский принята Стратегия промысла тихоокеанских лососей в Хабаровском крае в 2018 г., включающая базовые принципы организации путины, в том

числе, введение дополнительных ограничений – проходных дней (дней запрета промысла) для всех орудий лова. В дальнейшем ежегодно по окончании путины проводился её анализ, включая уровень заполнения нерестилищ производителей (Островский и др., 2018; Колпаков и др., 2019; Островский, 2019, 2020; Коцюк и др., 2022), и разработка мер регулирования промысла для внесения в Стратегию будущего года (увеличение числа проходных дней, ограничение районов промысла, запрет промысла летней кеты и горбуши (Коцюк и др., 2021)), а также введения ограничений отдельными приказами министерства сельского хозяйства Российской Федерации (приказы Минсельхоза РФ № 320 от 11.06.2020, № 463 от 13.07.2021, № 382 от 22.06.2022). Вводимые ограничения имели положительный эффект, практика их применения продолжается при регулировании промысла тихоокеанских лососей (Коцюк и др., 2021).

Параллельно весной 2018 г. принято решение об углублении и расширении масштаба изучения водных биологических ресурсов бассейна реки Амур. Для осуществления этого проекта на первом этапе необходимо было провести инвентаризацию имеющихся литературных и архивных данных по биоте р. Амур, выполнить ряд рекогносцировочных съёмов в бассейне нижнего и среднего Амура, обеспечить ХфТИНРО (ХабаровскНИРО) соответствующими судами, оборудованием и автомобильным транспортом, разработать Программу многолетних комплексных исследований водных биологических ресурсов бассейна р. Амур.

Подготовка. Анализ показал, что снижение численности амурских лососей после 2016 г. вызвано, в первую очередь, естественными климато-океанологическими факторами. Лососи –

флюктуирующие виды, их численность не может оставаться высокой постоянно. В последние годы обозначилась тенденция к её снижению, по крайней мере, в ряде южных районов, включая и Амур (Шунтов, Темных, 2017; Колпаков, Коцюк, 2018). Поэтому в ближайшие несколько лет, по-видимому, численность амурских лососей будет снижаться, что не исключает вероятности появления у них отдельных урожайных поколений. При этом следует отметить, что естественное снижение численности лососей Амура было усугублено чрезмерным прессом промысла (Колпаков, Коцюк, 2019). Был сделан вывод о необходимости снижения промысловой нагрузки на этих рыб либо за счёт снижения числа рыболовных участков в бассейне реки Амур и Амурском лимане (при наличии юридической возможности), либо за счёт введения дополнительных ограничений. В этих условиях особую актуальность приобретают углубленные исследования биологии этих рыб, их распределения в бассейне реки, состояния нерестового фонда и т.д.

В рамках подготовки этих работ выявлены внутривидовые группировки кеты р. Амур и их распределение по бассейну (Золотухин, 2019а; Животовский и др., 2021), обоснован выбор рек для мониторинга заполнения нерестилищ производителями кеты и горбуши (Золотухин, 2019б), также разработана модель распределения объёмов вылова анадромных видов рыб по отдельным районам крупных рек (Диденко и др., 2018), подобраны ориентиры и подходы к оперативной оценке пропуска производителей на нерестилища в целях перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей (Шевляков и др., 2019). Кроме того, дан анализ современного состоя-

ния и перспектив искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур (Коцюк, 2020), в дополнение к термическому отолитному маркированию (Колпаков и др., 2020) подобран еще один перспективный метод идентификации заводских и диких рыб в смешанных скоплениях для оценки эффективности работы лососёвых рыбоводных заводов – метод изучения микрохимии отолитов с помощью масс-спектрометрии (Михеев и др., 2019; Михеев, Шеина, 2020).

Что касается других видов рыб и беспозвоночных Амура, то: проанализированы данные по репродуктивной биологии азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* и, в частности, доказан неоднократный нерест её самок в течении жизни (Бурлак, Жукова, 2020), дана характеристика промысла амурской щуки *Esox reichertii* (Островская, 2018), экологии нереста жилых лососевидных рыб (Михеев и др., 2018) и морфологической изменчивости сибирского тайменя *Hucho taimen* (Романов, Михеев, 2020). На основе многолетних данных описаны биология и промысел проходной обыкновенной малоротой корюшки *Hypomesus olidus* в бассейне р. Амур (Вилкина, Шмигирилов, 2020а); биология и рост ряда пресноводных промысловых видов рыб, включая недавнего интродуцента – обыкновенного судака (Семенченко, 2020; Семенченко, Островская, 2020а, б); проанализированы особенности ската молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур (Хованский, Подорожнюк, 2021). И, наконец, на основе архивных данных по съёмке бимтралом оценены видовой состав и количественное распределение рыб и креветок в русле нижнего Амура (Кошелев, Колпаков, 2020).

Для осетровых рассмотрены современные концепции их происхож-

дения и распространения в Восточной Азии (Koshelev, Ruban, 2022), оценен промысловый возврат амурского осетра *Acipenser schrenckii* от молоди искусственного воспроизводства (Кошелев, Зыков, 2020), описаны нарушения в структуре тканей мышц и печени амурского осетра и калуги *Huso dauricus* (Кошелев, Рубан, 2021).

В 2018 и 2019 гг. выполнены комплексные рекогносцировочные съёмки в бассейне среднего и нижнего Амура (рис. 1), а также расширены масштабы традиционного мониторинга промысловых видов рыб (Островская, Семенченко, 2022) и осетровых (Кошелев и др., 2022, 2023). Всего отработано около 2 тыс. станций, собрано 742 количественных гидробиологических и 225 ихтиологических проб, исследовано 11,2 тыс. экз. рыб (табл. 1).

Полученные масштабные сборы ещё не полностью обработаны, но по

результатам этих работ уже представлены новые данные по планктонным и бентосным сообществам Амура (Барabanщиков, Колпаков, 2019; Никулина, Кульбачный, 2021; Барabanщиков, 2022); по распределению и количественным показателям в оз. Ханка перспективных для промысла объектов – дальневосточных пресноводных креветок (сем. Palaemonidae) и китайской лапширыбы (Барabanщиков, Шаповалов, 2019, 2022); по численности и биомассе рыб на мелководьях основного русла среднего и нижнего Амура (Колпаков и др., 2023); описаны современное состояние запасов и биологические характеристики летней кеты (Вершинина, Ходжер, 2019); на основе данных по мечению оценены численность и скорость миграции в р. Амур нерестовой части популяции азиатской зубастой корюшки (Вилкина, Шмигирилов, 2019; Вилкина, 2020), выявлены пределы температуры воды во время её

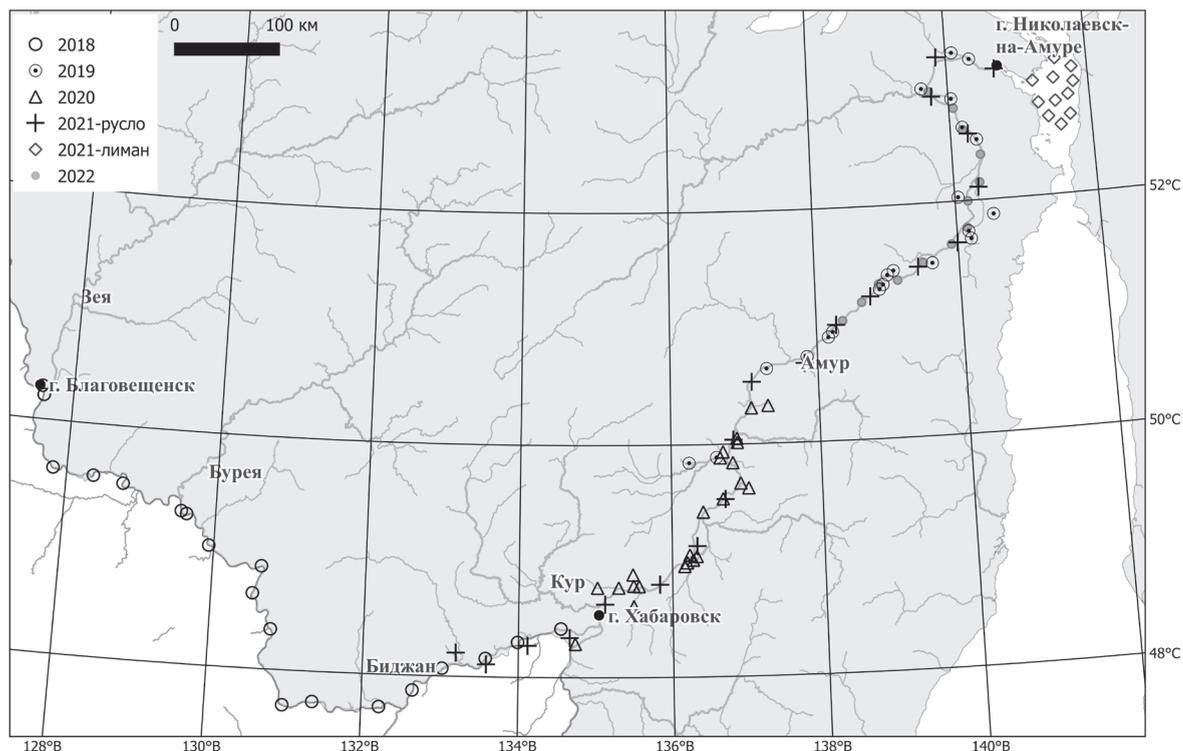


Рис. 1. Карта-схема размещения станций комплексных съёмок в русле среднего и нижнего Амура 2018–2022 гг.

Таблица 1. Объём собранного материала в бассейне среднего и нижнего Амура в 2018–2022 гг.

Годы	Станции	Ф	П	З	Б	Д	Р	Биоанализ рыб, экз.
Подготовка								
2018	782	64	17	76	131	19	95	4611
2019	1067	25	25	224	136	25	127	6600
Всего	1849	89	42	300	267	44	225	11211
Вторая Амурская экспедиция								
2020	1317	40	20	40	119	–	111	11600
2021	815	–	–	–	81	–	261	8650
2022	1012	–	–	–	60	–	90	8100
Итого	4993	129	62	340	527	44	684	39561

Примечание: Ф – число отобранных проб фитопланктона, П – перифитона, З – зоопланктона, Б – бентоса, Д – дрифта, Р – мелких рыб активными орудиями лова (закидной невод, бим-трал, плавные сети).

нереста (Вилкина, Шмигирилов, 2020б); получены сведения по биологии перспективных для промысла видов рыб (вьюны рода *Misgurnus*) (Островская, Касаткина, 2021), а также по генетическому разнообразию и структуре в пределах ареала азиатской зубастой корюшки (Semenova et al., 2021).

Кроме того, в процессе подготовки к экспедиции освоен ряд новых методов исследований: разработан подход к учёту производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и ГИС-технологий (Свиридов, Золотухин, 2020); подобран маркер, позволяющий на основе микрохимического анализа отолитов идентифицировать кету искусственного происхождения (достоверно большее значение соотношения $88\text{Sr}/43\text{Ca}$, по сравнению с дикими рыбами) (Михеев и др., 2020); освоена методика анестезии и мечения крупных рыб (на примере сибирского тайменя) полостными акустическими метками, для изучения миграций и др. аспектов биологии (Кульбачный и др., 2020).

При подготовке к выполнению экспедиции сформирован маломерный научно-исследовательский флот: капитально отремонтирован и модернизирован имевшийся в распоряжении ХабаровскНИРО НИС «Профессор Солдатов» (рис. 2), из Полярного филиала в Хабаровск передан катер «Гидролакс», а из Каспийского филиала – теплоход «Биос». Последние два судна также прошли модернизацию и капитальный ремонт. Для современного оснащения работы полевых экспедиционных групп приобретён полевой автомобиль-лаборатория «Камаз» (рис. 2). Соответствующим образом расширена приборная база: закуплено оборудование и создан «Центр отолитного маркирования» для работы с термическими отолитными метками, налажено взаимодействие с Пермским государственным национальным исследовательским университетом в части доступа к приборам для микрохимического исследования отолитов, для учёта лососей и др. рыб закуплены БПЛА, гидроакустический комплекс NetCor.



Рис. 2. НИС «Профессор Солдатов» (а), НИС «Биос» (б), автомобиль-лаборатория (в).

В итоге всех вышеперечисленных работ, подготовлена Программа многолетних комплексных рыбохозяйственных исследований водных биологических ресурсов бассейна р. Амур «Рыбы Амура» (Колпаков и др., 2020), т.е. второй Амурской ихтиологической экспедиции, предусматривающей не только расширение традиционного мониторинга биологического состояния и численности промысловых рыб, но и проведение в бассейне реки комплексных эколого-рыбохозяйственных исследований

с организацией целого ряда съёмок, а также работ на стационарах (полигонах) для выявления текущего статуса биологических сообществ, как индикатора состояния экосистемы. В частности, необходимо получить информацию по современному состоянию ихтиоценоза и проанализировать воздействие климатических изменений и антропогенных нагрузок различной этиологии на запасы тихоокеанских лососей, осетровых и других промысловых рыб. Для решения таких масштабных задач необходима

интенсификация сбора биологических материалов, а также совершенствование методов их обработки. Кроме того, ставилось в задачу внедрение современных инструментальных методов учёта численности (аэросъёмки с использованием квадрокоптеров, дистанционная видеорегистрация, гидроакустические съёмки, радиометки и т.п.), оценки возврата (отолитное маркирование, микрохимический анализ отолитов), определения трофического статуса гидробионтов (анализ стабильных изотопов С и N), генетических исследований, создание моделей популяций промысловых объектов. Что касается пресноводных рыб, то в первую очередь необходимо проведение комплексных съёмок для выявления перспективных для промысла районов и видов. Следует полагать, что при реализации намеченной программы исследований будет заложена основа для совершенствования подходов к регулированию промысла, развитию рыболовства и в целом для организации эффективного рыбохозяйственного комплекса в бассейне Амура. Необходимыми шагами в развитии рыбного хозяйства региона должны стать: оценка приемлемой величины промысловой нагрузки (приведение количества рыболовных участков (РЛУ) в соответствие с имеющимися запасами промысловых видов); совершенствование мер регулирования промысла (региональная Стратегия добычи лососей, Правила рыболовства) и создание условий, способствующих искоренению ННН-промысла, выведению рыболовства из тени; введение в промысел новых районов и организация хозяйственного освоения новых объектов; развитие сопутствующих секторов (аквакультура, глубокая переработка сырья и т.д.).

Отметим, что Программа не имеет четких временных границ и, по мере не-

обходимости, может продляться, в виде приоритетного направления исследований. Первоначально планировалось реализовать её в течении 5 лет, разделив на несколько этапов:

комплексные исследования в Амурском лимане и впадающих в него реках; исследования в основном русле р. Амур;

исследования придаточной системы; специализированные исследования по отдельным видам (группам) водных биологических ресурсов и направлениям исследований.

Первые результаты. К реализации Программы Хабаровский и Тихоокеанский филиалы ФГБНУ «ВНИРО» приступили весной 2020 г. По состоянию на конец 2022 г. отработано 3 полевых сезона, исследования в рамках второй Амурской ихтиологической экспедиции охватили всю русловую и часть придаточной системы Среднего и Нижнего Амура (Островская, Семенченко, 2022) (рис. 1), а также бассейн оз. Ханка (Барабанщиков, Шаповалов, 2022). Всего, с учётом подготовительного этапа 2018–2019 гг., выполнено около 5000 станций, собрано 129 проб фитопланктона, 62 – перифитона, 340 – зоопланктона, 527 – бентоса, 44 – дреффта, а также 684 количественных пробы рыб (облов закидным неводом, бим-тралом, сетями) (табл. 1).

Планктон и бентос. По материалам съёмки, выполненной Сахалинским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (СахНИРО) в августе-сентябре 2011 г. на глубинах до 31 м (160 дночерпательных и водозлазных проб) описаны структура, количественные показатели, особенности распределения и основные сообщества макрозообентоса юго-восточной части Сахалинского залива (Охотское море) в зоне влияния р. Амур (Лабай и др., 2022). Исследован зоопланктон озера Ханка (Барабанщиков, 2021). На основе

анализа 44 проб, собранных в сентябре 2020 г., показано, что, несмотря на сохранение численности и биомассы зоопланктона на среднемноголетнем уровне, происходит изменение его видового состава в условиях повышенного уровня воды в озере (Бортин и др., 2016), в частности, увеличение обилия *Neodiantomus schmackeri* и *Bosmina longirostris*. По результатам учётной съёмки, проведённой в мае-июне 2021 г., в Амурском лимане выявлен новый элемент экосистемы – консорции «перекати-поле», в которых детерминантами выступают обрывки талломов бурых водорослей и колоний гидроидных полипов, а консортами – гаммариды. Предполагается их заметная роль в питании амурских осетровых (Колпаков, Кошелев, 2022).

Тихоокеанские лососи. Этим рыбам, ввиду их особой социально-экономической значимости, посвящен один из самых больших блоков исследований. На первом этапе произведено масштабное увеличение количества собираемого материала. Так количество пунктов учёта ската молоди увеличено с 1 до 4. Аналогично кратно выросло число точек других наблюдений: оценки интенсивности нерестовой миграции производителей тихоокеанских лососей (причём сбор проводился как на промысловых предприятиях, так и посредством организации собственных научных мобильных групп), учёты плотностей производителей на нерестилищах. Впервые с 1970–1980-х гг. проведен анализ значимости рек Амурского лимана в воспроизводстве тихоокеанских лососей этого региона на основе оценки уровня захода в них производителей. Полученные данные реализованы практически в установлении дифференцированного принципа определения величины запретной для промысла зоны в устьях нерестовых лососёвых рек в Прави-

лах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Так для рек, в бассейнах которых воспроизводится более 90% запасов тихоокеанских лососей (как правило, это крупные реки) установлена запретная зона в 2 км во все стороны от устья, в устьях всех остальных рек – 1 км (Вершинина, Ходжер, 2019; Вершинина, 2020; Островский, 2020; Хованский, Подорожнюк, 2021). Проанализированы закономерности воспроизводства осенней кеты р. Амур (Островский и др., 2022), оценен текущий уровень промысловой нагрузки на её популяцию (Диденко, Подорожнюк, 2022), показана необходимость учёта направления изменения численности лососей при прогнозировании их запасов (Островский, 2022). Также рассмотрено влияние ставных неводов типа «заездок» в Амурском лимане и р. Амур на пропуск производителей тихоокеанских лососей на нерестилища (Захаров и др., 2022). Сделан вывод, что конструктивные особенности этого орудия лова, находящегося в нерабочем состоянии (с поднятой нижней пластью ловушки и садков-накопителей), не препятствуют свободному прохождению производителей тихоокеанских лососей через зону облова.

Оценка эффективности искусственного воспроизводства лососей. История искусственного разведения тихоокеанских лососей в бассейне Амура насчитывает почти 100 лет. Однако до недавнего времени об эффективности проводимых работ было известно довольно мало. Исследования по морфологической дифференциации молоди естественного и искусственного происхождения, работы Центра отолитного маркирования, а также исследования микрохимии отолитов методом масс-спектрометрии с лазерной абляцией в настоящее время активно

развиваются (Михеев и др., 2021a, б, 2022; Mikheev et al., 2023). Предполагается, что комплекс этих работ позволит определить уровень возврата производителей к донорскому заводу и в бассейн р. Амур в целом.

Осетровые. Калуга и амурский осетр являются особо ценными рыбами бассейна Амура, в связи с низкой численностью их промысел в настоящее время запрещён. В последние годы выполнены масштабные съёмки в бассейне р. Амур по оценке биологического состояния и численности осетровых, включая съёмку в Амурском лимане 2021 г. Результаты исследований свидетельствуют о снижении численности осетровых в Амурском лимане. В свою очередь, в р. Амур отмечен рост численности и биомассы обоих видов. Численность калуги в реке за 10 лет увеличилась в 2,8 раза, у амурского осетра – в 5,3 раза. При этом численность обоих видов в 2021 г. в реке сопоставима с 1960–1970-ми гг. (Кошелев и др., 2022a, 2023). В рамках реализации Программы «Рыбы Амура» также оценена современная величина браконьерского вылова калуги и амурского осетра (Кошелев и др., 2022б), динамика запасов калуги и определены ориентиры управления ими (Диденко, Кошелев, 2021), получены новые данные по питанию молоди калуги и амурского осетра в нижнем течении р. Амур (Вилкова и др., 2022).

Корюшки. Отдельный блок исследований был посвящён азиатской зубастой корюшке, средний годовой вылов которой во втором десятилетии XXI в. составил 2,5 тыс. т. Проведены работы по мечению азиатской зубастой корюшки в р. Амур, определена её скорость миграции и распространения по руслу и придаточной системе, произведено картирование нерестилищ (Вилкина, 2022). Мечение в Амурском лимане позволи-

ло изучить пути миграции, разделить по срокам группировки корюшек Амура и рек лимана и выработать качественно новый подход к разработке материалов прогнозируемого вылова (ПВ) азиатской зубастой корюшки в бассейне р. Амур и Амурском лимане. Выработаны новые принципы регулирования её промысла, что нашло отражение в рекомендациях, направляемых в Комиссию по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Хабаровском крае. Также готовятся предложения в части ограничения рыболовства корюшек в зоне нерестилищ в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна.

Пресноводные виды рыб. Собраны данные о структуре сообществ рыб на различных участках бассейна р. Амур, показано, что вверх по течению обилие рыб снижается. Полученные обширные материалы уже частично обработаны – по биологии и численности желтощекка *Elopichthys bambusa* (Семенченко и др., 2022), по питанию амурской щуки (Островская, 2022), по биологии серебряного карася (Семенченко, Островская, 2022). В результате проведенных исследований введены в промысел обыкновенный судак и вьюны. В перспективе разработка обоснования еще на несколько новых объектов промысла.

По сравнению с маловодным периодом (до 2010 г.) и периодом переэксплуатации запаса основных ресурсобразующих видов рыб, из-за чего вводился запрет для промысла (2002–2006 гг.), в оз. Ханка отмечается рост запасов, в том числе, неиспользуемых и малоиспользуемых промыслом видов. Например, запасы косаток рода *Tachysurus* выросли более чем на порядок, запасы китайской лапши-рыбы и пресноводных креветок достигли значительных объёмов и могут эксплуатироваться рыба-

ками. Все это связано с увеличением на треть ёмкости водного объекта и значительным увеличением нерестовых площадей и ростом количества кормовой базы (Бортин и др., 2016; Барабанщиков, Шаповалов, 2019; Барабанщиков, 2021). Данные изменения позволят расширить ассортимент добываемой в водоёме рыбопродукции на ближайшие годы, пока уровень режима озера не вернётся к средним значениям (Барабанщиков и др., 2022).

Инновационные методы исследований. В рамках экспедиции проводится унификация и систематизация накопленных данных в формате закрытой корпоративной ГИС, включающей: серверную ГИС и настольную ГИС. Это влечёт упрощение, удешевление и повышение качества экспедиционных работ за счёт использования: мобильной ГИС для маршрутных обследований, беспилотной аэрофотосъёмки, видеорегистрации на учётных строениях и т.д. Это позволило автоматически создавать высокоточные геореферированные ортофотопланы нерестовых и преднерестовых скоплений рыб посредством фотограмметрического программного обеспечения; эффективно определять количество рыб на отснятых участках, измерять площади, делать оценку плотностей скоплений рыб. Поддержка инвентаризации нерестилищ лососей осуществляется посредством создания базы данных ортофотопланов участков нерестовых рек. Используемые системы видеорегистрации позволяют получать видеоизображения, на которых можно уверенно опознавать учитываемые виды и подсчитывать количество мигрирующих производителей рыб. С 2021 г. внедряется гидроакустический учёт рыб в бассейне р. Амур (Свиридов и др., 2022а, б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционно программный подход при выполнении комплекса задач является в научных исследованиях наиболее продуктивным. К середине 2010-х гг. сложились предпосылки для проведения второй Амурской комплексной ихтиологической экспедиции. Выполнение Программы работ экспедиции осуществляется силами Центрального аппарата и нескольких филиалов ФГБНУ «ВНИРО». За 5 лет работ получен обширный материал, анализ и обобщение которого займет длительное время и послужит основой множества научных работ по отдельным направлениям исследований. Достаточно сказать, что на основе обработки лишь небольшой части собранных новых данных по водным биоресурсам бассейна р. Амур на сегодня опубликовано 70 научных работ. Однако уже сейчас полученные результаты позволяют говорить о достижении постулируемых Программой промежуточных целей, в первую очередь, за счёт расширения и углубления традиционных исследований и внедрения современных инструментальных методов исследований.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность директору ФГБНУ «ВНИРО» д.э.н. К.В. Колончину и заместителю директора – руководителю Тихоокеанского филиала к.б.н. А.А. Байталюку за административную поддержку и финансовую возможность реализации масштабного проекта по изучению водных биоресурсов р. Амур. Авторы искренне признательны всем коллегам – сотрудникам ХабаровскНИРО, ТИНРО, СахНИРО и Центрального аппарата ВНИРО, принимающим участие во второй Амурской комплексной ихтиологической экспедиции, за сбор материалов, их анализ и совместное творчество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барабанищikov Е.И.* Результаты исследований зоопланктона озера Ханка в сентябре 2020 года // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2021. № 9. С. 31–35.
- Барабанищikov Е.И.* Результаты исследований донных сообществ в бассейне реки Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 89–96.
- Барабанищikov Е.И., Колпаков Н.В.* Данные по зоопланктону и зообентосу средней части р. Амур на участке от г. Хабаровска до г. Благовещенска // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Тез. докл. конф. Владивосток: Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 2019. С. 18.
- Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е.* Распределение и динамика количественных показателей дальневосточных пресноводных креветок (сем. Palaemonidae) в оз. Ханка в летне-осенний период 2018 года // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2019. Вып. 8. С. 23–27.
- Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е.* Результаты траловых съёмок в озере Ханка в 2018 и 2020 гг. // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 97–112.
- Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е., Черных Н.А.* О поимке обыкновенной малоротой корюшки *Nurpomesus olidus* (Pallas, 1814) (Osmeridae) в бассейне оз. Ханка и обновлении списка видов круглоротых и рыб этого бассейна // Изв. ТИНРО. 2022. Т. 202. № 1. С. 105–112.
- Бортин Н.Н., Горчаков А.М., Кролевецкая Ю.В.* Причины и последствия аномального роста уровня воды в озере Ханка // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: VI Дружининские чтения: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием (Электронный ресурс). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2016. С. 16–19.
- Бурлак О.В., Жукова К.А.* Репродуктивная биология азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* (Osmeridae) реки Амур // Вопр. ихтиологии. 2020. Т. 60. № 3. С. 328–335.
- Вершинина О.В.* Динамика улова на усилии (CPUE) летней кеты реки Амур в 2006–2020 гг. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2020. С. 99–103.
- Вершинина О.В., Ходжер Д.С.* Современное состояние запасов и биологические характеристики летней кеты реки Амур // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2019. С. 167–174.
- Вилкина О.В.* Особенности нерестовой миграции азиатской зубастой корюшки в бассейне реки Амур в 2019 году // Ломоносов–2020: тез. докл. междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. М: МГУ, 2020. С. 1–2.
- Вилкина О.В.* Биологическая характеристика и динамика численности азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* (Osmeridae) реки Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 113–133.
- Вилкина О.В., Шмигирилов А.П.* Оценка численности и скорости миграции нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus dentex* (Steindachner & Kner, 1870) в реке Амур в 2018 году // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: сб. докл. конф. с междунар. участием. М.: ВНИРО, 2019. С. 80–84.
- Вилкина О.В., Шмигирилов А.П.* Биология и промысел проходной обыкновенной малоротой корюшки *Nurpomesus olidus* в бассейне реки Амур // Изв. ТИНРО. 2020а. Т. 200. Вып. 4. С. 856–873.
- Вилкина О.В., Шмигирилов А.П.* Температурные пределы нереста азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* в реке Амур // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: мат-лы 8-й науч.-практ. конф. молод. учен. с междунар. участием. М.: ВНИРО, 2020б. С. 20–22.
- Вилкова О.Ю., Колобов В.Ю., Кошелев В.Н.* Особенности питания молоди калуги *Acipenser dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в нижнем течении реки

Амур // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. Т. 16. № 8 (199). С. 523–530.

Диденко Д.С., Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Методические подходы к распределению объёмов добычи (вылова) анадромных видов рыб в бассейнах рек во время нерестовой миграции // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2018. С. 126–133.

Диденко Д.С., Кошелев В.Н. Оценка динамики и ориентиров управления запасами калуги *Acipenser dauricus* // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса. Сборник трудов IX Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, посвященной 140-летию ВНИРО. М.: ВНИРО, 2021. С. 61–64.

Диденко Д.С., Подорожнюк Е.В. Анализ промысловой нагрузки на популяцию осенней кеты реки Амур в 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. ТИНРО, 2022. С. 75–78.

Животовский Л.А., Подорожнюк Е.В., Кульбачный С.Е. и др. Экогеографические единицы и единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* Амурской зоогеографической провинции // Вопр. ихтиологии. 2021. Т. 61. № 4. С. 432–440.

Захаров Е.А., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л. и др. О влиянии использования неводоов типа «заездок» на пропуск производителей тихоокеанских лососей на нерестилища в р. Амур и Амурском лимане // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 230–239.

Золотухин С.Ф. Внутривидовые группировки кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) реки Амур и их распределение по бассейну // Изв. ТИНРО. 2019а. Т. 197. С. 21–34.

Золотухин С.Ф. Обоснование выбора рек для мониторинга запасов кеты и горбуши в р. Амур // Изв. ТИНРО. 2019б. Т. 199. С. 19–34.

Колпаков Н.В., Барабанищikov Е.И., Шмигирилов А.П., Островская Е.В. Состав и распределение рыб по данным съёмки закидным неводом на мелководьях нижнего и среднего Амура в летний период 2018 и 2019 гг. // Вопр. рыболовства. 2023. в печати

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Неоправданные прогнозы подходов горбуши к Амуру и в Приморье в 2018 г.: вероятные причины // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2018. С. 94–105.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Кризисы рыболовства в бассейне реки Амур. Количественный анализ фонда рыбопромысловых участков // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2019. С. 93–105.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В., Островский В.И. и др. Современный статус водных биологических ресурсов бассейна реки Амур и задачи их изучения // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 499–529.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В., Островский В.И. Итоги лососёвой путины в Хабаровском крае в 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2019. С. 53–64.

Колпаков Н.В., Кошелев В.Н. Консорции «перекати-поле» Амурского лимана // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 57–66.

Коцюк Д.В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур: история, современное состояние, перспективы // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 530–550.

Коцюк Д.В., Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Козлова Т.В. Итоги лососёвой путины в Хабаровском крае в 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2022. С. 30–36.

Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В., Островский В.И. Регулирование промысла тихоокеанских лососей р. Амур в условиях снижения их численности в 2017–2020 гг. // Вопр. рыболовства. 2021. Т. 22. № 4. С. 116–123.

Кошелев В.Н., Диденко Д.С., Зыков Л.А., Шмигирилов А.П. Оценка браконьерского вылова калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) // Изв. ТИНРО. 2022б. Т. 202. Вып. 1. С. 92–104.

Кошелев В.Н., Вилкова О.Ю., Коцюк Д.В. Современные данные о распределении, чис-

ленности и качественной структуре популяций калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) в реке Амур и Амурском лимане // Вопр. ихтиологии. 2023. В печати.

Кошелев В.Н., Зыков Л.А. Оценка промыслового возврата амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) от молоди искусственного воспроизводства // Вопр. рыболовства. 2020. Т. 22. № 2. С. 203–217.

Кошелев В.Н., Колпаков Н.В. Видовой состав и распределение рыб и креветок в русле нижнего Амура // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, № 2. С. 292–307.

Кошелев В.Н., Коцюк Д.В., Колпаков Н.В. Размерно-возрастная структура и численность калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) в р. Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 33–43.

Кошелев В.Н., Рубан Г.И. Нарушения в структуре тканей мышц и печени амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Huso dauricus* (Acipenseridae) // Биол. внутр. вод. 2021. № 5. С. 527–536.

Кульбачный С.Е., Колпаков Н.В., Кудревский О.А. Первые результаты использования акустических меток для изучения миграций сибирского тайменя *Nischo taimen* (Salmonidae) в бассейне реки Тугур (северо-западная часть Охотского моря) // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 671–687.

Лабай В.С., Шевченко Г.В., Галанин Д.А. и др. Макробоентос Сахалинского залива Охотского моря в зоне влияния вод р. Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 67–88.

Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. 1969. Т. 67. 242 с.

Леванидова И.М. Бентос притоков Амура (эколого-фаунистический очерк) // Изв. ТИНРО. 1968. Т. 64. С. 182–289.

Михеев П.Б., Бакланов М.А., Пузик А.Ю. Применение геохимических маркеров в ихтиологических исследованиях // Современ-

ное состояние водных биоресурсов. Материалы V-ой международной конференции. Под редакцией Е.В. Пищенко, И.В. Морузи. Новосибирск: НГАУ, 2019. С. 101–104.

Михеев П.Б., Бакланов М.А., Коцюк Д.В. и др. Применение микрохимического анализа отолитов для выявления особей кеты *Oncorhynchus keta* искусственного происхождения // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы VI национальной научно-практической конференции. Саратов: Амирит, 2021а. С. 142–146.

Михеев П.Б., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В. и др. Применение микрохимического анализа отолитов для дифференциации кеты искусственного и естественного происхождения в смешанной выборке // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2020. С. 219–225.

Михеев П.Б., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В. и др. Применение метода микрохимического анализа отолитов для решения задач рыбохозяйственной науки // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность. Тезисы докладов Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Севастопольской биологической станции – Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий». Севастополь, 2021б. С. 599–600.

Михеев П.Б., Миронова Т.Н., Никифоров А.И. Экология нереста жилых лососевидных рыб бассейна Амура // Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. М.: Перо, 2018. С. 270–278.

Михеев П.Б., Польшгалова М.Д., Помелова А.С. и др. Морфологическая дифференциация молоди амурской осенней кеты *Oncorhynchus keta* естественного и заводского происхождения // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 221–229.

Михеев П.Б., Шеина Т.А. Применение анализа микроэлементного состава кальцинированных структур рыб для решения фундаментальных и прикладных научных задач: обзор // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 688–729.

Никольский Г.В. Амурская ихтиологическая экспедиция 1945–1949 гг. // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1950. Т. 1. С. 5–18.

Никольский Г.В. Река Амур и её рыбы: монография. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 1953. 98 с.

Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура: монография. М.: АН СССР, 1956. 551 с.

Никулина Т.В., Кульбачный С.Е. Характеристика фитопланктона и оценка качества вод р. Амур в районе г. Хабаровск в безледный период 2018–2019 гг. // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201. Вып. 3. С. 640–661.

Островская Е.В. Характеристика промысла амурской щуки *Esox reichertii* // Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. СПб.: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2018. С. 304–311.

Островская Е.В. Питание амурской щуки *Esox reichertii* Dybowsky, 1869 // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 134–163.

Островская Е.В., Касаткина А.П. Морфобиологическая характеристика и видовой статус вьюна рода *Misgurnus* Пади Большой (среднее течение р. Амур) // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201. Вып. 1. С. 124–137.

Островская Е.В., Семенченко Н.Н. Исследования пресноводных промысловых видов рыб бассейна реки Амур в 2018–2020 гг.: биологическое состояние, численность, распределение и перспективные объекты промысла // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 186–208.

Островский В.И. Оценка эффективности рыбоохранных мероприятий на промысле амурской кеты в 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2019. С. 216–221.

Островский В.И. Особенности амурской лососёвой путины в 2020 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2020. С. 78–84.

Островский В.И. Прогнозирование запасов тихоокеанских лососей при направленной изменчивости условий воспроизводства // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2022. С. 88–95.

Островский В.И., Коцюк Д.В., Колпаков Н.В. Итоги лососёвой путины в Хабаровском крае в 2018 г. // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2018. С. 88–93.

Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Шмигирилов А.П. Закономерности воспроизводства осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 44–56.

Романов Н.С., Михеев П.Б. Изменчивость сибирского тайменя *Hucho taimen* (Salmonidae) реки Амур // Вопр. ихтиологии. 2020. Т. 60. № 6. С. 655–664.

Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура: монография. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 2002. 210 с.

Свиридов В.В., Золотухин С.Ф. Методы ГИС для инвентаризации нерестилищ тихоокеанских лососей р. Амур // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 730–746.

Свиридов В.В., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В. Беспилотный фотограмметрический учёт тихоокеанских лососей посредством БПЛА потребительского класса // Изв. ТИНРО. 2022а. Т. 202. Вып. 2. С. 429–449.

Свиридов В.В., Подорожнюк Е.В., Никитин В.Д., Скорик А.В. Модификации беспилотного учёта производителей тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области и Хабаровского края // Изв. ТИНРО. 2022б. Т. 202. Вып. 4. В печати.

Семенченко Н.Н. Рост амурского плоскоголового жереха *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776) // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 1. С. 118–130.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В. Рост и биологическая характеристика обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) р. Амур // Изв. ТИНРО, 2020а. Т. 200. Вып. 3. С. 571–585.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В. Репродуктивная биология амурского плоскоголового жереха *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776) // Изв. ТИНРО. 2020б. Т. 200. Вып. 2. С. 308–320.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В. Рост и промысловый размер серебряного караса *Carassius gibelio* (Cyprinidae) р. Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. №4. С. 164–185.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В., Касаткина А.П. и др. Предварительная оценка численности и промыслового запаса желтощека *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) (Cypriniformes, Cyprinidae) р. Амур // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23. № 4. С. 209–220.

Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1950. Т. I. 390 с.

Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1951. Т. II. 268 с.

Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1952. Т. III. 512 с.

Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1958. Т. IV. 358 с.

Хованский И.Е., Подорожнюк Е.В. Особенности ската молоди тихоокеанских лососей в бассейне реки Амур // Рыбн. хозяйство. 2021. № 2. С. 52–59.

Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Островский В.И. и др. Ориентиры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Изв. ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 23–62.

Шунтов В.П., Темных О.С. Дальневосточная лососёвая путина–2017 через призму политики и соответствия теории и практике // Бюл. № 12 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2017. С. 3–14.

Bogutskaya N.G., Naseka A.M., Shedko S.V. et al. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters. 2008. V. 19. № 4. P. 301–366.

Koshelev V.N., Ruban G.I. Contemporary concepts on the origin and distribution of sturgeons (Acipenseridae) in Eastern Asia // Journal of Ichthyology. 2022. <https://doi.org/10.1134/S0032945222020102>.

Mikheev P.B., Kotsyuk D.V., Podorozhnyuk E.V. et al. The identification of individuals with hatchery and natural origin in a mixed sample of Amur River chum salmon by Otolith microchemistry // Aquaculture and Fisheries. 2023. V. 8. P. 341–350.

Semenova A.V., Stroganov A.N., Ponomareva E.V. et al. Large-scale genetic structure and diversity of Arctic rainbow smelt *Osmerus dentex* Steindachner et Kner, 1870 throughout its distributional range based on microsatellites // Polar Biology. 2021. V. 44. P. 927–940.

REVIEWS

**THE SECOND AMUR COMPLEX ICHTHYOLOGICAL
EXPEDITION – PREREQUISITES AND FIRST RESULTS**

D.V. Kotsyuk¹, N.V. Kolpakov²

*1 – Khabarovsk branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

*2 – Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

In 2018–2019 the second Amur ichthyological expedition has been prepared and is being conducted since 2020. The impetus for its organization was a sharp drop in the catches of Pacific salmon in the basin of the Amur River in 2017 and 2018, when after the maximum catch in 2016 (65,2 thousand tons), their catch decreased to 26,9 and 21,6 thousand tons, respectively. This required the adoption of urgent management decisions to preserve their reserves, as well as the expansion of the study of the Amur aquatic biological resources. The expedition has a complex character; the research covers the channel and accessory system of the middle and lower Amur, as well as Khanka Lake. Totally completed: about 5 thousand stations, more than 1,1 thousand hydrobiological samples were taken, about 40 thousand fish were subjected to bioanalysis. New data on the biology of Pacific salmon, smelts, freshwater and sturgeon fish species have been obtained and partially published (70 papers). A number of modern innovative research methods have also been introduced (the use of UAVs and GIS systems to account for Pacific salmon spawners, microchemical analysis of otoliths to assess the effectiveness of their artificial reproduction). The results obtained are of wide practical importance: they are used in the development of measures to regulate the fishing of various aquatic biological resources, including when amending the Fishing Rules.

Key words: second Amur ichthyological expedition, Pacific salmon, smelts, sturgeons, freshwater fishes.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597.442

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-33-43

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И ЧИСЛЕННОСТЬ
КАЛУГИ *HUSO DAURICUS* И АМУРСКОГО ОСЕТРА
ACIPENSER SCHRENCKII (ACIPENSERIDAE) В РЕКЕ АМУР**

© 2022 г. В.Н. Кошелев¹, Д.В. Коцюк¹, Н.В. Колпаков²

1 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680028

2 – Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023
E-mail: scn74@mail.ru

Поступила в редакцию 10.08.2022 г.

На основании результатов исследований 1963–2021 гг. проведен анализ размерно-возрастных показателей, качественной структуры популяций и изменений численности калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в р. Амур. Установлено, что в период с 60-х гг. прошлого века по 2008–2011 гг. у калуги и амурского осетра в р. Амур произошло сокращение размерного ряда и числа возрастных групп, доли половозрелых особей, уровня пополнения популяций молодью и численности. Основной причиной этих изменений является ННН-промысел (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый). По результатам исследований 2021 г. выявлено, что современная численность калуги превысила показатели 1960-х гг. У амурского осетра процесс роста численности пока не достиг исторических величин, отмечавшихся в 1960–1970-е гг., но превысил показатели 1980-х и последующих лет. Несмотря на отмеченные позитивные моменты, в настоящее время популяция калуги в р. Амур характеризуется наименьшими средними размерами и возрастом за 60 лет изучения. У амурского осетра ситуация лучше, что обусловлено меньшим интересом рыбаков к этому виду и большим объемом выпуска его молоди с осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ). Запрет на промысел амурских осетровых не оказал положительного влияния на их запасы. Причиной положительной динамики является искусственное воспроизводство, развивающееся на Амуре последние десятилетия, а также внедренный комплекс ограничений на промысле тихоокеанских лососей. Для дальнейшего увеличения численности калуги и амурского осетра в р. Амур предлагается сохранить современные объемы искусственного воспроизводства осетровых и продлить действие ограничительных мер при промысле лососей, по крайней мере, на ближайшие 10 лет.

Ключевые слова: калуга *Huso dauricus*, амурский осётр *Acipenser schrenckii*, река Амур, размеры, возрастной состав, численность, биомасса.

ВВЕДЕНИЕ

В р. Амур, Амурском лимане и в прибрежных водах Охотского и Японского морей обитают три представителя отряда Acipenseriformes: калуга *Huso dauricus*, осётры амурский *Acipenser schrenckii* и сахалинский *A. mikadoi*. Объектами промысла исторически яв-

лялись только калуга и амурский осётр, суммарный вылов которых достиг своего максимума в 1891 г. – 1208,6 т (Крюков, 1894). Снижение уловов этих видов по причине масштабного освоения их ресурсов, отмеченное в последующие десятилетия (Солдатов, 1915; Пробатов, 1930, 1935; Никольский, 1956) привело к

закрытию официального промышленного лова (1958 г.). В настоящее время вылов калуги и амурского осетра осуществляется только в научных целях, а также для заготовки производителей для нужд осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ).

С 1960-х гг. специалисты Амурского отделения ТИНРО (АОТИНРО) (ныне Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»)) проводят сетные съёмки в бассейне Амура для оценки численности и биологического состояния осетровых. Работы охватывают русловую часть Амура, Амурский лиман (1963–1969, 1970–1972, 1974–1976, 1979, 1981–1984, 1989, 2008, 2011 и 2021 гг.) (Крыхтин, 1979; Крыхтин, Горбач, 1994; Кошелев, 2010; Кошелев и др., 2013а; Кошелев и др., 2016; Koshelev et al., 2014а), его притоки и в том числе верховья Амура (2006–2010 гг.) (Кошелев и др., 2013б). Также данные по осетровым собираются в прибрежных водах Охотского и Японского морей (Кошелев и др., 2012). Результаты работ свидетельствуют, что калуга и амурский осётр относительно многочисленны только в Амурском лимане и нижнем течении реки на участке от устья до 1100 км (пос. Головино). Несмотря на выполнение системных исследований осетровых в реке, приведённая в опубликованных по их результатам работах информация о размерно-возрастных показателях, качественной структуре и динамике численности популяций калуги и амурского осетра минимальна. В условиях, предпринятых в последние 15 лет значительных мер по сохранению и восстановлению запасов осетровых в р. Амур анализ биологических характеристик и изменений численности весьма актуален.

Цель настоящей работы — на основе архивных и собственных данных сетных съёмок, выполненных в низовьях р. Амур, оценить динамику размерно-

возрастного состава и численности популяций калуги и амурского осетра в период с 1960-х гг. по настоящее время.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили результаты исследований калуги и амурского осетра в р. Амур на участке протяжённостью 1100 км от устья Амура до пос. Головино, проведённых в период с 1963 по 2021 гг. (рис. 1). В качестве орудий лова использовали наборы плавных донных капроновых сетей с ячейей от 30 до 120 мм различной длины. В реке сетные станции (тони) были распределены равномерно по всему участку работ. Работы в течение одной экспедиции включали в себя проведение сплавов минимум на 18–20 тоневых участках. Всего в 1963–2021 гг. отловлено 713 экз. калуги и 2786 экз. амурского осетра. У рыб определяли длину тела по Смитту – от вершины рыла до окончания средних лучей хвостового плавника (FL) – и массу. Определение возраста проводили по шлифам первого луча грудного плавника и по размерно-возрастному ключу (Пробатов, 1935; Свирский, 1967; Кошелев, 2010; Кошелев и др., 2009, 2014).

Для расчёта численности осетровых рыб в реке было выделено 11 участков по 100 км. Численность на отдельном участке рассчитывалась по формуле:

$$N = \frac{Sx}{Kq},$$

где S – площадь участка, км²; x – суммарный улов, экз.; K – коэффициент уловистости плавных сетей (K для осетровых видов рыб в Амуре не определён и при расчётах принят равным 1); q – суммарная площадь обловов на участке, км².

Площадь облова находили умножением длины сети (m) на протяжённость сплава. Суммарную численность калу-



Рис. 1. Район исследований в р. Амур.

ги и амурского осетра в реке вычисляли путем сложения численности на отдельных участках. Методика расчёта плотностей и численности калуги и амурского осетра была унифицирована за весь период исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К концу 1950-х гг. при изучении амурских осетровых в р. Амур произошел переход к отлову рыб вместо крючковых снастей (Солдатов, 1915; Пробатов, 1930, 1935) плавными капроновыми сетями. Это позволяет оценивать в ретроспективе 60 лет динамику размерно-возрастной структуры популяций осетровых, а также их численности. Использование при исследованиях наборов сетей с различным шагом ячеи (40–70–100–120 мм) позволяет облавливать почти все размерно-возрастные группы

калуги и амурского осетра (за исключением сеголетков).

Размерные ряды осетровых р. Амур в 1960-х гг. включают наибольшее число классов (табл. 1). В уловах отмечены особи в пределах 25–337 см у калуги и 20–230 см у амурского осетра. С 1970-х гг. происходит постепенное сокращение числа размерных групп у обоих видов, в первую очередь, за счёт крупных половозрелых рыб, продолжающееся до настоящего времени. Основной причиной наблюдаемых изменений является высокий антропогенный пресс – увеличение масштабов ННН-промысла (незаконного, несообщаемого и нерегулируемого) по мере роста численности населения, проживающего по берегам р. Амур, а также в связи с перестройкой социально-экономических отношений в России после 1991 г.

Таблица 1. Размерная структура популяций калуги (Н) и амурского осетра (А) в р. Амур (число рыб, %)

Размерный класс, см	Период											
	1960-е гг.		1970-е гг.		1980-е гг.		2008 г.		2011 г.		2021 г.	
	Н	А	Н	А	Н	А	Н	А	Н	А	Н	А
0,0–19	–	–	–	0,2	–	0,8	–	–	5,7	1,6	–	–
20–39	16,8	14,7	19,7	11,9	9,6	5,0	6,9	4,0	5,7	11,0	33,3	13,5
40–59	47,0	51,1	34,2	65,0	31,6	11,5	41,4	19,2	26,4	24,4	31,9	47,6
60–79	18,0	24,3	23,1	16,2	34,2	24,6	34,5	39,1	35,8	28,3	20,8	24,3
80–99	7,3	7,5	9,4	3,9	12,3	55,4	13,8	35,1	13,2	31,5	13,9	10,3
100–119	2,7	1,4	5,1	2,7	1,8	2,7	3,4	2,0	11,3	2,4	–	4,3
120–139	1,5	0,9	1,7	0,2	1,8	–	–	0,7	1,9	0,8	–	–
140–159	1,5	0,1	0,9	–	4,4	–	–	–	–	–	–	–
160–179	1,2	–	5,1	–	1,8	–	–	–	–	–	–	–
180–199	1,8	–	0,9	–	2,6	–	–	–	–	–	–	–
200–219	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
220–239	0,6	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240–259	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260–279	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
280–299	0,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
300–319	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
320–339	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Н, экз.	330	1441	117	622	114	260	29	151	53	127	72	185

В уловах 1960-х и 1970-х гг. у калуги и амурского осетра доминировали молодые особи длиной тела 40–60 см. С 1980-х гг. модальные размерные группы смещаются в сторону увеличения, что, считаем, обусловлено переловом половозрелых особей, который привёл к сокращению пополнения популяций и уменьшению доли молодежи в уловах, а также к увеличению средних размеров и возраста рыб в выборках (табл. 2). Особенно показательным этот процесс был в популяции амурского осетра, у которого доля молодежи (<40,0 см) в уловах упала почти в 2 раза, а средние размеры и возраст увеличились на 24,2 см и 4,2 года, соответственно. Снижение

доли молодежи продолжалось у амурского осетра до начала 2000-х гг., а у калуги – до 2010-х гг. В настоящее время (съёмка 2021 г.) наблюдается омоложение популяций калуги и амурского осетра в р. Амур в среднем по причине увеличения доли молодежи в уловах.

Современный размерно-возрастной состав уловов калуги и амурского осетра в р. Амур наихудший за период наблюдений с точки зрения представленности крупных половозрелых рыб. За 60 лет наблюдений предельный отмеченный возраст калуги снизился с 24+ до 6+ лет (табл. 2), амурского осетра – с 60+ до 15+ лет. Максимальная длина калуги за тот же период сократилась с

Таблица 2. Размерно-возрастные показатели калуги и амурского осетра в уловах в р. Амур

Период	Калуга		Амурский осетр	
	<i>FL</i> , см	Возраст, лет	<i>FL</i> , см	Возраст, лет
1960-е гг.	$66,3 \pm 2,44$ 25–337	$3,3 \pm 0,16$ 0–24+	$55,6 \pm 0,46$ 20–230	$4,8 \pm 0,08$ 1–60+
1970-е гг.	$66,9 \pm 3,30$ 25–190	$3,0 \pm 0,19$ 1–11+	$53,2 \pm 0,65$ 15–127	$4,3 \pm 0,12$ 0–23+
1980-е гг.	$72,8 \pm 3,25$ 28–183	$3,4 \pm 0,25$ 1–12+	$77,4 \pm 1,11$ 19–128	$8,5 \pm 0,22$ 0–21+
2008 г.	$62,8 \pm 3,05$ 32–101	$2,9 \pm 0,21$ 1–6+	$71,8 \pm 1,44$ 30–131	$8,0 \pm 0,26$ 2–22+
2011 г.	$65,2 \pm 3,61$ 9–125	$3,8 \pm 0,43$ 0–13+	$67,9 \pm 1,95$ 12–122	$8,1 \pm 0,38$ 0–19+
2021 г.	$51,4 \pm 2,43$ 24–96	$2,3 \pm 0,15$ 1–6+	$58,7 \pm 1,42$ 27–106	$5,6 \pm 0,28$ 1–15+

Примечание: (везде) над чертой – среднее значение и его ошибка, под чертой – пределы варьирования показателя.

337 до 96 см, амурского осетра – с 230 до 106 см. В наиболее неблагоприятном положении находится калуга, у которой в уловах отсутствуют рыбы длиной более 1 м. По факту, перед нами популяция, состоящая из одних неполовозрелых особей. У амурского осетра ситуация несколько лучше. В уловах по-прежнему присутствуют крупные половозрелые особи, средний возраст и размеры в 2021 г. приближаются к историческим показателям 60-70-х гг. прошлого века.

Динамика сокращения размерного ряда, уменьшения доли крупных особей, рост средних размеров и возраста с последующим уменьшением данных показателей у калуги и амурского осетра в последние 60 лет имеют сходную картину и отображают динамику численности видов. Численность и биомасса калуги и амурского осетра в р. Амур с 1960-х гг. неуклонно снижалась, достигнув своего минимума у калуги в 2008 г., у амурского осетра – в 2011 г. (табл. 3). Перелов калуги, как более привлекательного для рыбаков вида осетровых,

наступил раньше, чем амурского осетра – вида, имеющего изначально более высокую численность и мелкие размеры. При отсутствии официального промысла в нижнем течении р. Амур существовало потребительское рыболовство осетровых, которое в 1950–1970-х гг. было нацелено именно на калугу, как источник мяса (25–200 кг). Амурский осётр (5–20 кг) был второстепенным в уловах.

Основным фактором уменьшения численности осетровых в реке стал чрезмерный вылов, который условно можно разделить на официальный, объёмы которого минимальны, потребительский неофициальный, существовавший со времени заселения р. Амур людьми и профессиональный браконьерский промысел, возникший во второй половине 1980-х гг. прошлого века и существующий до настоящего времени. Масштабы вылова, как жилых осетровых в р. Амур (РФ и КНР), так и заходящих на нерест из Амурского лимана в 1950–1970-х гг. варьировали в диапазоне от 200 до 300 т в год. С 1980-х гг. они ста-

Таблица 3. Численность и биомасса калуги и амурского осетра в р. Амур

Вид	1960-е гг.	1970-е гг.	1980-е гг.	2008 г.	2011 г.	2021 г.
Калуга	<u>48,0</u> 1251,8	<u>43,8</u> 495,4	<u>36,0</u> 65,6	<u>13,7</u> 26,0	<u>19,1</u> 51,9	<u>54,1</u> 67,9
Амурский осетр	<u>218,1</u> 291,2	<u>193,8</u> 344,9	<u>83,2</u> 185,7	<u>63,1</u> 178,8	<u>25,2</u> 83,3	<u>134,6</u> 234,1

Примечание: над чертой – численность, тыс. экз., под чертой – биомасса, т.

ли расти, и достигли в 1995–2005 гг. уже 1,0–1,2 тыс. т (Новомодный и др., 2004; Кошелев, Беспалова, 2007; Кошелев и др., 2022; Wang, Chang, 2006). К настоящему времени, вылов калуги и амурского осетра по нашим оценкам составляет не более 300 т в год (Koshelev et al., 2022) и базируется, большей частью, на крупных половозрелых особях, заходящих на нерест из Амурского лимана. Несмотря на действие с 1958 г. запрета на промысел калуги и амурского осетра стоит признать его нулевое влияние на масштабы убыли осетровых в бассейне р. Амур. Незаконный вылов калуги и амурского осетра не прекращался, варьируя от уровня охраны и районов вылова на ареале.

Незаконный вылов и ряд других факторов в течение периода наблюдений повлияли на динамику структуры запасов калуги и амурского осетра (табл. 4). Численность половозрелых особей, к ко-

торым относим у калуги особей крупнее 160 см, у амурского осетра – крупнее 100 см (Кошелев, 2010, 2013; Кошелев, Рубан, 2012; Koshelev et al., 2014б), неуклонно снижалась. С 2008 г. в популяции калуги в р. Амур присутствуют только молодь и подростки. Калуга в р. Амур в настоящее время не может достичь половой зрелости по причине её селективного вылова. Амурский осётр находился всегда в лучшем положении. Меньший интерес рыбаков к этому виду в целом положительно повлиял, как на динамику численности популяции амурского осетра в реке в целом (табл. 3), так и на соотношение размерно-функциональных групп (табл. 4). Половозрелые особи амурского осетра присутствовали в уловах на протяжении всего периода наблюдений. Более того, в настоящее время количество половозрелых особей сопоставимо с 1960–1970-ми гг. прошлого века.

Таблица 4. Структура запасов калуги и амурского осетра в р. Амур, (тыс. экз.)

Период	Калуга			Амурский осетр		
	молодь <60 см	подростки 60–159 см	половозрелые ≥160 см	молодь <40 см	подростки 40–99 см	половозрелые ≥100 см
1960-е гг.	30,6	14,9	2,5	32,1	180,7	5,3
1970-е гг.	23,6	17,6	2,6	23,4	164,8	5,6
1980-е гг.	14,8	19,6	1,6	4,8	76,2	2,2
2008 г.	6,6	7,1	0,0	2,5	58,9	1,7
2011 г.	7,2	11,9	0,0	3,2	21,2	0,8
2021 г.	35,3	18,8	0,0	18,2	110,6	5,8

Пополнение популяций калуги и амурского осетра молодь так же постоянно снижалось. Минимум молоди осетровых по результатам съёмки отмечен в 2008 г. Обоснованно считаем, что именно в период на рубеже XX и XXI вв. состояние популяций осетровых р. Амур было наиболее неблагоприятным. Уменьшение количества зрелых рыб привело к сокращению количества молоди. Однако с 2011 г. наметился рост численности молоди калуги и амурского осетра в р. Амур, который можно связать, прежде всего, с искусственным воспроизводством данных видов (рис. 2, рис. 3).

женные соответственно в 950 и 600 км от устья р. Амур. С вводом в строй в 2008 г. Анюйского (755 км) и в 2009 г. Владимирского ОРЗ (960 км) искусственное воспроизводство осетровых на Амуре из области экспериментов перешло в стадию масштабного промышленного производства молоди. Современные объёмы выпуска калуги варьируют от 0,142 до 0,976 млн экз., амурского осетра – от 0,215 до 2,400 млн экз. в год.

Безусловно, фактором, отрицательно влияющим на популяции осетровых в реке всегда было браконьерство. Последние 10–15 лет вылов осетровых в реке вёлся, главным образом, при про-

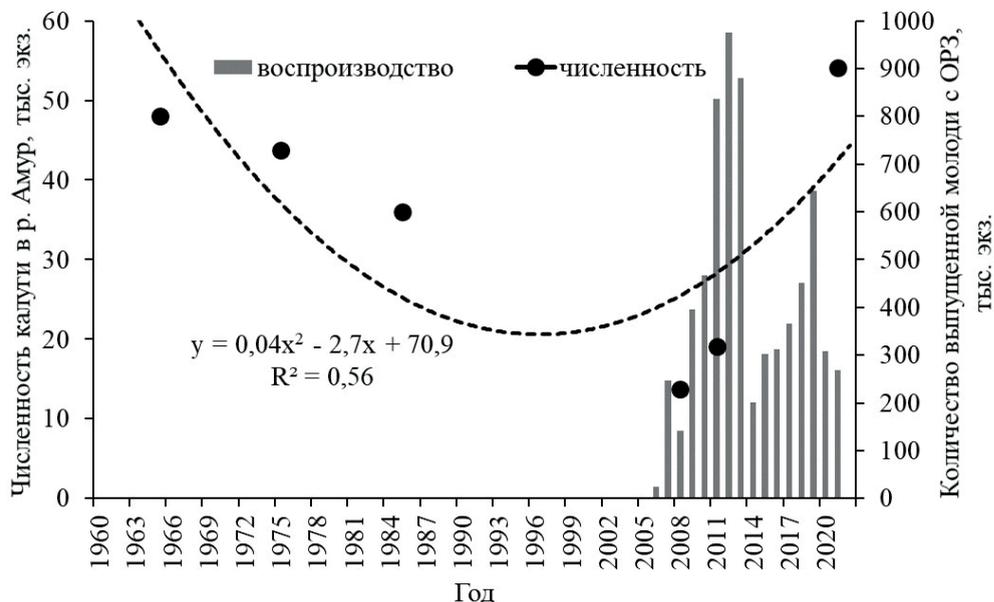


Рис. 2. Данные о численности (N) и объёмах искусственного воспроизводства калуги в р. Амур.

Снижение уровня пополнения популяций осетровых в 1980–1990-х гг. было отмечено в литературе (Крыхтин, Горбач, 1994) и стало стимулом для начала искусственного воспроизводства калуги и амурского осетра. С 1999 в р. Амур ведётся выпуск подращенной молоди обоих видов. Пионерами в данном направлении стали рыбоводные цеха рыбколхоза «Новоамурский» и Амурской ТЭЦ-1 (г. Амурск) располо-

мысле тихоокеанских лососей, когда калуга и амурский осётр присутствовали в прилове на всех без исключений участках промысла кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha*. Локализация районов промысла лососей, использование сетей с шагом ячеи 40–70 мм, а также особенности их размещения в толще воды, делали уязвимыми осетровых, которые массово изымались по терминологии рыбаков «на поесть».

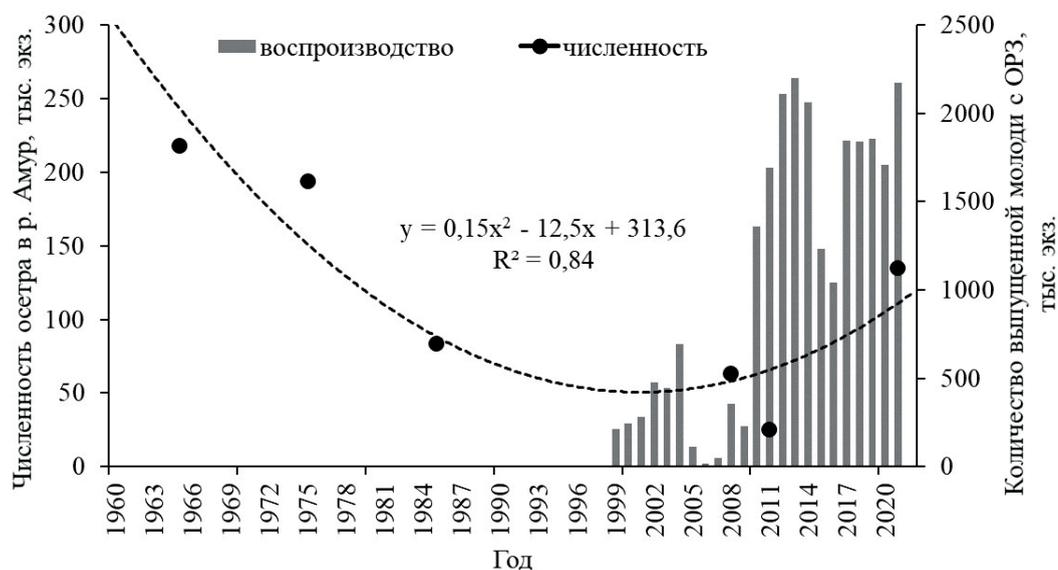


Рис. 3. Данные о численности (N) и объёмах искусственного воспроизводства амурского осетра в р. Амур.

Благодаря комплексу мероприятий по ограничению промысла тихоокеанских лососей, принятому в 2018–2021 гг., промысловая нагрузка на них (и на осетровых) снизилась в 3–5 раз. Комплекс ограничений, с одной стороны, включал ряд ужесточений Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: запрет на использование ставных сетей в р. Амур, Амурском лимане и Сахалинском заливе (включая зал. Счастья); запрет на использование донных сетей и сетей с поводками (подвесками); ограничение максимальных габаритов используемых орудий лова (сетей, ставных неводов и «заездков») и увеличение интервалов между используемыми на промысле орудиями лова (2018–2019 гг.). Следует отметить, что данные ограничения коснулись не только промышленного, но и любительского и традиционного рыболовства. Дополнительно (с 2018 г. по настоящее время) для регулирования рыболовства тихоокеанских лососей стали разрабатывать региональные Стратегии, которые доводились Комиссии по регулированию добычи (выло-

ва) анадромных видов рыб в виде научных рекомендаций. Так, с 2018 г. стали устанавливаться периоды пропуска (проходные дни) для всех орудий лова, рекомендовалось закрытие промысла в более ранние сроки, что значительно сократило период нахождения рыбаков на Амуре с орудиями лова. В 2022 г. введено ограничение района промысла осенней кеты в бассейне р. Амур (запрет промысла в Амурском лимане и в р. Амур выше по течению от пос. Тыр), что позволяет исключить до 90% акваторий обитания осетровых в реке от влияния рыбаков. Также значительное ограничение по срокам вводилось через запрет рыболовства горбуши и летней кеты (2019, 2020 (только летняя кета), 2021–2022 гг.). Третья часть комплекса мер регулирования – это ограничения на использование орудий промысла через отдельные приказы Минсельхоза России. Так, в 2020 г. вводился запрет на использование плавных сетей и вводились ограничения габаритов «заездков», в 2022 г. введён частичный запрет плавных сетей и ограничения габаритов сетей и «заездков». В комплексе с огра-

ничениями по районам добычи, в 2022 г. введены самые жёсткие ограничения промысла в бассейне Амура.

Для сохранения популяций калуги и амурского осетра в р. Амур необходимо продлить минимум на 10 лет действие данных ограничений. Сокращение незаконного вылова, вкупе с искусственным воспроизводством, позволит восстановить численность популяций калуги и амурского осетра в р. Амур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период с 1960-х гг. по настоящее время в популяциях калуги и амурского осетра в р. Амур были отмечены сходные процессы динамики размерно-возрастных показателей, соотношения функциональных групп и численности. Основными причинами наблюдаемых изменений стали, с одной стороны, браконьерство, а с другой – искусственное воспроизводство осетровых.

Под влиянием браконьерства с 1970-х годов происходит стабильное сокращение размерного ряда и количества возрастных групп у обоих видов. Доля крупных особей в уловах неизменно уменьшается. Современный размерно-возрастной состав уловов калуги и амурского осетра в р. Амур наихудший за период наблюдений с точки зрения представленности крупных половозрелых рыб. За 60 лет наблюдений предельный отмеченный возраст калуги снизился с 24+ до 6+ лет, амурского осетра – с 60+ до 15+ лет. Максимальная длина калуги за тот же период сократилась с 337 до 96 см, амурского осетра – с 230 до 106 см. Численность осетровых так же уменьшалась. К 2008 г. у калуги и в 2011 г. у амурского осетра, обитающих в р. Амур, отмечены минимальные значения численности, доли половозрелых

особей и уровня пополнения популяций молодью.

Введённый в 1958 г. запрет на промысел осетровых не оказал влияния на восстановление запасов осетровых. Незаконный вылов калуги и амурского осетра не прекращался, варьируя от уровня охраны и районов вылова на ареале. Полагаем, что только искусственное воспроизводство, развивающееся на Амуре последние десятилетия, и принятый комплекс охранных мероприятий положительно повлияли на калугу и амурского осетра. Численность калуги в 2021 г. превысила показатели 1960-х гг. У амурского осетра увеличение численности к 2021 г., пока не достигло исторических величин, отмечавшихся в 1960–1970-е гг., но превысило показатели 1980-х и последующих лет. Несмотря на ряд положительных моментов, в наиболее неблагоприятном положении находится калуга, у которой в уловах отсутствуют рыбы длиной более 1 м. Калуга в р. Амур в настоящее время не может достичь половой зрелости по причине её селективного вылова. У амурского осетра ситуация лучше, что обусловлено меньшим интересом рыбаков к этому виду и большим объёмом выпуска молодки с ОРЗ. В уловах амурского осетра по-прежнему присутствуют крупные половозрелые особи, средний возраст и размеры в настоящем приближаются к историческим показателям 1960–1970-х гг.

Для продолжения положительно-го тренда роста численности калуги и амурского осетра необходимо сохранить объёмы искусственного воспроизводства осетровых на Амуре и продолжить комплекс мероприятий по сокращению промысловой нагрузки на тихоокеанских лососей, в прилове к которым вылавливаются осетровые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кошелев В.Н. Амурский осётр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (распределение, биология, искусственное воспроизводство): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 2010. 24 с.

Кошелев В.Н. Нерестовые миграции амурского осетра *Acipenser schrenckii*. Структура нерестовой части популяции и состояние гонад слагающих её особей // Вопр. ихтиологии. 2013. Т. 53. № 2. С. 211–221.

Кошелев В.Н. Беспалова Е.В. Оценка уровня промысла амурских осетровых // Мат. регион. науч.-практ. конф. «Экология и безопасность водных ресурсов». Хабаровск, 2007. С. 137–142.

Кошелев В.Н., Диденко Д.С., Зыков Л.А. и др. Оценка браконьерского вылова калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) // Изв. ТИНРО. 2022. Т. 202. № 1. С. 92–104.

Кошелев В.Н., Колобов В.Ю., Шмигирилов А.П. Современные данные о состоянии популяций осетровых на границе Среднего и Нижнего Амура // Вопр. рыболовства. 2013а. Т. 14. № 1 (53). С. 42–52.

Кошелев В.Н., Коцюк Д.В., Рубан Г.И. Современное состояние Зейско-Буреинских популяций калуги и амурского осетра // Вопр. рыболовства. 2013б. Т. 14. № 2 (54). С. 197–203.

Кошелев В.Н., Михеев П.Б., Литовченко Ж.С. и др. Возраст и рост амурского осетра *Acipenser schrenckii* реки Амур // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 137–148.

Кошелев В.Н., Михеев П.Б., Шмигирилов А.П. Возраст и рост калуги *Acipenser dauricus* из устья Амура и его лимана // Вопр. ихтиологии. 2014. Т. 54. № 2. С. 188–199.

Кошелев В.Н., Рубан Г.И. Созревание и плодовитость калуги *Acipenser dauricus* // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 562–570.

Кошелев В.Н., Черниенко Э.П., Балускин В.А. и др. Современные данные о распределении и биологии калуги *Acipenser dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в водах Охотского и Японского морей // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 169. С. 3–11.

Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Рубан Г.И. Распределение, численность и размерная структура популяций калуги *Acipenser dauricus* и амурского осетра *A. schrenckii* в нижнем Амуре и Амурском лимане // Вопр. ихтиологии. 2016. Т. 56. № 2. С. 156–162.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае // Записки Приамурского отдела Императорского русского географического общества. 1894. Т. 1. Вып. 1. Санкт-Петербург. 87 с.

Крыхтин М.Л. Современное состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в бассейне р. Амур // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. М.: Наука, 1979. С. 68–74.

Крыхтин М.Л., Горбач Э.И. Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1994. Т. 1. № 3. С. 86–91.

Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: АН СССР, 1956. 553 с.

Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О. Рыбы Амура: богатство и кризис. Владивосток: Апельсин, 2004. С. 21–34.

Пробатов А.Н. Исследование осетровых Амура // Рыбн. хозяйство Дальнего Востока. 1930. № 5–6. С. 55–62.

Пробатов А.Н. Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Уч. зап. Пермского ун-та. 1935. Т. 1. Вып. 1. С. 33–72.

Свирский В.Г. Амурский осётр и калуга (систематика, биология, перспективы воспроизводства): Дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВГУ, 1967. 399 с.

Солдатов В.К. Исследование осетровых Амура // Материалы к познанию русского рыболовства. 1915. Т. 3, Вып. 12. Петроград. 415 с.

Koshelev V.N., Ruban G.I., Shmigirilov A.P. Spawning migrations and reproductive parameters of the kaluga sturgeon, *Huso dauricus* (Georgi, 1775), and Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* (Brandt, 1869) // J. Appl. Ichthyol. 2014b. V. 30. Is. 6. P. 1125–1132.

Koshelev V.N., Shmigirilov A.P., Ruban G.I. Current status of feeding stocks of the kaluga

sturgeon *Huso dauricus* Georgi, 1775, and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* Brandt, 1889, in Russian waters // J. Appl. Ichthyol. 2014a. V. 30. Is. 6. P. 1310–1318.

Koshelev V.N., Vilkova O.Yu., Kotsyuk D.V. Modern data on the distribution, abundance and qualitative structure of the populations of the kaluga *Huso dauricus* and the amur sturgeon

Acipenser schrenckii (Acipenseridae) in the Amur river and the Amur estuary // J. of Ichthyol. 2022. in printing.

Wang B., Chang J. Status and conservation of sturgeons in Amur River, China: A review based on surveys since the year 2000 // J. Appl. Ichthyol. 2006. V. 22 (Suppl. 1). P. 44–52.

DYNAMICS OF ABUNDANCE

**SIZE AND AGE STRUCTURE AND POPULATION
OF THE KALUGA *HUSO DAURICUS*
AND THE AMUR STURGEON *ACIPENSER SCHRENCKII*
(ACIPENSERIDAE) IN THE AMUR RIVER**

V.N. Koshelev¹, D.V. Kotsyuk¹, N.V. Kolpakov²

*1 – Khabarovsk branch of the Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

*2 – Sakhalin branch of the Russian Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

Based on research findings from 1963–2021 the analysis of size-age indicators, qualitative structure of populations and changes in the number of kaluga *Huso dauricus* and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* in the river was carried out. Amur. It is established that in the period from the 60s. last century to 2008–2011 in the kaluga and the Amur sturgeon in the Amur River, there was a reduction in the size range and number of age groups, the proportion of mature individuals, the level of replenishment of populations with juveniles and abundance. The main reason for these changes is INN fishing (illegal, unreported and unregulated). According to the results of research in 2021, it was revealed that the modern number of kaluga exceeded the figures of the 60s. last century. In the Amur sturgeon, the process of population growth has not yet reached the historical values noted in the 1960s–1970s, but exceeded the indicators of the 1980s and subsequent years. Despite the noted positive points, at present, the population of kaluga in the river. Amur is characterized by the smallest average size and age over 60 years of study. The situation is better for the Amur sturgeon, which is due to the lower interest of fishermen in this species and the large volume of release of its juveniles from sturgeon hatcheries (ORZ). The reason for the positive dynamics is the artificial reproduction that has been developing on the Amur over the past decade, as well as the introduced set of restrictions on the Pacific salmon fishery. To further increase the number of Kaluga and Amur sturgeon in the river. Amur, it is proposed to maintain the current volumes of artificial reproduction of sturgeons and extend the restrictive measures in the salmon fishery for at least the next 10 years.

Key words: Kaluga *Huso dauricus*, Amur sturgeon *Acipenser schrenckii*, Amur River, size, age composition, abundance, biomass.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597.553.2.574.34

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-44-56

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСЕННЕЙ
КЕТЫ (*ONCORHYNCHUS KETA*) РЕКИ АМУР**

© 2022 г. В.И. Островский, Е.В. Подорожнюк, **А.П. Шмигирилов**

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E-mail: Ostrovskiy@tinro.khv.ru*

Поступила в редакцию 10.08.2022 г.

Анализировали зависимость численности потомков осенней амурской кеты от численности родителей. Показано, что отклонения фактической численности потомков от теоретических, рассчитанных по уравнению Рикера, зависят от принадлежности рыб к конкретному поколению. Предложено уравнение, описывающее зависимость численности потомков осенней кеты от численности родителей и условий воспроизводства. Обсуждается проблема изменчивости оптимального количества производителей в связи со сменой уровней воспроизводства.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, *Oncorhynchus keta*, запас-пополнение, стратегия эксплуатации, влияние климата.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на более, чем вековое изучение осенней амурской кеты надёжных оценок количества рыб вернувшихся из моря (подход), а также количества отнерестившихся рыб, пока не существует. В прошлом веке предполагалось, что промыслы изымают около 50% от численности подхода (Смирнов, 1947; Леванидов, 1964, 1969; Рослый, 2002), что позволяло по известному вылову судить о величине подхода и о количестве рыб, пропущенных на нерестилища (пропуск). На основе таких данных 1947–1957 гг., приведённых в работе В.Я. Леванидова (1969) впервые была описана связь численности потомков осенней кеты с численностью родителей и было показано, что на нерест оптимально пропускать около 4 млн рыб (Ostrovskiy, 2002).

С 2006 г. подход оценивали на основе мечения (Пасечник, Шмигирилов, 2008). Предварительные результаты анализа данных 2006–2014 гг. полученных

на основе мечения подтвердили, что оптимум пропуска действительно близок к 4 млн рыб (Островский и др., 2015). Однако, прогнозы подходов, полученные с использованием выявленных связей «родители-потомки» в фазе их увеличения, как правило, недооценивались, в фазе уменьшения подходов – переоценивались и корректировались в ходе пути.

Оба варианта описания связи «родители-потомки» основывались на однофакторных моделях, предполагающих относительную стабильность прочих факторов, влияющих на численность потомков. Однако условия размножения и выживания могут отклоняться от среднелетних значений не только случайным образом, но и направленно, что связано с длительными направленными изменениями климата. На примере кеты Охотского района была установлена закономерность отклонений фактических значений численности потомков от регрессии «родители-потомки» связанная

с принадлежностью рыб к конкретному поколению, что необходимо учитывать при анализе динамики численности потомков в условиях направленных изменений климата (Островский, Пономарев, 2020).

Исследования закономерностей воспроизводства кеты Охотского района позволили предположить, что ошибки прогноза численности потомков осенней амурской кеты также могут быть связаны с направленными изменениями условий воспроизводства. Основная цель работы – проверка данной гипотезы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Количество рыб вернувшихся из моря рассчитывали на основе мечения (Пасечник, Шмигирилов, 2008). Мы вполне осознаём вероятность большой ошибки оценки этого параметра связанной с относительно небольшими масштабами мечения, но более надежных его оценок, как и численности отнерестившихся рыб, в масштабах р. Амур не удавалось получить никому за всю историю исследований. Численность родите-

лей, рассчитанная как разность численности подхода и официального вылова, является лишь косвенной мерой численности отнерестившихся рыб. Её нельзя полностью отождествлять с количеством родителей, поскольку по причине широко развитого незаконного промысла до нерестилищ доходит лишь неизвестная часть остатка подхода после официального промысла.

Преыдущее исследование связи численности потомков осенней кеты с численностью родителей (Островский и др., 2015) основано на полных данных по трём поколениям 2006–2008 гг. и двум поколениям (2009 и 2010 гг.) которые ко времени проведения анализа вернулись из моря не полностью. В настоящее время сравниваемые ряды увеличились с 5 пар наблюдений до 10 или 11 (рис. 1), если пренебречь обычно малой долей рыб в возрасте 5+ лет (менее 1%), которые вернутся из моря в 2022 г.

В работе использованы методы нелинейного множественного регрессионного анализа, описанные в справочной литературе (Поллард, 1982; Дрейпер, Смит, 2007). Коэффициенты регрессий

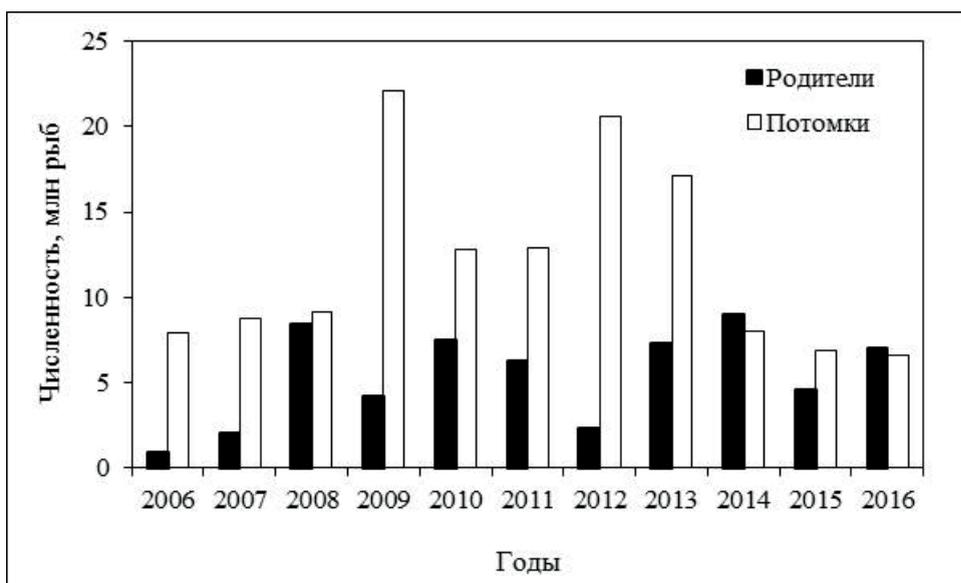


Рис. 1. Динамика численности родителей и потомков осенней кеты р. Амур.

оценивали методом итераций, реализованным в пакете прикладных программ SYSTAT (Wilkinson et al., 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Зависимость численности потомков (R , млн рыб) осенней кеты от численности рыб, пропущенных на нерест (здесь и далее, условно, численность родителей P , млн рыб), нерестившихся в 2006–2014 гг. удовлетворительно (рис. 2, таблица) аппроксимировалась уравнением Рикера:

$$R = a \times P \times \exp(-P/b); \quad (1)$$

где a и b – коэффициенты, значения которых приведены в таблице (здесь и далее в уравнениях набраны курсивом). Дополнение сравниваемых рядов данными 2015 и 2016 гг. практически не влияет на значения коэффициентов уравнения, но уменьшает долю объясненной дисперсии зависимой переменной с 0,520 (таблица) до 0,223. При этом, вероятность равенства коэффициентов регрессии 0 (p , оценивалась по

F -критерию Фишера) увеличивается с 0,028 до 0,142. По этой причине на начальном этапе анализа данные последних двух пар соотношений «родители-потомки» не учитывали.

Численность потомков рыб зависит не только от численности родителей, но и от условий воспроизводства. При направленной межгодовой изменчивости условий воспроизводства они должны быть более сходными у рыб, принадлежащих к одному поколению, чем у рыб разных поколений, следовательно, остатки регрессии 1 могут зависеть от года нереста родителей разных поколений. Данный подход к описанию зависимости численности потомков от численности родителей и условий воспроизводства был успешно апробирован на примере кеты Охотского района (Островский, Пономарев, 2020).

Проверка этой гипотезы дала положительные результаты – кратность отклонений ($D1$) фактической численности потомков (R) от их численности, рассчитанной по уравнению 1 ($Rt1$), действительно оказалась связанной с годом

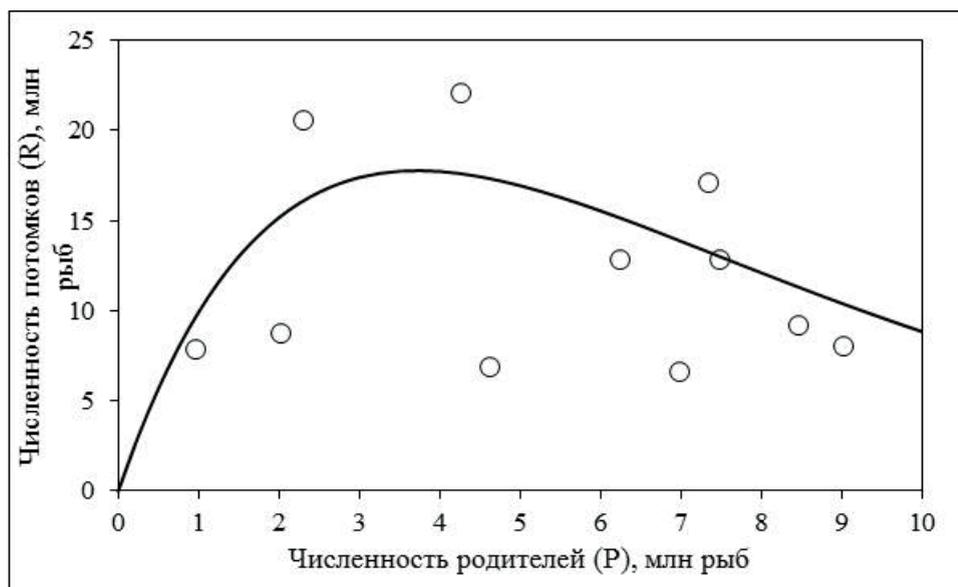


Рис. 2. Зависимость численности потомков осенней кеты р. Амур от численности родителей, сглажена уравнением 1 (см. текст).

Таблица. Значения коэффициентов и результаты анализа уравнений (см. текст)

Коэффициент	Уравнение (№), факторы			
	1, R(P)	2, D1(X)	3, R(P,X)	3а, R(P,X)
a ± a.s.e.	13,002 ± 2,791	1,112 ± 0,120	18,196 ± 3,921	18,157 ± 3,994
b ± a.s.e.	3,718 ± 0,529	-	3,299 ± 0,388	3,335 ± 0,418
c ± a.s.e.	-	6,341 ± 1,251	6,691 ± 1,525	5,764 ± 0,476
d ± a.s.e.	-	7,198 ± 2,864	6,615 ± 2,697	5,024 ± 0,838
Дисперсионный анализ уравнений				
D _c : k _c	240,024 : 8	0,536 : 8	240,024 : 8	309,953 : 10
D _r : k _r	115,295 : 7	0,341 : 6	58,784 : 5	84,661 : 7
R ²	0,520	0,364	0,755	0,727
F	7,583	1,717	5,136	6,214
p	0,028	0,257	0,055	0,022
s.e.	4,384	0,261	3,834	3,756
Анализ остатков уравнений				
M ± s.e.	-0,273 ± 1,262	0,001 ± 0,069	- 0,005 ± 0,904	0,162 ± 0,876
As ± s.e.	0,057 ± 0,707	0,086 ± 0,707	-0,025 ± 0,707	-0,118 ± 0,655
Ex ± s.e.	-0,890 ± 1,309	-2,106 ± 1,309	-0,775 ± 1,309	-0,618 ± 1,225
T _{As}	0,081	0,122	-0,036	-0,180
T _{Ex}	-0,680	-1,609	-0,592	-0,504

Примечание: здесь и далее: D_r, D_c – остаточная и общая сумма квадратов отклонений; k – число степеней свободы, a.s.e – асимптотическая стандартная ошибка; s.e. – стандартная ошибка.

нереста рыб (рис. 3). Данную зависимость описали уравнением, в графическом отображении имеющим форму колокола:

$$D1 = a \times \exp(-((X-c)/d)^2) \quad (2)$$

Для упрощения расчётов в качестве факторной переменной «год нереста» использовали его порядковый номер (X, 2005 г. – X=0). Несмотря на то, что данная зависимость слабая (рис. 3, R² = 0,364) и значима на низком уровне (таблица) её включили в описание причин изменчивости численности потомков. Связь, обобщающую влияние на зависимую переменную обоих факторов, выразили уравнением:

$$R = a \times P \times \exp(-(P/b + ((X-c)/d)^2)) \quad (3)$$

Каждый из отдельно взятых факторов относительно слабо влияет на численность потомков, но их суммарным влиянием объяснимо 75,5% дисперсии численности потомков, регрессия значима на уровне 0,055 (таблица).

Все данные (включая 2015 и 2016 гг.) относительно хорошо описываются уравнением 3 (таблица, уравнение 3а), дополнение уравнения Рикера переменной X (порядковый номер года нереста) значимо F=12,9, p<0,01) увеличивает долю дисперсии зависимой переменной, объяснённую влиянием численности родителей. То есть, сильные отклонения численности потомков этих лет от ли-

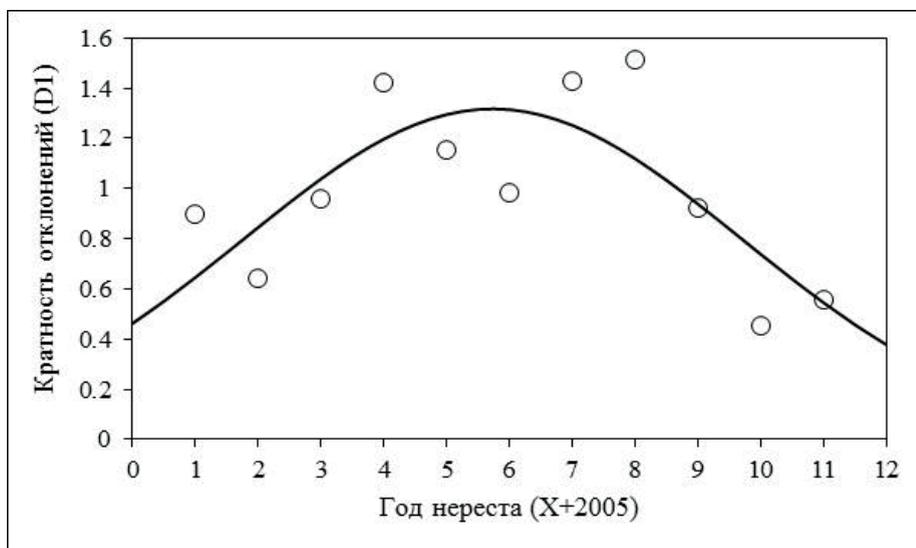


Рис. 3. Зависимость кратности отклонений фактической численности потомков от значений, рассчитанных по уравнению 3 в связи с годом нереста. Сглажена уравнением 2 (см. текст).

нии регрессии, построенной по уравнению 1 (рис. 2) объяснимы принадлежностью рыб к конкретному поколению, что мы связываем с ухудшением условий воспроизводства.

Зависимости численности потомков от обеих факторных переменных в графическом виде представлены кривыми, имеющими максимум (рис. 2, 3). Объективность данного заключения подтверждается видом поверхности, описывающей зависимость эмпирических значений численности потомков от влияния обоих факторов (рис. 4).

Доля дисперсии зависимой переменной (R^2), объясненная влиянием двух переменных (уравнение 3) при анализе всех данных составляет 0,727 (таблица, уравнение 3а). Средние значения фактической (M_f) и расчетной (M_r) численности потомков по уравнению 3а практически одинаковы ($M_f=12,073\pm 1,679$; $M_r=11,911\pm 1,561$; $T=0,185 < 1,812$). Практически не различаются и дисперсии данных характеристик ($\sigma_f^2=30,995$; $\sigma_r^2=26,804$; $F=1,156 < 2,978$). Остатки регрессии ($0,162\pm 0,876$) в среднем близки к 0, их распределения не обладают

статистически значимым ($T < 3$) эксцессом ($Ex=-0,618\pm 1,225$) и асимметрией ($As=-0,118\pm 0,655$) (таблица). Таким образом, результаты построения модели можно признать удовлетворительными.

И так, при исключении данных за 2015 и 2016 гг. численность потомков более тесно связана с численностью родителей (уравнение 1, таблица), регрессия остатков данного уравнения на год нереста статистически не значима (уравнение 2, $p > 0,05$). Если этими же уравнениями описывать все данные, результат оказывается противоположным – рассматриваемая зависимость от численности родителей статистически не значима, но остатки удовлетворительно описываются принадлежностью рыб к конкретному поколению (уравнение 2, $a=1,318\pm 0,135$, $c=5,732\pm 0,501$, $d=5,607\pm 0,992$; $R^2=0,569$, $p=0,03$). То есть, связь численности потомков с одной из двух переменных маскирует влияние второй переменной, усиление влияния на численность потомков условий воспроизводства приводит к ослаблению влияния на зависимую переменную численности родителей.

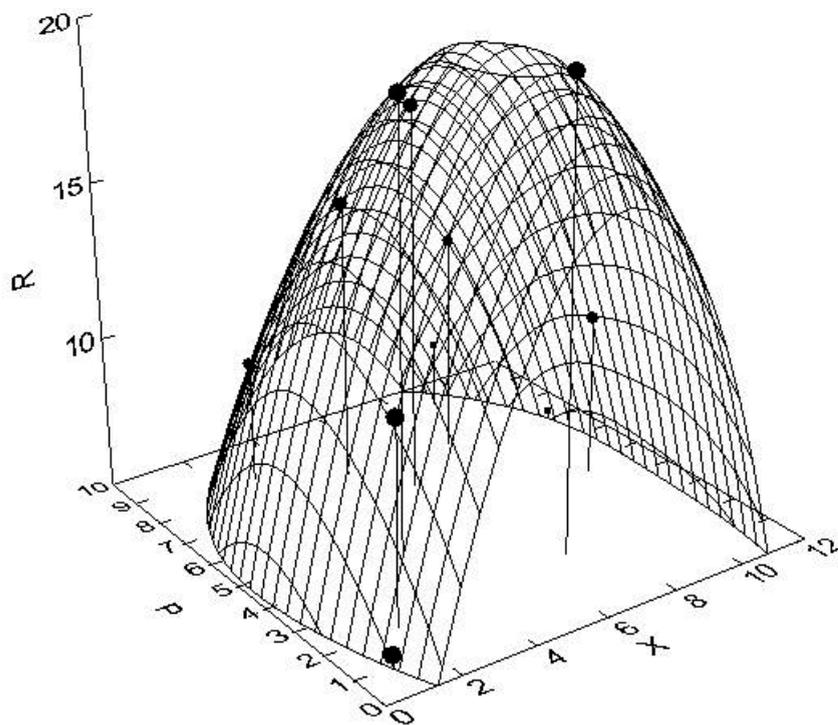


Рис. 4. Зависимость численности потомков осенней кеты p . Амур (R , млн рыб) от численности родителей (P , млн рыб) и порядкового номера года нереста (X) сглаженная методом наименьших квадратов.

Отметим закономерную изменчивость остатков регрессии 3а ($D2$) во времени (X , порядковый номер года нереста) – они циклически изменяются по синусоиде ($R^2=0,882$; $p=0,001$):

$$D2=0,390-3,842 \times \sin(1,624 \times X+4,393) \quad (4)$$

– каждые два года увеличения остатков во времени сменяются двумя годами их уменьшения (рис. 5). Длительность цикла равная четырем годам соответствует продолжительности жизни кеты от оплодотворения икры до созревания доминирующей по численности возрастной группы рыб (3+ лет).

То есть, не исключено, что кроме изменчивости условий воспроизводства рыб во времени, описываемой уравнением 2 (рис. 3), присутствует и циклическая составляющая изменчивости остатков. Её включение в модель уве-

личивает долю объяснённой дисперсии численности потомков до 0,959 ($p=0,01$), однако обращая внимание на эту закономерность пока не стоит придавать ей большое значение. Сомнения по поводу правомерности её включения в модель связаны с тем, что ошибки оценок численности родителей и потомков вряд ли составляют менее 10%, следовательно, влиянием факторных переменных может быть объяснено не более 90% зависимой переменной.

Вполне вероятно, хорошее описание динамики численности потомков с учётом циклической составляющей изменчивости остатков регрессии 3а (рис. 5) связано с так называемым эффектом «сверхподгонки» по причине малого числа наблюдений, так ли это, покажут дальнейшие исследования, поэтому в качестве предварительного результата остановимся на обсуждении уравнения 3а.

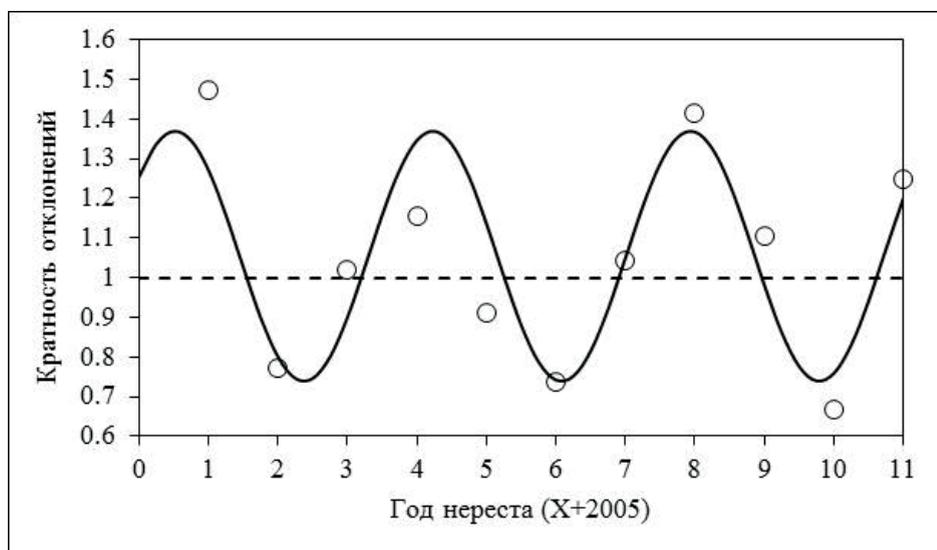


Рис. 5. Динамика остатков регрессии Z_a , сглажена уравнением 4.

ОБСУЖДЕНИЕ

Численность потомков рыб зависит как от численности родителей, так и от условий воспроизводства, следовательно, классические однофакторные модели «родители-потомки» в многофакторном пространстве корректны лишь при условии относительного постоянства прочих факторов. Направленные изменения климата, влияющие на изменчивость условий воспроизводства, приводят к направленной временной изменчивости численности потомков, которую невозможно корректно интерпретировать в рамках парадигмы классических однофакторных моделей.

Для уменьшения влияния направленных изменений условий воспроизводства на численность потомков при аппроксимации их динамики однофакторными моделями обычно прибегают к разделению данных по так называемым уровням воспроизводства. Такая процедура корректна лишь при ступенчатом характере смены условий воспроизводства, когда на «каждой ступени», достаточной по длительности для анализа зависимости численности потомков от численности родителей, они относительно постоянны.

При направленной изменчивости климата разделение данных по уровням воспроизводства уменьшает изменчивость этих условий за счет дробления непрерывного процесса на короткие временные отрезки. Их границы и количество устанавливаются субъективно, что ограничивает точность оценки параметров уравнений, соответственно прогноза и мер регулирования промысла.

Наличие модели включающей оба фактора (численность родителей и условия воспроизводства), позволяет минимизировать данный недостаток построением кривых воспроизводства для каждого отдельного поколения. Каждая кривая (рис. 6) имитирует зависимость «родители-потомки» при изменчивой численности родителей в стабильных условиях воспроизводства, характерных для данного поколения.

Согласно результатам предыдущих исследований соотношения «родители-потомки» осенней амурской кеты (Островский и др., 2015; Ostrovskyy, 2002) численность потомков максимальна при нересте около 4 млн рыб, что довольно близко к оценке этого параметра в данном исследовании, как без учёта

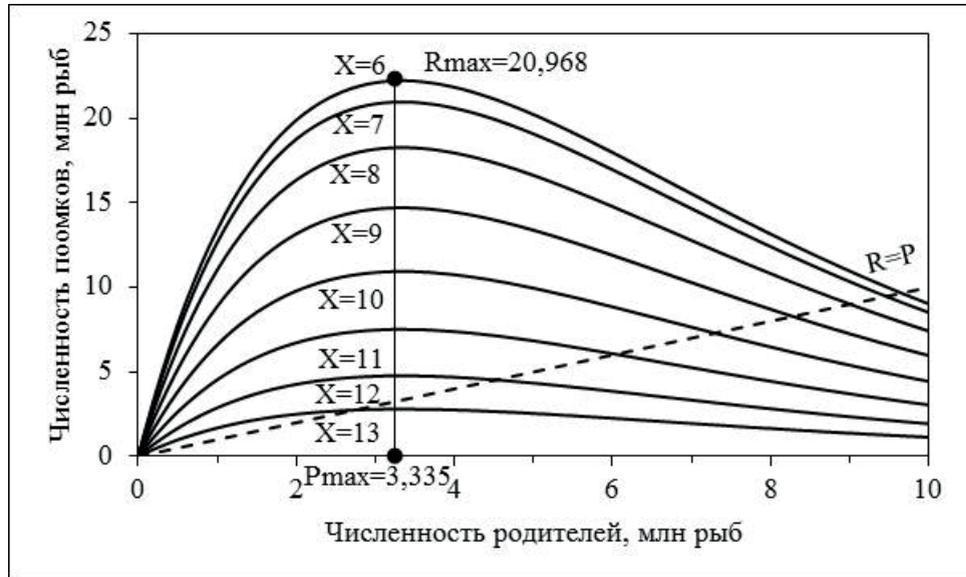


Рис. 6. Модельные кривые пополнения поколений осенней кеты 2011–2018 гг. (X6-X13).

влияния изменчивости внешних факторов (таблица, уравнение 1, коэффициент b), так и с учётом их изменчивости (таблица, уравнение 3а, коэффициент b , рис. 6). По крайней мере пределы 95% доверительных интервалов значений коэффициента b включают значение 4 млн рыб, некоторое смещение средних оценок данных коэффициентов в область меньших значений может быть связано с проявлением эмерджентных свойств многофакторной модели.

Проблема оценки точки максимума кривой пополнения тесно связана с проблемой оценки оптимальной численности производителей. Согласно устаревшей концепции прошлого века, для нереста оптимально оставлять такое количество рыб, которое достаточно для заполнения всех нерестилищ. Не без оснований предполагалось, что при таком их количестве численность потомков максимальна, «норма пропуска» определялась делением суммарной площади нерестилищ на площадь одного нерестового гнезда (в нашем случае ≈ 8 млн $m^2/\approx 2$ млн $m^2 \approx 4$ млн рыб) и принималась постоянной. Соответственно,

но, постоянной принималась и «норма плотности» рыб на нерестилищах, как критерий оперативного регулирования промысла.

Согласно современной концепции максимального уравновешенного вылова (MSY), оптимальной считается численность родителей, обеспечивающая не максимум численности потомков, а максимум прибавочного воспроизводства (Рикер, 1979; Бабаян, 2000). Наглядно принципиальная разница данных показателей, обоснование концепции MSY и упрощённый способ оценки численности родителей, необходимой для обеспечения максимального уравновешенного вылова (P_{MSY}) продемонстрированы нами ранее (Островский, 2021). Оптимальную численность родителей проще всего оценить после переноса частей кривых пополнения, расположенных выше линии равновесного воспроизводства ($R=P$, рис. 6) на ось X (рис. 7), оптимальму соответствуют положения точек максимума кривых прибавочного воспроизводства, которые в нашем примере варьируют в пределах 1,2–2,9 млн рыб (рис. 7).

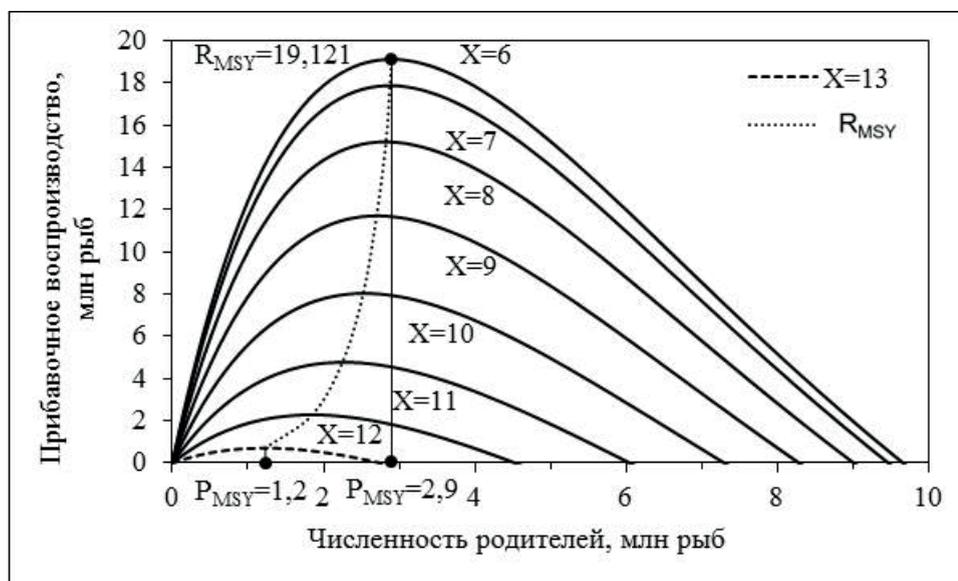


Рис. 7. Модельные кривые прибавочного воспроизводства поколений осенней кеты ($X=6$ – 2018 гг.).

Полученные результаты (рис. 6, 7) наглядно свидетельствуют о том, что оптимум пропуска, определяемый на основе концепции MSY, во-первых – меньше «нормы пропуска», во-вторых – он не постоянен, положение точки максимума прибавочного воспроизводства зависит от уровня воспроизводства. Количество половозрелой кеты в каждом конкретном году зависит от численности и возрастного состава рыб четырех смежных поколений. Расчёт численности потомков каждого поколения по уравнению За не сложен, на его основе, с учётом предполагаемого возрастного состава рыб в поколениях, можно рассчитать численность подхода предстоящей путины. Но оценить оптимальную величину пропуска и, соответственно количество рыб, рекомендованных к вылову сложнее, поскольку каждое из четырех поколений воспроизводилось в специфических условиях, предполагающих наличие четырех значений оптимума пропуска.

Теоретическое решение данного вопроса представляется довольно слож-

ным и вряд ли имеющим практическое значение в условиях относительно невысокой точности учёта численности подходов амурских лососей, их прогнозов и технической невозможности пропуска на нерестилища заданного количества рыб, тем более равномерного их распределения по всем нерестилищам. На данном этапе наших возможностей учёта численности рыб и знаний о закономерностях их воспроизводства, вероятно, более оправдано ориентироваться на эмпирические правила.

Соответственно различиям рассмотренных концепций различаются и критерии регулирования промысла. Так, на основе строгого следования концепции, обосновывающей постоянную «норму пропуска» не зависящую от уровня воспроизводства, при прогнозе подхода менее 4 млн рыб с целью восстановления запасов целесообразен запрет промысла. Такой подход в периоды естественного снижения запасов лососей мог бы привести к многолетнему простоем рыбодобывающих предприятий, что провоцирует рыбаков, лишённых источника

дохода, переключиться на незаконный вылов и уменьшает ожидаемый эффект данной меры регулирования промысла.

Отметим, что в 2000–2005 гг. вылов осенней кеты по официальным данным в среднем не превышал 1 тыс. т (при средней массе тела около 3,5 кг – менее 0,3 млн рыб). Вряд ли подход в эти годы существенно превышал 1 млн рыб и, тем более, 4 млн рыб, но промысел не закрывали, что не препятствовало увеличению подходов во второй пятилетке в среднем до 6 млн рыб, а во втором десятилетии в среднем до 12 млн рыб, которое можно связать, в основном, с улучшением условий воспроизводства. Следовательно, эмпирически установленный оптимум пропуска может быть меньше 4 млн рыб.

Абсолютизируя концепцию максимального уравновешенного вылова, основанную в нашем примере на модели Рикера, можно заключить, что расширенное воспроизводство ($R > P$) и восстановление запаса возможно даже при наличии единственной пары производителей, т.е. теоретически, промысел можно вести вплоть до практически полного истребления популяции. Граничного ориентира (Бабаян, 2000) по численности производителей модель Рикера не предусматривает. Однако, вполне возможно, что оставшиеся после вылова единичные рыбы различных субпопуляций физически не смогут образовать нерестовые пары, т.е., отсутствие граничного ориентира не соответствует принципу предосторожности (Бабаян, 2000).

К тому же следует учитывать, что в настоящее время амурских лососей ловят десятки рыбопользователей различных форм собственности, малые объёмы прогнозируемого вылова приведут к «измельчанию» квот, поэтому проблема порога рентабельности промысла стоит более остро, чем в прошлом веке. Она

как в недалёком прошлом (Капланова и др., 2004) может привести к стремлению сокрытия части улова. При чрезмерном уменьшении численности подходов может оказаться нерентабельным даже незаконный вылов.

С одной стороны, при установлении оптимума, основанного на концепции MSY, можно ориентироваться на средневзвешенное значение оптимумов пропуска рыб четырёх смежных поколений, формирующих подход в конкретном году или на оптимум для доминирующего по численности поколения. Однако, учитывая тенденцию к уменьшению численности подходов и широко развитый теневой промысел осенней кеты, полагаем оправданной мерой ориентироваться на максимальное значение оптимума пропуска для поколений, формирующих запас предстоящего года.

Так, например, пополнение 2022 г. будет представлено потомками рыб, нерестившихся в 2016–2019 гг. ($X=11-14$, рис. 7), самый высокий уровень воспроизводства характерен для поколения 2016 г. ($X=11$), оптимум пропуска для данного уровня составляет около 2,3 млн рыб. Следовательно, ориентируясь на предлагаемое правило, в условиях отмечаемого снижения уровня воспроизводства к промыслу в 2022 г. можно рекомендовать количество рыб, равное разности прогнозируемого пополнения и 2,3 млн рыб необходимых для воспроизводства.

Если рекомендованный к вылову объём, окажется слишком малым для наделения рентабельными квотами всех предприятий, вероятно более рационально ограничение мест промысла, предполагающее его остановку, например, выше нижнего крупного нерестового притока р. Амур (р. Амгунь). Это уменьшит вероятность занижения отчётности по уловам и обеспечит рав-

номерную нагрузку на все нерестовые группировки, кроме того, возможны ограничения по срокам и орудиям лова.

В качестве граничного ориентира, предполагающего полный запрет промысла осенней кеты, можно использовать критерий, принятый во ВНИРО для сильно флюктуирующих запасов рыб (Бабаян, 2000). Этот критерий предполагает введение запрета промысла при прогнозируемой численности подхода меньше исторического минимума. Он основывается на опыте, который демонстрирует потенциальную возможность восстановления запаса при наблюдавшейся ранее минимальной численности производителей.

Минимальный подход половозрелых рыб из моря, оценённый по результатам мечения, составил около 1,5 млн рыб (2006 г.). Учитывая вероятность большой ошибки оценки численности подхода на основе данного метода, ошибок прогноза, а также развитый незаконный вылов осенней кеты, полагаем уместным в качестве граничного ориентира (порога целесообразности запрета промысла) принять прогнозируемую численность подхода равную 2 млн рыб.

Вполне очевидно, что выявленные закономерности нельзя абсолютизировать хотя бы потому, что на фоне основной тенденции их временной изменчивости (рис. 3) могут иметь место второстепенные, не учитываемые в модели (рис. 5), а также случайные «провалы» на фоне хороших, или «всплески» на фоне плохих условий воспроизводства. При большей длительности наблюдений может оказаться, что межгодовой тренд изменчивости условий воспроизводства лучше аппроксимировать уравнением, имеющим в графическом представлении форму не колокола (рис. 3), а, например, синусоиды.

Как уравнение 1, так и уравнение 3 имеют общий недостаток – оба варианта расчётов основаны на предположениях о характере изменчивости условий воспроизводства в будущем. Прогнозы на основе уравнения 1 могут быть надёжными только при относительном постоянстве условий воспроизводства, прогнозы на основе уравнения 3 – при сохранении траектории трендовой составляющей динамики описываемой конкретным уравнением. Устранение данного недостатка обоих вариантов моделей возможно только после выявления конкретных факторов, закономерно влияющих на условия воспроизводства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на условность результатов, полученных на основе грубых оценок исходных данных, можно заключить, что игнорирование трендовой составляющей динамики численности потомков при направленной изменчивости условий размножения и выживания рыб приводит к ошибкам прогноза. При ухудшающихся условиях воспроизводства прогнозы, основанные на однофакторных аналитических моделях, систематически завышаются, при улучшающихся условиях – занижаются.

При направленно изменяющихся условиях воспроизводства дополнение однофакторных аналитических моделей трендовой составляющей динамики численности потомков, существенно увеличивает объяснённую долю дисперсии зависимой переменной, что позволяет надеяться на лучшую оправдываемость прогнозов.

Признавая необходимость разработки прогнозов запаса лососей на основе концепции MSY, следует признать и непостоянство величины оптимального пропуска производителей, основанной на данной концепции. В качестве

предварительной величины граничного ориентира, предполагающего введение запрета промысла осенней амурской кеты, предлагаем выбрать прогнозные значения подхода равные 2 млн рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): монография. М.: ВНИРО, 2000. 192 с.

Дрейнер Н.Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: монография. М.: Издат. дом «Вильямс», 2007. 912 с. (Пер. с англ.).

Капанова Н.Ф., Горелова Ю.В., Якименко Л.И. Оценка среднего улова кеты в Амуре за один сплав в 1999–2003 гг. // Четвертые Гродековские чтения: Материалы регион. науч.-практ. конф. «Приамурье в историко-культурном и естественно-научном контексте России». Хабаровск: Хабаровский краевой краеведческий музей им. Н.И. Гродекова, 2004. Ч. II. С. 293–295.

Леванидов В.Я. О связи между плотностью заполнения нерестилищ и эффективностью нереста амурских лососей // Изв. ТИНРО. 1964. Т. 55. С. 65–73.

Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. 1969. Т. 67. 243 с.

Островский В.И. Методические аспекты анализа кривых пополнения // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201. Вып. 1. С. 1–41.

Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Шмигирилов А.П. Зависимость численности потомков осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Амур от численности родителей // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 41–50.

Островский В.И., Пономарев А.С. Зависимость численности потомков кеты *Oncorhynchus keta* Охотского района от численности родителей и условий воспроизводства // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 605–617.

Пасечник О.И., Шмигирилов А.П. Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792) по результатам мечения. Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 294–302.

Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. М.: «Финансы и статистика», 1982. 344 с. (Пер. с англ.).

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических популяций рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1979. 408 с.

Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. Хабаровск, 2002. 210 с.

Смирнов А.Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний // Изв. ТИНРО. 1947. Т. 25. С. 33–53.

Пасечник О.И., Шмигирилов А.П. Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792) по результатам мечения. Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 294–302.

Ostrovskyy V.I. Relationship of the chum salmon progeny (*Oncorhynchus keta*) from the Amur River on the parents abundance // Abstracts of the First International Symposium on Fish Biodiversity of the Amur River and adjacent rivers fresh waters. 29 October-1 November 2002. Khabarovsk. 2002. P. 32–34.

Wilkinson L. Systat for Windows: Statistics. Version 5. / Wilkinson L., Hill M-A., Welna J.P., Birkenbeyel G.K. Evanston: Systat, Inc., 1992. 750 p.

**REGULARITIES OF REPRODUCTION FOR FALL CHUM
SALMON (*ONCORHYNCHYS KETA*) FROM THE AMUR RIVER**

V.I. Ostrovsky, E.V. Podorozhnyuk, A.P. Shmigirilov

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

The dependence of the number of progeny of the Amur fall chum salmon *Oncorhynchus keta* on the number of parents was analyzed. It is shown that the deviations of the actual number of offspring from the theoretical ones, calculated by the Ricker equation, depend on the belonging of the fish to a particular generation. An equation is proposed that describes the dependence of the number of progeny of the autumn chum salmon on the number of parents and reproduction conditions. The problem of the variability of the optimal number of parents due to the change in reproduction levels is discussed.

Key words: Pacific salmons, chum salmon, *Oncorhynchus keta*, stock-recruitment relation, strategy of stock's exploration, climate influence.

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 574.589:597.42

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-57-66

КОНСОРЦИИ «ПЕРЕКАТИ-ПОЛЕ» АМУРСКОГО ЛИМАНА

© 2022 г. Н.В. Колпаков¹, В.Н. Кошелев²

1 – Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023

2 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E-mail: kolpakov_nv@mail.ru

Поступила в редакцию 8.08.2022 г.

Впервые исследованы консорции «перекати-поле» Амурского лимана. Детерминантами консорций выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в шар, а консортами, его населяющими, являются амфиподы. Установлено, что причиной возникновения консортивных связей являются особенности гидрологических условий и характера донных ландшафтов лимана, при которых амфиподы вынуждены искать укрытие. В пище калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* в Амурском лимане амфиподы встречены вместе с растительными остатками, что свидетельствует о питании осетровых консорциями. Калуга, по сравнению с амурским осетром, потребляет такой корм значительно чаще и в большем количестве. Ассоциированные с агрегациями погибших водорослей и полипов животные играют существенную роль в формировании кормовой базы амурских осетровых в Амурском лимане.

Ключевые слова: Амурский лиман, консорции, амфиподы, питание, калуга, амурский осётр.

ВВЕДЕНИЕ

Летом 2021 г. сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» в Амурском лимане выполнена ихтиологическая съёмка для изучения распределения и оценки численности амурских осетровых (сем. *Acipenseridae*) – калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii*. В прилове плавных сетей присутствовали некие «колобки» – круглые образования, на первый взгляд, состоящие из растительных остатков. При ближайшем рассмотрении оказалось, что это – консорции, в которых детерминантами выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в шар (рис. 1). При разламывании «колобков»

обнаружены населяющие их консорты – гаммариды (рис. 2).

Понятие «консорция» введено в биоценологию в середине прошлого столетия для обозначения элементарных биоценозов, в которых один вид является источником ресурса, а другой – потребителем (Беклемишев, 1951; Раменский, 1952). Согласно сложившемуся в настоящее время в отечественной науке представлению (Негробов, Хмелёв, 2000), консорция является элементарной структурно-функциональной единицей биогеоценологических систем, частью единого биоценотического комплекса. Консорция – система разнородных организмов (растений, животных, грибов, бактерий), связанных между собой особыми, специфическими отношениями –



Рис. 1. Консорция «перекати-поле» Амурско-го лимана (станция № 27).



Рис. 2. Гаммариды-консорты.

консортивными связями. Консортивная связь – это взаимодействие двух организмов непосредственного и устойчивого характера, при котором один (детерминант) выступает как источник ресурса, а другой (консорт) – как потребитель. В консорции детерминант является центральным компонентом, т.е. эдификатором данной системы. Консорты представлены организмами, для которых детерминант служит источником разнообразных ресурсов, главным образом топических и трофических. Детерминантом консорции может быть, как растение (фитоконсорция), так и животный организм-гетеротроф (Беклемишев, 1951; Василевич, 1983). Некоторые авторы полагают, что ядром консорции могут быть не только живые (авто- и гетеротрофные) организмы, но и мертвые (Рафес, 1966; Селиванов, 1981).

В морском побережье, эстуариях, небольших озёрах ключевая роль в структурировании пространства водной толщи принадлежит растительности. Заросли водорослей, морских трав и высших полупогруженных растений в этих экосистемах выполняют ряд важнейших функций (в первую очередь, как автотрофы): производство кислорода и органических веществ, форми-

рование подводных ландшафтов и, как следствие, нагульных и защитных для многих видов животных биотопов, защита от эрозии, изменение и снижение скорости движения вод и т.д. (Estes et al., 2004; Матафонов и др., 2005; Norderhaug et al., 2005; Strayer, Malcom, 2007; Peralta et al., 2008). Поэтому от структуры растительности таких водоёмов зависят состав сообществ гидробионтов и обилие животных (Sogard et al., 1987; Salita et al., 2003; Wennhage, Pihl, 2007).

В морских и солоноватых водах северо-западной части Японского моря уже описаны сообщества животных, ассоциированных с зарослями прикрепленных растений (фитоконсорции): в целом донной растительности (Гусарова и др., 2012), а также отдельно морской зостеры *Zostera marina* (Кафанов, Лысенко, 1988); японской сахарины *Saccharina japonica* (Ивин, 1998); ульвы *Ulva prolifera*, кладофоры *Cladophora glomerata*, ризоклониума *Rhizoclonium implexum*, японской зостеры *Zostera japonica*, рдеста *Potamogeton* sp., роголистника *Ceratophyllum* sp. и руппии *Ruppia maritima* (Колпаков и др., 2012; Ольховик, 2014; Колпаков, 2018).

Также в ряде работ описаны консорции, в которых детерминантами высту-

пают неприкрепленные маты водорослей: анфельтии тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (Иванова и др., 1994) и кладофоры (Невская губа..., 1987; Berezina et al., 2007; Экосистема эстуария реки Невы..., 2008; Berezina, 2008; Berezina, Golubkov, 2008; Березина и др., 2009; Колпаков, 2018). Известны и консорции, в которых детерминантами являются колонии гидроидных полипов (Турпаева, 1972) и губки (Kamaltynov et al., 1993).

Вместе с тем, в отечественной литературе нам не удалось обнаружить работ, посвящённых изучению сообществ животных, ассоциированных с агрегациями водорослей (или гидроидных полипов), перемещаемых течениями. В работах зарубежных авторов, несмотря на существование специального термина – морское «перекати-поле» (marine «tumbleweed»)*, упоминания о таких элементах экосистем очень редки (Holmquist, 1994; Nyberg et al., 2009). Поэтому в настоящей работе приведена краткая характеристика впервые выявленного нового элемента экосистемы Амурского лимана – консорций «перекати-поле», а также обсуждается их роль в питании амурских осетровых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В Амурском лимане в июне 2021 г. выполнена ихтиологическая съёмка по сетке станций для оценки численности и особенностей распределения калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (рис. 3). В качестве орудий лова использовали порядки из 5-ти связанных плавных донных капроновых сетей с ячейёй 40, 80, 120, 180 и 220 м длиной по 47,5 м каждая. Общая

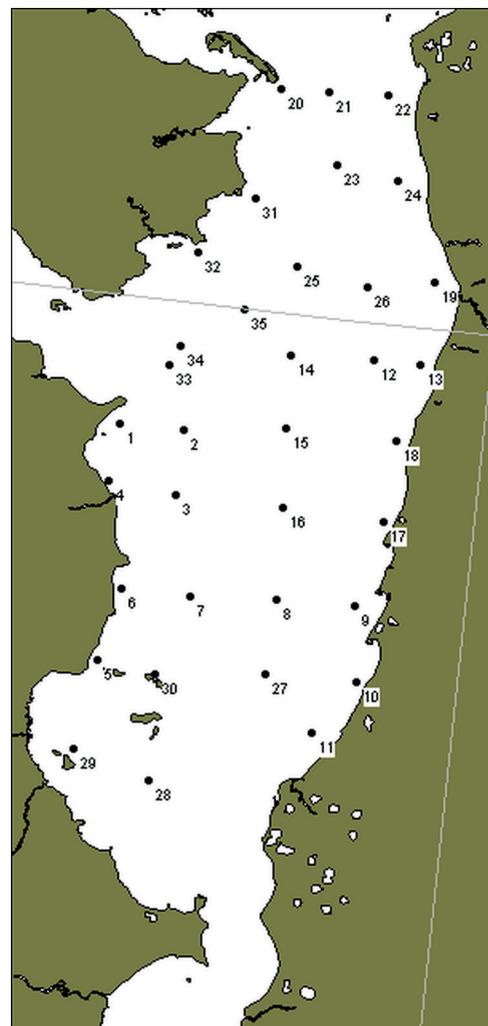


Рис. 3. Схема станций ихтиологической съёмки в Амурском лимане (июнь 2021 г.).

длина порядка – 237,5 м, высота – до 5 м. Всего выполнено 35 сплавов протяжённостью 15 км. Обследованная площадь лимана составила 5155 км².

В ходе съёмки учитывали поимки консорций. Определяли их размеры, а также размеры населяющих их амфипод. Позже в лабораторных условиях определили состав детерминантов консорций, а также гаммарид-консортов.

* Действительно, при взгляде на водорослевый клубок, перемещаемый течением по голому песчаному дну, первая аналогия, которая приходит в голову – это шар перекати-поле, несущийся по степи под воздействием ветра.

Для выявления роли консорций в пище амурских осетровых, использовали, как опубликованные (Колобов и др., 2009, 2013; Кошелев, Колобов, 2013; Колобов, Кошелев, 2014), так и архивные данные ХабаровскНИРО по питанию калуги и амурского осетра в Амурском лимане.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Краткая характеристика Амурского лимана. Амурский лиман – основная часть комплексной устьевой области р. Амур, в которую входят также нижний участок реки (с Богородское – устье), северная часть Татарского пролива Японского моря и южная часть Сахалинского залива Охотского моря (Козловский, 1978). Амурский лиман можно рассматривать как эстуарий р. Амур, в пределах которого происходит смешение речных и морских вод, он также – мелководный пролив, соединяющий Японское и Охотское моря (рис. 4). В этом уни-

кальные особенности устьевой области р. Амур, имеющей два устьевых взморья (Михайлов, 1997).

Площадь Амурского лимана составляет 6644 км², в меридиональном направлении он вытянут на 120 км (рис. 4). На юге, у мыса Лазарева, его ширина 7,4 км, в центре, в самой широкой части 48 км и на севере на выходе в Сахалинский залив – 23 км (Козловский, 1978). Большая часть лимана, из-за активной аккумуляции твёрдых выносов Амура, достаточно мелководна. Около 80% площади лимана занимают участки с глубинами менее 5 м и осушки (Стробыкина и др., 2016). Грунты в присахалинской части лимана представлены в основном среднезернистым песком, в приматериковой части преобладают мелкопесчаные и алевритовые фракции (Соловьёв, 1995). Заросли прикрепленной донной растительности в лимане отсутствуют, поэтому ландшафт его дна – монотонные отложения песков и илов.

Водный режим Амурского лимана формируется под влиянием стока р. Амур, приливов, штормовых сгонов-нагонов, водообмена с Японским и Охотским морями и муссонной атмосферной циркуляции (Гидрометеорология..., 1998; Любичкий, 1990; Любичкий, Швецов, 1994; Савельев, 2000). На акватории лимана наблюдаются все типы приливов – от полусуточных до суточных с преобладанием неправильных полусуточных приливов (Гидрометеорология..., 1998; Лоция, 2003). Высота прилива в лимане Амура варьирует в пределах 0,5–1,8 м. Величина непериодических штормовых нагонов иногда достигает 1,1–1,8 м (Соловьёв, 1995).

В Амурском лимане имеются постоянные стоковые течения, обусловленные стоком вод р. Амур по основным фарватерам. Существенную роль в циркуляции вод Амурского лимана играют

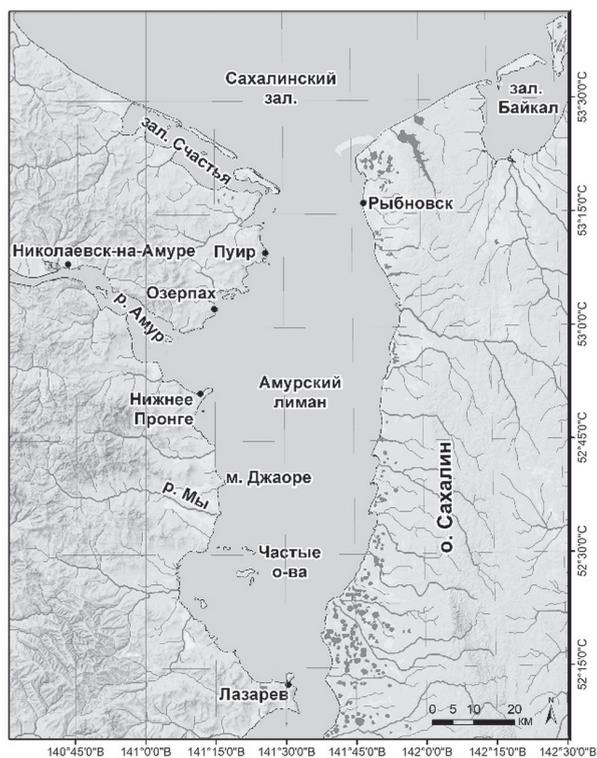


Рис. 4. Карта-схема Амурского лимана.

приливные течения. На выходе из Амурского лимана в Охотское море преобладают течения, скорости которых вблизи северо-восточного побережья о. Сахалин достигают 2,34 м/с. В центральной части лимана наибольшие скорости приливных течений составляют 1,95, в проливе Невельского – 1,56 м/с (Гидрометеорология..., 1998).

В связи с муссонным характером атмосферной циркуляции над Охотским и Японским морями летом над Амурским лиманом преобладают ветра южных направлений. В период с июня по август разность уровней между Японским и Охотским морями положительна (наклон на север), что связано с периодом продолжительных и сильных южных ветров над Амурским лиманом. Поэтому летом течение в лимане направлено с юга на север и вместе со стоком р. Амур уходит преимущественно в Охотское море (93,5% годового стока) (Новомодный, 2003; Жабин и др., 2005, 2007, 2010). При этом через пролив Невельского наблюдается поступление вод Японского моря в Амурской лиман, максимальный приток вод (156 км³) приходится на июнь-июль (Danchenkov, Rykov, 2005).

Соответственно указанной схеме течений, распределяется в Амурском лимане и солёность воды: зона с минимальными значениями солёности (<15 ‰), связанная с устьем реки, занимает северо-западную часть лимана и прилегающую часть Сахалинского залива, относительно высокие значения солёности (>15 ‰), связанные с поступлением морских вод из Японского моря, наблюдаются в южной части Амурского лимана и в прол. Невельского (Соловьёв, 1995; Стробыкина и др., 2016) (рис. 5).

Консорции. Во время проведения работ консорции отмечены в нижней части сетей с ячейёй 40, 80 и 120 мм. Фор-

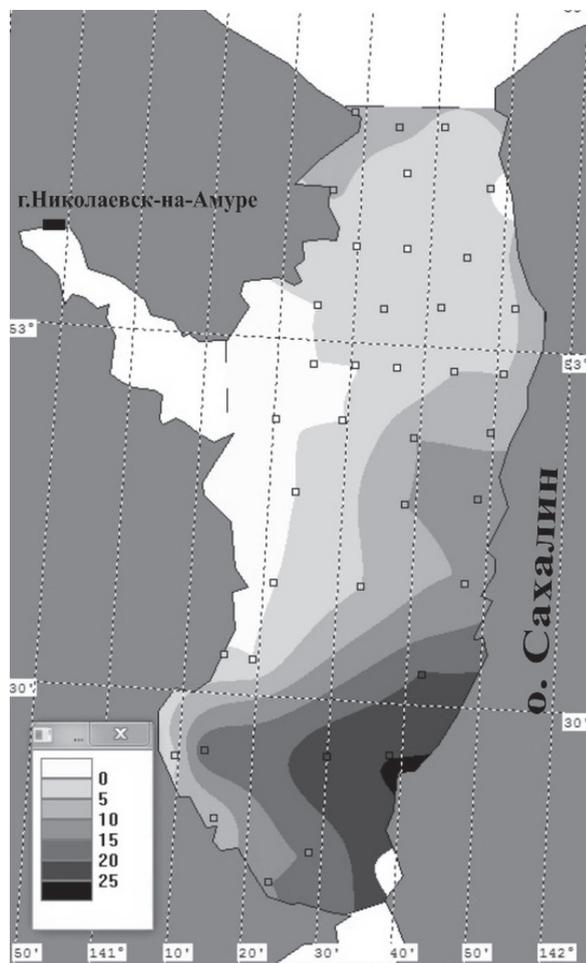


Рис. 5. Распределение поверхностной солёности воды в Амурском лимане в июне 2011 г. (собственные данные).

мы консорций различные – круглые, овальные, размеры от 50 до 150 мм. Детерминаты консорции скатаны в плотные клубки и достаточно трудно разбираются руками. Частота встречаемости консорций в уловах сетей составила 23% (на 8 станциях из 35). Численность гаммарид в каждом шаре варьировала от 10 до 150 экз. Размеры гаммарусов – от 6 до 24 мм. Все консорции отмечены в южной части Амурского лимана. Анализ показал, что обнаруженные в уловах сетей консорции состоят из фрагментов талломов бурой водоросли толстоногой цистозире *Cystoseira crassipes* Turn. C. Ag. (= *Stephanocystis crassipes* (Mertens

ex Turner) и колоний гидроидного полипа *Sertularia* sp. Цистозира широко распространена в Японском и Охотском морях (Суховеева, Подкорытова, 2006). Ряд гидроидных полипов рода *Sertularia* обитает как в Татарском проливе Японского моря, так и в Охотском море (Анцулевич, 2015). Учитывая схему течений, можно полагать, что обрывки цистозеры и колоний гидроидов поступили с течением в Амурский лиман из северной части Татарского пролива через прол. Невельского, где и стали основой для образования консорциев.

Население этих клубков составили амфиподы *Eogammarus* sp. Представители этого рода широко распространены в Японском и Охотском морях, включая и такой эвригалинный вид, как *E. barbatus*, обитающий в прибрежье морей, лагунах, лиманах, приустьевых участках рек (Лабай, 1996). По типу питания – это эврифаги.

С чем связано заселение гаммаридами клубков из водорослей и колоний гидроидов, каков характер связей между детерминантами и консортами в данной консорции? Известно, что на мягких гольях грунтах агрегации неприкрепленных водорослей функционируют как модификаторы среды обитания, усложняя и структурируя её, формируя ландшафт и изменяя протекание физических, химических и биологических процессов (Pihl et al., 1996; Wallentinus, Nyberg, 2007; Nyberg et al., 2009). При этом плотность населяющих их беспозвоночных может превышать плотность беспозвоночных, зарегистрированную в сообществах прикреплённых водорослей, не говоря уже о голом дне (Holmquist, 1994; Norkko et al., 2000). Неприкрепленные, перемещаемые течениями скопления водорослей служат убежищем для большого числа видов животных, укрытием от хищников, а также обеспечивают их расселение. Исследования в зал. Фло-

рида (США) с помощью мечения показали, что комки водорослей *Laurencia* spp. могут перемещаться со скоростью до 0,5 км/день, при этом они являются эффективными переносчиками донной фауны, в том числе подвижных креветок и рыб (Holmquist, 1994).

Исходя из литературных данных (Соловьёв, 1995) и результатов наблюдений за динамикой глубин (по эхолоту) во время проведения полевых работ, большая часть Амурского лимана достаточно однородна по своей морфологии. Площадь русел фарватеров и бровок рядом с ними в лимане небольшая ($\approx 15\%$). Участки со стабильными диапазонами глубин порой могут тянуться на 5–10 км. Иногда эти участки дна лимана напоминают стол, без какого-либо намёка на возвышенность или углубление. При этом грунты данных участков представлены среднезернистыми песками. В условиях монотонного донного ландшафта представители донной фауны, в первую очередь, амфиподы не могут найти убежищ (укрытий от хищников) на дне, что становится особенно важным в условиях высокой скорости и постоянства приливно-отливных и сгонно-нагонных течений. Таким образом, в Амурском лимане гаммариды вынужденно используют комки водорослей и колоний гидроидных полипов в рамках топической и форической симфизиологических связей (т.е. как укрытие и биотоп, а также для перемещения), трофическая связь имеет подчиненное значение, так как талломы водорослей и колонии гидроидов в составе консорциев находятся в обкатанном состоянии, лишённые всех мягких частей. Сходное поведение отмечено для амфипод в оз. Байкал, где детерминантом консорции выступала губка *Lubomirskia baicalensis* (Kamaltynov et al., 1993). Численность амфипод на отдельных губках достигала 2,0 тыс. экз., биомасса – 22 г.

Питание амурских осетровых в Амурском лимане. В пище калуги и амурского осетра в Амурском лимане встречаются амфиподы и другие ракообразные (Колобов и др., 2013; Колобов, Кошелев, 2014). В питании калуги размером 98–145 см в июне 2011 г. ракообразные суммарно составляли 45,2%, амфиподы – 18,7% по массе, у амурского осетра длиной 70–93 см – 2,6 и 1,9%, соответственно. У осетра амфиподы были встречены в питании у 9 из 45 особей (20%); у калуги у 7 из 21 особи (33,3%) в пище присутствовали амфиподы. При этом в желудочно-кишечных трактах (ЖКТ) осетра (у 14 особей (31,1%)) и калуги (у 11 рыб (52,3%)) обнаружены неидентифицируемые растительные остатки, внешне напоминающие «мочало». Находки во время съёмки 2021 г. позволили отождествить их с остатками детерминантов консорций. Безусловно, что консорции с амфиподами в Амурском лимане привлекают оба вида осетровых. Однако так как размеры этих объектов велики для ротового аппарата амурского осетра, встречаемость их остатков и доля амфипод в пище у калуги, имеющей более широкий рот, значительно выше. Осетровые, по-видимому, прекрасно «знают» о содержимом чёрных шаров, перекатывающихся по дну. Для них эти клубки являются естественными концентраторами пищи и делают сбор корма весьма эффективным. В условиях однородности донных ландшафтов на большей части акватории лимана, при которых отсутствуют условия для концентрации кормовых объектов, консорции формируют заметную часть кормовой базы амурских осетровых. В их ЖКТ животное содержимое консорции переваривается, а непереваренные жёсткие остатки водорослей и колоний гидроидов эвакуируются из кишечника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в Амурском лимане описаны консорции – сообщества животных, ассоциированных с агрегациями погибших водорослей и полипов. Детерминантами консорций выступают фрагменты талломов бурых водорослей-макрофитов и колоний гидроидных полипов, скатанные под воздействием течений в плотные шары, а консортами, их населяющими, являются амфиподы. Основной причиной возникновения консортивных связей являются особенности гидрологических условий и характера донных ландшафтов лимана, при которых амфиподы вынуждены искать укрытие. В пище амурских осетровых в Амурском лимане амфиподы встречены вместе с растительными остатками, что свидетельствует о питании осетровых консорциями. Калуга, по сравнению с амурским осетром, потребляет такой корм значительно чаще и в большем количестве. Ассоциированные с агрегациями погибших водорослей и полипов животные играют существенную роль в формировании кормовой базы амурских осетровых в Амурском лимане.

Благодарности

Авторы глубоко благодарны к.б.н. Вилковой О.Ю. (ФГБНУ «ВНИРО») за предоставленные фотографии, д.б.н. Лабаю В.С. и к.б.н. Галанину Д.А. («СахНИРО») за определение консортов и детерминантов исследованных консорций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анциулевич А.Е. Hydrozoa (гидроиды и гидромедузы) морей России: монография. СПб: Изд-во СПб. ун-та, 2015. 860 с.

Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1951. Т. 61. Вып. 5. С. 3–30.

Березина Н.А., Голубков С.М., Губелит Ю.И. Структура литоральных зооценозов в зоне нитчатых водорослей эстуария реки Невы // Биол. внутр. вод. 2009. № 4. С. 48–56.

Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии: монография. Л.: Наука, 1983. 248 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. 343 с.

Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Кулепанов В.Н. Распределение растительности и рыб на мелководье острова Рейнеке (залив Петра Великого) в летний период // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 26–39.

Жабин И.А., Абросимова А.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А. Влияние стока р. Амур на гидрологические условия Амурского лимана и Сахалинского залива Охотского моря в период весенне-летнего паводка // Метеорология и гидрология. 2010. № 4. С. 93–100.

Жабин И.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А., Дударев О.В. Особенности структуры зоны смешения речных и морских вод вблизи устья реки Амур по данным спутниковых и гидрологических наблюдений // Исслед. Земли из космоса. 2007. № 4. С. 1–10.

Жабин И.А., Пропп Л.Н., Волкова Т.И., Тищенко П.Я. Изменчивость гидрохимических и гидрологических параметров вблизи устья реки Амур // Океанология. 2005. Т. 45. № 5. С. 703–709.

Иванова М.Б., Новожилова А.В., Цурпало А.П. Условия существования и некоторые особенности флоро-фаунистического состава эксплуатируемых природных полей анфельции тобучинской в проливе Старка (залив Петра Великого, Японское море) и заливе Измены (остров Кунашир, Курильские острова) // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 113. С. 83–99.

Ивин В.В. Обрастание установок марикультуры и эпифитон ламинарии японской в условиях культивирования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1998. 24 с.

Кафанов А.И., Лысенко В.Н. О трофических ресурсах сообщества zostеры залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 1988. № 6. С. 24–30.

Козловский В.Б. Некоторые особенности динамики вод устьевого области Амура // Труды ГОИН. 1978. Вып. 142. С. 93–99.

Колобов В.Ю., Кошелев В.Н. О питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* в эстуарной части реки Амур // Вопр. ихтиологии. 2014. Т. 54. № 4. С. 494–496.

Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Евтешина Т.В. Питание амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt 1869 в нижнем течении Амура и Амурском лимане // Амур. зоол. журн. 2009. Т. 1. № 2. С. 177–182.

Колобов В.Ю., Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Шедько М.Б. Данные о питании амурского осетра *Acipenser schrenckii* и калуги *Acipenser dauricus* в Амурском лимане // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбн. хозяйство. 2013. № 2. С. 67–74.

Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2018. 428 с.

Колпаков Н.В., Ольховик А.В., Колпаков Е.В., Милованкин П.Г. Первые данные по составу и структуре фитоконсорциев эстуариев залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 170. С. 3–16.

Кошелев В.Н., Колобов В.Ю. Питание молоди калуги и амурского осетра в устье Амура // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбн. хозяйство. 2013. № 1. С. 20–28.

Лоция Татарского пролива, Амурского лимана и пролива Лаперуза. СПб.: ГУНиО МО, 2003. 436 с.

Лабай В.С. К фауне высших раков пресных поверхностных вод северо-западного Сахалина // Труды СахНИРО. 1996. Т. 1. С. 65–76.

Любицкий Ю.В. Численное гидродинамическое моделирование штормовых нагонов в Сахалинском заливе и Амурском лимане // Природные катастрофы и стихийные бед-

ствия в Дальневосточном регионе. Владивосток: ДВО РАН, 1990. С. 227–240.

Любицкий Ю.В., Швецов А.Е. Штормовые нагоны на устьевом взморье Амура // Водные ресурсы. 1994. Т. 21. № 6. С. 609–614.

Матафонов Д.В., Куклин А.П., Матафонов П.В. Консорции в водных экосистемах Забайкалья // Изв. РАН. Сер. Биол. 2005. № 4. С. 1–7.

Михайлов В.Н. Гидрологические процессы в устьях рек: монография. М.: ГЕОС, 1997. 176 с.

Невская губа: гидробиологические исследования / под ред. Г.Г. Винберга, Б.Л. Гутельмахера. Л.: Наука, 1987. 216 с.

Негробов В.В., Хмельёв К.Ф. Современные концепции консорциологии // Вестн. ВГУ. Сер. Химия, биология. 2000. С. 118–121.

Новомодный Г.В. О направлениях миграций лососей рода *Oncorhynchus* в Амурском лимане // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2003. Вып. 2. С. 484–499.

Ольховик А.В. Состав и структура сообществ беспозвоночных животных, ассоциированных с зарослями донных макрофитов в эстуариях Приморья // Научный фонд «Биолог». 2014. № 3. С. 102–106.

Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники // Ботанический журн. 1952. Т. 37, № 2. С. 181–201.

Рафес П.М. О роли и значении растительноядных насекомых в лесном биогеоценозе // Влияние животных на продуктивность лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1966. С. 5–75.

Савельев А.В. Сгонно-нагонные колебания уровня в Сахалинском заливе // Тематический вып. ДВНИГМИ. № 3. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 121–132.

Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза: монография. М.: Наука, 1981. 230 с.

Соловьёв И.А. Амуролиманский русловой процесс и водные пути. Владивосток: Дальнаука, 1995. 272 с.

Стробыкина А.А., Жабин И.А., Ким В.И. и др. Особенности гидрологических процессов в Амурском лимане // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 4. С. 347–358.

Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки: монография. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. 243 с.

Турнаева Е.П. Система симфизиологических связей в биоценозе морского обрастания // Труды ВНИРО. 1972. Т. 77. С. 168–185.

Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 477 с.

Berezina N.A. Spatial distribution of macrofauna in a littoral zone with drifting macroalgae in the Neva estuary // Eston. J. Ecol. 2008. V. 57. № 3. P. 198–213.

Berezina N.A., Golubkov S.M. Effect of drifting macroalgae *Cladophora glomerata* on benthic community dynamics in the easternmost Baltic Sea // J. Mar. Syst. 2008. V. 74. P. 80–85.

Berezina N.A., Tsiplenkina I.G., Pankova E.S., Gubelit J.I. Dynamics of invertebrate communities on the stony littoral of the Neva Estuary (Baltic Sea) under macroalgal blooms and bioinvasions // Transit. Waters Bull. 2007. V. 1. P. 65–76.

Estes J.A., Danner E.M., Doak D.F. et al. Complex trophic interactions in kelp forest ecosystems // Bull. Mar. Sci. 2004. V. 74. № 3. P. 621–638.

Danchenkov M.A., Rykov N.A. Water transport through the Nevelskogo Strait // Rep. Symp. Amur-Okhotsk project. Kyoto, Japan, 2005. 17 p.

Kamaltynov R.M., Chernykh V.I., Slugina Z.V., Karabanov E.B. The consortium of the sponge *Lubomirskia baicalensis* in Lake Baikal, East Siberia // Hydrobiologia. 1993. V. 271. P. 179–189.

Holmquist J.G. Benthic macroalgae as a dispersal mechanism for fauna: influence of a

marine tumbleweed // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1994. V. 1. P. 235–251.

Norderhaug K.M., Christie H., Fossa J.H., Fredriksen S. Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest // J. Mar. Biol. Assoc. UK. 2005. V. 85. P. 1279–1286.

Norkko J., Bonsdorff E., Norkko A. Drifting algal mats as an alternative habitat for benthic invertebrates: species specific responses to a transient resource // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2000. V. 248. № 1. P. 79–104.

Nyberg C.D., Thomsen M.S., Wallentinus I. Flora and fauna associated with the introduced red alga *Gracilaria vermiculophylla* // European J. Phycol. 2009. V. 44. № 3. P. 395–403.

Peralta G., van Duren L.A., Morris E.P., Bouma T.J. Consequences of shoot density and stiffness for ecosystem engineering by benthic macrophytes in flow dominated areas: a hydrodynamic flume study // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2008. V. 368. P. 103–115.

Pihl L., Magnusson G., Isaksson I., Wallentinus I. Distribution and growth dynamics

of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast // J. Sea Res. 1996. V. 35. P. 169–180.

Salita J.T., Ekau W., Saint-Paul U. Field evidence on the influence of seagrass landscapes on fish abundance in Bolinao, northern Philippines // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2003. V. 247. P. 183–195.

Sogard S.M., Powell G.V.N., Holmquist J.G. Epibenthic fish communities on Florida Bay banks: relations with physical parameters and seagrass cover // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1987. V. 40. P. 25–39.

Strayer D.L., Malcom H.M. Submerged vegetation as habitat for invertebrates in the Hudson River estuary // Estuaries and Coasts. 2007. V. 30. № 2. P. 253–264.

Wallentinus I., Nyberg C.D. Introduced marine organisms as habitat modifiers // Mar. Poll. Bull. 2007. V. 55. P. 323–332.

Wennhage H., Pihl L. From flatfish to sticklebacks: assemblage structure of epibenthic fauna in relation to macroalgal blooms // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2007. V. 335. P. 187–198.

AQUATIC ECOSYSTEMS

CONSORTIUMS «TUMBLEWEEDS» OF THE AMURSKII LIMAN

N.V. Kolpakov¹, V.N. Koshelev²

1 – Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023

2 – Khabarovsk branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038

For the first time, the «tumbleweeds» – consortia of the Amur estuary were studied. The determinants of consortia are fragments of brown algae-macrophytes thalli and colonies of hydroid polyps, rolled up into a ball by currents, and the consorts are amphipods inhabiting it. It was shown that the reason for the emergence of consortative relationships is the hydrological conditions of the estuary and features of its bottom landscape, under which amphipods are forced to seek shelter. In the diet of the kaluga *Huso dauricus* and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* in the Amur Estuary, amphipods were found together with plant remains, which indicates the feeding of sturgeons by consortia. Kaluga, in comparison with the Amur sturgeon, consumes such type food much more often and in greater quantities. Animals associated with the aggregation of dead algae and polyps play a significant role in the formation of the food base for sturgeons in the Amur Estuary.

Keywords: Amur Estuary, consortia, amphipods, food, kaluga, Amur sturgeon.

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 574.587

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-67-88

**МАКРОЗООБЕНТОС САХАЛИНСКОГО ЗАЛИВА
ОХОТСКОГО МОРЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВОД РЕКИ АМУР**

© 2022 г. В.С. Лабай, Г.В. Шевченко, Д.А. Галанин, В.Н. Частиков,
Т.С. Шпилько, Н.В. Троицкая

Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, 693023
E-mail: v.labaj@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.08.2022 г.

Описаны структура, количественные показатели, особенности распределения и основные сообщества макрозообентоса юго-восточной части Сахалинского залива (Охотское море). Общую биомассу макрозообентоса определяли моллюски (преимущественно, двустворчатые), ракообразные и морские ежи. Показаны основные закономерности распределения макрозообентоса залива. По гидрологическим характеристикам, распределению состава и количественных характеристик макрозообентоса, донных сообществ и по данным ординационного анализа четко выделяются две зоны: зона локализации стоковой линзы р. Амур с солёностью воды менее 26 psu и зона распространения типично морских вод. Описаны 9 донных сообществ: «эстуарно-лагунные» сообщества *Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Potamocorbula amurensis*, *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*, *Siliqua alta*, типично «морские» сообщества *Nephtys caeca*, *Serripes groenlandicus*, *Balanus crenatus* и сообщества переходного типа *Saduria entomon* и *Echinarachnius parma*, встречающиеся в обеих гидрологических зонах. Трофическую структуру макрозообентоса формируют преимущественно сестонофаги, при значимой роли собирающих детритофагов и собирающих-детритофагов-сестонофагов. В западной части обследованной акватории в прибрежье представлены трофические группировки с доминированием сестонофагов-собирающих детритофагов и собирающих детритофагов, а мористее – сестонофагов. В восточной части во всем диапазоне глубин представлены трофические группировки с преобладанием сестонофагов-собирающих детритофагов и собирающих детритофагов. Солёность воды, тип грунта и глубина являются основными факторами, влияющими на распределение и показатели обилия макрозообентоса.

Ключевые слова: макрозообентос, донное сообщество, трофическая структура, распределение, Сахалинский залив

ВВЕДЕНИЕ

Донное население Сахалинского залива и прилегающей акватории шельфа Охотского моря описано достаточно неоднородно. Первую схему распределения биомассы бентоса в Сахалинском заливе и прилежащих участках Охотского моря опубликовал Ф.А. Пастернак (1957). Последующие работы (Савилов, 1961, Бентос восточного..., 1980, Кобликов и др., 1990) подтвердили схему Ф.А. Пастерна-

ка (1957), внося в неё определенные изменения по величинам биомасс. В них же описано распределение, структура и количественные характеристики донных сообществ в Сахалинском заливе. В результате экспедиций Института биологии моря РАН, Тихоокеанского океанологического института РАН, Тихоокеанского института биоорганической химии РАН и Экологической компании Сахалина в 2003–2007 гг. описа-

ны состав и распределение важнейшей группы донных беспозвоночных – двусторчатых моллюсков в Амурском лимане и прилегающей части Сахалинского залива (Kamenev, Nekrasov, 2012).

Однако, все предыдущие исследования основывались на судовых съёмках, что не позволило подробно описать макрозообентос на прибрежных мелководьях в юго-восточной части Сахалинского залива в районе распространения стоковой линзы вод р. Амур. Менее изучена вертикальная структура водной толщи в районе формирования этой линзы и влияние модифицированной воды стока р. Амур на бентос в южной части Сахалинского залива, в частности, на видовой состав и пространственное распределение бентоса.

В августе 2011 г. комплексной экспедицией Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии была обследована акватория Сахалинского залива, прилегающая к побережью северо-западного Сахалина, материалы этого обследования легли в основу данной работы.

Цель работы – описание состава, структуры, количественных характеристик и выявление основных закономерностей распределения макрозообентоса сублиторали Сахалинского залива в районе влияния вод р. Амур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Работы проводили в период с 17 по 31 августа 2011 г. береговым отрядом с борта мотолодок (работы в прибрежной зоне до глубины 10 м) и по 2 сентября 2011 г. с борта НИС «Дмитрий Песков».

Океанологические зондирования были выполнены на 40 станциях в юго-восточной части Сахалинского залива, примыкающей непосредственно к Амурскому лиману (рис. 1). На глуби-

нах более 10 м исследования выполнялись зондом FSI ICTD (измерялись температура, солёность, рН, концентрация растворенного кислорода и мутность). На более мелководных прибрежных станциях профилирование проводилось зондом YSI-85 по такому же набору параметров. Результаты измерений приводились к стандартному шагу по глубине 1 м.

Отбор проб макрозообентоса проводили на 40 станциях на глубинах до 31 м согласно схеме (рис. 1). На каждой станции отбирались по 3 пробы зообентоса, близ уреза воды на глубине 0,2 м – по 2 пробы (табл. 1).

Отбор проб на изобатах более 10 м производился с борта судна дночерпателем Ван-Вина (0,2 м²). На изобатах 5 и 10 м работы проводились с моторной лодки малым дночерпателем Ван-Вина (0,025 м²) и водолазным способом. Водолазные пробы собирались «ручной» драгой. Площадь одного драгирования составляла 0,45 м². Расстояние между отдельными драгированиями на одной станции составляло 1–3 м. Отобранный грунт промывался на сите с размером ячеек 0,5–1 мм. Оставшуюся после промывки пробу фиксировали 4% раствором нейтрализованного формалина и помещали на хранение до доставки в стационарную лабораторию ФГУП «СахНИРО» в тёмное прохладное помещение.

Промывку проб осуществляли через систему сит с наименьшей ячейкой 0,5 мм. Пробы разбирали по группам и видам, определяли плотность и сырую биомассу донных гидробионтов в пробе. Плотность и биомассу пересчитывали на 1 м². Данные, собранные с помощью дночерпателя и водолазным способом, объединялись. Определение таксонов и видов производилось сотрудниками СахНИРО. Ракообразные, дву-

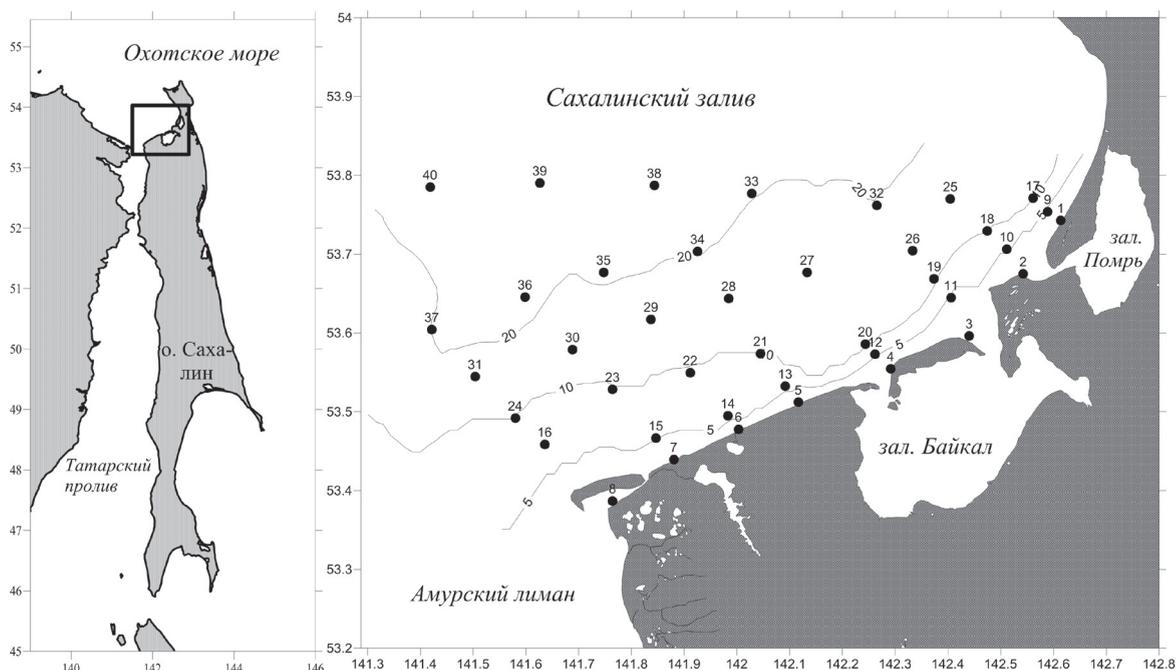


Рис. 1. Карта-схема района исследований; кружками показаны станции отбора проб бентоса.

створчатые моллюски, иглокожие и кишечнополостные идентифицированы В.С. Лабаем, многощетинковые черви – Н.В. Куриловой, брюхоногие моллюски – Т.С. Шпилько, макрозообентос водолазных сборов – Д.А. Галаниным.

Названия донных гидробионтов приведены в соответствии с сайтом World Register of Marine Species (<https://www.marinespecies.org/index.php>, дата обращения 03.08.2022 г.).

Сообщества донных гидробионтов выделены с использованием индекс сходства, впервые предложенного Я. Чекановским (Максимович, Погребов, 1986):

$$\tilde{N}_{1,2} = 2 \sum (MIN \delta_{1i}, x_{2i}) (\sum x_{1i} + \sum x_{2i}),$$

где x_i – величина обилия i -го вида (Q) на условных станциях 1 и 2, соответственно. Бентосные станции относились к единому сообществу при превышении значения индекса 40%. При этом значении индекса сохраняется условие, когда биомасса каждого из доминиру-

ющих видов составляет не менее 10% от общей, при частоте встречаемости не менее 100%. Кластеризация исходных матриц осуществлялась по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average) (Дюран, Одел, 1977).

Структура донных сообществ описывалась с использованием ряда параметров: число видов (S); удельная численность (плотность) (N , экз./м²); биомасса (B , г/м²); относительная численность вида (N , % от общей численности макрозообентоса); относительная биомасса вида (B , % от общей биомассы макрозообентоса); частота встречаемости ($ЧВ$, %). Структуризацию сообществ выполняли по коэффициенту относительности ($КО$) – произведение относительной средней B (%) или показателя Q (%) на частоту встречаемости (%) (Палий, 1961). При структуризации сообществ учитывали долю каждого вида (формы) в средней общей B макрозообентоса, $ЧВ$ и $КО$. Вид считался доминирующим (превалирующим), если значение $КО$ на-

Таблица 1. Характеристики станций

№ п/п	Широта	Долгота	Количество проб	Количество водолазных проб	Глубина, м	Тип донных отложений
1	53°44,518'	142°36,497'	2	–	0,2	средний песок
2	53°40,628'	142°32,012'	2	–	0,2	мелкий песок
3	53°35,793'	142°25,595'	2	–	0,2	мелкий песок
4	53°33,439'	142°17,510'	2	–	0,2	средний песок
5	53°30,395'	142°06,103'	2	–	0,2	средний песок
6	53°28,405'	141°59,835'	2	–	0,2	средний песок
7	53°26,449'	141°53,533'	2	–	0,2	мелкий песок
8	53°24,495'	141°43,542'	2	–	0,2	мелкий песок
9	53°45,098'	142°34,974'	3	3	5	мелкий песок
10	53°42,230'	142°29,575'	3	3	5	мелкий песок
11	53°38,797'	142°22,643'	3	3	5	мелкий песок
12	53°34,609'	142°17,367'	3	3	5	крупный и средний песок
13	53°30,667'	142°05,865'	3	3	5	мелкий песок
14	53°29,365'	141°59,061'	3	3	5	мелкий песок
15	53°27,416'	141°53,303'	3	3	5	мелкий песок
16	53°25,942'	141°43,274'	3	3	5	мелкий песок
17	53°46,060'	142°33,845'	3	3	10	мелкий песок
18	53°43,258'	142°27,973'	3	3	10	мелкий песок
19	53°38,993'	142°22,406'	3	3	10	мелкий песок
20	53°35,684'	142°15,728'	3	3	10	мелкий песок
21	53°31,145'	142°05,611'	3	3	10	мелкий песок
22	53°32,345'	141°56,200'	3	3	10	мелкий песок
23	53°30,503'	141°49,240'	3	3	10	мелкий песок
24	53°30,535'	141°37,639'	3	3	10	мелкий песок
25	53°43,600'	142°23,383'	3	–	14,5	ил и песок
26	53°42,330'	142°15,600'	3	–	14,5	ил и песок
27	53°39,900'	142°13,112'	3	–	13,5	ил и песок
28	53°37,010'	141°57,888'	3	–	14	ил
29	53°36,560'	141°51,360'	3	–	14,7	ил
30	53°33,575'	141°44,227'	3	–	14	ил
31	53°32,210'	141°32,190'	3	–	14	ил
32	53°45,740'	142°12,410'	3	–	19,3	ил и песок
33	53°44,521'	142°00,563'	3	–	19,5	ил и песок
34	53°41,749'	141°53,812'	3	–	20,5	ил и песок
35	53°39,132'	141°46,775'	3	–	20	ил
36	53°36,056'	141°36,075'	3	–	20	ил
37	53°33,156'	141°27,159'	3	–	20	ил
38	53°47,400'	141°46,616'	3	–	31	ил
39	53°47,400'	141°36,331'	3	–	30	галька + ракуша
40	53°47,400'	141°23,338'	3	–	25,5	ил и песок

ходило в интервале 1000–10000 (доля доминирующего вида от общей B сообщества составляла более 10% при CV 100%). Названия сообществ приведены по доминирующим видам.

Для выявления основных закономерностей в распределении бентоса применялось построение ординационного графа методом главных компонент (Калинина, Соловьев, 2003) в программе STATISTICA version 8.

Видовое разнообразие водных сообществ оценивалось с использованием индекса видового разнообразия (энтропийного индекса) Шеннона-Винера (I_{BO} , бит/экз.) (Shannon, 1948).

Для определения типа питания отдельных видов макрозообентоса использованы литературные данные (Fauchald, Jumars, 1997; Macdonald et al., 2010).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сахалинский залив – залив Охотского моря, расположенный между северной частью острова Сахалин и Евразийским материком. Крайней северо-восточной точкой является м. Елизаветы, а северо-западной – м. Александра; ширина входа в залив между указанными мысами составляет 102 мили (около 189 км). С юга Сахалинский залив ограничен Амурским лиманом по линии м. Тамлаво – о. Байдукова (Лоция..., 1976).

В северной части залива берега высокие и скалистые, а южной – преимущественно низкие и песчаные. К восточному (сахалинскому) берегу Сахалинского залива примыкают заливы Северный, Помрь и Байкал. Западный берег изрезан несколькими заливами; наиболее крупные из них – заливы Екатерины, Рейнеке и Счастья. У восточного берега на входе в зал. Байкал расположен порт Москальво (Лоция..., 1976).

Сахалинский залив мелководный, глубины составляют менее 73 м. Изоба-

та 50 м проходит примерно по параллели $54^{\circ}20'$ с.ш. В южной части залива мористее изобаты 20 м отмечаются мели с глубинами 18–20 м. Грунт дна представлен песком, местами отмечаются ил, камень и галька (Лоция..., 1976).

Параметры среды. Грунт дна на обследованной части Сахалинского залива представлен преимущественно чистыми мелкими песками, только на прибрежных станциях №№ 8 (урез воды) и 12 (глубина 5 м) преобладают среднезернистые пески. На станции № 39 обнаружена линза, состоящая из галечниково-гравийной смеси с примесью ракушечника.

Амур является крупнейшей рекой Дальнего Востока, величина его годового стока составляет в среднем около 400 км^3 (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966). В естественном его эстуарии – Амурском лимане, происходит смешение речного стока с морской водой и формирование модифицированной воды, более тёплой и распреснённой по сравнению с окружающими водами. Вода Амура начинает поступать в эстуарий во второй половине мая после взлома ледяного покрова в его устье, этот процесс приходится на тёплый период года и имеет два максимума. Первый связан с весенним половодьем (май), второй с выпадением обильных осадков при прохождении тайфунов над Дальневосточным регионом (август). Основная часть этого объёма пресной воды попадает в Амурский лиман и затем в Сахалинский залив Охотского моря (более 80%), чему способствуют характерные для летнего сезона ветра южного румба (летний муссон). В северную часть Татарского пролива существенная часть стока (около 15%) попадает только осенью, в конце октября – ноябре, когда происходит перестройка поля ветра к ветрам северного и северо-западного

румбов (зимний муссон). До этого могут наблюдаться эпизодические залповые выбросы при выходе циклонов на акваторию Охотского моря, когда над северной частью о. Сахалин наблюдается северный ветер.

Значительное влияние, которое оказывает модифицированная вода стока Амура на океанологические условия западного шельфа о. Сахалин и северной части Татарского пролива обуславливает интерес к характеру распределения амурского стока в акваториях, прилегающих к эстуарию – в частности, в Сахалинском заливе Охотского моря. Этому вопросу посвящён ряд исследований, выполненных как достаточно давно (Козловский, 1978; Ростов, Жабин, 1991; Цапко, 1974; Якунин, 1978), так и в последние годы (Андреев, 2019; Жабин, Дубина, 2008; Жабин и др., 2007, 2010).

В настоящее время сформировалось устойчивое мнение о том, что в тёплый период года (июнь – сентябрь) модифицированная вода поступает в южную часть Сахалинского залива, где формируется стоковая линза – сравнительно тонкий слой распреснённой воды. Эта линза хорошо определяется по данным спутниковых наблюдений за уровнем океана (Sea Surface Height) и солёности воды (Sea Surface Salinity), что позволило изучить её изменчивость за продолжительный период времени с 2002 по 2017 гг. (Андреев, 2019). По сути, данная стоковая линза идентифицирует внешнюю часть эстуария р. Амур.

На рисунке 2 представлены пространственные распределения солёности (идентификация модифицированной воды стока р. Амур основывается, прежде всего, на значениях этого параметра) на поверхности моря и у дна. Основная часть поверхностного слоя воды в изучаемой акватории была представлена распреснённой водой с солёно-

стью менее 26 psu, исключение составляли только самые северные станции №№ 38–40, где значения солёности составляли 27,5–28 psu. В южной её части, занимающей около половины всей охваченной съёмкой площади, солёность была ниже 15 psu, что можно характеризовать как чрезвычайно низкие показатели для морских акваторий. Модифицированная вода имела более высокую температуру (17–19°C при 12–15°C на северном участке), более высокие значения мутности (7–10 FTU при 0–2 FTU у окружающих вод) и низкую концентрацию растворённого кислорода (5–6 мл/л против 7–8 мл/л в северной части) и водородного показателя рН (7,9–8,1 против 8,3–8,5 в северной части).

На горизонте 5 м значения солёности возрастают по сравнению с поверхностью моря. Изогалина 26 psu, по которой выше определялась граница распространения модифицированной распреснённой воды, смещается на юг, но не очень существенно, примерно на 0,05° по широте. Область, заполненная водой с солёностью менее 15 psu, сократилась значительно. На западной границе изучаемой акватории такие значения отмечены только на одной станции № 37, более обширная линза распреснённой воды примыкала к берегу о. Сахалин в районе зал. Байкал. В северной части района влияние модифицированной воды не ощущается, значения солёности здесь составляли 31–32,5 psu.

Вблизи дна распределение солёности существенно зависит от характера донного рельефа. Наиболее низкие значения отмечены на мелководном участке вблизи берега острова к западу от зал. Байкал, на котором изобата 10 м проходит на наибольшем удалении от берега. Изогалина 20 psu практически повторяет её контур, на сравнительно

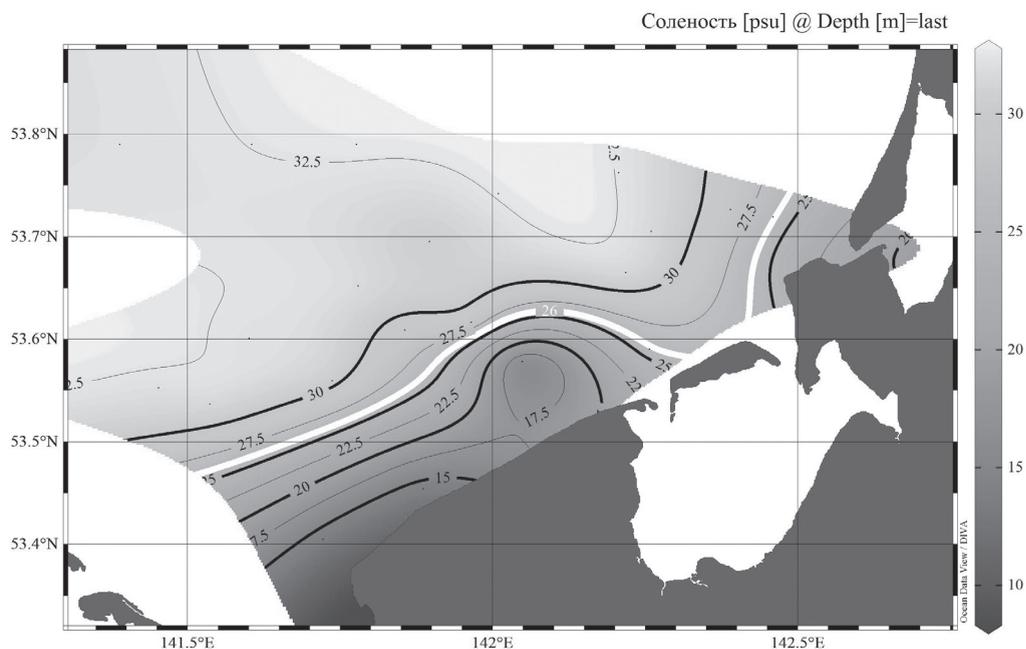


Рис. 2. Распределение солёности воды (S , psu) у дна во второй половине августа 2011 г. Белым цветом выделена изогалина 26 psu.

небольшом удалении от неё (в среднем около 2 км) у дна проходит изогалина 26 psu. На рисунке 2 белым цветом отмечено залегание изогалины 26 psu, которая теоретически является границей (β -хорогалинная граница: Хлебович, 1974, 1989) между солоноватыми эстуарными и солёными морскими водами, которые наблюдаются в придонном слое на основной части охваченной съёмкой акватории (31–32,5 psu).

Выполненный анализ показал, что влияние стоковой линзы, которую образует модифицированная вода стока р. Амур в южной части Сахалинского залива, проявляется в верхнем слое толщиной около 12 м. Более глубоководная часть залива заполнена холодной и солёной морской водой с температурой ниже 6°C.

Распределение макробентоса. Всего в составе макрозообентоса обнаружен 131 вид гидробионтов. Наиболее разнообразными по видовому составу таксонами макрозообентоса явля-

лись ракообразные (45 видов), полихеты (33 вида) и моллюски в целом (33 вида) (табл. 2). Среди ракообразных основу видового списка формировали амфиподы (28 видов), а среди моллюсков – двустворчатые (22 вида). Фораминиферы, моллюски и ракообразные создавали основу средней плотности (50,1, 33,0 и 11,5%, соответственно). Основу средней удельной биомассы также формировали моллюски (41,5%: двустворчатые моллюски – 40,6%), ракообразные в целом (28,9%) и морские ежи (19,5%). В среднем плотность организмов макрозообентоса составляла 2087 ± 447 экз./м², биомасса – $54,5 \pm 9,4$ г/м².

Наиболее значимыми видами в составе макробентоса были плоские морские ежи *Echinarachnius parma* (Lamarck, 1816), изоподы *Saduria entomon* (Linnaeus, 1758), двустворчатые моллюски *Serripes groenlandicus* (Mohr, 1786), *Potamocorbula amurensis* (Schrenck, 1862) и фораминиферы *Criboelphidium goesi* (Shchedrina, 1946). Вклад перечисленных

Таблица 2. Количественные характеристики макрозообентоса

Группа	S	N, экз./м ²	N, %	B, г/м ²	B, %
Tunicata	1	1	0,0	0,002	0,004
Polychaeta	33	106	5,1	1,798	3,3
Ostracoda	1	2	0,1	0,002	0,003
Ophiuroidea	1	2	0,1	0,472	0,9
Oligochaeta	1	0,1	0,004	0,000	0,00001
Nemertini	1	0,4	0,02	0,005	0,01
Mysidacea	4	39	1,9	0,215	0,4
Isopoda	3	4	0,2	5,584	10,2
Hydrozoa	3	–	–	0,321	0,6
Hirudinea	1	0,4	0,02	0,001	0,002
Gastropoda	11	3	0,1	0,636	1,2
Foraminifera	1	1045	50,1	1,390	2,5
Echiurida	1	1	0,0	0,119	0,2
Echinoidea	1	2	0,1	10,613	19,5
Decapoda	1	1	0,0	0,017	0,03
Cumacea	6	37	1,8	0,027	0,05
Copepoda	1	0,1	0,004	0,000	0,0002
Cirripedia	1	12	0,6	9,491	17,4
Bryozoa	7	–	–	0,007	0,01
Bivalvia	22	686	32,8	22,139	40,6
Amphipoda	28	145	7,0	0,446	0,8
Actiniaria	2	1	0,05	1,239	2,3
Всего	131	2087	100	54,522	100

видов в среднюю удельную биомассу составлял 52,5%.

В распределении числа обнаруженных видов на станцию наблюдается увеличение показателя с ростом глубины (рис. 3), максимум числа видов отмечен на самых глубоководных станциях №№ 39 и 40 – 37 и 34 вида, соответственно.

Плотность бентоса максимальна на траверзе Западного прохода зал. Байкал (рис. 3: до 18852 экз./м²) и обусловлена высокой концентрацией фораминифер *Cr. goesi*. На песчаном мелководье до глубины 5 м повышенную плотность формируют ювенилы двустворчатого моллюска *P. amurensis* (сезонное явление).

Зона сверхнизких значений показателя (менее 200 экз./м²) охватывает акваторию в западной части полигона: станции №№ 24, 29, 30, 31, 35, 38.

Биомасса макрозообентоса возрастает от минимальных глубин к максимальным (рис. 3). Максимум показателя (341 г/м²) отмечен на станции № 39, где на галечно-ракушечных грунтах наблюдается несвойственная для данной акватории фауна обрастаний с доминантой морских желудей *Balanus crenatus* Bruguière, 1789. На станции № 34 высокая биомасса (194 г/м²) связана с представленностью плоских морских ежей *Es. parma* и двустворчатых моллюсков

S. groenlandicus. На станции № 9 основу высокой биомассы (239 г/м^2) составляет двустворчатый моллюск *Siliqua alta* (Broderip & G. B. Sowerby I, 1829).

Значительная вариабельность макрозообентоса и условий его существования предполагает существование нескольких видовых группировок. Анализ сходства видового состава макрозообентоса отдельных станций по индексу Сёренсена показал на уровне сходства более 15% наличие двух выделов (рис. 4). Первый выдел (станции №№ 34, 38, 40, 36, 37, 33, 26, 28, 32, 35, 27, 30, 31, 29, 22, 23, 39) относится к холодному промежуточному слою с солёностью воды от 22,5 до 32,7 psu и характеризуется верхней границей распространения 10 м. В соответствии с показателями солёности это «морской видовой надкомплекс». Второй выдел (станции №№ 11, 24, 19, 9, 18, 17, 21, 13, 20, 15, 10, 14, 1, 8, 2, 4, 12, 6, 7, 5) расположен в верхнем распреснённом прогреваемом слое с солёностью воды от 12,0 до 27,0 psu и характеризуется нижней границей 10 м, верхняя граница проходит по урезу воды. По характеристикам солёности воды это «эстуарно-лагунный видовой надкомплекс».

На уровне сходства около 30% «морской видовой надкомплекс» разделяется на два выдела.

К первому выделу относятся станции №№ 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40 (рис. 5). На этих станциях глубина изменялась от 10 до 31 м, грунт дна – от алевритового до мелкопесчанистого. Солёность придонного слоя воды на момент исследований изменялась от 22,5 до 32,7 psu при среднем значении 30,5 psu. Температура воды у дна составляла $1,0\text{--}13,9^\circ\text{C}$ (в среднем – $5,8^\circ\text{C}$). Соответственно, данный видовой комплекс идентифицируется как «мор-

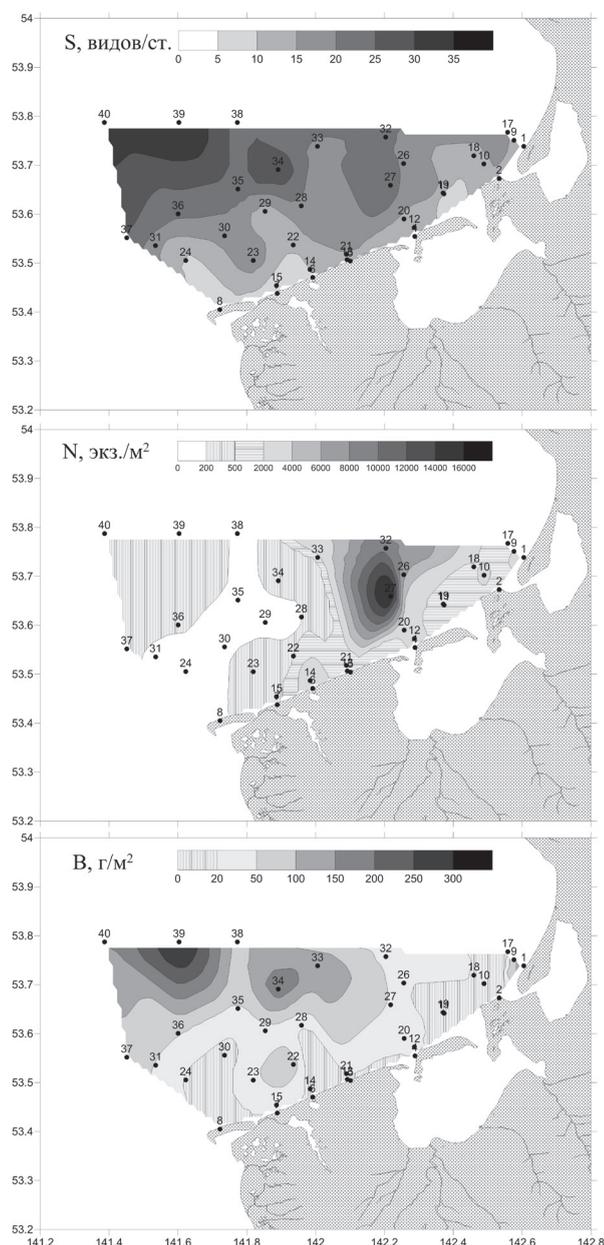


Рис. 3. Распределение видового богатства (S), общей плотности (N) и биомассы (B) макрозообентоса.

ской комплекс алеврито-мелкопесчанистых грунтов».

В составе комплекса отмечено 78 видов донных гидробионтов. Основу видового состава составляют полихеты (25 видов), ракообразные в целом (23 вида, бокоплавы – 16 видов), моллюски в целом (21 вид, двустворчатые моллюски – 13 видов, брюхоногие мол-

люски – 8 видов). Прочие таксономические группы представлены одним – двумя видами. С частотой встречаемости более 50% в составе макрозообентоса отмечаются фораминиферы *Cr. goesi*, полихеты *Chaetozone setosa* Malmgren, 1867, *Eteone gr. flava*, *Glycera capitata* Örsted, 1842, *Glycinde armigera* Moore, 1911, Lumbrineridae indet., *Nephtys caeca* (Fabricius, 1780), *N. ciliata* (Müller, 1788), *N. longosetosa* Örsted, 1842, *Nephtys* indet., *Prionospio steenstrupi* Malmgren, 1867, *Scoloplos armiger* (Müller, 1776), двустворчатые моллюски *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791), *S. groenlandicus*, амфиподы *Ampelisca macrocephala* Liljeborg, 1852, изоподы *S. entomon*, офиуры *Stegophiura nodosa* (Lütken, 1855), морские ежи *Es. parma*.

Ко второму выделу относится станция № 39. На этой станции глубина составляла 30 м. Грунт дна – галька с ракушей. Солёность придонного слоя воды – 32,5 psu, температура – 2,5°C. Отличия в абиотических условиях от предыдущего видовой комплекс проявляется только в составе донного грунта, соответственно, данный видовой комплекс идентифицируется как «морской комплекс галечно-ракушечниковых грунтов».

Макрозообентос на данной станции включает 37 видов донных гидробионтов. В видовом составе основу формируют полихеты (15 видов), мшанки (7 видов), ракообразные в целом (6 видов, бокоплав – 5 видов), моллюски в целом (5 видов, двустворчатые моллюски – 4 вида) и кишечнополостные (4 вида). Основу донной фауны формируют сидячие, прикрепленные виды. С частотой встречаемости более 50% в составе макрозообентоса отмечаются гидроиды *Obelia longissima* (Pallas, 1766), полихеты *Ch. setosa*, *Gl. capitata*, *G. armigera*, Lumbrineridae indet.,

Sc. armiger, двустворчатые моллюски *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767), усонogie раки *B. crenatus*, мшанки *Dendrobeatia pseudolevinseni* Kluge, 1952 и *Smittina mucronata* (Smitt, 1868).

«Эстуарно-лагунный видовой надкомплекс» также на уровне около 30% разделяется на два выдела (рис. 4, 5).

Первый выдел включает станции №№ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 (рис. 5). Станции расположены от уреза воды до глубины 5 м на песках (от мелко- до среднезернистых) при солёности воды от 12,0 до 24,4 psu (в среднем – 17,9 psu). Температура воды у дна была равна 11,9–20,6°C (в среднем – 17,3°C). Данный видовой комплекс обозначаем как «эстуарно-лагунный комплекс I».

Видовой список данного комплекса включает 38 видов донных гидробионтов. Основу видовой списка формируют ракообразные в целом (18 видов, бокоплав – 9 видов), полихеты (10 видов), моллюски в целом (7 видов, двустворчатые моллюски – 4 вида, брюхоногие моллюски – 3 вида). С частотой встречаемости более 50% в составе макрозообентоса отмечаются полихеты *Pr. steenstrupi*, двустворчатые моллюски *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758), *P. amurensis*, амфиподы *Eohaustorius washingtonianus* (Thorsteinson, 1941), *Haustorioides magnus* Bousfield & Tzvetkova, 1982 и мизиды *Archaeomysis grebnitzkii* Czerniavsky, 1882.

Второй выдел объединяет станции №№ 9, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24 (рис. 5). Станции локализованы на глубинах от 5 до 10 м на мелком песке. Солёность придонного слоя воды изменялась от 12,4 до 27,0 psu при среднем значении 21,1 psu. Температура воды у дна была равна 9,0–18,0°C (в среднем – 13,2°C). Данному видовому комплексу присваивается название «эстуарно-лагунный комплекс II».

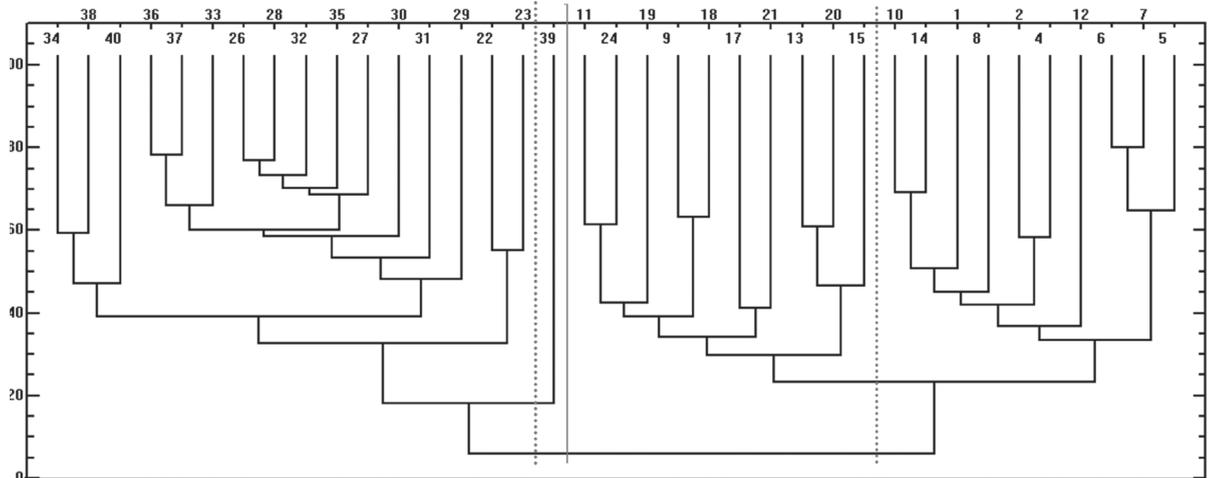


Рис. 4. Дендрограмма сходства станций макрозообентоса по индексу Сёрсенена (I_{xy} , %).

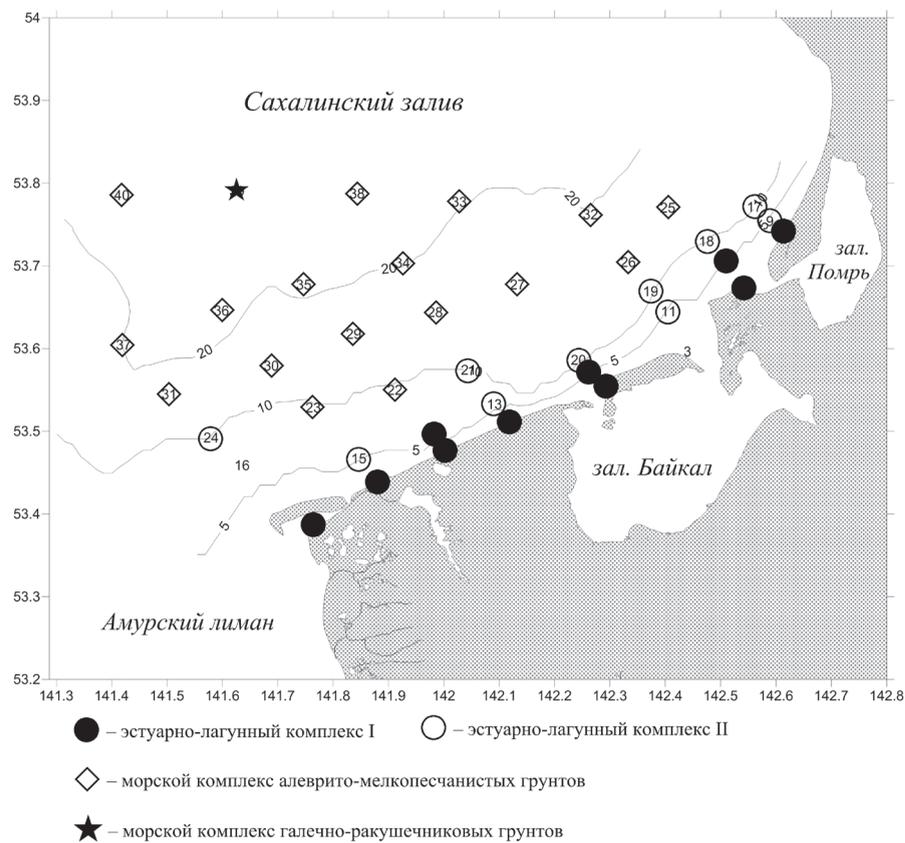


Рис. 5. Распределение видовых комплексов.

В составе комплекса отмечено 44 вида донных гидробионтов. По количеству представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (17 видов, бокоплав – 11 видов), моллюски в целом (11 видов, двустворчатые моллюски – 8 видов, брюхоногие моллю-

ски – 3 вида), полихеты (9 видов). Прочие таксономические группы представлены одним видом. С частотой встречаемости более 50% в составе макрозообентоса отмечаются фораминиферы *Cr. goesi*, полихеты *Arenicola* indet., *Pr. steenstrupi*, двустворчатые моллюски

P. amurensis, кумовые раки *Lamprops sarsi* Derzhavin, 1926, изоподы *S. entomon*.

Влияние факторов среды на распределение наиболее часто встречаемых видов макрозообентоса (перечислены выше для четырёх видовых комплексов) анализировалось по ординационным плотам (рис. 6, 7). Анализ по двум наиболее значимым ортогональным функциям, обуславливающим 40,4% от общей дисперсии, показал, что распределение большинства видов макрозообентоса лежит в области влияния гидрологических факторов: солёность, температура,

глубина (рис. 6). Выделяется 4 объединения видов.

Гидроиды *Ob. longissima*, полихеты *Arenicola* indet., *Pr. steenstrupi*, двустворчатые моллюски *M. balthica*, *P. amurensis*, кумовые раки *L. sarsi*, амфиподы *Eo. washingtonianus*, *H. magnus* и мизиды *Ar. grebnitzkii* объединяются в единый комплекс, который ассоциируется с объединённым видовым комплексом «эстуарно-лагунный комплекс». Виды данного комплекса положительно коррелируют с температурой воды и отрицательно – с солёностью воды и глубиной.

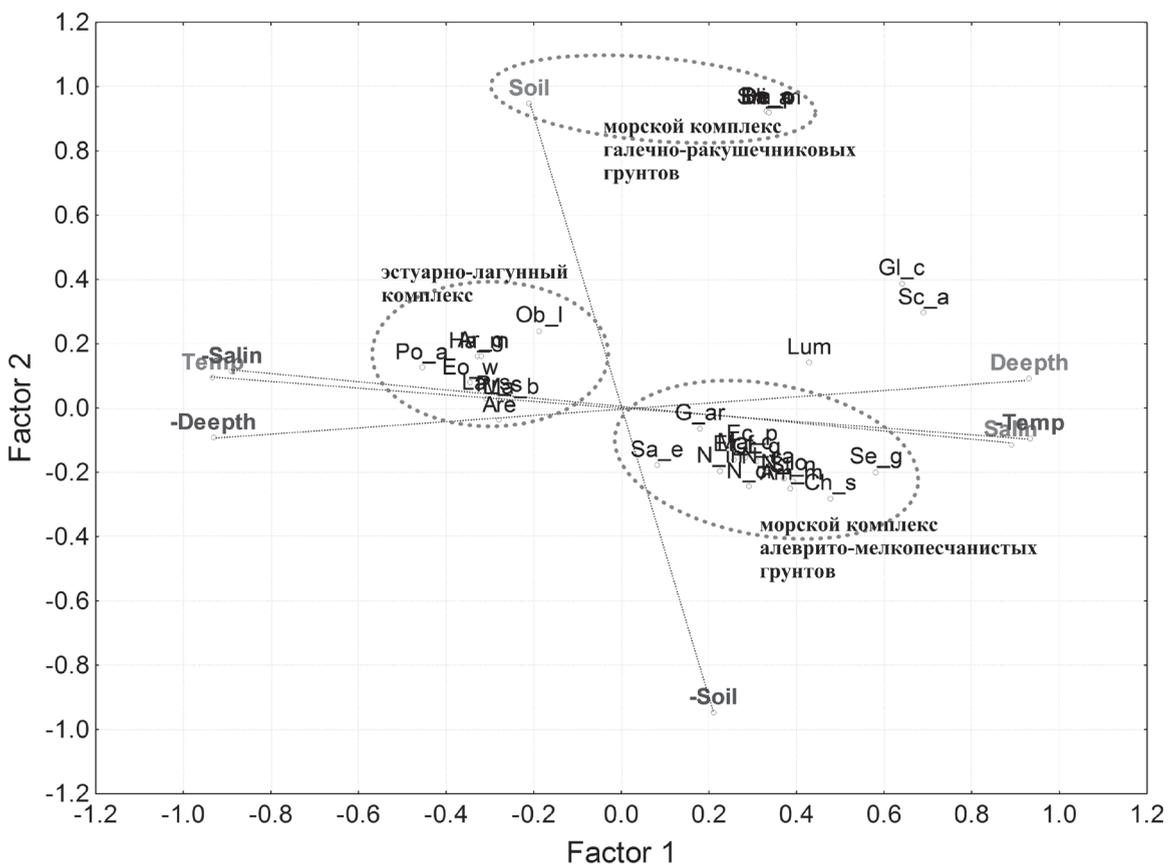


Рис. 6. Ординационный плот сходства массовых видов макробентоса и известных факторов среды методом главных компонент по двум факторам; сокращения: Cr_g – *Cr. goesi*, Ob_l – *O. longissima*, Are – *Arenicola* indet., Ch_s – *Ch. setosa*, Et_f – *E. flava*, Gl_c – *Gl. capitata*, G_ar – *G. armigera*, Lum – Lumbrineridae, N_ca – *N. caeca*, N_ci – *N. ciliata*, N_lo – *N. longosetosa*, N_in – *Nephtys* indet., Pr_s – *Pr. steenstrupi*, Sc_a – *Sc. armiger*, Hi_a – *H. arctica*, Ma_c – *M. calcarea*, Ma_b – *M. balthica*, Po_a – *P. amurensis*, Se_g – *S. groenlandicus*, Ba_c – *B. crenatus*, La_s – *L. sarsi*, Am_m – *Am. macrocephala*, Eo_w – *Eo. washingtonianus*, Ha_m – *H. magnus*, Sa_e – *S. entomon*, Ar_g – *Ar. grebnitzkii*, De_p – *D. pseudolevinseni*, Sm_m – *Sm. mucronata*, St_n – *St. nodosa*, Ec_p – *Ec. parma*, Deerp – глубина, Soil – тип грунта, Salin – солёность воды, Temp – температура воды.

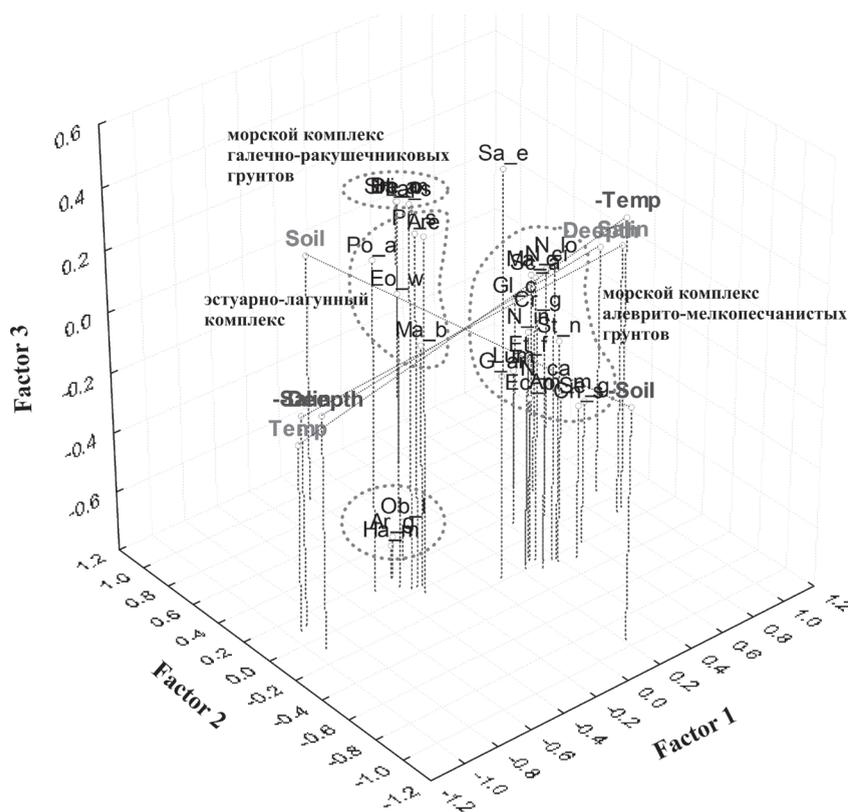


Рис. 7. 3D ординационный плот сходства массовых видов макробентоса и известных факторов среды методом главных компонент по трем факторам; сокращения как на рис. 6.

Второй выдел включает фораминифер *Cr. goesi*, полихет *Ch. setosa*, *Et. flava*, *G. armigera*, *N. caeca*, *N. ciliata*, *N. longosetosa*, *Nephtys* indet., двустворчатых моллюсков *M. calcarea*, *S. groenlandicus*, амфипод *Am. macrocephala*, изопод *S. entomon*, офиур *St. nodosa*, морского ежа *Ec. parma*. По составу данный выдел соответствует «морскому видовому комплексу алеврито-мелкопесчаных грунтов». Распределение этих видов положительно коррелирует с солёностью воды и глубиной и отрицательно – с температурой воды.

Двустворчатые моллюски *H. arctica*, усонogie раки *B. crenatus*, мшанки *D. pseudolevinseni* и *Sm. mucronata* формируют выдел, лежащий вне сферы воздействия гидрологических факторов, и лимитируются составом донных отложений. Он соответствует «морскому

видовому комплексу галечно-ракушечниковых грунтов».

Еще один выдел, расположенный между гидрологическими факторами и составом донных отложений, включает полихет *Gl. capitata* и *Sc. armiger*, что подчеркивает роль этих видов в обоих «морских видовых комплексах». Также в сфере взаимного воздействия всех абиотических факторов находятся полихеты *Lumbrineridae* indet., значимые в обоих «морских видовых комплексах».

При включении в анализ третьей ортогональной функции (рис. 7), при совместном вкладе трёх функций в общую дисперсию равно 48,3%, сохраняется разделение большей части видов на два значимых комплекса – объединённый «эстуарно-лагунный комплекс» и «морской видовой комплекс алеврито-мелкопесчаных грунтов». Однако, при учё-

те третьей ортогональной функции, возрастает роль состава донных отложений. Так же, как и при анализе по двум ортогональным функциям, выделяется «морской видовой комплекс галечно-ракушечниковых грунтов», включающий двустворчатых моллюсков *H. arctica*, усоногих раков *B. crenatus*, мшанок *D. pseudolevinseni* и *Sm. mucronata*.

От объединённого «эстуарно-лагунного видового комплекса» отделились гидроиды *Ob. longissima*, амфиподы *H. magnus* и мизиды *Ar. grebnitzkii*. Эти виды наиболее значимы в прибойной сублитеральной кайме.

Отдельно расположена изопода *S. entomon*, равноудаленная от всех выделов, что подчёркивает роль этого эвригалинного вида как в «эстуарно-лагунном», так и в «морском» комплексах.

Таким образом, выделенные по дендрограмме сходства видовые комплексы (рис. 4), подтверждаются при ординационном анализе. Их существование лимитируется совместным воздействием гидрологических факторов и типом грунта. Формирование двух «лагунно-эстуарных видовых комплексов» индицирует влияние вод р. Амур и расположение внешнего «мезогалинного» эстуария р. Амур.

Основные сообщества макрозообентоса. На дендрограмме сходства станций по структуре макрозообентоса на уровне более 40% выделено семь кластеров и три отдельных станции, соответствующих донным сообществам обследованной части залива (рис. 8). Распределение выделенных сообществ по обследованной акватории залива показано на рисунке 9. Характеристики выделенных сообществ приведены в таблице 3. Два из выделенных кластеров – ст. 1, 14, 10, 12 и 2, 7, 13 – характеризовались доминантой двустворчатого моллюска *P. amurensis*, что позволяет объе-

динить их на уровне сходства около 35% в единое сообщество.

Всего выделено 9 сообществ, из которых наиболее распространёнными на обследованной акватории являются сообщества *Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Potamocorbula amurensis*, *Saduria entomon* и *Serripes groenlandicus*. Прочие сообщества являются локальными и отмечены на небольшом количестве станций.

Исходя из значений солёности придонного слоя воды, все описанные сообщества разделяются на три группы. Первая группа представлена донными сообществами «эстуарно-лагунного» типа, в которых доминируют эвригалинные виды и виды, обитающие в водах с пониженной солёностью (менее 26 psu): *Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Potamocorbula amurensis*, *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*, *Siliqua alta*. Эти сообщества индицируют зону влияния «амурских» вод. Вторая группа сообществ локализована на станциях с морской солёностью воды более 26 psu: *Nephtys caeca*, *Serripes groenlandicus* и *Balanus crenatus*. Третью группу представляют донные сообщества «переходного» типа, наблюдавшиеся как на станциях с низкой солёностью воды, так и на станциях с типично морской солёностью: *Saduria entomon* и *Echinarachnius parma*. Ограничения по солёности проявляются также в количестве видов, входящих в состав донного сообщества. Донные сообщества «эстуарно-лагунного типа» на обследованной акватории объединяют не более 30 видов гидробионтов, а основные сообщества «переходного» и «морского» типов – более 50 видов.

Общим признаком для донных сообществ в области влияния амурских

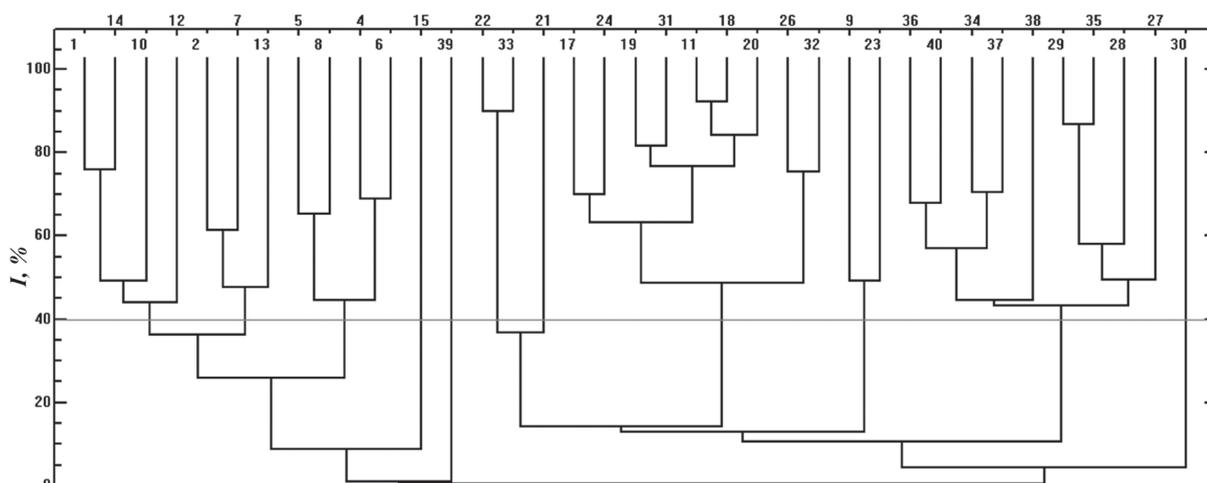


Рис. 8. Дендрограмма ценотического сходства бентических станций.

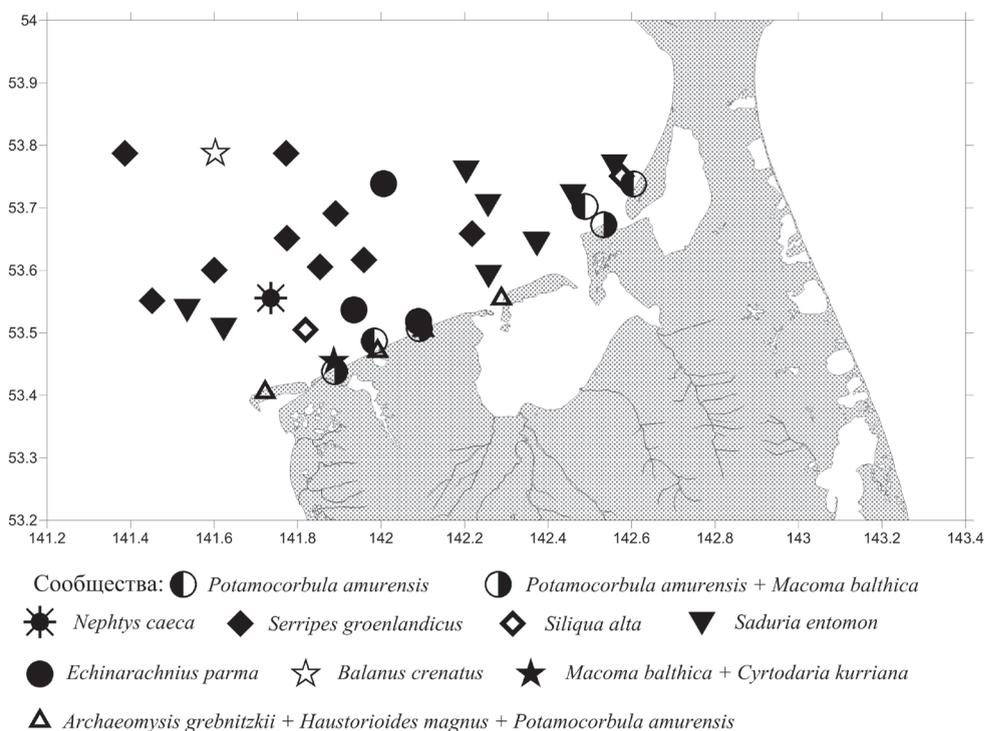


Рис. 9. Распределение сообществ макрозообентоса.

вод являются высокая средняя интегральная плотность гидробионтов (более 1200 экз./м²) и относительно низкая суммарная биомасса (менее 10 г/м²). Видимо, это обусловлено чрезвычайной изменчивостью гидрологических характеристик: высокая температура и низкая

солёность в летний период, когда гидрологические характеристики обусловлены стоком амурских вод, и низкая температура при морской солёности в зимний период. Все это делает невозможным существование крупноразмерных многолетних видов, создающих значи-

Таблица 3. Показатели обилия макрозообентоса донных сообществ

Показатель	Сообщество*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№№ станций	5, 8, 4, 6	1, 14, 10, 12, 2, 7, 13	15	9, 23	17, 24, 19, 31, 11, 18, 20, 26, 32	30	22, 33, 21	36, 40, 34, 37, 38, 29, 35, 28, 27	39
Глубина, м	0-0,5	0-5	5	5-10	5-19,3	14	10-19,5	13,5-31	30
Грунт	мелкий и средний песок	мелкий и средний песок	мелкий песок	мелкий песок	мелкий песок	алеврит	мелкий песок	мелкий песок	галыка + ракуша
Солёность, psu	13,8-20,1	12,0-24,4	13,9	24,6-25,0	15,6-32,4	30,6	13,5-32,6	28,7-32,7	32,5
S, видов	19	30	6	25	56	17	34	66	37
N, экз./м ²	1274±173	2501±312	374±39	2234±300	2296±416	132±17	421±43	2276±691	535±58
B, г/м ²	6,2±0,9	7,8±0,9	34,6±4,3	144,7±25,9	20,9±2,9	7,3±1,1	82,9±10,2	76,1±10,1	340,9±37,7
B _{Foraminifera} , %	0	0,03	0	0,01	11,8	1,0	0,2	3,8	0
B _{Hydrozoa} , %	19,9	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0,2
B _{Anthozoa} , %	0	0	0	0	0,03	0	0	6,1	0,7
B _{Polychaeta} , %	0,3	7,7	2,5	0,9	11,2	93,5	1,2	2,8	0,9
B _{Gastropoda} , %	0	10,9	0	1,4	0,5	0	0	1,7	0,4
B _{Bivalvia} , %	17,3	69,3	97,2	80,5	7,8	0	4,9	57,1	1,2
B _{Cirripedia} , %	0	0	0	0	0	0	0	0	96,4
B _{Amphipoda} , %	20,9	7,9	0,3	0,04	0,5	5,4	0,2	1,0	0,1
B _{Isopoda} , %	0	0,1	0	15,1	67,2	0	2,3	3,0	0
B _{Mysida} , %	41,6	1,5	0	0	0,01	0,2	0	0,001	0
B _{Echinoidea} , %	0	0	0	2,0	0	0	88,7	21,6	0
B _{доминант} , %	78,0	54,0	97,0	71,1	67,2	82,0	88,7	44,6	96,4
I (N), бит/вид	1,26	1,34	1,26	0,97	0,90	2,25	2,54	0,45	1,36
I (B), бит/вид	1,43	1,71	0,77	1,07	1,38	0,83	0,60	1,90	0,24
KO, % ₀₀₀	7344	7221	9974	5733	5308	4120	7083	3270	9828

Примечание: * Наименования сообществ: 1 – *Archaeomyia grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, 2 – *Potamocorbula amurensis*, 3 – *Masoma balthica* + *Cyrtodaria kurgiana*, 4 – *Siliqua alta*, 5 – *Saduria entomon*, 6 – *Nephtys caeca*, 7 – *Echinarachnius parva*, 8 – *Serripes groenlandicus*, 9 – *Balanus crenatus*

тельную биомассу, а структуру донных сообществ формируют мелкие короткоцикловые виды. В холодном промежуточном слое, напротив, при постоянстве условий среды обитают крупноразмерные формы, что обусловило высокие биомассы бентоса в основных сообществах (*Saduria entomon*, *Serripes groenlandicus*) – почти на порядок большие, чем в основных сообществах поверхностного слоя. Плотность бентоса в этих сообществах также высока – порядка нескольких тысяч экз./м².

Сообщества в зоне влияния амурских вод часто полидоминантные, с двумя-тремя превалирующими видами (*Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*). Сообщества холодного промежуточного слоя отличаются монодоминантностью.

Расположение критических для макробентоса участков обследованной акватории залива оценивается по соотношению значений индекса Шеннона-Винера (*I*). При типичной структуре донных сообществ с высокой концентрацией биомассы в нескольких ключевых видах значения *I* по плотности всегда выше, чем по биомассе. В критических областях, где абиотические условия нестабильны и, соответственно, неустойчива структура донных сообществ, соотношение значений *I* меняется на противоположное. Как видно из таблицы 3, для всех основных донных сообществ обследованного района Сахалинского залива значения *I* по плотности ниже, чем по биомассе, что предполагает неустойчивость структуры донных сообществ, вызванную нестабильностью лимитирующих абиотических факторов. Вероятно, таким фактором является нестабильное влияние речного стока р. Амур (см. Введение).

В локальных сообществах отмечается типичное соотношение *I* с преобладанием *I* по плотности. Это обусловлено влиянием иных лимитирующих факторов. Например, на станции № 39 локализовано донное сообщество *Balanus crenatus*, существование которого обусловлено галечно-гравийного типа донных отложений.

Достаточно подробное описание сублиторальных сообществ Сахалинского залива и прилегающих акваторий было представлено в работе В.Н. Кобликова (1988), который выделил шесть сообществ: *Yoldia myalis*, *Macoma calcarea*, *Serripes groenlandicus*, *Yoldia seminuda*, *Echinarachnius parma* и *Ampelisca eschrichti*. Из них к описываемому району относится три. Сообщество *Y. myalis* наблюдается на траверзе заливов Байкал и Помрь в диапазоне глубин 29–97 м на гравийно-галечных и заиленных крупнозернистых песках. Сообщество *S. groenlandicus* оконтуривает с запада и севера сообщество *Y. myalis*. Оно отмечено в интервале глубин 18–70 м на заиленных мелких песках и крупных алевритах. Далее к северу и западу от предыдущего сообщества на песках и алевритах в диапазоне глубин 18–50 м отмечено сообщество *Y. seminuda*.

Как видно из предыдущего описания, наши исследования позволили существенно уточнить состав донных сообществ и их структуру в Сахалинском заливе. Новыми для исследователей основными сообществами являются все сообщества «эстуарно-лагунного типа» и сообщество *Saduria entomon*. Определенный интерес представляет локальное сообщество *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*, одним из доминирующих видов в котором является двустворчатый моллюск *Cyrtodaria kurriana* Dunker, 1861, ранее вообще не отмечен-

ный для данной акватории (Kamenev, Nekrasov, 2012).

Трофическая характеристика. Трофическую структуру макрозообентоса в целом по обследованной акватории формируют сестонофаги (74,0% от общей биомассы), при значимой роли собирающих детритофагов (15,3%) и собирающих-детритофагов-сестонофагов (9,6%), вклад грунтофагов составил всего 1,0% общей биомассы. На долю хищников и трупфагов пришлось менее 0,1% суммарной биомассы.

Распределение трофических групп по акватории неравномерное (рис. 10). Сестонофаги представлены несколькими видами двустворчатых моллюсков (*S. groenlandicus*, *S. alta* и др.), усконогими раками *B. crenatus*, морскими ежами *Es. parma*, кумовыми раками, некоторыми амфиподами, полихетами, гидроида-

ми и актиниями. Их биомасса возрастает по направлению роста глубин и с востока на запад. Собирающие детритофаги – сестонофаги формируют две зоны повышенной биомассы: у берега (формируется двустворчатыми моллюсками *P. amurensis*, *M. balthica* и *C. kurriana*) и в зоне максимальных глубин (виды рода *Yoldia*). Собирающие детритофаги (преимущественно вагильные ракообразные – изоподы *S. entomon*, бокоплавывы, мизиды) формируют две зоны повышенной биомассы: в западной и восточной частях обследованной акватории. Грунтофаги (офиуры, эхиуриды) сосредоточены на илах, с ростом биомассы в западном секторе.

Трофические группировки выделены по дендрограмме сходства (рис. 11). Их распределение по акватории показано на рисунке 12. По распределению

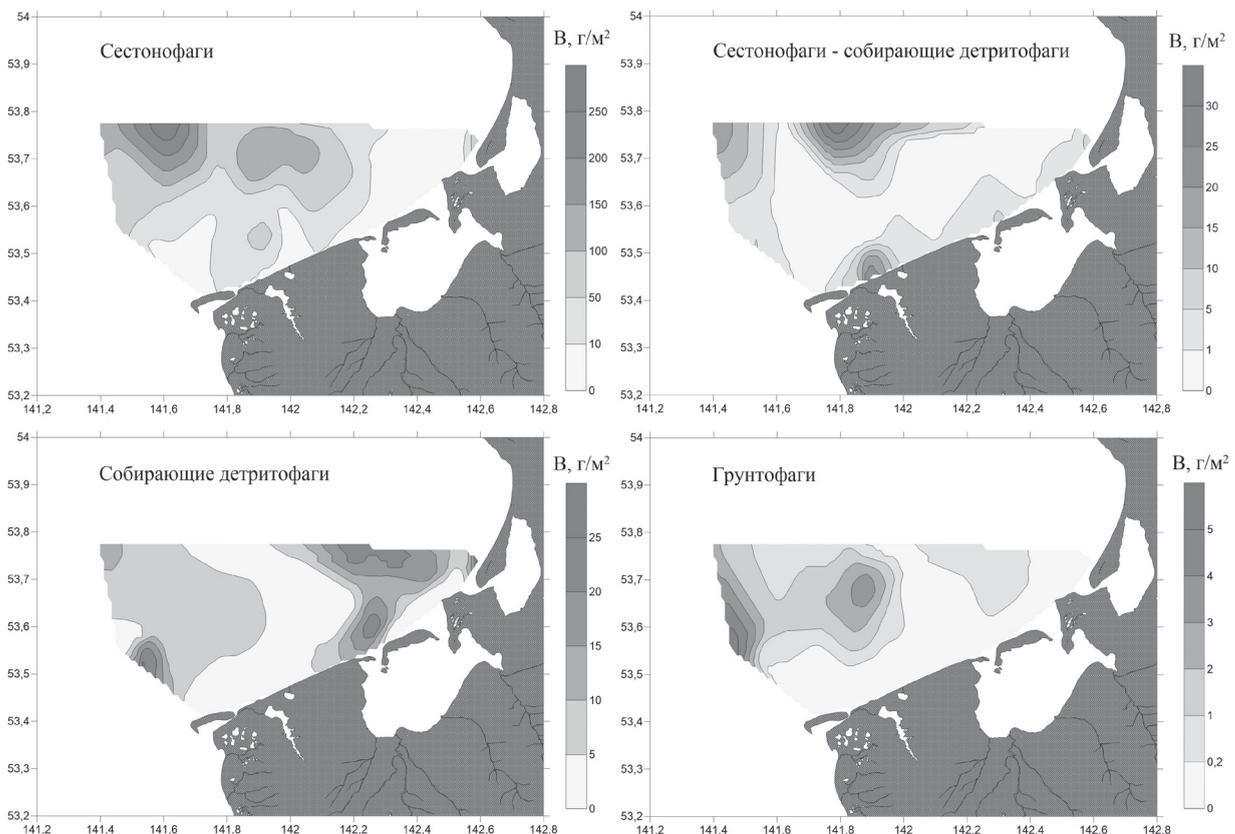


Рис. 10. Распределение биомассы (В, г/м²) основных трофических групп макрозообентоса.

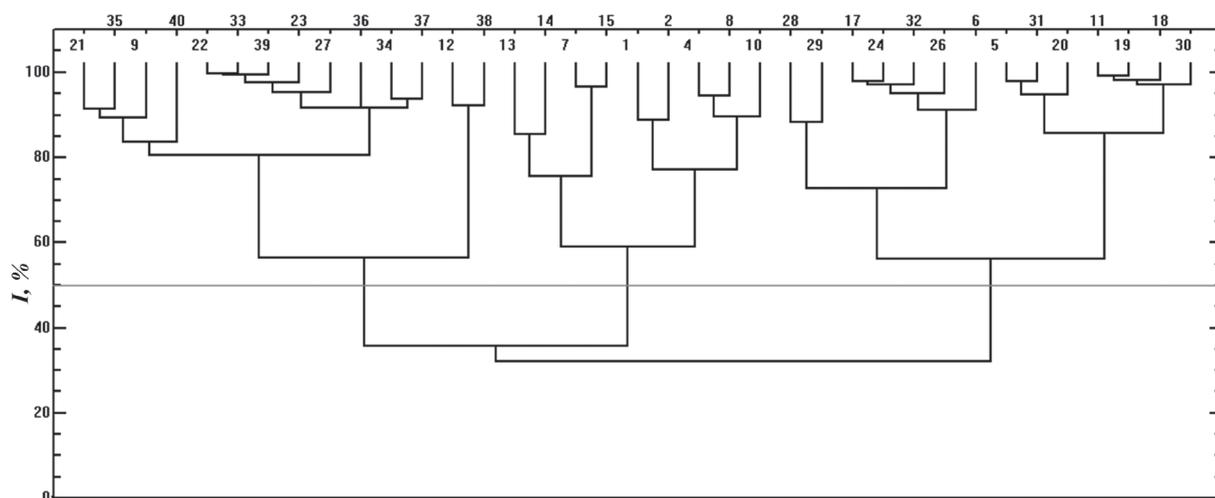


Рис. 11. Дендрограмма трофического сходства станций макрозообентоса.

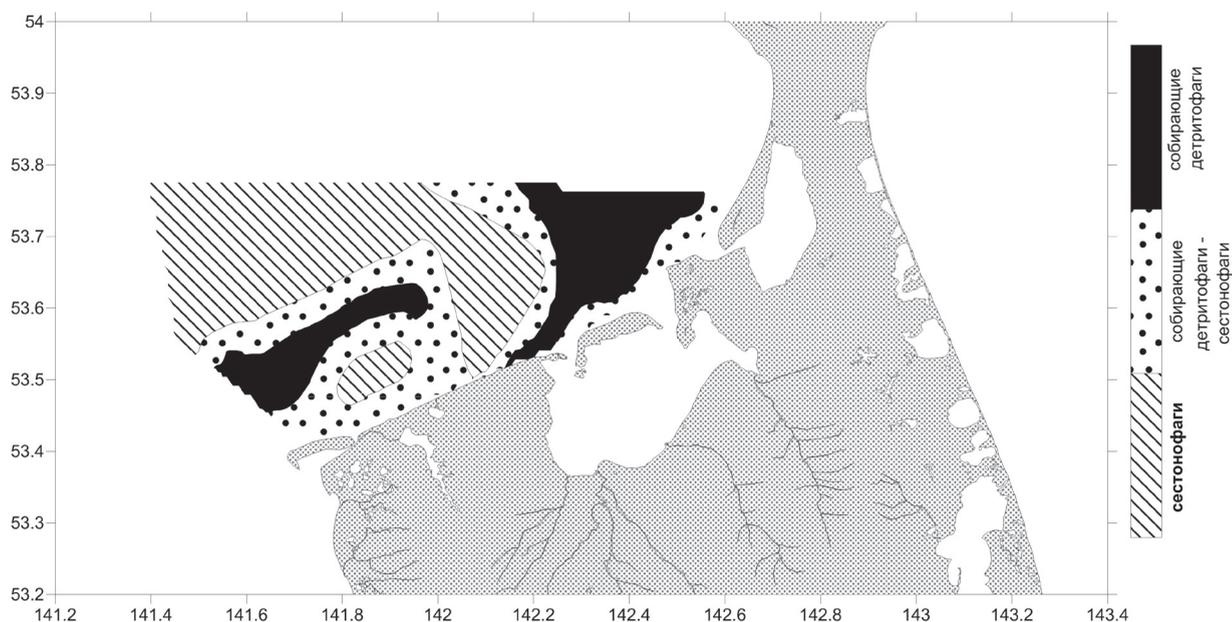


Рис. 12. Распределение трофических сообществ макрозообентоса.

трофических группировок (сестонофаги: кластер 21–38; собирающие детритофаги-сестонофаги: 13–10; собирающие детритофаги: 28–30) всю обследованную акваторию можно разделить на две области. В западной части акватории наблюдается поясное распределение группировок, причем группировка с преобладанием собирающих детритофагов занимает пограничную область скачка между зоной воздействия распреснен-

ных «амурских» вод и водами с морской солёностью. В восточной части акватории эта группировка превалирует почти на всей площади дна, её существование, видимо, обусловлено выносами детрита из проток лагунных заливов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу видового состава макрозообентоса Сахалинского залива у побережья северо-западного Сахалина форми-

руют ракообразные, полихеты и моллюски, наиболее значимый вклад в общую плотность вносят фораминиферы, моллюски и ракообразные, а в общую биомассу – двустворчатые моллюски, ракообразные и морские ежи. Осреднённая по акватории плотность поселения составила 2087 ± 447 экз./м². Средняя интегральная биомасса макрозообентоса равна $54,5 \pm 9,4$ г/м². Плотность макрозообентоса максимальна на траверзе Западного прохода зал. Байкал и обусловлена высокой концентрацией фораминифер. Отмечается рост биомассы макрозообентоса с увеличением глубины и на галечно-ракушечных грунтах, где отмечена фауна обрастаний.

По гидрологическим характеристикам, распределению состава и количественных характеристик макрозообентоса и донных сообществ чётко выделяются две зоны: зона локализации стоковой линзы р. Амур с солёностью воды менее 26 psu и зона распространения типично морских вод.

К зоне локализации стоковой линзы р. Амур приурочен «эстуарно-лагуновый видовой надкомплекс», объединяющий два видовых комплекса приуроченных к изобатам 0–5 м и 5–10 м, соответственно. Здесь же локализованы донные сообщества «эстуарно-лагунного» типа: *Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Potamocorbula amurensis*, *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*, *Siliqua alta*.

В зоне распространения морских полигалинных вод отмечен «морской видовой надкомплекс», включающий видовые комплексы «алеврито-мелкопесчаных грунтов» и «галечно-ракушечниковых грунтов». К данной зоне приурочены сообщества «морского» типа: *Nephtys caeca*, *Serripes groenlandicus* и *Balanus crenatus*.

Донные сообщества *Saduria entomon* и *Echinarachnius parma* являются переходными и встречаются в обеих гидрологических зонах.

Трофическую структуру макрозообентоса в целом по обследованной акватории формируют сестонофаги (74,0% от общей биомассы), при значимой роли собирающих детритофагов (15,3%) и собирающих детритофагов-сестонофагов (9,6%). На обследованной акватории выделено три трофических группировки: сестонофаги, собирающие детритофаги-сестонофаги и собирающие детритофаги). В западной части акватории наблюдается поясное распределение группировок, группировка с преобладанием собирающих детритофагов занимает пограничную область скачка между зоной воздействия распреснённых «амурских» вод и водами с морской солёностью. В восточной части акватории эта группировка превалирует почти на всей площади дна.

По результатам ординационного анализа методом главных компонент, солёность воды (т. е. влияние амурских вод) является основным фактором, воздействующим на распределение и показатели обилия макрозообентоса. Дополнительные факторы – тип грунта и глубина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев А.Г. Распределение распреснённых вод Амурского лимана в Охотском море по данным спутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса. 2019. № 2. С. 89–96.

Бентос восточного побережья Сахалина (сводный отчет) / Отв. исп. В. Н. Кобликов. Владивосток: ТИНРО, 1980. 45 с. Архив СахНИРО № 4514.

Дюран Б., Одел П. Кластерный анализ: монография. М.: Статистика, 1977. 128 с.

- Жабин И.А., Абросимова А.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А.* Влияние стока реки Амур на гидрологические условия Амурского лимана и Охотского моря // *Метеорология и гидрология*. 2010. № 4. С. 93–100.
- Жабин И.А., Дубина В.А.* Влияние стока реки Амур на гидрологические условия Амурского лимана // *Тр. СахНИРО*. 2008. Т. 10. С. 190–200.
- Жабин И.А., Дубина В.А., Некрасов Д.А., Дударев О.В.* Структурные особенности зоны смешения речных и морских вод вблизи устья реки Амур по данным спутниковых и гидрологических наблюдений // *Исследование Земли из космоса*. 2007. № 5. С. 61–70.
- Калинина В.Н., Соловьев В.И.* Введение в многомерный статистический анализ: монография. М.: ГУУ, 2003. 66 с.
- Кобликов В.Н.* Количественная характеристика донного населения присахалинских вод Охотского моря // *Количественное и качественное распределение бентоса: кормовая база бентосоядных рыб*. М.: ВНИРО, 1988. С. 4–22.
- Кобликов В.Н., Павлючков В.А., Надточий В.А.* Бентос континентального шельфа Охотского моря: состав, распределение, запасы. // *Изв. ТИНРО*. 1990. Т. 111. С. 27–38.
- Козловский В.Б.* Некоторые особенности динамики вод устьевой области Амура // *Труды ГОИН*. 1978. Вып. 142. С. 93–99.
- Лоция Охотского моря*. Выпуск 2. Северная часть моря. Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны СССР, 1976. 272 с.
- Максимович Н.В., Погребов В.Б.* Анализ количественных гидробиологических материалов: учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1986. 97 с.
- Палий В.Ф.* О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // *Зоологический журнал*. 1961. Т. 40. Вып. 1. С. 3–6.
- Пастернак Ф.А.* Количественное распределение и фаунистические группировки бентоса Сахалинского залива и прилежащих участков Охотского моря // *Труды ИО АН СССР*. 1957. Т. 23. С. 237–268.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность*. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 1. Амур / под ред. С. Д. Шабалина. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 487 с.
- Ростов И.Д., Жабин И.А.* Гидрологические особенности приустьевой области р. Амур // *Метеорология и гидрология*. 1991. №7. С. 94–99.
- Савилов А.И.* Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // *Труды ИО АН СССР*. 1961. Т. 46. С. 3–84.
- Хлебович В.В.* Критическая солёность биологических процессов: монография. Л.: Наука, 1974. 236 с.
- Хлебович В.В.* Критическая солёность и хорогалиникум: современный анализ понятий // *Биология солоноватых вод*. Л.: ЗИН АН СССР, 1989. С. 5–11.
- Цанко Г.А.* Роль речного стока в формировании распределений температуры и солёности вод устьевого взморья Амура // *Труды ДВНИГМИ*. 1974. Вып. 45. С. 54–65.
- Якунин Л.П.* Распределение речного стока по фарватерам устья Амура // *Труды ДВНИГМИ*. 1978. Вып. 71. С. 162–168.
- Fauchald K, Jumars P.A.* The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds // *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 1979. No. 17. P. 193–284.
- Katenev G.M., Nekrasov D.A.* Bivalve fauna and distribution in the Amur River estuary – a warm-water ecosystem in the cold-water Pacific region // *Marine Ecology Progress Series*. 2012. V. 455. P. 195–210.
- Macdonald T.A., Burd B.J., Macdonald V.I., van Roodselaar A.* Taxonomic and feeding guild classification for the marine benthic macroinvertebrates of the Strait of Georgia, British Columbia // *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2010. No. 2874. 63 p.
- Shannon C.E.* A mathematical theory of communication // *The Bell System Technical Journal*. 1948. V. 27. P. 379–423, 623–656.

**MACROZOOBENTHOS OF THE SAKHALIN BAY
OF THE SEA OF OKHOTSK IN THE ZONE
OF INFLUENCE OF AMUR RIVER WATERS**

**V.S. Labay, G.V. Shevchenko, D.A. Galanin, V.N. Chastikov,
T.S. Shpilko, N.V. Troitzkaya**

*Sakhalin branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

Structure, quantitative indicators, distribution features and main communities of macrozoobenthos of Sakhalin Bay (the Sea of Okhotsk) are described. Mollusks (mainly bivalves), crustaceans and sea urchins determined the total macrozoobenthos biomass. The main regularities of the macrozoobenthos distribution in the bay are given. Two zones are distinguished by hydrological characteristics, distribution of the composition and quantitative characteristics of macrozoobenthos, benthic communities, and according to the data of ordination analysis: the zone of localization of the runoff lens of the Amur River with a water salinity of less than 26 psu and the zone of distribution of typical marine waters. 9 benthic communities are described: the «estuarine-lagoonal» communities of *Archaeomysis grebnitzkii* + *Haustorioides magnus* + *Potamocorbula amurensis*, *Potamocorbula amurensis*, *Macoma balthica* + *Cyrtodaria kurriana*, *Siliqua alta*, the typically «marine» communities of *Nephtys caeca*, *Serripes groenlandicus*, *Balanus crenatus* and the communities of transitional type *Saduria entomon* and *Echinarachnius parma*, which are found in both hydrological zones. Predominantly filter feeders, with a significant role of detritus feeders and detritus feeders – filter feeders, form the trophic structure of macrozoobenthos. Trophic communities dominated by filter feeders - detritus feeders and detritus feeders are represented in the coastal area of the western part of the water area, the group of filter-feeders is localized seaward. Trophic communities with a predominance of filter feeders - detritus feeders and detritus feeders are represented in the entire depth range of the eastern part of the water area. Water salinity, soil type and depth are the main factors affecting the distribution and abundance of macrozoobenthos.

Key words: macrozoobenthos, bottom community, trophic characteristics, distribution, Sakhalin Bay

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 574.587

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-89-96

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ
СООБЩЕСТВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР**

© 2022 г. Е.И. Барабанщиков

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), г. Владивосток, 690091
E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru*

Поступила в редакцию 28.10.2022 г.

Комплексные исследования водной биоты проводились в 30-х и 40-х гг. XX в. В связи с этим потребовалось собрать обновлённые данные по разным группам водных животных. Целью настоящей работы было провести сбор зообентоса на участке от Амурского лимана до г. Благовещенска. Работы выполнялись в 2018–2020 гг. с использованием штангового дночерпателя ГР-91, бентометра Леванидова (0,4×0,4 м), рамок для сбора моллюсков (0,5×0,5 м). По нашим наблюдениям и литературным данным на распределение донных животных в русловой части р. Амур и пойменных озёрах большое влияние оказывает урочный режим водного объекта. Наиболее высокие значения биомассы в сборах давали моллюски, благодаря своим крупным размерам. Личинки насекомых и малощетинковые черви имели высокую численность, но низкую биомассу из-за мелких размеров. В ходе работ большая часть проб оказалась пустой, что связано с периодическими подъёмами и падениями уровня воды. Максимальные значения биомассы от 0,5 до 1 кг/м² отмечались в районах концентраций моллюсков, в основном *Nodularia douglasiae*. В остальных местах количественные показатели были на несколько порядков ниже, от нескольких мг до нескольких г/м².

Ключевые слова: река Амур, зообентос, моллюски, личинки насекомых, биомасса, численность

ВВЕДЕНИЕ

Зообентос р. Амур и пойменных озёр изучался в период работы экспедиции ТИРХа в 1930-х гг. (Ловецкая, Микулич, 1948; Микулич, 1948) и Амурской экспедиции 1945–1949 гг. (Константинов, 1950; Боруцкий и др., 1952). Специалисты отмечали преобладание в донных сборах личинок (Chironomidae) и малощетинковых червей (Oligochaeta). Авторы отмечают, что сильное влияние на количественные характеристики донных животных оказывают колебания уровня воды в бассейне р. Амур. Для получения новых данных по состоянию сообщества водных животных в текущий период потребовалось прове-

сти комплексные исследования. Целью настоящей работы было проведение сбора зообентоса на участке от Амурского лимана до г. Благовещенска с использованием различных орудий лова. В 2018–2020 гг. были выполнены работы на участке р. Амур протяжённостью около 2 тыс. км от Амурского лимана до г. Благовещенск (устье р. Зея), включая ряд пойменных озёр Нижнего Амура. Исследования проводились в сложных условиях регулярных колебаний урочного режима, что кардинально отразилось на возможности сбора животных, которые должны были обитать в прибрежных экотопах, которые либо регулярно заливались водой, либо на-

ходились в зоне осушения. С этим были связаны низкие значения биомасс и видового состава зообентоса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы по исследованию зообентоса выполнялись на нескольких участках:

1. В 2018 г. работы проводились на участке Среднего Амура в основном русле реки от г. Хабаровска до г. Благовещенска (рис. 1). Материал собирался на 19 станциях примерно через каждые 50 км. Всего отобрано и обработано 150 бентосных проб.

2. В 2019 г. работы проводились на участке Нижнего Амура в основном русле реки от г. Николаевска-на-Амуре до г. Комсомольска-на-Амуре (рис. 2, 3). Материал собирался на 11 станциях в русловой части реки, а также протоках, заливах и озёрах (Калгинская протока, оз. Мачи, оз. Акшинское, оз. Хилка, оз. Гера, оз. Дудинское, оз. Кади, оз. Кадинское, оз. Черемшаное, оз. Хиванда, зал. Солонцовый, оз. Бельго, оз. Галечное, оз. Болонь). Всего отобрано и обработано 154 бентосные пробы.



Рис. 1. Стандартная точка отбора проб (экотоп) в русловой части р. Амур.



Рис. 2. Экотоп залитой растительности в прибрежной зоне оз. Гера.



Рис. 3. Вид оз. Болонь.

3. В 2020 г. работы проводились на участке Нижнего Амура в основном русле реки от Амурской протоки до оз. Омми и Хумми. Материал собирался на 20 станциях. Всего на них отобрано и обработано 19 бентосных проб.

Расположение большей части станций представлено на рисунке 1 в работе Колпаков и др., 2022 (в печати).

Отбор проб зообентоса выполнялся с использованием штангового дночерпателя ГР-91, бентометра Леванидова (0,4×0,4 м), рамки для сбора моллюсков (0,5×0,5 м). На каждой станции в русловой части отбирались по 1 пробе с использованием дночерпателя (в озёрах и заливах по 3 пробы, в оз. Болонь – 6 проб) и бентометра Леванидова, а также по 4–6 проб с использованием рамки. Отборы проб с использованием бентометра Леванидова и рамок выполнялись в прибрежной зоне на глубинах не более 0,5 м. С помощью дночерпателя ГР-91 сбор донных животных осуществлялся в зависимости от скорости течения на глубинах от 1,5 до 2,5 м. Кроме того, на каждой станции дополнительно выполнялся качественный сбор раковин моллюсков в выбросах на берегу р. Амур и озёр, расположенных в его пойме, т.к. уровень

воды очень сильно колеблется и часть животных погибает и остаётся на осушенной части водного объекта, а также качественный сбор живых беспозвоночных (моллюсков, личинок и имаго амфибиотических насекомых) в прибрежной зоне, не попавших в зону облова.

При определении видового состава донных животных использовались различные определители и работы (Затравкин, Богатов, 1987; Богатов, Затравкин, 1990; Определитель..., 1994; 1995; 1997; 1999; 2001; 2004; Марин, 2013; Freshwater crayfish, 2016; Sayenko et al., 2021; Богатов, 2022; Прозорова, 2022; Bepalaya et al., 2022).

При обработке проб учитывались размерно-весовые и количественные характеристики донных животных. Проба полностью разбиралась, животные определялись, измерялись с точностью до 0,1 мм и взвешивались на весах с точностью до 0,005 г. При невозможности взвесить животное, оно измерялось, масса рассчитывалась по формуле. Наиболее распространена зависимость массы тела (W) от его длины (l), приведённая в работах Г.Г. Винберга (Винберг, 1971; Балушкина, Винберг, 1979; Общие основы..., 1979), выраженная в формуле:

$$W = q \times l^b,$$

где W – средняя индивидуальная масса тела организма, мг; l – средняя длина тела организма, мм; q и b – постоянные переменные, характерные для данного вида или группы видов.

Значения q и b брали для каждого конкретного вида, при отсутствии их – средние для группы видов, куда он входил (Методы определения продукции..., 1968; Общие основы..., 1979).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сборы моллюсков. Для сбора животных использовалась рамка со сторонами 0,5×0,5 м.

В бассейне р. Амур отмечены порядка 100 видов брюхоногих и двустворчатых моллюсков (Прозорова, 2022). Наибольшее разнообразие малакофауны характерно для южной части бассейна (рр. Усури и Сунгари, оз. Ханка). В силу того, что исследованиями охвачены были не все экотопы, в сборах отмечены следующие виды моллюсков (рис. 4–9):

Класс Bivalvia

Семейство Unionidae

1. *Cristaria herculea* (Middendorff, 1847) (выбросы и качественные сборы).

2. *Cristaria tuberculata* Schumacher, 1817 (выбросы и качественные сборы).

3. *Middendorffinaia mongolica* (Middendorff, 1851) (выбросы и качественные сборы).

4. *Nodularia douglasiae* (Griffith et Pidgeon, 1833).

5. *Sinanodonta schrencki* Moskviceva, 1973 (выбросы и качественные сборы).

Семейство Cyrenidae

6. *Corbicula elatior* Martens, 1905 (выбросы и качественные сборы).

7. *Corbicula japonica* Prime, 1864 (выбросы и качественные сборы).

Семейство Sphaeriidae

8. *Euglesa* sp.

Класс Gastropoda

Семейство Viviparidae

1. *Amuropaludina pachya* (Bourguignat, 1860).

2. *Amuropaludina praerosa* (Gerstfeldt, 1859).

3. *Ussuripaludina ussuriensis* (Gerstfeldt, 1859) (выбросы и качественные сборы).

Семейство Semisulcospiridae

4. *Parajuga amgunica* (Moskvicheva et Zatravkin, 1986).

5. *Parajuga amurensis* (Gerstfeldt, 1859).

6. *Parajuga buettneri* (Ehrmann in Buettner et Ehrmann, 1927).

7. *Parajuga* sp.

На большей части станций моллюски отсутствовали из-за перепадов уровня воды в водном объекте. В Среднем Амуре на участках, где они встречались, их биомасса достигала 2,7–987,0 г/м² при численности 0,7–57,0 экз./м². Около половины проб были пустыми, моллюски в них отсутствовали. Максимальные значения биомассы отмечались выше устья р. Помпеевки, где её значения достигали выше 987 г/м².

В русловой части Нижнего Амура эти значения составляли 17,9–1084,9 г/м² при численности 0,7–129,0 экз./м², а в озёрах – 6,7–478,7 г/м² при численности 6,0–58,0 экз./м². До двух третьих сборов были пустыми. Наибольшие концентрации моллюсков отмечались в протоках, соединяющих озёра с р. Амур.

В пробах моллюсков в прибрежной зоне встречались главным образом перловицы (рр. *Nodularia*, *Middendorffinaia*) и параяуги (виды р. *Parajuga*). Остальные виды отмечались очень редко. Параллельно на каждой точке обследовались выбросы моллюсков на косах. В выбросах и в придаточной системе встречались китайские беззубки (р. *Sinanodonta*), гребенчатки (р. *Cristaria*), живородки (рр. *Amuropaludina*, *Ussuripaludina*).



Рис. 4. Двустворчатые моллюски *Nodularia douglasiae* на песчаных косах р. Амур.



Рис. 5. *Cristaria tuberculata* из сборов в р. Амур.



Рис. 6. *Sinanodonta schrencki* из сборов в р. Амур.



Рис. 7. *Nodularia douglasiae* из сборов в р. Амур.



Рис. 8. *Amuropaludina praerosa* из сборов в р. Амур.



Рис. 9. Брюхоногие моллюски р. *Parajuga* из сборов в р. Амур.

Сборы дночерпателем и бентометром. В донных сборах отмечено более 25 таксонов животных. Из них более 40% приходилось на личинок амфибиотических насекомых. Сборы дночерпателем и бентометром показали очень низкие количественные значения зообентоса. Часто отмечались личинки амфибиотических насекомых (хируномид (larvae

Chironomidae), комары (larvae Culicidae), подёнок (larvae Ephemeroptera), веснянок (larvae Plecoptera), ручейников (larvae Trichoptera), стрекоз (larvae Odonata – *Sieboldius albardae*, *Stylurus flavipes*, *Gomphus erophthalmus* и др.), полужесткокрылых (larvae Hemiptera), а также малощетинковые черви (Oligochaeta), креветки (скромная *Palaemon modestus*, ки-

тайский палемонетес *Palaemon sinensis*) (рис. 10–13). Из десятиногих ракообразных таких как восточноазиатские речные раки семейства Cambroididae в озерах отмечаются раки группы Шренка *Cambaroides schrenckii* s.lat., а в реках (в р. Амур выше г. Благовещенска, бассейнах рек Зея, Уссури и др.) группы даурских раков *Cambaroides dauricus* s.lat., в районе г. Николаевска-на-Амуре – *Cambaroides koshewnikowi* (Freshwater crayfish, 2016; Varabanshchikov, Kawai, 2019). В наших сборах эти виды, также как и мохнаторукие крабы р. *Eriocheir*, не отмечались, т.к. период работ был коротким, а для этих видов требовались более длительное проведение исследований с использованием ловушек.

Учитывая колебания уровня воды в реке и высокие скорости течения две трети проб, собранных дночерпателем

на глубинах 1,5–2,5 м были пустыми. При этом в сборах отобранных дночерпателем, в которых животные были, отмечались только личинки хирономид и малоцетинковые черви.

Биомасса животных в Среднем Амуре достигала 195,2–1083,1 мг/м² при численности 285,7–1142,8 экз./м². В прибрежной зоне в сборах бентометром в большей части проб биомасса достигала 0,0042–427,5 г/м², а численность – 6,25–331,3 экз./м². Максимальные значения отмечены выше устья р. Помпеевки (Хинган), где благодаря высокой плотности перловиц (р. *Nodularia*) биомасса достигала 1,6 кг/м² при численности животных 150,0 экз./м². При этом грунт в данном районе каменистый, т.е. был представлен галькой среднего размера. На точке в 100 км выше г. Хабаровска в прибрежных пробах, отобранных бен-



Рис. 10. Скромная креветка *Palaemon modestus* (речная форма).



Рис. 11. Креветка китайский палемонетес *Palaemon sinensis*.



Рис. 12. Личинка стрекозы *Sieboldius albardae*.



Рис. 13. Личинка стрекозы *Stylurus flavipes*.

тометром обнаружены мизиды *Neomysis awatschensis*. Их численность на данном участке составила 12,5 экз./м², а биомасса – 161,7 мг/м².

Такая же ситуация наблюдалась и в сборах в Нижнем Амуре, включая озёра и заливы. В сборах дночерпателем большинство проб (более двух третьих) было пустыми. В остальных отмечались личинки хирономид и малощетинковые черви. Биомасса их при этом составляла 0,18–18,3 г/м², а численность – 285,7–1428,5 экз./м². В прибрежной зоне в сборах бентометром в русловой части Амура биомасса бентоса достигала 0,03–119,7 г/м², а численность – 6,25–181,25 экз./м². В озёрах сборы бентометром выполнить не удалось, т.к. прибрежная зона, состоящая из кочек из высшей прибрежной растительности, была залита водой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, как показали наши исследования, на динамику количественных и качественных показателей донных животных сильное влияние оказывают колебания уровня воды в реке. Обитающие в данной зоне беспозвоночные приспособляются к данному влиянию и либо предпочитают занимать более глубокие участки водного объекта, либо погибают при резких изменениях условий существования. Участки с повышенной биомассой связаны с наличием высокой плотности моллюсков в прибрежной зоне. Личинки насекомых и малощетинковые черви, хоть и дают в некоторых местах большую численность, однако заметно уступают по биомассе.

Благодарности

Автор благодарит всех сотрудников Хабаровского филиала ВНИРО, принимавших участие в ходе выполнения работ и помогавших в сборах зообентоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л.: Наука, 1979. С. 58–79.

Богатов В.В. Крупные двустворчатые моллюски пресных вод России (иллюстрированный атлас). Владивосток: Дальнаука, 2022. 288 с.

Богатов В.В., Затравкин М.Н. Брюхоногие моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР: Определитель. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 172 с.

Боруцкий Е.В., Ключарева О.А., Никольский Г.В. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: издание МОИП, 1952. Т. III. С. 5–139.

Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журнал общей биологии, 1971. Т. 32. № 6. С. 714–723.

Затравкин М.Н., Богатов В.В. Крупные двустворчатые моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР: Определитель. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. 152 с.

Колпаков Н.В., Барабанщиков Е.И., Шмигирилов А.П., Островская Е.В. Состав и распределение рыб в Нижнем и Среднем Амуре в летний период // Вопр. рыболовства (в печати).

Константинов А.С. Хирономиды бассейна р. Амур и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: издание МОИП, 1950. Т. I. С. 147–286.

Ловецкая Е.А., Микулич Л.В. Материалы по количественному учёту бентоса и планктона пойменных озёр низовьев Амура // Известия ТИНРО, 1948. Т. 27. С. 165–186.

Марин И.Н. Малый атлас десятиногих ракообразных России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 145 с.

Методы определения продукции водных животных / Под ред. Винберга Г.Г. Минск: Высшая школа, 1968. 245 с.

Микулич Л.В. Опыт количественного учёта бентоса и планктона части русла Амура и некоторых пойменных водоёмов // Известия ТИНРО, 1948. Т. 27. С. 139–164.

Общие основы изучения водных экосистем / Под ред. Винберга Г.Г. Л.: Наука, 1979. 273 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 1, 1994. 396 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 2, 1995. 629 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 3, 1997. 440 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 4, 1999. 998 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 5, 2001. 840 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. С-Пб.: Изд. ЗИН РАН. Т. 6, 2004. 528 с.

Прозорова Л.А. Оценка разнообразия амуро-приморской пресноводной малакофауны (юг Дальнего Востока России) // Биота и среда природных территорий. Т.10, 2022. №2. С. 5–18.

Barabanshchikov E.I., Kawai T. New findings of East Asian Crayfish // Crayfish News, 2019. Vol. 41. Issue. 3–4. P. 4–5.

Bespalaya Yu. V., Kropotin A. V., Kondakov A. V. et al. A taxonomic reassessment of native and invasive species of Corbicula clams (Bivalvia: Cyrenidae) from the Russian Far East and Korea // Zoological J. Linnean Society. 2022. zlac078. P. 1–23. <https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlac078>

Freshwater crayfish. A global overview / Edited by Tadashi Kawai, Zen Faulkes, Gerhard Scholzt. CRC Press, 2016. 679 p.

Sayenko E.M., Soroka M., Akiyama Y.B., Uechi T., Ito K., Kondo M. Taxonomic status of genera *Nodularia*, *Middendorffinaia* and *Inversium* (Bivalvia: Unionidae) from South-East Asia: morphometric, genetic and GenBank Data // Systematics and Biodiversity, 2021. V. 19. № 1. P. 54–73.

AQUATIC ECOSYSTEMS

RESULTS OF STUDIES OF BOTTOM COMMUNITIES IN THE AMUR RIVER BASIN

E.I. Barabanshchikov

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, 690091*

Comprehensive studies of aquatic biota were carried out in the 30s and 40s years of the 20th century. In this regard, it was necessary to collect updated data on different groups of aquatic animals. The purpose of this work was to conduct research on the collection of zoobenthos in the area from the Amur Estuary to the city of Blagoveshchensk. The work was carried out in 2018–2020 years using a GR-91 rod grab, a Levanidov bentometer (0,4×0,4 m), and a shellfish collection frame (0,5×0,5 m). According to our observations and literature data, the distribution of benthic animals in the channel part of the Amur and floodplain lakes is greatly influenced by the level regime of the water body. The highest values of biomass in collections were given by mollusks due to their large size. Insect larvae and oligochaetes had a high abundance but low biomass due to their small size. During the work, most of the samples turned out to be empty, which is associated with periodic rises and falls in the water level. The maximum values of biomass from 0,5 to 1,0 kg/m² were noted in areas of mollusk concentrations, mainly *Nodularia douglasiae*. In other places, quantitative indicators were several orders of magnitude lower, from several mg to several g/m².

Keywords: Amur River, zoobenthos, mollusks, insect larvae, biomass, number

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 639.219:639.28

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-97-112

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВЫХ СЪЁМОК
В ОЗЕРЕ ХАНКА В 2018 И 2020 гг.**

© 2022 г. Е.И. Барабанщиков, М.Е. Шаповалов

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
г. Владивосток, 690091
E-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru

Поступила в редакцию 14.10.2022 г.

С 2022 г. открыта возможность тралового промысла в оз. Ханка. В 2018 и 2020 гг. проведены учётные работы с использованием бим-трала. Как показали исследования наиболее высокие биомассы в траловых уловах имели креветки (*Palaemon modestus*), рыба-лапша, востробрюшки (ханкайская и корейская), косатки (Бражникова и скрипун) и горбушка. По данным траловой съёмки запасы креветок и мелких видов рыб составили 3,5–4,6 тыс. т. Принимая во внимание недоучёт этих биоресурсов при выполнении работ ресурсная база может быть на уровне 14,0–15,0 тыс. т.

Ключевые слова: озеро Ханка, трал, дальневосточные креветки (*Palaemon modestus*, *Palaemon sinensis* (= *Palaemonetes sinensis*), виды р. *Macrobrachium*), рыба-лапша (*Protosalanx chinensis*), косатки (виды р. *Tachysurus*), востробрюшки (виды р. *Hemiculter*), биомасса, численность, распределение, прилов.

ВВЕДЕНИЕ

С 1 сентября 2022 г. в оз. Ханка открыт траловый промысел пресноводных дальневосточных креветок (*Palaemon modestus*, *Palaemon sinensis* (= *Palaemonetes sinensis*), виды р. *Macrobrachium*), рыбы-лапши (*Protosalanx chinensis*), востробрюшек (виды р. *Hemiculter*), косаток (виды р. *Tachysurus*) и других второстепенных для промысла мелких видов рыб. Как показали исследования, объёмы этих ресурсов в Ханке значительны и до последнего времени использовались только на акватории КНР китайскими рыбаками. В отдельные периоды вылов китайских рыбаков доходил до 3 тыс. т. Для переработки этих ресурсов в прибрежной зоне были построены цеха по заморозке и сублимационные линии для сушки креветок. Учитывая, что зону от-

ветственности Российской Федерации входит $\frac{3}{4}$ акватории оз. Ханка, то можно было предположить, что ресурсы российской части водоёма в несколько раз больше и возможности промысла также выше.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы проводились в июле и октябре 2018 и сентябре 2020 гг. по выбранной сетке станций (рис. 1). Сетка из 28 станций равномерно покрывает всю российскую часть акватории водоёма.

Ранее учётные работы выполнялись по более частой сетке станций небольшими орудиями лова – донным мальковым бим-тралом с рамой 0,5 м × 1,0 м, поверхностный лов осуществлялся икорной сетью ИКС-80 с сетным полотном из капронового газа с ситом №7 (рис. 2, 3).

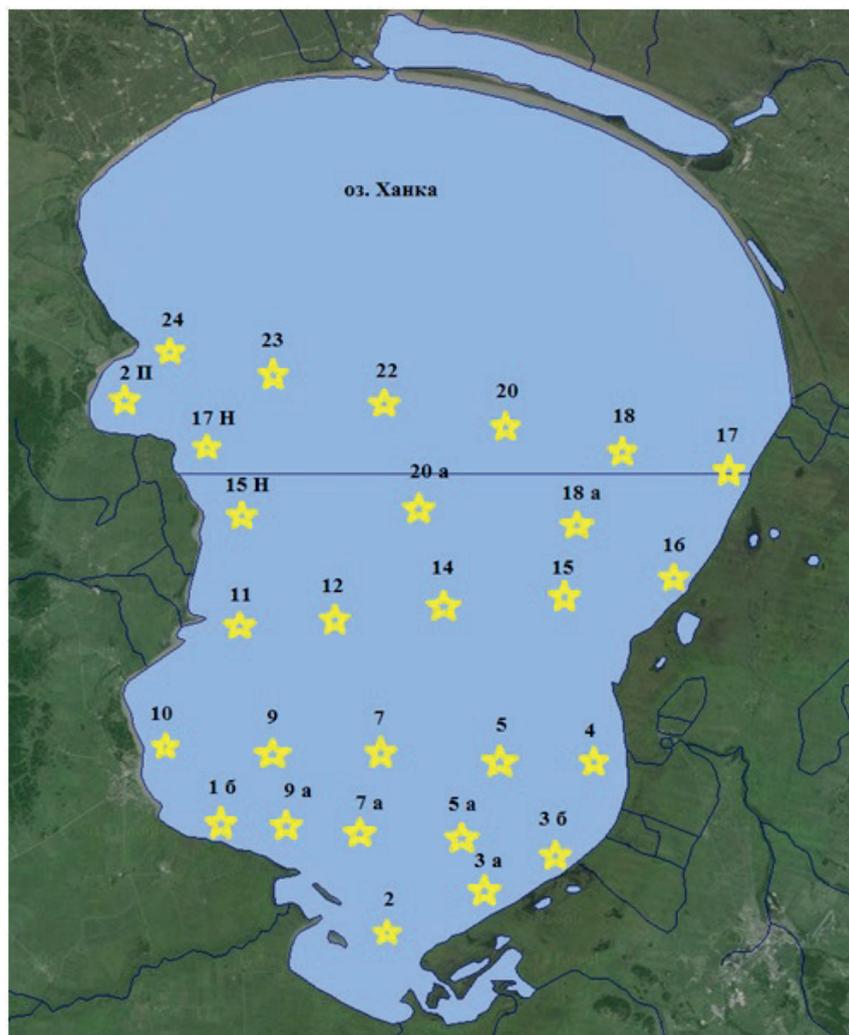


Рис. 1. Сетка станций для учётных работ бим-тралом на оз. Ханка.



Рис. 2. Стандартный мальковый бим-трал для учёта молоди рыб и креветок в придонном слое.



Рис. 3. Стандартная мальковая ловушка ИКС-80 для учёта молоди рыб и креветок в поверхностном слое.

Данных орудий лова оказалось недостаточно для более полной оценки запасов рыбы-лапши и креветок, т.к. сохранялась определённая доля недоучёта объёмов этих видов биологических ресурсов. Ввиду того, что промысел креветок и рыбы-лапши в оз. Ханка российскими рыбаками не ведётся, для работы был выбран промысловый бимтрал, подобный тому, которым ведётся промысел на китайской акватории озера (рис. 4, 5).

Трал имел стороны 176 см×236 см. Для щадящего для дна режима работы при донных тралениях в нижней части у него имеются колёса. При работе в поверхностных горизонтах к верхней части подвешивали три бутылки (рис. 6).

Шаг ячеи дели сетного полотна бимтрала составил 7,6 мм, что оказалось крупновато для проведения исследований, т.к. большая часть мелкой рыбы и креветок проваливалась через ячею, что хорошо для сохранения молоди ценных видов рыб, но недостаточно для учётных работ. Для проведения учётных ра-

бот требуется сетное полотно из дели с шагом ячеи 4,0–5,0 мм.

Немаловажным моментом при проведении сбора промысловой информации являлась скорость траления. Она не должна превышать 1,0–1,5 м/с, что, с одной стороны, позволяет избежать орудий лова крупными рыбами, с другой – попадающиеся рыбы и креветки практически не повреждаются и требующиеся к выпуску водные биологические ресурсы могут быть возвращены в среду обитания с наименьшими повреждениями.

Время траления на каждой точке было по 10 мин. как у поверхности, так и у дна.

Кроме того, как показал опыт работ, требуется отработка и других орудий лова, используемых китайскими рыбаками для промысла на водных объектах КНР (близнецовые тралы, мелкоячейные ставные сети, зимние закидные невода и тралы и т.д.), чтобы можно было оценить их эффективность и выбрать для рекомендаций для промысла нашим рыбакам.



Рис. 4. Бим-трал, которым проводили исследования на акватории оз. Ханка. Таким же бим-тралом проводится лов рыбаками и на китайской части акватории озера.



Рис. 5. Бим-трал в походном положении на плавсредстве.



Рис. 6. Работа бим-трала в поверхностном горизонте.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рыбы семейства *Salangidae* обитают в Юго-Восточной Азии. По разным оценкам в него входят до 20 видов рыб. Эта группа рыб близка к корюшкам и, по мнению специалистов, произошла от них. На юге Дальнего Востока Российской Федерации нативным является один вид – *Salangichthys microdon* (Bleeker, 1860) (Берг, 1933; Берг, 1949; Аннотированный каталог..., 1998; Атлас..., 2002а; 2002б; Новиков и др., 2002; Бушуев, Барабанщиков, 2012; Антонов и др., 2019). В бассейне р. Амур, включая оз. Ханка, произошла несанкционированная и несогласованная с российскими специалистами интродукция китайскими рыболовами пресноводной формы другого вида рыбы-лапши *Protosalanx chinensis* (Basilewsky, 1855) (старший синоним вида *Protosalanx hyalocranius* (Abbott, 1901)) (рис. 7). Зарыбление водных объектов различными видами рыбы-лапши практикуется китайскими рыболовами давно и данный вид рыб очень ценится в восточной кухне. В оз. Ханка в зимний период рыба-лапша достигает длины 20–25 см (Свирский, Барабанщиков, 2009; Горяинов и др., 2014).

В оз. Ханка обитают 3 вида пресноводных креветок семейства *Palaemonidae* (рис. 8, 9) – скромная креветка *Palaemon modestus* (Heller, 1862), большерукая креветка *Macrobrachium* sp. и китайский палемонетес *Palaemon sinensis* (Sollaud, 1911) (= *Palaemonetes sinensis* (Sollaud, 1911)) (Булдовский, 1934; Куренков, 1950; Определитель..., 1995; Барабанщиков, 2000; Барабанщиков, 2002; Горяинов и др., 2014; Барабанщиков, 2016; Барабанщиков, Шаповалов, 2019).

Из них наиболее массовая – скромная креветка. Она занимает всю толщу воды в оз. Ханка и встречается ото дна

до поверхности. Её размеры в среднем составляют 5–6 см. Максимально отмеченные размеры этого вида в оз. Ханка составили более 9 см.

Наиболее крупная по величине (длина до 10–12 см, в среднем 6–8 см) – большерукая креветка, которая встречается вдоль всей береговой полосы. Особенно много её в местах, где имеется большое количество укрытий (камни, растительность и др.), т.к. этот вид территориал-индивидуалист и прогоняет со своей охраняемой территории соперников. Это ползающий вид и обитает исключительно на дне. Китайский палемонетес небольшая креветка длиной до 4,0–5,0 см, предпочитает заросли высшей водной растительности и имеет соответствующую покровительственную окраску.

В настоящий период рыба-лапша и пресноводные дальневосточные креветки в оз. Ханка не осваиваются российскими промысловиками, существует незначительный потребительский вылов местным населением, большей частью для откорма домашних животных. На китайской части акватории озера промысел развит. Максимальный известный вылов на оз. Ханка китайскими рыбаками составлял порядка 1 тыс. т креветок и до 2 тыс. т рыбы-лапши.

Оз. Ханка крупнейший пресноводный водоём Дальнего Востока Российской Федерации. Расположено в центральной части Приморского края на границе между Россией и Китаем (рисунки 10, 11). Оно окружено Ханкайской равниной, доходящей на севере до места впадения р. Мулинхэ в р. Уссури, ограниченную с юга Хорольским мелководьем, с востока подножием хребта Синего из системы Сихотэ-Алиня, а с запада хребтом Пограничным из системы Восточно-Маньчжурских гор (Васьковский, 1978; История..., 1990).



Рис. 7. Интродуцированная в оз. Ханка рыба-лапша *Protosalanx chinensis*.



Рис. 8. Улов креветок *Palaemon modestus* (внизу) и *Macrobrachium* sp. (вверху).



Рис. 9. Креветка *Palaemon sinensis*.



Рис. 10. Географическое положение оз. Ханка.



Рис. 11. Вид оз. Ханка в районе мыса Белоглиняного.

Озеро вытянуто в меридиональном направлении. До 2010 г. его площадь составляла порядка 4070 км², наибольшая глубина 6,5 м, протяжённость береговой линии – 309 км, средняя абсолютная высота над уровнем моря – 69 м. Наибольшая длина озера 90 км, ширина – 70 км. После начала роста водности в бассейне р. Амур, уровень воды в оз. Ханка также стал расти. В настоящее время площадь водоёма достигает около 4200 км²,

а объём вырос на треть до 24,8 млрд м³ (Бортин и др., 2016).

Как показали исследования, наиболее высокие биомассы в траловых уловах имели креветки (*Palaemon modestus*), рыба-лапша, востробрюшки (ханкайская *Hemiculter lucidus* и корейская *H. leucisculus*), косатки (Бражникова *Tachysurus brashnikowi* и скрипун *T. sinensis*) и горбушка (*Chanodichthys oxycephalus*).

Креветки. Следует отметить, что для полной оценки количества креветки *Palaemon modestus*, ячея в трале оказалась крупная. Если до 2016 г. отмечался значительный рост запасов креветок с 700 т до 5196 т, то с 2017 г. стала заметна резкая тенденция к его снижению – 1250 т в 2017 г. и 600 т в 2018 г. (табл. 1), однако в 2020 г. она опять возросла и составила 5544 т.

Снижение запасов может быть связано:

1. С начавшимся в 2017 г. кратковременным понижением уровня воды в оз. Ханка.

2. Уменьшением объёмов разлагающейся высшей водной растительности, служащей для креветок кормом.

3. Резкий кратковременный подъём воды в сентябре-октябре, в результате чего большая часть животных находилась в придаточной системе озера.

Последний пункт за весь период наблюдений имел свою повторяемость дважды – в 1994 и 2002 гг. (Барабанщиков, 2016; Барабанщиков, Шаповалов, 2019). Поэтому фактически биомасса креветок может быть в 4 раза выше, т.е. не 600,0 т, как учтено в результате съёмов, а на уровне 2400,0 т.

Максимальные значения биомассы креветок отмечались в районе станций 15–17 (северо-восточная часть озера, район от м. Лебединого до устья р. Гнилой). В поверхностных ловах они были малочисленны, основная масса их отмечалась в донных ловах (рис. 12, 13).

Кроме креветок, а также рыбы-лапши в поверхностных и придонных сборах отмечались и другие водные биологические ресурсы (таблицы 2, 3). Основная их масса – 88,48% в поверхностных сборах и 84,59% в донных тралениях приходилась на долю видов рыб и бес-

Таблица 1. Информация по объёмам запасов ВБР по результатам работы бим-тралом на оз. Ханка в 2018 г. (данные прямых наблюдений)

Вид ВБР	к уловистости	Объём запасов, т
<i>Palaemon modestus</i> (скромная креветка)	1,0	600,0
<i>Macrobrachium</i> sp. (большерукая креветка)	1,0	22,4
Лапша-рыба	0,3	1426,0-2087,0
Молодь верхогляда	1,0	35,2
Молодь монгольского краснопёра	1,0	9,1
Востробрюшка ханкайская	1,0	372,0-614,0
Востробрюшка корейская	1,0	18,6-33,9
Молодь горбушки	1,0	267,0-460,0
Молодь уклея	1,0	152,1
Карась серебряный	1,0	11,4
Косатка-скрипун	1,0	23,4-38,1
Косатка Бражникова	1,0	550,4
Косатка-крошка	1,0	0,2
Молодь коня пёстрого	1,0	0,8
Амурский колючий горчак	1,0	1,5
Итого:		3490,1-4616,1

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВЫХ СЪЁМОК В ОЗЕРЕ ХАНКА

Таблица 2. Доля выловленных водных биологических ресурсов при добыче бим-тралом в поверхностном слое

Вид	Доля по биомассе от выловленной рыбы, %
<i>Palaemon modestus</i> (скромная креветка)	0,15
<i>Macrobrachium</i> sp. (большерукая креветка)	0
Лапша-рыба	27,6
Молодь верхогляда	5,9
Молодь монгольского краснопёра	0,37
Востробрюшка ханкайская	28,26
Востробрюшка корейская	1,48
Молодь горбушки	3,61
Молодь уклея	7,52
Карась серебряный	1,64
Косатка-скрипун	6,5
Косатка Бражникова	16,97
Косатка-крошка	0
Молодь коня пёстрого	0
Амурский колючий горчак	0
Итого	100,0

Таблица 3. Доля выловленных водных биологических ресурсов при добыче бим-тралом в придонном слое

Вид	Доля по биомассе от выловленной рыбы, %
<i>Palaemon modestus</i> (скромная креветка)	17,05
<i>Macrobrachium</i> sp. (большерукая креветка)	2,11
Лапша-рыба	7,11
Молодь верхогляда	0,01
Молодь монгольского краснопёра	0,81
Востробрюшка ханкайская	3,78
Востробрюшка корейская	0,12
Молодь горбушки	14,51
Молодь уклея	4,69
Карась серебряный	0
Косатка-скрипун	0,99
Косатка Бражникова	48,55
Косатка-крошка	0,02
Молодь коня пёстрого	0,08
Амурский колючий горчак	0,17
Итого:	100,0

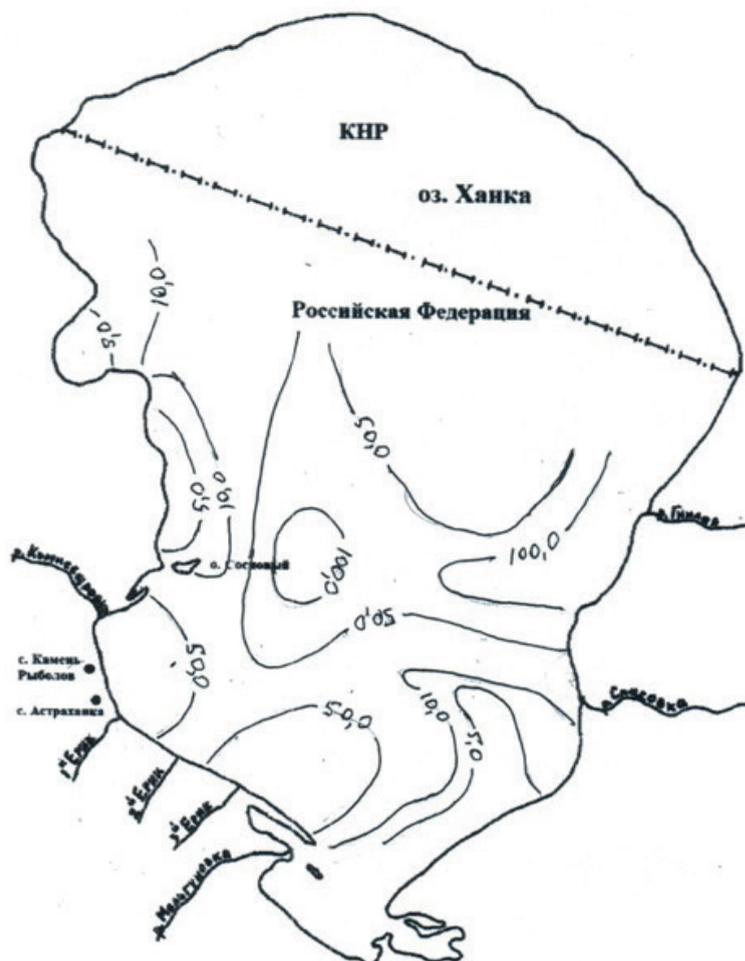


Рис. 12. Распределение креветки *Palaemon modestus* в придонных уловах в оз. Ханка (грамм на 10 мин. траления).

позвоночных, на которых не устанавливается ОДУ. Из видов, на которые устанавливается ОДУ, отмечалась в основном молодь горбушки, верхогляда (*Chanodichthys erythropterus*), карася серебряного (*Carassius gibelio*), монгольского краснопёра (*Chanodichthys mongolicus*) и коня пёстрого (*Hemibarbus maculatus*). Однако, если проводить траления исключая прибрежную зону менее 2 м, то их доля сократится на порядок. Кроме того, следует отметить, что скорость траления невелика и попавшая рыба практически не повреждается и может быть без серьёзных последствий выпущена в живом виде сразу же после выемки трала. Остальные виды водных

биологических ресурсов, на которые не устанавливается ОДУ могут быть переработаны.

Большерукая креветка *Macrobrachium* sp. в траловых сборах отмечается мало, т.к. обитает в прибрежной зоне и по большей части выпадает из зоны облова. В наших исследованиях отмечалась в больших количествах только в районе устья р. Гнилой (ст. 17).

Лапша-рыба впервые отмечена на российской акватории оз. Ханка в 2006 г. Китайские рыболовы стали выпускать рыбу-лапшу в водоём с 1996 г. Учитывая, что большая часть рыбы высыпалась из тралового мешка из-за крупной ячеи (рис. 14), мы для расчё-

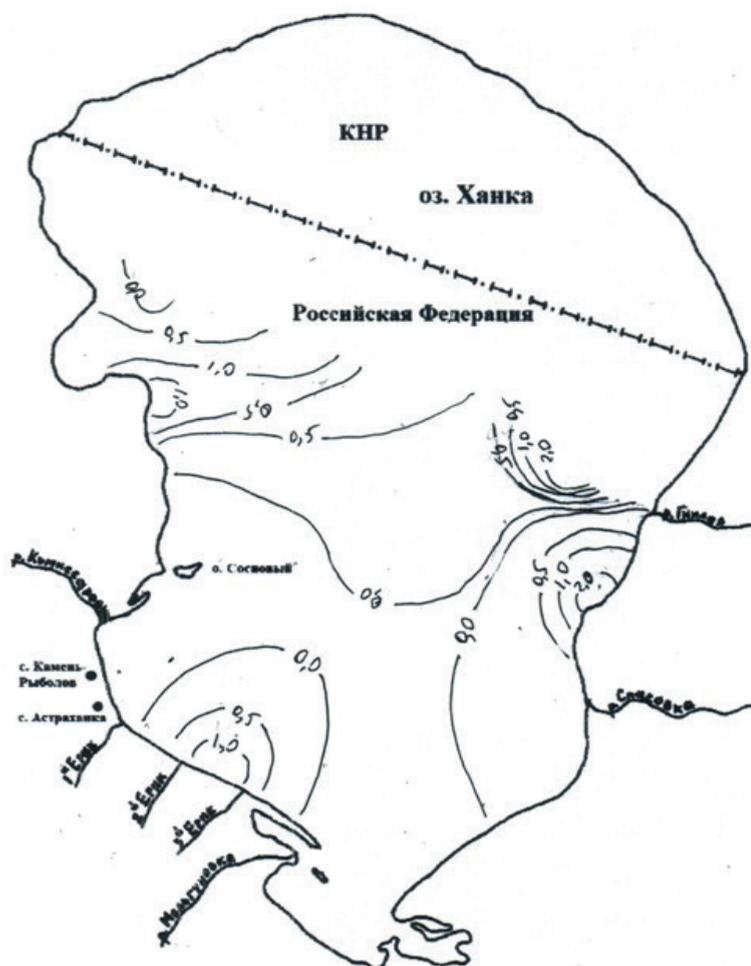


Рис. 13. Распределение креветки *Palaemon modestus* в поверхностных уловах в оз. Ханка (грамм на 10 мин. траления).

тов использовали коэффициент уловистости трала 0,3.

Как показали работы, основная масса рыбы-лапши отмечалась в поверхностных ловах (рисунки 15, 16). Наиболее высокие значения биомассы отмечались на двух точках – в районе базы НИС ТИНРО у с. Камень-Рыболов (станция 10) и выше м. Лебединого (станция 16).

Основу питания рыбы-лапши в оз. Ханка составляют планктонные ракообразные, главным образом ветвистоусые ракообразные (в основном это крупные виды – дафнии *Daphnia longispina*, диафаномы *Diaphanosoma chankensis*, *D. orchidani transamurensis*,

D. dubium, моины *Moina chankensis*). Однако, кроме ветвистоусых ракообразных большое значение в питании имеют креветки *Palaemon modestus*, при этом в летний период доля особей с креветками в желудочно-кишечном тракте была значительна. Встречаемость особей с креветками превышала 40%. Размеры *Palaemon modestus* в желудках составляли от 1,5 до 5,0 см. Немаловажно, что рыба-лапша является не только планктофагом и нектобентофагом, но и хищником. Кроме питания молодью рыб амурско-китайского комплекса, отмечен случай каннибализма (рисунки 17–19). Сама рыба-лапша отмечена в желудках только судака *Sander lucioperca*.



Рис. 14. Улов рыбы-лапши, видны обьячеенные особи.

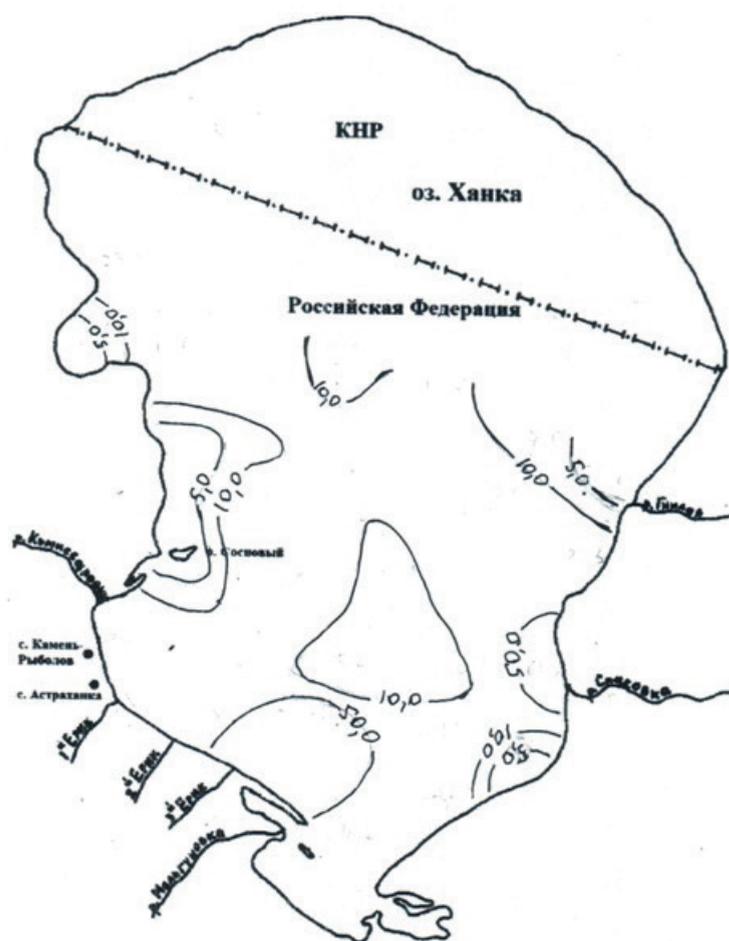


Рис. 15. Распределение рыбы-лапши в придонных уловах в оз. Ханка (грамм на 10 мин. траления).



Рис. 18. Креветки *Palaemon modestus* в желудке рыбы-лапши.



Рис. 19. Каннибализм у рыбы-лапши.

По данным траловых съёмок учтено порядка 3,5–4,6 тыс. т креветок и рыб (табл.1). Однако, это данные прямых учётов. В целом же следует принять во внимание недоучёт этих видов. Например, на текущий период только запасы креветок в оз. Ханка превышают 5,5 тыс. т, востробрюшек – не менее 2,0–2,5 тыс. т, косаток – не менее 4,0–4,5 тыс. т, рыбы-лапши – не менее 2,5 тыс. т.

Таким образом, общий ресурс креветок и мелких второстепенных видов рыб превышает 14,0–15,0 тыс. т, что может послужить развитию тралового промысла в озере.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Траловый промысел рыб и креветок позволит полнее освоить запасы рыбных ресурсов оз. Ханка. Ставными сетями облавливаются основные промысловые виды рыб – сазан (*Cyprinus rubrofasciatus*), карась, верхогляд, горбушка, конь пёстрый, толстолобики (*Hypophthalmichthys molitrix* и *H. nobilis*), щука амурская (*Esox reichertii*), монгольский краснопёр, сомы (*Silurus asotus* и *S. soldatovi*) (Горяинов и др., 2014). Мелкие виды рыб, а также креветки в озере создают большую биомассу, что показана

ли учётные работы, и могут добываться рыбаками. Учитывая то, что эти виды короткоцикличные, добываться может до 50–60% от промыслового запаса. Траловый промысел может расширить ассортимент рыбопродукции на рынке.

Благодарности

Авторы благодарят всех сотрудников Континентальной НИС ТИНРО, принимавших участие в ходе выполнения работ и помогавших в сборах материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аннотированный* каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 220 с.
- Антонов А.Л., Барабанищikov Е.И., Золотухин С.Ф., Михеев И.Е., Шаповалов М.Е. Рыбы Амура. Владивосток: Всемирный фонд охраны природы (WWF), 2019. 318 с. <https://wwf.ru/resources/publications/booklets/ryby-amura/>
- Атлас пресноводных рыб России* / Под ред. Ю.С. Решетникова. Т. 1. М.: Наука, 2002а. 379 с.
- Атлас пресноводных рыб России* / Под ред. Ю.С. Решетникова. Т. 2. М.: Наука, 2002б. 253 с.
- Барабанищikov Е.И. Креветки озера Ханка // Тезисы докл. III региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Изд. ДВГУ, 2000. С. 13–14.
- Барабанищikov Е.И. К плодовитости озёрной формы пресноводной креветки *Leander modestus* в оз. Ханка // Материалы Всероссийской Интернет-конференции молодых учёных. Владивосток: изд. ТИНРО-центра, 2002. С. 3–6.
- Барабанищikov Е.И. Изменения качественных и количественных показателей зоопланктона и нектобентоса в озере Ханка в 2014–2015 гг. // Трансграничное озеро Ханка: Причины повышения уровня воды и экологические угрозы. Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 170–174.
- Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е. Распределение и динамика количественных показателей дальневосточных пресноводных креветок (сем. Palaemonidae) в оз. Ханка в летне-осенний период 2018 года // Чтения памяти В.Я. Леванидова, 2019. Вып. 8. С. 23–27.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Л.: Изд-во ВНИОРХ, 1933. Ч. 2. С. 547–902.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Ч. 3. С. 929–1382.
- Бортин Н.Н., Горчаков А.М., Кролевецкая Ю.В. Причины и последствия аномально-го роста уровня воды в оз. Ханка // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: VI Дружининские чтения: материалы Всероссийской конференции с международным участием. 28–30 сентября Хабаровск. (Электронный ресурс) Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, 2016. 300 с.
- Булдовский А.Т. К вопросу о продуктивности дна и воды озера Ханка и отчасти его бассейна // Вестник ДВ ФАН СССР, 1934. № 10. С. 53–73.
- Бушуев В.П., Барабанищikov Е.И. Пресноводные и эстуарные рыбы Приморья. Справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. 314 с.
- Васьковский М.Г. Гидрологический режим оз. Ханка. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 176 с.
- Горяинов А.А., Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е. Рыбохозяйственный атлас озера Ханка // Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. 205 с.
- История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озёр, Байкала и Ханки (Серия: История озёр СССР). Л.: Наука, 1990. 280 с.
- Куренков И.И. К биологии дальневосточных пресноводных креветок // Труды амурской ихтиологической экспедиции 1945–

1949 гг. Т. 1. М.: Изд-во МОИП, 1950. С. 379–390.

Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. 552 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. С–Пб.: Изд. ЗИН РАН, 1995. 629 с.

Свирский В.Г., Барабанщиков Е.И. Биологические инвазии как элемент антропогенного давления на сообщество гидробионтов озера Ханка // Российский журнал биологических инвазий. 2009. № 2. С. 29–36.

AQUATIC ECOSYSTEMS

RESULTS OF TRAWL SURVEYS IN KHANKA LAKE IN 2018 AND 2020

E.I. Barabanshchikov, M.E. Shapovalov

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, 690091*

Since 2022, the possibility of trawl fishing on Khanka Lake has been opened. In 2018 and 2020, accounting work was carried out using a beam trawl. Studies have shown that the highest biomass in trawl catches was far eastern freshwater shrimp (*Palaemon modestus*), noodle fish, sharpbelly, bagrid catfish and humpback. According to the trawl survey, the stocks of shrimp and small fish species amounted to 3,5–4,6 thousand tons. Taking into account the underestimation of these biological resources during the performance of work, the resource base can be at the level of 14,0–15,0 thousand tons.

Keywords: Khanka Lake, trawl, Far Eastern shrimp (*Palaemon modestus*, *Palaemon sinensis* (= *Palaemonetes sinensis*), species of the genus *Macrobrachium*), noodle fish (*Protosalanx chinensis*), bagrid catfish (species of the genus *Tachysurus*), sharpbelly (species of the genus *Hemiculter*), biomass, abundance, distribution, by-catch.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.553.2 (282.257.59)

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-113-133

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ДИНАМИКА
ЧИСЛЕННОСТИ АЗИАТСКОЙ ЗУБАСТОЙ КОРЮШКИ
OSMERUS DENTEX (OSMERIDAE) РЕКИ АМУР**

© 2022 г. О.В. Вилкина

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии, (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680028
E-mail: burlak_arv@mail.ru*

Поступила в редакцию 22.08.2022 г.

Представлены сведения о нерестовых миграциях, биологии и численности нерестовой группировки азиатской корюшки *Osmerus dentex* р. Амур в период с 2014 по 2021 гг. По данным массового мечения производителей установлена принадлежность корюшки, добываемой в Амурском лимане и русле р. Амур к одной единице запаса, уточнены пути и скорость миграции производителей, а также зафиксировано снижение их численности. По результатам анализа основных биологических показателей выявлено достоверно значимое ($p < 0,001$) снижение размерно-массовых характеристик, изменение возрастной структуры, тенденция к увеличению доли самок в нерестовом стаде. Анализ динамики плодовитости выявил снижение показателей ИАП и ОП у рыб нерестового стада 2017 г. ($p < 0,001$), однако, в целом наблюдаемые изменения укладываются в диапазон средне-многолетних колебаний.

Ключевые слова: азиатская зубастая корюшка, *Osmerus dentex*, р. Амур, нерестовая миграция, возраст, длина, масса, половой состав, плодовитость, мечение, численность.

ВВЕДЕНИЕ

Азиатская зубастая корюшка *Osmerus dentex* – анадромный вид, принадлежащий к арктическому пресноводному комплексу (Никольский, 1956). Ареал азиатской зубастой корюшки охватывает бассейн Северного Ледовитого океана к востоку от Белого моря до зал. Коронации в Канаде и северную часть Тихого океана от Берингова пролива до бух. Вонсан (Корея) и Хакодате (Япония) в Азии и до о. Ванкувер (пролив Баркли) в Северной Америке (Клюканов, 1969; Allen, Smith, 1988). В реках материковой части Хабаровского края азиатская зубастая корюшка встречается практически повсеместно: это реки Иня и Ульбея Охотского района (Китов и др., 2007), реки зал. Аян, реки Уда, Ту-

гур, реки зал. Ульбанский и зал. Николая Тугуро-Чумиканского района, реки Сахалинского зал. (Овсянников и др., 2019; Овсянников, 2020), р. Амур (Подушко, 1970а), малые реки Амурского лимана Мы, Чомэ (Скурихина и др., 2015), р. Тумнин (Микодина и др., 2010; Semenova et al., 2021), р. Ботчи (Аднагулов, Олейников, 2011), р. Коппи (Золотухин, Шишаев, 2004) Ванинского района. Также производители азиатской корюшки заходят на нерест в реки западного побережья о. Сахалин, впадающие в северную часть Татарского пролива и Амурский лиман (Щукина, 1999).

Одним из основных центров воспроизводства вида является р. Амур (Бугаев и др., 2014). Здесь корюшка является традиционным объектом промысла, добыча ведется в период с марта

по май во время нерестового хода. Краткие сведения по биологии и промыслу азиатской корюшки в бассейне р. Амур имеются в работах Н.А. Воскресенского (1946), Д.С. Загородневой (1954), Г.В. Никольского (1956) и А.Ф. Кузнецовой (1962). Большой вклад в изучение амурской нерестовой группировки азиатской корюшки внесла Ю.Н. Подушко (1970 а, б). В её работах были описаны биологические показатели производителей корюшки и их связь с динамикой численности нерестового стада. Особое внимание было уделено динамике плодовитости вида и определяющим её факторам (Подушко, 1971), эмбрионально-личиночному развитию и скату личинок азиатской корюшки (Подушко, 1970в). В 1990–2000-е гг. изучением азиатской корюшки в бассейне р. Амур занимался В.А. Горбачев (2003, 2005). Им опубликованы сведения о биологической характеристике нерестовой части популяции азиатской корюшки и впервые по данным мечения оценена численность производителей амурского нерестового стада 1999 г.

В последние годы наблюдается повышение интереса рыбопромыш-

ленников к азиатской корюшке, как к объекту промысла. Средний годовой объём вылова в 1910-е годы ХХI в. является самым высоким за всю историю промысла данного вида в бассейне р. Амур и составляет 2541 т (рис. 1). Также в связи с развитием промышленного рыболовства в Амурском лимане возросла интенсивность незаконного промысла. С 2020 г. в Амурском лимане от м. Джаорэ до м. Пронге наблюдается высокая концентрация рыбаков-любителей и браконьеров, не отмечавшаяся ранее. Этому способствует транспортная доступность: организации, ведущие промысел в районе м. Джаорэ, прокладывают по льду лимана автомобильную дорогу для обслуживания ловушек и вывоза улова. В условиях увеличившейся интенсивности промысла возникла необходимость в проведении новых исследований нерестовой группировки азиатской корюшки р. Амур. Цель данной работы – обобщить имеющиеся сведения о биологии и численности азиатской зубастой корюшки бассейна р. Амур и провести анализ современного состояния популяции.

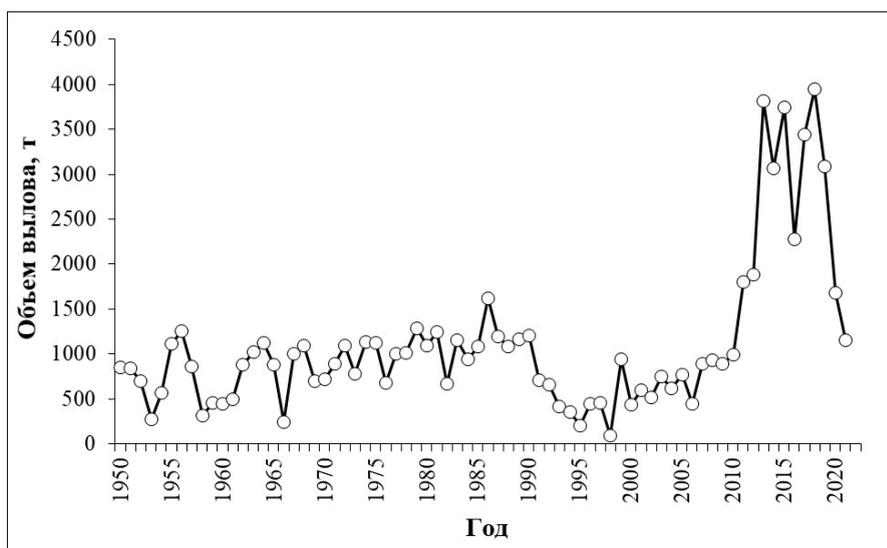


Рис. 1. Объём вылова азиатской зубастой корюшки в бассейне р. Амур в 1950–2021 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал собирали в нижнем течении р. Амур в период нерестовой миграции азиатской зубастой корюшки в 2017–2021 гг. в нижнем течении р. Амур на участке с. Мариинское – с. Оремиф и в Амурском лимане (рис. 2). До распаления льда корюшку брали из уловов рыбодобывающих организаций, использующих ставные невода типа «каравка» с шагом ячеи 10–12 мм. Сбор материала на нерестилищах вели по открытой воде закидным неводом с шагом ячеи 12 мм. Также привлечены архивные данные ХФТИНРО (ныне – «ХабаровскНИРО») за 2014–2016 гг. и рыбопромысловая статистика по данным Амурского территориального управления Росрыболовства.

Биологический анализ выполняли по стандартной методике (Правдин, 1966) с измерением длины тела по Смитту (*FL*) с точностью ± 1 мм, определением общей массы тела (*BW*) и массы тела без внутренних органов с точностью $\pm 0,1$ г; пола, стадии зрелости, массы гонад с точностью до 1 г. Для определения индивидуальной абсолютной (ИАП) и относительной (ОП) плодовитости у самок с гонадами на IV стадии зрелости брали навески до 0,50 г с точностью $\pm 0,01$ г и проводили пересчет числа ооцитов в пробе на массу яичников. ОП рассчитывали относительно массы тела без внутренностей. Возраст корюшки определяли по чешуе (Чугунова, 1959). Всего проанализировано 2710 экз. рыб.

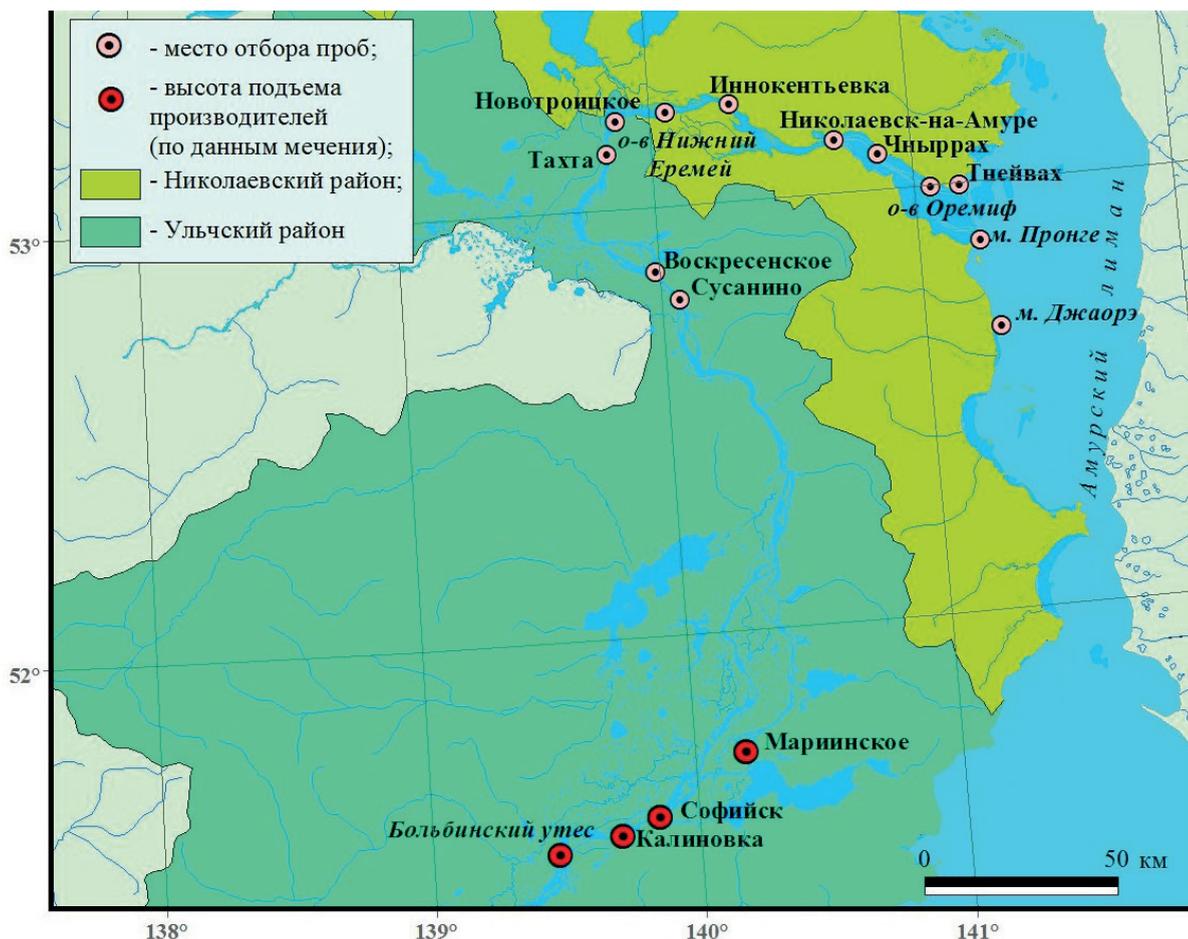


Рис. 2. Карта-схема района исследований в нижнем течении р. Амур в 2014–2021 гг.

В ходе анализа данных вычисляли среднее значение признака (M), стандартную ошибку среднего ($\pm SE$), определяли пределы варьирования показателей (lim). Для сравнения данных использовали методы непараметрической статистики, поскольку выборки не прошли тест Шапиро-Уилка на нормальность распределения. Для оценки статистической значимости наблюдаемых межгодовых изменений средних значений размера, массы, ИАП, ОП по каждому году для каждой возрастной группы использован H -критерий Краскела-Уоллиса (с использованием процедуры множественного попарного сравнения при помощи апостериорного критерия Дана). Для сравнения размерно-массовых характеристик самцов и самок использовали тест Манна-Уитни (U). Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения PAST 4.03.

В 2018–2021 гг. в период нерестового хода для расчёта абсолютной численности проводили массовое мечение проходных корюшек в районе с. Иннокентьевка Николаевского района (68 км от устья) на участке расположения группы орудий лова (40 небольших ставных неводов типа «каравка»). Рыб для мечения брали из промысловых орудий лова. Сам процесс мечения осуществляли вручную с помощью рыболовного крючка с номерной водонепроницаемой меткой, закрепляемого на спинной части тела рыбы (перед спинным плавником). Рыб вместе с водой ведром забирали из ставного невода в один термоконтейнер. Термоконтейнер доставляли к месту мечения. Второй термоконтейнер заполняли водой и ставили рядом с термоконтейнером, в котором находится рыба. Мечение проводили в х/б или изопреновых перчатках, придерживая рыбу в воде пальцами одной руки, по-

сле чего быстрым движением переносили в термоконтейнер с водой, собирая в нём только меченых рыб. В течение 10–15 мин. наблюдали за поведением меченых рыб во втором контейнере: считали и выбраковывали ослабших и погибших особей. Выживших корюшек вместе с водой из контейнера отпускали в заранее подготовленную во льду лунку.

Ежегодно помечали по 1000 особей азиатской корюшки. Меченых особей выпускали в 1 км от группы ставных неводов в центре русла на течении. Все рыбодобывающие предприятия, задействованные в промысле корюшки и расположенные выше мест выпуска меченых рыб, были оповещены о проводимых работах. В «ХабаровскНИРО» ими предоставлялась информация о пойманных метках. Ежедневно до окончания промысла собирали информацию по величине суточных уловов и уловов на ставной невод на мониторинговых рыболовных участках (РЛУ), ведущих промысел корюшки.

Для расчёта численности (N) нерестовой группировки азиатской корюшки на участке мечения была использована формула Чепмена (Рикер, 1979):

$$N = ((T+1) \times (C+1)) / (R+1),$$

где N – численность промыслового стада (несмещ.), экз.; C – величина вылова группой ставных неводов, экз.; R – количество пойманных меченых рыб, экз.; T – общее количество меченых рыб, экз.

К итоговому значению N прибавляли количество пойманных рыб, изъятых в виде вылова ниже участка мечения.

Индивидуальную скорость передвижения производителей азиатской корюшки при нерестовой миграции в русле Амура оценивали по результатам мечения, учитывая время, которое мече-

ная рыба находилась в реке от выпуска до повторной поимки, и расстояние, которое она преодолела за это время.

В апреле 2020 г. для уточнения путей миграции азиатской корюшки из Амурского лимана также проводили массовое мечение проходных корюшек. Рыбу для мечения брали из ставного невода типа «каравка» ООО «Ухта-Пром» (РЛУ № 12 «Амурский лиман, Джаоренский-1»). Метили аналогично приведенному выше описанию. Помечено 200 особей азиатской корюшки. Меченых особей выпускали в 1 км от ставного невода на течении.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нерестовая миграция и нерест.

Сведений о местах нагула азиатской корюшки, нерестящейся в реке Амур, нет. Согласно результатам генетического анализа, выборки азиатской корюшки, из бассейна р. Амур относятся к североохотоморским, а не япономорским популяциям (Скурихина и др., 2015; Skurikhina et al., 2018; Semenova et al., 2021). Предположительно, нагул амурской группировки происходит в водах Сахалинского зал. и северной части Амурского лимана, т.к. данная популяция судя по размерно-весовым характеристикам, темпам роста, продолжительности жизни, плодовитости относится к прибрежной экологической форме (Василец, 1998; Колпаков, 2018) и дальних миграций не совершает. В этом же районе происходит нагул популяций корюшки лиманных рек, как материковой части Хабаровского края, так и западного побережья о. Сахалин (Шукина, 1999), также относящихся к прибрежной экологической форме.

Специалистами ХабаровскНИРО традиционно предполагалось, что в преднерестовый период (февраль-март) от мест нагула в Сахалинском зал. к

устьям нерестовых рек побережья Хабаровского края одновременно мигрируют две нерестовых группировки: I – группировка р. Амур и II – группировка малых рек юга лимана (рр. Хузи, Мы, Лиманная, Уарке, Тыми, Чомэ). В этот период они образуют смешанные преднерестовые скопления в Амурском лимане. Данные группировки рассматривались как две единицы запаса, промысел для I велся в русловой части р. Амур в период нерестового хода, а для II – в 70–80-е гг. XX в. в русле р. Мы во время нереста, а с 2013 г. в Амурском лимане в преднерестовый период.

В 2020 г. специалистами «ХабаровскНИРО» произведено мечение производителей азиатской корюшки в Амурском лимане в районе м. Джаорэ, позволившее изменить представление о нерестовых миграциях данного вида из Амурского лимана, а также уточнить пути миграции. Повторно поймано 43 из 200 помеченных рыб (возврат 21,5%), 40 из них учтены на участке русла Амура от с. Нижние Пронге до о. Нижний Еремей, 3 – у с. Тнейвах. Согласно полученным данным можно сделать предположение о пути миграции амурской группировки азиатской корюшки в Амур: из Сахалинского зал. на юг по Сахалинскому фарватеру, далее на юго-запад по Хуссинскому фарватеру до м. Джаорэ, далее на северо-запад по Южному фарватеру в русло р. Амур в р-не м. Пронге или через фарватер Гаврилова в р-не м. Чадбах (небольшая часть нерестовой группировки) (рис. 3). Подобный путь миграции обусловлен более мощным стоком Амура на юг в зимний период и явлением хоминга у азиатской корюшки, т.е. её способностью уловить химические особенности («запах») родной реки (Салменкова, 2016) именно на этом направлении. Сток Амура по фарватерам распределяется следующим об-



Рис. 3. Схема миграционного пути азиатской зубастой корюшки из Сахалинского залива в р. Амур (чёрной пунктирной стрелкой). Расположение фарватеров в Амурском лимане по: Якунин, 1978.

разом, в зависимости от времени года: летом преобладает сток по Восточному фарватеру (40%), на Южный приходится 34% стока, на фарватер Невельского – 26%; в зимний период возрастает роль Южного фарватера (42%), на фарватер Невельского приходится 40% стока, сток через Восточный фарватер уменьшается до 18% (Якунин, 1978).

Также не менее важным результатом мечения азиатской корюшки в Амурском лимане стал тот факт, что популяции малых рек лимана не затрагиваются промыслом, в уловах отмечается только амурская нерестовая группировка на путях миграции. Все рыбы, помеченные в Амурском лимане в апреле 2020 г., повторно были пойманы в русле р. Амур, сведений о поимках меченых рыб в реках лимана нет. Сроки нереста амурской корюшки и корюшки рек лимана различаются: р. Амур – I декада мая, малые реки Амурского лимана – III декада мая - I декада июня. Соответственно, подходы производителей от мест нагула к устьям нерестовых рек также будут отличаться, и единовременной преднерестовой концентрации двух группировок в лимане Амура наблюдаться не будет. Данное обстоятельство позволило скорректировать подход к прогнозированию запаса корюшки р. Амур: корюшка, облавливаемая на рыболовных участках в Амурском лимане и в р. Амур в период промысла амурской нерестовой группировки, теперь рассматривается как одна единица запаса.

Нерестовая миграция азиатской зубастой корюшки вверх по Амуру начинается обычно в I–III декаде марта подо льдом. Сроки начала колеблются и связаны с началом весеннего подъёма уровня воды (Подушко, 1970а; Вилкина, 2020). Также важную роль играет уровень режим реки. Так, весной 2021 г. отмечался достаточно высокий уровень

Амура, превышающий среднееголетние значения на 35–77 см. В условиях изначально высокого уровня воды и отсутствия устойчивого повышения её уровня, корюшка, образующая преднерестовые скопления в Амурском лимане, слабо реагировала на «амурскую струю», что способствовало сдвигу начала массовой миграции производителей в русло на 14 календарных дней, в сравнении со среднееголетними показателями.

При нерестовой миграции обычно отмечаются два пика заходов производителей в реку: во II декаде апреля перед пиковым значением уровня воды в реке в период весеннего паводка и в III декаде апреля перед распалением льда. Подобную картину наблюдали в 2018 и 2019 гг. на мониторинговых рыболовных участках, расположенных в устьевой части р. Амур (рис. 4). Однако в 2020–2021 гг. динамика заходов корюшки изменилась, и второго пика подходов корюшки не отмечали. Изменение динамики захода производителей корюшки в Амур можно объяснить малой численностью нерестовых стад этих лет, а также влиянием резко возросшей интенсивности любительского и незаконного промысла в Амурском лимане, наблюдаемой с 2020 г., что обусловило разреженные заходы производителей в русловую часть реки.

Средняя скорость нерестового хода корюшки согласно данным, полученным в результате массового мечения, составила 4,3 км/сут. Индивидуальная скорость варьировала от 0,5 до 20,0 км/сут. (табл. 1).

Высота подъёма азиатской корюшки вверх по Амуру может служить косвенным показателем численности нерестовой группировки: стада с более высокой численностью доходят до наиболее удалённых от устья нерестилищ. В 2020

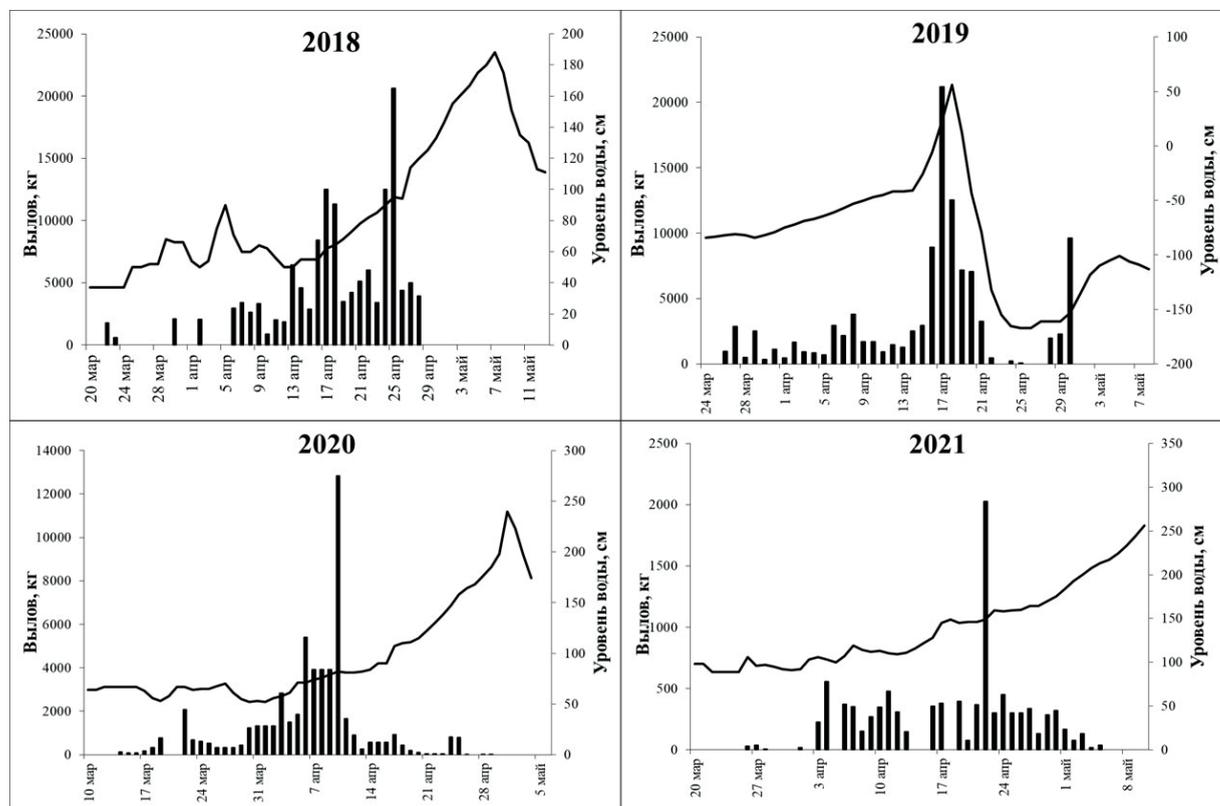


Рис. 4. Динамика уловов азиатской корюшки на мониторинговых РЛУ (столбцы) и колебания уровня воды по данным поста в г. Николаевск-на-Амуре (график) в р. Амур в марте-мае 2018–2021 гг.

Таблица 1. Скорость миграции (км/сут) азиатской зубастой корюшки в русле Амура в 2018–2021 гг. по данным мечения

Год	lim	M±SE	Число возвращенных меток, шт.
2018	0,7–14,4	3,7±0,425	86
2019	1,5–12,5	5,1±0,259	177
2020	1,0–20,0	4,9±0,227	249
2021	0,5–10,6	3,9±0,218	161

и 2021 гг. производители азиатской корюшки в небольших количествах достигали с. Мариинское Ульчского района (242 км от устья). В 2019 г. производители азиатской корюшки учтены на нерестилищах у с. Софийск и с. Калиновка Ульчского района (275–285 км от устья), в 2018 г. – на нерестилище у Большинского утеса (300 км от устья) (рис. 2).

Данное обстоятельство косвенно указывает на более низкую численность нерестовых стад 2020 и 2021 гг. относительно численности 2019 и 2018 гг.

Нерестовый ход азиатской корюшки в Амуре обрывается сразу после расплавления льда в I–II декаде мая. Основные нерестилища расположены в Ульчском районе (от 95 км от устья и вверх по те-

чению). Подходы производителей азиатской корюшки к нерестилищам наблюдали в 2019–2020 г. сразу после ледохода. Продолжительность подходов по открытой воде около 3-х суток. Оптимальный температурный режим для нереста 5,5–9,0 °С. Окончание нереста отмечали при дневных температурах воды выше 11–12 °С (Вилкина, Шмигирилов, 2020).

Половая структура. В репродуктивных стадах азиатской корюшки р. Амур в период нерестового хода преобладают самцы (табл. 2), что характерно для корюшек разных водоёмов Дальнего Востока (Подушко, 1970а; Василец, 2000; Парпура, Колпаков, 2001; Голубь и др., 2012). Однако в последние годы исследований наблюдается тенденция к увеличению доли самок, отражающая снижение численности популяции азиатской корюшки Амура. При вступлении в нерестовое стадо рекрутов низкоурожайного поколения в нём уменьшается доля самцов, созревающих раньше, чем самки. По мере взросления доля самцов в поколении также снижается по причине более низкой продолжительности их жизни (Парпура, Колпаков, 2001).

На нерестилищах отмечаются преимущественно самки. Соотношение самцов к самкам 0,7:1,0. Из этого можно сделать вывод, что самцы не задерживаются на нерестилищах, тогда как самки некоторое время остаются на местах нереста. Однако ряд авторов (Бугаев и др., 2014; Овсянников, 2020) отмечают, что у азиатской корюшки на нерестили-

щах в течение всего нереста преобладают самцы.

Возрастная структура. За весь период исследований азиатской корюшки бассейна р. Амур в нерестовой части популяции были обнаружены рыбы 6-ти возрастных групп: от двух до семигодовиков. Самка в возрасте 7 лет была обнаружена Ю.Н. Подушко единственный раз в 1967 г. (Подушко, 1970б). Корюшка в возрасте 6 лет в небольших количествах (до 4%) встречается практически ежегодно. Основу нерестовой группировки азиатской корюшки р. Амур составляют трех- и четырехгодовики, соотношение их в нерестовых стадах разных лет значительно колеблется (табл. 3).

В нерестовых стадах 2018–2020 гг. наблюдалось изменение возрастной структуры, возникшее по причине вступления в промысел низкоурожайного поколения 2015 г. На снижение численности данного поколения повлияла возросшая промысловая нагрузка, наблюдаемая в последнее десятилетие, и интенсивность промысла (с 2014 по 2015 гг. количество орудий лова выросло в 2,2 раза). Свидетельством высокого промыслового пресса на популяцию азиатской корюшки также служит омоложение её возрастного состава (Никольский, 1961). Доля двухгодовиков в нерестовом стаде 2020 г. является достаточно высокой для амурской нерестовой группировки азиатской корюшки, в разные годы наблюдений доля данной

Таблица 2. Соотношение полов (%) в нерестовом стаде азиатской корюшки р. Амур в 2015–2021 гг.

Пол	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	М
Самцы	61,0	65,1	68,4	64,0	53,1	53,5	51,9	59,6
Самки	39,0	34,9	31,6	36,0	46,9	46,5	48,1	40,4
Всего, экз.	200	149	377	333	258	411	588	2316

Таблица 3. Возрастной состав (%) нерестовых стад азиатской зубастой корюшки бассейна р. Амур в 2015–2021 гг.

Год	Возраст, лет					п, экз.
	2	3	4	5	6	
2015	–	35,5	59,5	5	–	200
2016	0,7	39,6	56,3	3,4	–	149
2017	–	52,8	45,6	1,3	0,3	377
2018	–	1,8	91,6	6,6	–	379
2019	–	57,8	13,6	28,6	–	258
2020	4,4	46,3	47,0	0,9	1,3	445
2021	0,6	42,6	50,7	5,5	0,6	308

Примечание: полужирным шрифтом выделено поколение 2015 г.

возрастной группы не превышала 2,7% (Подушко, 1970б; Горбачев, 2005). Возрастная структура нерестового стада в 2021 г. вновь стала близка к среднеголетним параметрам, в уловах все ещё отмечались рыбы неурожайного поколения в возрасте шести лет, но доля их была незначительной.

Размерно-весовые характеристики. Длина тела по Смитту (*FL*) *O. dentex* нерестовой части популяции бассейна р. Амур в 2014–2021 гг. изменялась от 11,1 до 26,7 см, масса тела (*BW*) – от 8,1 до 165,3 г. Исследуемая нерестовая группировка отличается сравнительно невысокими размерно-весовыми характеристиками относительно представителей данного вида из других регионов обитания (Гриценко, 2002; Голубь и др., 2012; Бугаев и др., 2014; Ракитина, Смирнов, 2017), поскольку чаще исследовались группировки, принадлежащие морской экологической форме, отличающейся крупными размерами тела и повышенным темпом роста (Колпаков, 2018). Азиатская корюшка р. Амур по экологии и размерам наиболее близка к корюшке р. Раздольной, относящейся к прибрежной экологической форме (Шкарина, 1991). Средние размерно-весовые показатели азиатской корюшки нерестовых стад разных лет представ-

лены в таблице 4, по возрастным группам – в таблице 5. Следует отметить, что средние размерно-весовые показатели азиатской корюшки в современный период имеют больший диапазон изменчивости, в сравнении с показателями 1960-х гг. XX в.: так, по данным Ю.Н. Подушко (1970б) $FL_{cp.}$ составляла 17,4–18,6 см, $BW_{cp.}$ – 40,0–45,2 г; по нашим данным $FL_{cp.}$ составляет 16,4–19,2 см, $BW_{cp.}$ – 32,1–56,5 г.

В группах трёх- (FL : $U=3892,5$; BW : $U=3590,0$; $p<0,05$), четырёх- (FL : $U=3867,0$; BW : $U=3745$; $p<0,05$) и пятигодовиков (FL : $U=1456,0$; BW : $U=1437,0$; $p<0,05$) отмечены статистически значимые различия между самками и самцами азиатской корюшки по длине и по массе тела. Самки крупнее самцов. Данное обстоятельство может объясняться несколько более ранним созреванием самцов и их более низкими темпами роста. Разница в весовых параметрах также объясняется формированием у корюшки значительного количества половых продуктов: у самок с гонадами на IV стадии зрелости – 22,4% (10,4–40,0%) от массы тушки, у самцов – 3,8% (0,6–12,0%). В группе двух- и шестигодовиков такие различия не обнаружены, что может быть обусловлено небольшим размером выборки.

Таблица 4. Средние размерно-весовые показатели азиатской корюшки бассейна р. Амур в 2014–2021 гг.

Пол	FL, см			BW, г		
	lim	M ± SE	n	lim	M ± SE	n
2014						
♂	11,8–21,8	18,7±0,3	57	19,9–70,0	44,9±1,4	57
♀	16,4–22,5	19,0±0,2	63	29,3–75,1	49,2±1,5	63
♂♀	11,8–22,5	18,9±0,2	120	19,9–75,1	47,1±1,1	120
2015						
♂	17,0–22,5	18,9±0,1	122	32,8–97,5	48,5±1,0	121
♀	17,0–22,5	19,4±0,1	78	39,8–95,8	55,7±1,5	78
♂♀	17,0–22,5	19,1±0,1	200	32,8–97,5	51,3±0,9	199
2016						
♂	13,8–22,7	19,1±0,2	97	18,5–91,9	54,7±1,4	97
♀	13,0–21,5	19,4±0,2	52	13,8–82,9	59,9±2,1	52
♂♀	13,0–22,7	19,2±0,1	149	13,8–91,9	56,5±1,2	149
2017						
♂	13,5–23,0	16,2±0,1	258	14,7–89,9	30,1±0,7	258
♀	14,0–23,5	16,9±0,2	119	17,8–106,1	36,4±1,4	119
♂♀	13,5–23,5	16,4±0,1	377	14,7–106,1	32,1±0,7	377
2018						
♂	15,0–23,6	18,0±0,1	217	24,3–93,3	46,3±0,6	213
♀	16,5–24,8	18,8±0,1	162	30,4–124,5	58,5±1,5	120
♂♀	15,0–24,8	18,6±0,1	379	24,3–124,5	50,7±0,7	333
2019						
♂	15,5–24,0	17,8±0,1	179	24,4–100,5	42,4±1,2	137
♀	15,3–25,2	18,8±0,2	229	24,4–147,7	46,1±1,1	121
♂♀	15,3–25,2	18,4±0,1	408	24,4–147,7	47,1±1,1	258
2020						
♂	11,1–21,8	17,0±0,1	297	8,1–77,6	36,5±0,7	297
♀	13,8–24,7	18,0±0,1	191	17,3–114,5	45,0±1,3	191
♂♀	11,1–24,7	17,4±0,1	488	8,1–114,5	39,8±0,7	488
2021						
♂	13,5–21,4	17,4±0,1	305	16,7–70,5	38,1±0,5	305
♀	14,2–26,7	17,9±0,1	280	18,9–165,3	43,9±0,9	283
♂♀	13,5–26,7	17,6±0,1	586	16,7–165,3	40,9±0,5	589

При сравнении размерно-весовых характеристик рыб из нерестовых стад 2014–2021 гг. были обнаружены статистически значимые межгодовые различия (FL: $H=624,8$, $p<0,001$; BW: $H=617,3$, $p<0,001$). В 2017 г. трёх- и четырехгодовики (98,4% нерестового стада) с учётом различия по полу отличались от одно-

возрастных рыб наименьшими длиной и массой тела за весь период наблюдений (табл. 5). Данное обстоятельство предположительно объясняется высокой численностью рыб смежных поколений 2013 и 2014 г. и изменениями темпов роста у особей доминирующих генераций (Щукина, 1999). Также отмечено статистически значимое снижение средних линейно-весовых размеров тела одно-возрастных рыб нерестовых стад 2020–2021 гг. от особей 2014–2016 гг., что является одним из проявлений изменений

структуры популяции под воздействием промысла (Шибяев, 2015).

Созревание и плодовитость. Созревание 50% самок происходит в возрасте трёх лет. Полициклический вид, нерестится неоднократно в течение жизни (Бурлак, Жукова, 2020). Данный факт подтверждает поимка в марте 2021 г. у с. Сусанино (133 км от устья) самки азиатской корюшки с номерной меткой, установленной в 2020 г. На повторность нереста основное влияние оказывает выживаемость особей в период нагула.

Таблица 5. Средние ($M \pm SE$) размерно-весовые показатели азиатской корюшки бассейна р. Амур по возрастным группам

Год	Пол	Возраст, лет					n
		2	3	4	5	6	
<i>FL, см</i>							
2014	♂	–	17,8±0,4	19,7±0,3	–	–	54
	♀	–	18,3±0,2	20,3±0,2	–	–	61
	♂♀	–	18,1±0,2	19,9±0,2	–	–	115
2015	♂	–	18,0±0,1	19,2±0,1	20,4±0,5	–	122
	♀	–	18,6±0,2	19,6±0,2	21,5±0,7	–	78
	♂♀	–	18,3±0,1	19,4±0,1	21,0±0,4	–	200
2016	♂	–	17,8±0,2	19,9±0,1	21,1±0,4	–	97
	♀	14,7	18,2±0,4	20,2±0,2	20,8±0,3	–	52
	♂♀	14,7	17,9±0,2	19,9±0,1	21,0±0,3	–	149
2017	♂	–	15,4±0,1	17,1±0,1	20,6±1,2	23,0	258
	♀	–	15,8±0,2	17,7±0,2	23,5	–	118
	♂♀	–	15,5±0,1	17,3±0,1	21,3±1,6	23,0	376
2018	♂	–	16,4±0,1	18,3±0,1	19,5±0,8	–	216
	♀	–	18,4±1,2	18,8±0,1	21,2±0,5	–	162
	♂♀	–	17,5±0,8	18,5±0,1	21,0±0,3	–	378
2019	♂	–	17,1±0,1	18,4±0,3	19,4±0,3	–	149
	♀	–	17,7±0,1	19,2±0,1	20,4±0,3	20,8	132
	♂♀	–	17,3±0,1	18,8±0,3	19,9±0,2	20,8	281
2020	♂	13,9±0,258	16,2±0,1	17,8±0,1	18,7±0,6	20,4±1,2	272
	♀	14,3±0,186	16,5±0,1	18,9±0,2	19,4	22,4±0,6	173
	♂♀	14,0±0,199	16,3±0,1	18,3±0,1	18,9±0,5	21,7±0,6	445

Таблица 5. Окончание

Год	Пол	Возраст, лет					n
		2	3	4	5	6	
2021	♂	13,8±0,300	16,8±0,1	18,01±0,1	19,8±0,4	–	175
	♀	–	17,1±0,2	18,57±0,1	19,7±0,63	25,6±1,1	132
	♂♀	13,8±0,300	16,9±0,1	18,3±0,1	19,8±0,3	25,6±1,1	308
<i>BW</i> , г							
2014	♂	–	39,60±1,85	49,85±1,01	–	–	54
	♀	–	42,34±0,26	60,22±1,91	–	–	61
	♂♀	–	41,16±1,07	54,83±1,48	–	–	115
2015	♂	–	42,15±0,85	51,11±1,36	64,67±5,73	–	121
	♀	–	47,04±1,08	58,11±1,59	82,77±6,44	–	78
	♂♀	–	44,08±0,72	53,78±1,08	73,72±5,06	–	199
2016	♂	–	43,51±1,83	61,70±1,34	72,3±4,63	–	97
	♀	18,90	48,92±2,86	67,48±1,70	79,15±1,65	–	52
	♂♀	18,90	45,34±1,57	63,69±1,09	75,04±3,09	–	149
2017	♂	–	24,75±0,51	35,74±1,09	71,1±10,50	89,93	258
	♀	–	28,39±1,08	42,019±1,80	106,60	–	118
	♂♀	–	25,72±0,49	38,08±0,98	79,84±11,47	–	375
2018	♂	–	31,92±0,85	46,39±0,61	56,16±7,59	–	212
	♀	–	–	54,37±1,34	77,93±3,78	–	120
	♂♀	–	31,92±0,85	49,0±0,64	75,21±3,71	–	332
2019	♂	–	35,72±0,66	42,01±2,08	55,59±3,13	–	137
	♀	–	40,34±0,95	56,31±5,22	70,08±3,58	95,22	122
	♂♀	–	37,80±0,59	50,92±2,69	63,42±2,54	95,22	259
2020	♂	18,28±1,12	30,23±0,50	41,98±1,04	47,18±3,23	64,43±9,48	272
	♀	19,12±0,85	32,90±0,78	51,28±1,84	52,31	92,75±6,37	173
	♂♀	18,48±0,86	31,12±0,43	46,16±1,05	51,80±2,63	83,3±7,61	
2021	♂	17,23±0,53	34,24±0,83	43,49±0,93	59,44±5,57	–	175
	♀	–	37,68±1,18	50,26±1,32	57,53±5,64	156,6±8,70	132
	♂♀	17,23±0,53	35,53±0,69	46,77±0,84	58,88±4,18	156,6±8,70	308

В среднем плодовитость азиатской корюшки р. Амур меньше, чем у корюшек из других дальневосточных водотоков (Парпура, Колпаков, 2001; Гриценко, 2002; Китов и др., 2007; Овсянников, 2019), что связано с её более низкими размерно-весовыми характеристиками. ИАП азиатской корюш-

ки р. Амур варьирует в пределах от 6,0 до 99,1 тыс. икр., в разные годы средние значения изменяются в пределах от 20,9 до 31,2 тыс. икр. ОП варьировала от 415 до 2068 икр./г массы тела рыбы, среднее значение на межгодовом уровне изменялось незначительно: от 702 до 808 икр./г. (табл. 6). Отмечается сни-

Таблица 6. ИАП (тыс. икр.) и ОП (икр./гр.) азиатской корюшки бассейна р. Амур и диапазон их колебаний по возрастным группам

Год	Показатель	Возраст, лет										n	Среднее		
		2	n	3	n	4	n	5	n	6	n				
2014	ИАП	-	-	$24,3 \pm 0,9$ 15,2-38,6	37	$33,8 \pm 1,5$ 23,0-48,1	24	-	-	-	-	-	-	$28,0 \pm 1,0$ 15,2-48,1	61
	ОП	-	-	$758 \pm 17,9$ 511-964		$762 \pm 24,7$ 575-1026		-	-	-	-	-	$760 \pm 14,4$ 511-1026		
2015	ИАП	-	-	$27,6 \pm 1,7$ 17,3-57,7	27	$31,6 \pm 1,6$ 18,1-60,3	39	$51,9 \pm 9,6$ 34,0-79,2	4	-	-	-	$31,2 \pm 1,4$ 17,3-79,2	70	
	ОП	-	-	$811 \pm 43,4$ 843-1410		$747 \pm 24,6$ 511-1214		$826 \pm 134,8$ 625-1217		-	-	-	$776 \pm 22,8$ 511-1410		
2016	ИАП	6,0	1	$26,1 \pm 2,0$ 6,5-42,8	20	$35,0 \pm 1,1$ 25,8-46,7	29	$44,2 \pm 2,3$ 41,8-46,5	2	-	-	-	$31,4 \pm 1,3$ 6,0-46,7	52	
	ОП	415		$708 \pm 35,2$ 472-1072		$704 \pm 23,0$ 466-965		$764 \pm 25,0$ 739-789		-	-	-	$702 \pm 19,3$ 415-1072		
2017	ИАП	-	-	$16,0 \pm 0,8$ 8,9-35,4	52	$24,4 \pm 1,1$ 10,5-54,3	63	$37,8 \pm 1,8$ 9,6-56,1	2	-	-	-	$20,9 \pm 0,9$ 8,9-56,1	117	
	ОП	-	-	$739 \pm 16,7$ 493-1047		$728 \pm 8,5$ 719-736		-		-	-	-	$763 \pm 12,7$ 439-1225		
2018	ИАП	-	-	-	-	$24,7 \pm 0,8$ 17,7-39,6	58	$35,6 \pm 3,2$ 27,6-57,4	9	-	-	-	$26,2 \pm 0,9$ 17,7-57,4	67	
	ОП	-	-	-		$670 \pm 18,6$ 423-1035		$736 \pm 53,5$ 538-998		-	-	-	$679 \pm 17,7$ 423-1035		
2019	ИАП	-	-	$21,9 \pm 0,8$ 12,4-30,0	49	$25,0 \pm 2,8$ 14,9-34,5	7	$34,7 \pm 2,7$ 13,5-60,1	19	-	-	-	$25,4 \pm 1,1$ 12,4-60,1	75	
	ОП	-	-	$733 \pm 17,6$ 438-1030		$736 \pm 34,2$ 599-864		$752 \pm 22,1$ 462-837		-	-	-			

Таблица 6. Окончание

Год	Показатель	Возраст, лет											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее	n	
2020	ИАП	11,4±0,6 10,3-13,2	19,1±0,6 12,7-31,2	27,7±1,2 14,9-59,6	-	57,2±1,6 55,6-58,8	-	83,5±40,5 794-875	-	87,1±1,2 75,3-99,1	24,0±0,9 10,3-59,6	2	111
	ОП	778±6,9 758-788	812±16,8 547-1105	805±15,4 469-1145	-	835±40,5 794-875	-	835±40,5 794-875	-	835±40,5 794-875	808±10,7 469-1145	2	111
2021	ИАП	-	22,5±0,2 11,7-48,1	28,5±1,3 16,5-48,8	36,3±4,1 20,2-61,3	87,1±1,2 75,3-99,1	36,3±4,1 20,2-61,3	87,1±1,2 75,3-99,1	10	29,7±0,2 11,7-99,1	2	67	
	ОП	-	838±74,4 548-2068	775±29,3 474-1442	775±29,3 474-1442	806±45,1 655-1158	755±65,0 690-820	755±65,0 690-820	10	797±26,9 474-2068	2	67	

Примечание: над чертой – среднее значение ± стандартная ошибка (M±SE), под чертой – пределы изменчивости признака, г – число исследованных самок (lim)

жение средних показателей ИАП и ОП относительно исследований популяции во второй половине XX в. (Подушко, 1971; Горбачев, 2005).

ИАП производителей азиатской корюшки закономерно возрастает с увеличением длины (коэффициент линейной корреляции Пирсона $r=0,86$; $P<0,01$) и массы ($r=0,89$; $p<0,01$) тела. Зависимость ИАП от возраста не столь закономерна ($r=0,49$; $p<0,01$). Связи ОП с длиной, массой тела и возрастом самок не выявлено.

При сравнении ИАП одновозрастных особей корюшки из нерестовых стад разных лет обнаружены статистически значимые межгодовые различия ($H=105,0$; $p<0,001$). Особи нерестового стада 2017 г. отличались наименьшей плодовитостью при небольших размерно-весовых характеристиках. В целом, наблюдаемые изменения ИАП и ОП укладываются в диапазон среднемноголетних колебаний.

Численность. Мечение является достаточно распространённым методом для изучения популяций различных видов рыб. Его используют для дифференцировки рыб искусственного происхождения в аквакультуре (Скирин, Крупяно, 2005; Мякишев и др., 2019), изучения миграционных путей и оценки скорости миграций (Сальников и др., 2004; Колпаков, Милованкин, 2009; Кульбачный и др., 2020), а также для оценки численности популяций (Есин, 2009; Ingram et al., 2020). В бассейне р. Амур метод мечения использовался для оценки численности и индивидуальной скорости перемещения производителей летней и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Пасечник, Шмигирилов, 2008), а также проводились экспериментальные работы по учёту численности азиатской корюшки при помощи оценки коэффициента изъятия меченых особей единичным орудием

лова (Горбачев, 2003). С 2018 г. сотрудники «ХабаровскНИРО» проводят ежегодные работы по учёту численности нерестовых стад азиатской корюшки, заходящей в р. Амур (Вилкина, Шмигирилов, 2019). Возврат меток в разные годы составил 8,6–21,1%. Расчёт численности проводили при помощи оценки коэффициента изъятия для группы ставных неводов (каравок) на достаточно узком участке русла Амура, что позволяет обеспечить наиболее полный учёт меток и произвести более точную оценку численности. Мечение на данный момент является мониторинговым мероприятием, позволяющим сравнивать прогнозную величину запаса и численность фактически зашедшей на нерест азиатской корюшки.

Учёт численности методом мечения имеет довольно высокую погрешность, однако точно отражает колебания численности. Как можно видеть из таблицы 7 численность рыб в нерестовых стадах азиатской корюшки с 2018 г. стремительно падает. Нерестовое стадо 2021 г. имело наиболее низкую численность за весь период проведения работ по мечению. Резкое снижение численности азиатской корюшки р. Амур может быть вызвано следующими причинами или их совокупностью:

– увеличение промыслового пресса на родительские поколения. Увеличение объёмов добычи корюшки с 2013 г. на ~1500–2000 т в год (рис. 1) и интенсификация любительского и незаконного промысла в Амурском лимане с 2020 г. (по предварительным оценкам ежегодно ~700 т) сформировали чрезмерную промысловую нагрузку на запас. С 2018 г. наблюдалось постоянное уменьшение улова данного вида рыбы при относительно стабильной промысловой нагрузке, в 2020–2021 гг. отмечено омоложение возрастного состава и, как следствие снижение средней длины рыб в улове, что свидетельствует о нестабильном состоянии популяции (Шибачев, 2015). Наиболее низкая численность отмечается у рыб поколения 2015 г., вступивших в промысел в 2018 г. Выпадение из промысла этого поколения существенно отразилось на численности нерестовых стад 2018 и 2019 гг. и повлияло на эффективность нереста в эти годы. Низкую численность нерестовых стад можно ожидать в 2022–2023 гг.

– изменения в пищевой цепи «хищник-жертва». Корюшки выступают в роли значимых кормовых объектов в питании хищных рыб (Никольский, 1956; Кошелев, Колобов, 2013). С 2014 г. в эстуарной части р. Амур появился но-

Таблица 7. Численность (млн экз.) нерестовой группировки азиатской зубастой корюшки р. Амур (оцененная по результатам мечения), биомасса и объём вылова (т) в 2018–2021 гг.

Год	Численность	Биомасса	Вылов
2018	397,688	7397*	3941
2019	229,782	4228	3086
2020	195,230	3397	1683
2021	102,500	1804	1160

Примечание: * – расхождение биомассы с ранее опубликованной работой (Вилкина, Шмигирилов, 2019) обусловлено появлением новых данных о принадлежности азиатской корюшки, добытой в Амурском лимане, к нерестовой группировке р. Амур, в связи с чем произведён пересчёт.

вый вид – судак обыкновенный *Sander lucioperca*, вселенный в бассейн р. Амур (оз. Ханка) в 1970-х гг. XX в. В устьевой части Амура в последнее десятилетие наблюдается стремительное увеличение численности данного вида (Семенченко, Островская, 2020). В естественном ареале судака известны эстуарии (Куршский зал. Балтийского моря), в которых одним из его основных кормовых объектов является корюшка (Голубкова, 2003). Можно ожидать, что в приустьевой части Амура и в его лимане судак также питается корюшкой (Семенченко, Подорожнюк, 2014). Так, при анализе спектра питания судаков, пойманных при промысле обыкновенной малоротой корюшки *Hypomesus olidus*, доля корюшек в пище составила 88% по массе (Семенченко, Островская, 2020). Примеры негативного воздействия хищничества интродуцированного судака на аборигенных рыб известны: при его вселении в оз. Кубенское и Воже на грани полного исчезновения оказались местные популяции сиговых и корюшковых рыб (Стерлигова и др., 2012). Исходя из вышеизложенного, есть вероятность роста выедаемости производителей азиатской корюшки при увеличении численности судака, что повлияет на число её потомков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение нерестовых миграций азиатской корюшки р. Амур методом мечения производителей позволило уточнить пути миграции из Сахалинского зал. в Амур, а также установить, что популяции малых рек лимана не затрагиваются существующим промыслом в Амурском лимане. Корюшка, облавливаемая на рыболовных участках в Амурском лимане и в р. Амур в период промысла амурской нерестовой группировки, теперь рассматривается как одна единица запаса.

Многолетние исследования нерестовой части популяции азиатской корюшки р. Амур выявили ряд изменений биологических параметров: тенденцию к увеличению доли самок, изменение возрастной структуры, снижение средних размерно-весовых параметров тела рыб в 2020–2021 гг., что указывает на нестабильное состояние популяции. Также установлено, что рыбы нерестового стада 2017 г. обладали самыми низкими линейно-весовыми характеристиками и показателями ИАП. Работы по мечению производителей азиатской корюшки выявили сокращение численности в нерестовых стадах, предположительно вызванную чрезмерной эксплуатацией запаса и/или экосистемными изменениями (отношения «хищник-жертва»).

Существует необходимость в усовершенствовании методики прогнозирования запаса азиатской зубастой корюшки р. Амур, а также в более точной оценке объёма, изымаемого незаконным промыслом в Амурском лимане и приустьевых участках. Оценка объёмов незаконного вылова на практике позволит оценить сценарии динамики запаса и выработать стратегии по его рациональному использованию, что применяется и для других промысловых видов рыб (Леман и др., 2015; Барабанов и др., 2017; Кошелев и др., 2022). Для рационального использования запаса в 2022–2023 гг. необходимо принимать взвешенные управленческие решения, направленные на пропуск производителей к местам нереста в достаточном количестве.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность за руководство и неоценимую помощь в сборе и анализе материала А.П. Шмигирилову. Также за помощь в проведении работ по мечению корюшки и обработке биологического материала

автор выражает благодарность коллегам – сотрудникам «ХабаровскНИРО» В.В. Харитонову, С.В. Сиротину, А.П. Касаткиной, Е.В. Ершовой, Р.А. Ерошову, О.А. Кудревскому и С.А. Пуките. За ценные замечания, способствовавшие улучшению работы, автор благодарит Н.В. Колпакова и В.И. Островского.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аднагулов Э.В., Олейников А.Ю. Список позвоночных животных заповедника «Ботчинский» и его охранной зоны // Амурский зоол. журнал. 2011. Т. III. № 1. С. 89–99.
- Барабанов В.В., Ткач В.Н., Шипулин С.В. Опыт оценки неучтённого изъятия полупроходных и речных видов рыб в Астраханской области // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбн. хозяйство. 2017. № 2. С. 18–25
- Бугаев А.В., Амельченко Ю.Н., Линягов С.В. Азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex* в шельфовой зоне и внутренних водоёмах Камчатки: состояние запасов, промысел и биологическая структура // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 178. С. 3–24.
- Бурлак О.В., Жукова К.А. Репродуктивная биология азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* (Osmeridae) реки Амур // Вопр. ихтиологии. 2020. Т. 60, № 3. С. 328–335.
- Василец П.М. Корюшки прибрежных вод Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2000. 24 с.
- Василец П.М., Винников А.В., Золотов О.Г. Распределение и численность тихоокеанской корюшки *Osmerus mordax dentex* Steindachner в прикамчатских водах Охотского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. Ч. 1. С. 360–374.
- Вилкина О.В. Особенности нерестовой миграции азиатской зубастой корюшки в бассейне реки Амур в 2019 году // Ломоносов–2020: тез. докл. междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. М: МГУ, 2020. С. 1–2.
- Вилкина О.В., Шмигирилов А.П. Оценка численности и скорости миграции нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus dentex* в реке Амур в 2018 году // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: мат-лы 7-й науч.-практ. конф. молод. учён. с междунар. участием. М.: ВНИРО, 2019. С. 80–84.
- Вилкина О.В., Шмигирилов А.П. Температурные пределы нереста азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* в реке Амур // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: мат-лы 8-й науч.-практ. конф. молод. учён. с междунар. участием. М.: ВНИРО, 2020. С. 20–22.
- Воскресенский Н.А. Промысловая характеристика некоторых рыб Амура // Рыбн. хозяйство. 1946. № 7. С. 23.
- Голубь Е.В., Батанов Р.Л., Голубь А.П. Материалы по биологии азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex* (Osmeridae) из водоёмов Чукотки // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2012. № 2. С. 50–62.
- Голубкова Т.А. Эколого-биологическая характеристика и динамика запаса судака Куршского залива Балтийского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2003. 23 с.
- Горбачев В.А. Численность нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex* в бассейне р. Амур в 1999 г // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке. Хабаровск, 2003. С. 236–239.
- Горбачев В.А. Биологическая характеристика нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus mordax* Mitchell бассейна Амура с 1996 по 2001 г. // Биоразнообразие рыб пресных вод реки Амур и сопредельных территорий: матер. междунар. конф., Хабаровск, 2005. С. 56–60.
- Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: ВНИРО, 2002. 248 с.
- Есин Е.В. Сравнение разных методов количественного учёта молоди лососёвых рыб

- (Salmonidae) в малой реке Микочева (западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 6. С. 800–808.
- Загороднева Д.С. Плодовитость жилых рыб реки Амура: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1954. 14 с.
- Золотухин С.Ф., Шишаев А.В. Состояние популяции сахалинского тайменя в реках западного побережья Татарского пролива и перспективы его рационального использования // Особо охраняемые природные территории для защиты лосося и среды его обитания в северотихоокеанском регионе: мат-лы междунар. конф. Хабаровск, 2004. С. 42–51.
- Китов В.В., Таразанов В.И., Денисенко Е.В. Черты биологии азиатской зубастой корюшки *Osmerus mordax dentex* Steindachner рек Иня и Ульбея (северо-западное побережье Охотского моря) в нагульный период и состояние её запаса // Вопр. рыболовства. 2007. Т. 8, № 1 (29). С. 57–66.
- Клюканов В.А. Морфологические основы систематики корюшек рода *Osmerus* (Osmeridae) // Зоол. журн. 1969. Т. 48. Вып. 1. С. 99–109.
- Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы: моногр. Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. 428 с.
- Колпаков Н.В., Милованкин П.Г. Результаты мечения рыб в заливе Петра Великого в 2007–2008 гг. // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 158. С. 142–159.
- Кошелев В.Н., Колобов В.Ю. Питание молоди калуги и амурского осетра в устье Амура // Вестн. Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбн. хозяйство. 2013. № 1. С. 20–28.
- Кошелев В.Н., Диденко Д.С., Зыков Л.А., Шмигирилов А.П. Оценка браконьерского вылова калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202. № 1. С. 92–104.
- Кузнецова А.Ф. Новые данные об азиатской корюшке *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner // Изв. ТИНРО. 1962. Т. 48. С. 214–215.
- Кульбачный С.Е., Колпаков Н.В., Кудревский О.А. Первые результаты использования акустических меток для изучения миграций сибирского тайменя *Hucho taimen* (Salmonidae) в бассейне реки Тугур (северо-западная часть Охотского моря) // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. № 3. С. 671–687.
- Леман, В.Н., Михайлова Т.Р., Кириченко В.Е. Оценка браконьерства на малых лососевых реках (Камчатка) // Вопр. рыболовства. 2015. Т. 16. № 1. С. 40–48.
- Максименков В.В., Токранов А.М. Питание малоротой корюшки *Hypomesus olidus* в эстуарии р. Большая (западная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33. № 3. С. 388–394.
- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е., Пресняков А.В. Река Тумнин как репродуктивный водоём сахалинского осетра *Acipenser mikadoi*: экология и сопутствующая ихтиофауна // Тр. ВНИРО. 2010. Т. 148. С. 68–85.
- Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. К вопросу о мечении молоди тихоокеанских лососей и эффективности работы рыбоводных заводов // Биол. моря. 2019. Т. 45. № 5. С. 342–348.
- Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: АН СССР, 1956. 552 с.
- Никольский Г.В. О причинах флюктуаций численности рыб // Вопр. ихтиологии. 1961. Т. 1, вып. 4 (42). С. 659–665.
- Овсянников В.П. Прибрежные рыбы северо-западной части Охотского моря (западнее 147° в.д.): промысел и перспективы его развития // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, № 4. С. 837–855.
- Овсянников В.П., Немченко А.Ю., Канзепарова А.Н. Азиатская корюшка *Osmerus dentex* (Steindachner et Kner, 1870) реки Уда (Северо-западная часть Охотского моря) – биология, экология, промысел // Изв. ТИНРО. 2019. Т. 199. С. 83–97.
- Парпура И.З., Колпаков Н.В. Биология и внутривидовая дифференциация корюшек

Приморья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2001. Вып. 1. С. 284–295.

Пасечник О.И., Шмигирилов А.П. Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) по результатам мечения // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 294–303.

Подушко Ю.Н. Биологическая характеристика азиатской корюшки *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner в низовьях Амура // Изв. ТИНРО. 1970а. Т. 74. С. 130–138.

Подушко Ю.Н. Связь биологических показателей и динамики численности азиатской корюшки *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner, размножающейся в р. Амур // Вопр. ихтиологии. 1970б. Т. 10. Вып. 5. С. 797–806.

Подушко Ю.Н. Некоторые данные по скапу личинок корюшек *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner и *Hypomesus olidus* (Pallas) из Амура // Исследования по биологии рыб. Вып. 4. Владивосток: ТИНРО, 1970в. С. 121–130.

Подушко Ю.Н. Динамика плодовитости азиатской корюшки *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner и определяющие её факторы // Изв. ТИНРО. 1971. Т. 79. С. 72–83.

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

Ракитина М. В., Смирнов А.А. Азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex* Тайской губы Охотского моря: экология, современное состояние запаса и перспективы промысла // Рыбн. хозяйство. 2017. № 6. С. 63–66.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. Москва: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.

Салменкова Е.А. Механизмы хоминга лососевых рыб // Успехи современной биологии. 2016. Т. 136, № 6. С. 593–607.

Сальников В.Б., Мейден Р.Л., Кухайда Б.Р. Опыт мечения большого амударьинского лопатоноса *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* (Acipenseridae) // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44, № 6. С. 832–836.

Семенченко Н.Н., Подорожнюк Е.В. Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (L.) р. Амур:

результаты акклиматизации // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2014. Вып. 6. С. 611–618.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В. Рост и биологическая характеристика обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) р. Амур // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, № 3. С. 571–585.

Скирин В.И., Крупянюк Н.И. Результаты мечения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на рыболовных заводах Приморья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2005. Вып. 3. С. 616–621.

Скурихина Л.А., Олейник А.Г., Кухлевский А.Д., Ковпак Н.Е., Сендек Д.С., Мазникова О.А. Генетическая дифференциация тихоокеанской корюшки *Osmerus mordax dentex* по данным анализа митохондриальной ДНК // Генетика. 2015. Т. 51, № 12. С. 1410–1422.

Стерлигова О.П., Рюкшиев А.А., Ильмаст Н.В. Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* (L.) озер Онежского и Выгозера // Биол. внутр. вод. 2012. № 2. С. 55–60.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.

Шибяев С.В. Формальная теория жизни рыб Ф.И. Баранова и её значение в развитии рыбохозяйственной науки // Тр. ВНИРО. 2015. Т. 157. С. 127–142.

Шкарина Т.В. Биология тихоокеанской корюшки *Osmerus mordax dentex* Южного Приморья // Биология рыб и беспозвоночных северной части Тихого океана. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1991. С. 77–84.

Шукина Г.Ф. Азиатская корюшка *Osmerus mordax dentex* шельфовых вод Сахалина и Южных Курильских островов (распределение, биология, популяционная структура): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1999. 23 с.

Якунин Л.П. Распределение речного стока по фарватерам устья Амура // Тр. ДВНИГМИ. 1978. № 71. С. 162–168.

Allen MJ, Smith GB. Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and

northeastern Pacific // NOAA Tech. Rep. 1988. NMFS 66, 151 p.

Ingram E.C., Peterson D.L., Fox A.G. Abundance of endangered shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*) in the Altamaha river in Georgia // Fishery Bulletin. 2020. V. 118. No 2. P. 198–204.

Semenova A.V., Stroganov A.N., Ponomareva E.V., Afanas'ev K., Vilkina O.V. Large-scale genetic structure and diversity of Arctic rain-

bow smelt *Osmerus dentex* Steindachner et Kner, 1870 throughout its distributional range based on microsatellites // Polar Biology. 2021. V. 44. No 5. P. 927–940.

Skurikhina L.A., Oleinik A.G., Kukhlevsky A.D., Kovpak N.E., Frolov S.V., Sendek D.S. Phylogeography and demographic history of the Pacific smelt *Osmerus dentex* inferred from mitochondrial DNA variation // Polar Biology. 2018. V. 41. No 5. P. 877–896.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**BIOLOGICAL STRUCTURE AND ABUNDANCE
DYNAMICS OF PACIFIC RAINBOW SMELT
OSMERUS DENTEX (OSMERIDAE) OF THE AMUR RIVER**

O.V. Vilkina

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

Data on spawning migrations, biology and abundance of the spawning group of the Pacific rainbow smelt *Osmerus dentex* of the Amur River in the period from 2014 to 2021 are presented. According to the data of mass labeling of producers, the smelt extracted in the Amur estuary and the Amur riverbed belongs to one unit of stock, the migration routes of producers and the spawning rate have been clarified, and a decrease in the number of spawning herds has been recorded. Analysis of the main biological indicators revealed a significantly significant ($p < 0.001$) decrease in size and mass characteristics, a change in age structure, and a tendency to increase the proportion of females in the spawning herd. The analysis of fertility dynamics revealed a decrease in the indicators of individual and relative fertility of fish of the spawning herd in 2017 ($p < 0.001$), however, in general, the observed changes fit into the range of average long-term fluctuations.

Keywords: Pacific rainbow smelt, *Osmerus dentex*, Amur River, spawning migration, age, length, weight, sexual composition, fertility, tagging, abundance.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.551.21

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-134-163

**ПИТАНИЕ АМУРСКОЙ ЩУКИ
ESOX REICHERTII DYBOWSKI, 1869**

© 2022 г. Е.В. Островская

Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E.mail: Ostrovkhv@rambler.ru

Поступила в редакцию 18.08.2022 г.

Определён спектр питания амурской щуки *Esox reichertii* Dybowski, 1869 в водоёмах среднего и нижнего течения р. Амур. Показано отсутствие значительных различий в питании щук разного пола. Рассмотрено питание щук разных размерных групп, проведено сравнение размерно-весовых показателей пищевых объектов в смежных размерных группах хищника. Проведена оценка избирательности питания щук. Определены значения ИНЖ в разных размерных группах хищника. Рассмотрено питание щуки в различных районах, условно разделённых на биотопы. Проведено сравнение питания щук в подлёдный период и период открытой воды.

Ключевые слова: амурская щука, *Esox reichertii*, питание, пищевой спектр, половой диморфизм, размерно-весовая изменчивость, сезонные изменения, биотопы, бассейн р. Амур.

ВВЕДЕНИЕ

Состояние популяции промысловых рыб определяется пищевыми отношениями рыб и изменением напряженности этих отношений. Изучение пищевых взаимоотношений рыб позволяет разрабатывать мероприятия, имеющие непосредственное хозяйственное значение (Никольский, 1949; Боруцкий и др., 1974). Исследованиям пищевого поведения рыб посвящено множество работ (Ловецкая, 1935; Шорыгин, 1939, 1952; Константинов, 1953; Ивлев, 1955; Коган, 1963; Кублицкас, 1974; Спановская, Григораш, 1976; Чучукало, Волков 1986; Чучукало, Дулепова, 2002; Михеев, 2006; Егоров, Галушкина, 2007; Чучукало, 2006; Суханов, Заволокин, 2006; Решетников, Попова, 2015 и др.).

Существуют описания питания амурской щуки из других регионов (Приморский край, Забайкальский край, Сахалинская область) Российской Феде-

рации и сопредельных стран (КНР) (Горяинов и др., 2014; Горлачева, 2018; Бушуев, Барабанщиков, 2012; Никитин, 2010; Чжан Данминь, 1995; Ермаков, 1961; Роготнев и др., 2005; Грунин, 2009а).

Исследования, проводимые в области питания амурской щуки в бассейне р. Амур носят отрывочный характер (Дымин и др., 2003; Антонов, 2007; Бутова, 2012; Антонов и др., 2019) или устарели (Ловецкая 1935; Лишев, 1950; Никольский, 1956; Головкин, 1977).

Целью данной работы было изучение питания амурской щуки *Esox reichertii* в нижнем и среднем течении Амура. Для этого были поставлены следующие задачи: определить и описать спектр питания амурской щуки; выявить наличие или отсутствие количественных и качественных различий питания амурской щуки от биологических (возраст, пол), географических (район поимки) и сезонных аспектов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Количественная и качественная характеристики питания амурской щуки получены на основе камеральной обработки содержимого желудков амурской щуки, собранных в 2004–2020 гг. и анализа материалов архивных журналов биоанализа рыб ХФТИНРО 1941–2004 гг.

Материал собирали в среднем и нижнем течении бассейна реки Амур (от г. Благовещенск до Амурского лимана) (рис. 1). Отлов рыб осуществляли ставными (85,8% собранного материала), плавными сетями (13,5%) и удебными орудиями (1 %). Время застоя сети – от 1 до 24 часов. Основной сбор материала проводился в вечерние, ночные и утренние часы (с 19.00 до 10.00). В архивах (с 1941 по 2004 гг.) присутствует материал, собранный неводами (62,5% материала), ставными (13,8%) и плавными (23,5%) сетями, забойками (0,2%).

При сборе и обработке материалов использовали стандартные методики по изучению питания рыб (Никольский, 1974; Боруцкий и др., 1974; Кублицкас, 1974; Спановская, Григораш, 1976; Чу-чукало, Волков, 1986). Длину рыб и пищевых объектов измеряли с точностью до 1 мм, массу крупных пищевых объектов измеряли с точностью до 1 г, мелких – до 0,01 г. Общую массу содержимого желудков и отдельных пищевых компонентов каждой пробы взвешивали с точностью до 0,05 г.

Зачастую щука попадает в сети во время охоты, когда пища в её желудке уже сильно переварена или только заглочена. Во втором случае проводили непосредственно взвешивание и измерение длины каждого объекта пищи. В случае, когда работать приходилось с остатками переваренных объектов пищи, проводили реконструкцию пред-

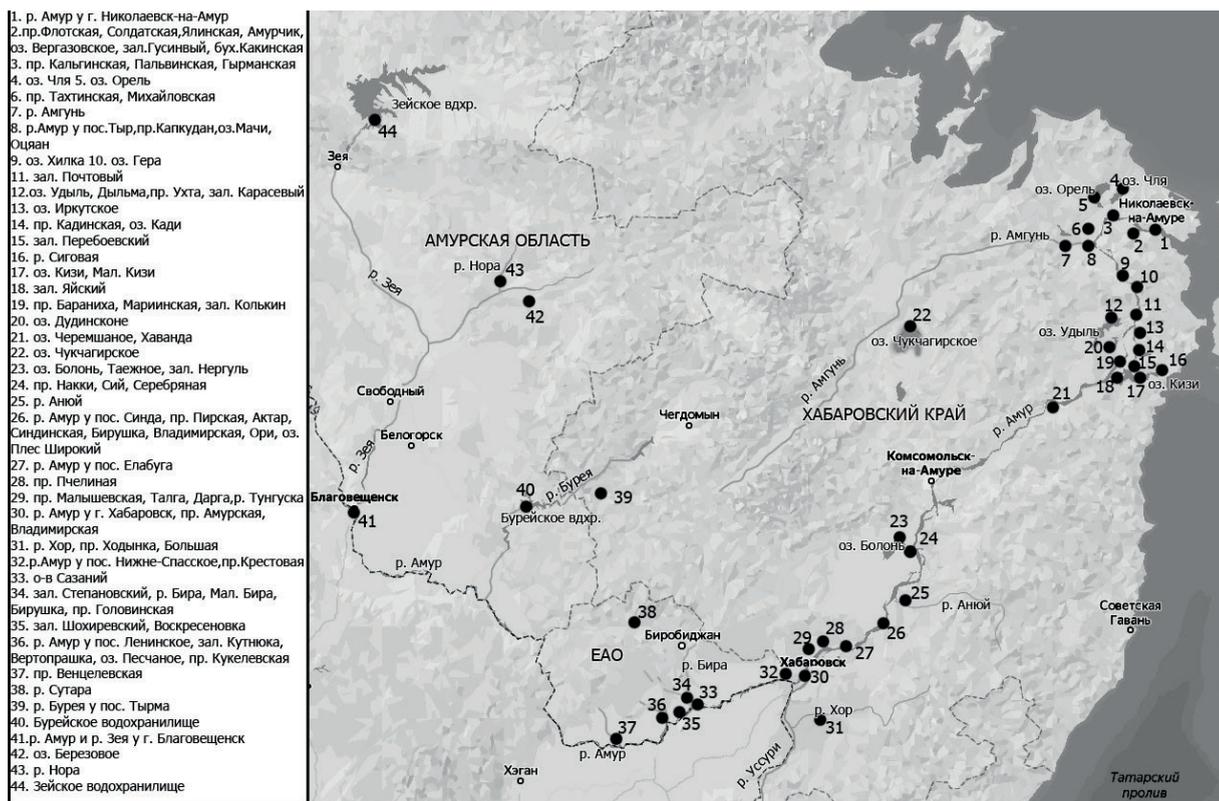


Рис. 1. Места сбора материала для изучения питания щук.

варительно просчитанных компонентов (по длине тела, размеру остатков костей и пр.). Для этого были сделаны размерные таблицы определяемых видов, в которые вносились относительные размеры частей тела и длины тела Ad и средняя масса тел рыб определённых видов при данной длине (Спановская, Григораш, 1976).

При изучении наполнения желудков использовали методики Зенкевича-Богорова (Боруцкий и др., 1974) и Лебедева (Правдин, 1966). Наполнение желудков определено у 8709 экз., оценивали по 6 балльной шкале (0 – пустой желудок, 1 – единично, 2 – малое наполнение, 3 – среднее, 4 – полный желудок, 5 – наполненный и растянутый желудок).

Долю питающихся рыб определяли как долю желудков с пищей (балл наполнения от 1 до 5) относительно к общему количеству желудков.

Состав пищи изучали у 1376 экз. Пищевой комок рыб анализировали по массе пищевых компонентов и их встречаемости в пище (Типовые методики..., 1974).

Частота встречаемости (ЧВ) пищевого объекта характеризует процентное соотношение числа желудков, в которых обнаружен данный пищевой объект, с общим числом проанализированных желудков. Пустые желудки в данном случае не учитываются (Спановская, Григораш, 1976).

Долю каждого пищевого объекта в питании щук по массе определяли как процентное соотношение суммы масс данного пищевого объекта, с общей суммой масс всех пищевых объектов.

Для характеристики обилия пищи в желудке использовали общий индекс наполнения (ИНЖ, ‰), который вычисляли как отношение массы пищевого комка к массе рыбы, умноженное на 10000 (показатель определён для 1361

экз.). Среднее значение ИНЖ в выборках определяли с учётом пустых желудков (8721 экз.).

Для отдельных компонентов пищи вычисляли также частный индекс наполнения желудка (‰), который представляется как отношение доли определённого компонента в общей массе пищевого комка к массе хищника $\times 10000$.

Степень сходства состава пищи определяли при помощи индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970):

$$C_{sh} = \sum_{i=1}^n \min(p_{ij}, p_{ik}),$$

где p – доля i из n видов (по массе) в двух сравниваемых коллекциях j и k . Для наглядности индекс сходства выражали в процентах. Сходство состава пищи считали значимым при $C_{sh} \geq 40\%$ (Ross, 1986).

Для определения избирательной способности (ИС) использовали данные уловов научно-исследовательских сетей и материал по питанию щук с 2003 по 2020 гг. Определяли по методу Шорыгина (1948), используя отношение процента каждой группы пищевых организмов (r) в пищевом комке к проценту этой группы в научно-исследовательских уловах (B): $ИС = r/B$.

При изучении питания щук по размерно-весовому составу объектов в пище (Егорова, 1952) длину тела каждого пищевого объекта выражали в процентах от длины тела хищника, массу пищевого комка или пищевого объекта – в процентах от массы тела хищника.

Оптимальный относительный размер жертвы определён для 1218 объектов пищи щук, в возрасте 0+ – 9+ лет (Ad 4,6 – 103 см) и принимали как отношение длины тела жертвы к длине тела хищника, равное 12–25% (Фортулатова, Попова, 1973).

Анализ внутривидовой напряженности пищевой конкуренции исследовали, разделяя рыб на группы по возрасту и полу (Карпевич, Бокова, Желтенкова и др., 1961).

Так как размер жертвы в первую очередь зависит от размера хищника, а длина самок и самцов амурской щуки одного и того же возраста отличается, сравнение средних размеров жертвы и массы пищевого комка проводили не по возрастам, а по условным размерным группам (от 25 до 75 см, *Ad*, размерный шаг 10 см). Для исследования полового диморфизма были отобраны желудки 703 щук (267 самцов и 436 самок). У особей, длина тела которых менее 25 см (младше 2+ лет) определить пол невозможно, среди особей крупнее 75 см (старше 7+ лет) самцы встречаются единично, поэтому эти возрастные группы в анализе не учитывались. Относительная длина жертвы была определена для 1061 пищевого объекта, обнаруженного в их желудках, относительная масса пищевого комка – для 664 желудков.

Согласно тесту Shapiro-Wilk выборки самцов и самок щуки не соответствовали критериям нормального распределения ($p < 0,05$). Критериальная статистика сравнения средней длины тела жертв (см) в пище одновозрастных самцов и самок щуки, в пище щук из разных биотопов, а также сравнения относительных длин пищевых объектов и масс пищевых комков в смежных размерных группах хищника оценивали при проведении теста Колмагорова-Смирнова для переменных по независимым выборкам.

Во всех случаях различия средних значений признаков и дисперсий сравниваемых рядов данных считали статистически значимыми при расчётных значениях критериев выше пороговых для 95% уровня значимости, т.е. при $p < 0,05$.

Для изучения спектра питания щук разных возрастных групп было взято 1376 экз. щук. Сравнительный анализ длины жертв в смежных возрастных группах хищника проводили для 1218 пищевых объектов, анализ массы пищевых комков – для 774 желудков.

Степень сходства состава пищи (индекс сходства Шорыгина-Шенера) щук из разных биотопов рассматривали для водоёмов Амурской области, водоёмов пойменного и руслового типа Среднеамурской, Удыль-Кизинской и Чля-Орельской низменностей, водоёмов пойменного и руслового типа р-на им. Полины Осипенко, горных рек Хабаровского края.

Относительную длину (*Ad*) пищевых объектов и массу пищевых комков в питании щук из разных биотопов сравнивали на примере щук длиной 19–95 см (всего 739 экз.), при проведении теста Колмагорова-Смирнова для переменных по независимым выборкам из Среднеамурской (513 экз.), Удыль-Кизинской (164 экз.) и Чля-Орельской (40 экз.) низменностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектр питания. Ширина спектра питания амурской щуки, как облигатного хищника, напрямую связана с количеством видов рыб в составе ихтиофауны Амура (около 140 видов рыб). В составе пищи щуки нами обнаружено более 40 кормовых объектов. Для 27 объектов был определён вид, 12 объектов были определены до рода. Мальки, видовую принадлежность которых не определяли, были отнесены в отдельную группу. Также в отдельную группу мы отнесли беспозвоночных – брюхоногих моллюсков, креветок, водных и воздушных насекомых. Видовую принадлежность этих объектов мы не определяли, так как случаи их обнаружения единичны и, веро-

ятнее всего, попадание их в пищу крупных щук случайно. В питании молоди эти объекты обнаружены только в архивных данных, размерно-весовые показатели отдельных компонентов при этом указаны не были.

Большинство пищевых объектов относились к карповым рыбам (сем. Cyprinidae) (табл. 1).

Половой диморфизм в питании. В питании как самцов, так и самок щуки по численности преобладали карась серебряный (♂♂ – 26,3%, ♀♀ – 34,5%) и язь амурский (♂♂ – 17%, ♀♀ – 15,8%) (табл. 1). У ювенильных особей в питании по численности преобладала малоротая корюшка (34,6 %). Довольно значительна доля каннибализма – у самцов

Таблица 1. Соотношение пищевых компонентов в питании амурской щуки по частоте встречаемости и массе

Пищевой объект	Доля по ЧВ, %			Доля по массе, %		
	♂♂	♀♀	juv	♂♂	♀♀	juv
Горбуша – <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792)		0,294			1,292	
Малоротая корюшка – <i>Hypomesus olidus</i> (Pallas, 1814)	4,409	4,505	34,694	0,163	0,013	23,285
Корюшка азиатская зубатая – <i>Osmerus dentex</i> (Steindachner & Kner, 1870)	0,200*	0,392*	2,041			0,501
Карась серебряный – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1784)	26,253	34,476	12,245	33,015	45,781	6,197
Сом амурский – <i>Silurus asotus</i> (Linnaeus, 1758)	5,411	5,093		12,388	5,961	
Язь амурский – <i>Leuciscus waleckii</i> (Dybowski, 1869)	17,034	15,769	6,122	22,230	8,361	4,632
Щука амурская – <i>Esox reichertii</i> (Dybowski, 1869)	4,409	5,387	2,041	10,464	15,104	2,504
Сазан – <i>Cyprinus rubrofasciatus</i> (Dybowski, 1869)	1,804	2,155		0,549	2,521	
Крупночешуйный желтопёр – <i>Xenocypris macrolepis</i> (Bleeker, 1871)	5,010	1,959		4,333	0,615	
Амурский плоскоголовый жерех – <i>Pseudaspius leptocephalus</i> (Pallas, 1776)	0,200*	0,588			3,568	
Толстолобик белый – <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	1,002	1,7629		0,415	0,954	
Змеёголов – <i>Channa argus</i> (Cantor, 1842)	0,200*	0,196			0,114	
Налим – <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	0,601	0,294		2,673	0,197	
Таймень – <i>Hucho taimen</i> (Pallas, 1773) *	0,200	0,196				
Монгольский краснопёр – <i>Chanodichthys mongolicus</i> (Basilewsky, 1855)	0,802	0,196		2,164	0,087	
Белый амур – <i>Stenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	0,200			0,662		
Белый амурский лещ – <i>Parabramis pekinensis</i> (Basilewsky, 1855)	0,200	0,489		0,009	0,049	
Уклей – <i>Culter alburnus</i> (Basilewsky, 1855) *		0,098				

Таблица 1. Окончание

Пищевой объект	Доля по ЧВ, %			Доля по массе, %		
	♂♂	♀♀	juv	♂♂	♀♀	juv
Верхогляд – <i>Chanodichthys erythropterus</i> (Basilewsky, 1855)		0,588				
Желтощёк – <i>Elopichthys bambusa</i> (Richardson, 1845)	0,401	0,098		0,204	0,123	
Китайский окунь-ауха – <i>Siniperca chuatsi</i> (Basilewsky, 1855)	0,200	0,392				
Дальневосточная ручьевая минога – <i>Lethenteron reissneri</i> (Dybowski, 1869)	0,200	0,392				
Ротан-головёшка – <i>Percottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	1,804	1,077		0,070	0,037	
Китайская трегубка, амурская трегубка – <i>Opsariichthys bidens</i> (Bleeker, 1863)	0,200	0,098				
Усатый голец – <i>Barbatula</i> sp., <i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758) *		0,294				
Девятииглая колюшка Буссе – <i>Pungitius bussei</i> (Wagrapchowski, 1887)	0,200	0,294				
Лептободия, парабодия манчжурская – <i>Leptobotia mantschurica</i> (<i>Parabotia mantschurica</i>) (Berg, 1907)		0,098			0,019	
Ленок – виды рода <i>Brachymystax</i> (Pallas, 1773)	0,401	0,098				
Конь – виды рода <i>Hemibarbus</i> (Bleeker, 1859)	2,204	4,995				
Хариус – виды рода <i>Thymallus</i> (Cuvier, 1829)	0,200					
Сиг – виды рода <i>Coregonus</i> (Linnaeus, 1758)	0,401	2,155		1,374	6,300	
Косатки – виды рода <i>Tachysurus</i> (Bleeker, 1858)		0,489			0,183	
Горчаки – виды родов <i>Rhodeus</i> (Agassiz, 1835), <i>Acanthorhodeus</i> (Bleeker, 1863)	2,204	1,273	6,122			
Востробрюшки – виды рода <i>Hemiculter</i> (Bleeker, 1859)	4,008	1,861				
Вьюн – виды рода <i>Misgurnus</i> (Lacepède, 1803)	0,200	0,294				
Подкаменщик – виды родов <i>Cottus</i> , <i>Mesocottus</i>	0,802	0,098		1,039	0,019	
Щиповки – виды рода <i>Cobitis</i> (Linnaeus, 1758)	0,401	0,489	2,041		0,004	6,885
Пескари – виды родов <i>Gobio</i> (Cuvier, 1816), <i>Sarcocheilichthys</i> (Bleeker, 1859), <i>Saurogobio</i> (Bleeker, 1871), <i>Pseudorasbora</i> (Bleeker, 1859)	8,417	6,366	14,286	2,816	0,686	48,823
Гольяны – виды родов <i>Phoxinus</i> , <i>Rhynchocypris</i> , (Rafinesque, 1820)	9,419	3,819	8,163	0,219	0,063	
Мальки	0,401	0,489	2,041			5,008
Беспозвоночные (моллюски, креветки, воздушные и водные насекомые) *		0,392	10,204			1,878

Примечание: * - массу этих объектов не фиксировали.

она составила 4,4%, у самок 5,4%, у ювенильных особей 2% по частоте встречаемости среди других объектов пищи.

По массе, как и по численности, в питании щук преобладал карась – у самок его доля 45,8%, у самцов – 33%. У самцов также отмечались довольно высокие доли язя амурского (22,2%) и сома амурского (12,4%). У неполовозрелых особей в питании по массе лидировали пескари (48,8%) и малоротая корюшка (23,3%). Доля щуки-жертвы среди других объектов пищи, также, довольно высокая – в питании самок каннибализм занимает 15,1%, самцов – 10,5%.

В питании самок обнаружено 39 пищевых объектов, в питании самцов – 34. Такие виды как верхогляд, горбуша, косятки, лептободия, голец и уклей встречались в пище только у самок, в то время

как белый амур и хариус – только у самцов. Спектр питания у самок на 6–9 годах жизни значительно шире, чем у самцов.

С помощью индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970) было установлено, что спектры питания самок и самцов щук значительно не различаются ($C_{sh} = 65,5$).

Статистически значимые различия средних размеров жертвы и массы пищевого комка в питании одноразмерных самцов и самок щуки были обнаружены у размерной группы 45–55 см (табл. 2).

Таким образом, половой диморфизм в питании амурской щуки не обнаружен. Общая кормовая база для представителей одного вида может быть причиной каннибализма (Никольский, 1949; Боруцкий и др., 1974), что мы можем наблюдать в питании амурской щуки.

Таблица 2. Сравнения относительной длины тела жертв (см) и относительной массы пищевого комка в пище одноразмерных самцов и самок щуки (тест Колмагорова-Смирнова)

Размерная группа, см	Самки		Самцы		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
25 – 35	21,85 ± 11,53	25	17,70 ± 8,42	34	-0,18	0,36	$p > 0,10$
35 – 45	23,54 ± 9,37	49	23,03 ± 8,94	56	-0,07	0,12	$p > 0,10$
45 – 55	23,81 ± 11,44	177	19,12 ± 11,47	205	-0,01	0,32	$p < 0,001$
55 – 65	22,42 ± 11,99	227	23,22 ± 13,64	107	-0,08	0,09	$p > 0,10$
65 – 75	29,14 ± 14,06	169	28,79 ± 7,59	12	-0,32	0,23	$p > 0,10$
Относительная масса пищевого комка							
25 – 35	6,88 ± 7,37	14	4,95 ± 3,75	16	-0,37	0,30	$p > 0,10$
35 – 45	5,37 ± 4,12	32	5,32 ± 3,34	36	-0,25	0,13	$p > 0,10$
45 – 55	8,40 ± 8,11	106	6,03 ± 5,77	102	-0,03	0,19	$p < 0,05$
55 – 65	7,61 ± 7,41	141	6,69 ± 6,05	69	-0,07	0,11	$p > 0,10$
65 – 75	8,96 ± 7,96	135	7,31 ± 2,91	11	-0,32	0,23	$p > 0,10$

Примечание: Max Neg – Differnc – максимальная отрицательная разница; Max Pos – Differnc – максимальная положительная разница; *p-уровень* – вероятность того, что при истинности нулевой гипотезы, разница между двумя сравниваемыми группами будет больше или равна фактическим наблюдаемым результатам.

По причине отсутствия значительных различий средней длины тела жертв и средней массы пищевого комка в питании самцов и самок щуки, а также на основе оценки индекса пищевого сходства (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970), дальнейший анализ питания проведён без разделения по полу.

Питание щук разного размера. Первый год жизни амурской щуки можно разделить на 2 периода. Первый (*Ad* 45–52 мм – 0+ (I)) – питание беспозвоночными, второй (*Ad* до 53–152 мм – 0+ (II)) – питание сеголеток летом и осенью, переход к питанию рыбной пищей с сохранением доли беспозвоночных (11,7%). Довольно большая доля в питании щук в этот период принадлежит малоротой корюшке – 41% от общего числа пищевых объектов.

Спектр питания, постепенно расширяясь (до шестого года жизни щуки), сильнее всего изменяется в возрасте её массового созревания – 5+ (длина тела *Ad* 43–69,9) (табл. 3). В этот период в питании щуки появляются таймень, ленки, амур белый, жерех амурский плоскоголовый, верхогляд, косатки, горбуша, змеголов, сиг и др. виды, не встречающиеся в пище щуки в младших возрастных группах. Некоторые из этих видов не обнаружены и в более старших возрастных группах (таймень, амур белый).

Корюшка малоротая, карась, язь и пескари присутствуют как пищевые компоненты практически во всех, рассмотренных нами размерных группах щуки (0+ – 9+ лет). На четвертом году жизни хищника основным видом в питании становится карась (*Ad* \geq 35 см). Начиная с третьего года жизни (*Ad* \geq 25 см) в пище практически каждой размерной групп присутствуют сазан, кони, сом, ротан головёшка. Случаи каннибализма появляются с третьего года жизни (*Ad* \geq 19 см).

Оценка индекса пищевого сходства (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970) показала отсутствие различий в составе питания щук смежных размерных групп, за исключением периода перехода на рыбное питание.

Максимальную массу тела среди объектов пищи имел карась – 1420 г (33,8% от массы хищника), максимальную длину – щука (50 см, 69,9% от длины хищника).

В среднем доля питающихся рыб составляет 44,6%, у рыб в возрасте до года данный показатель ниже, 41%. Доля питающихся самок (45,4%) несколько больше, чем самцов (43,6%) вне зависимости от возраста, сезона и периода (откорм, нерест и пр.).

Согласно литературным источникам, максимальная относительная длина жертв половозрелой амурской щуки составляет от 35% (Никольский, 1956; Горяинов и др., 2014) в среднем и нижнем течении, а также в южной части бассейна Амура (оз. Ханка) до 60,55% (Дымин и др., 2003) в северо-западной части бассейна Амура (р. Нора). Молодь может потреблять объекты питания длиной до 57% длины хищника (Горяинов и др., 2014).

Согласно нашим исследованиям, максимальная относительная длина жертв половозрелой амурской щуки составляет 66,2% в северо-западной части бассейна Амура (р. Нора), 69,9% в бассейне среднего Амура (ЕАО), 61,1% в бассейне нижнего Амура (оз. Удыль). Среди объектов пищи молоди щук (*Ad* до 8 см) максимальный относительный размер жертвы 35,8%.

Максимальная длина жертв щуки увеличивается с увеличением длины хищника вплоть до 75 см (69,9% от длины хищника), после чего начинает снижаться. Средний относительный размер пищевых объектов в первые три

Таблица 3. Спектр и интенсивность питания щуки разной длины

Вид пищи	Длина хищника, <i>Ad</i> , см											
	4,6– 5,2	5,3– 16,0	19,1– 25,0	25,1– 35,0	35,1– 45,0	45,1– 55,0	55,1– 65,0	65,1– 75,0	75,1– 85,0	85,1– 95,0	95,1– 103,0	
Беспозвоночные	100	9,38			0,70	0,21	0,22	1,18	0,83			
Горчаки		6,25	35	15,12	2,11	2,56	0,45	1,18				
Корюшка малоротая		43,75	35	6,98	4,23	3,84	5,13	2,76	2,50			
Язь		6,25	5	8,14	10,56	20,47	19,20	13,39	13,33	6,25		
Карась		21,88		15,12	21,13	21,54	33,93	41,34	48,33	56,25	44,44	
Корюшка азиатская		3,13					0,67	0,39	0,83			
Пескари		9,38	10	19,77	18,31	5,76	6,47	3,15	5,00		11,11	
Гольяны			5	5,81	5,63	13,43	3,35	0,39				
Мальки			5		0,70							
Щука			5	1,16	2,11	2,13	5,36	9,45	10,83	6,25	11,11	
Окунь- ауха				1,16	0,70	0,43	0,22					
Сазан				1,16	3,52	2,99	1,12	0,79	1,67	6,25		
Востробрюшки				1,16	4,23	4,48	1,34	1,97				
Лептобоцция				1,16								
Вьюны				1,16		0,21	0,45					
Подуст				3,49	4,23	4,90	2,90	1,18				
Сом				1,16	7,75	4,05	6,47	7,48	4,17	3,13		
Кони				1,16	3,52	5,12	3,57	3,15	5,00	3,13	22,22	
Ротан головёшка				4,65	2,82	0,64	1,34	1,18	0,83	3,13		
Толстолобик белый				10,47	2,82	0,64	1,12	0,79				
Щиповка				1,16	0,70	0,64	0,45	0,39				
Ленок					0,70		0,22		0,83			
Бычѐк					1,41	0,43	0,22					
Трегубка китайская					0,70		0,22					
Уклей					0,70							
Лещ белый					0,70	0,64		0,79				
Амур белый						0,21						
Таймень						0,21	0,22	0,39				
Горбуша						0,21		0,39	0,83			
Желтощѐк						0,21	0,67					
Верхогляд						0,43	0,45	0,79				
Змееголов						0,21	0,22	0,39		3,13		
Минога						0,64	0,22	0,39				
Колюшки						0,64	0,22	0,39		3,13		
Косатки						0,21	0,22		1,67		11,11	

Таблица 3. Окончание

Вид пищи	Длина хищника, <i>Ad</i> , см										
	4,6–5,2	5,3–16,0	19,1–25,0	25,1–35,0	35,1–45,0	45,1–55,0	55,1–65,0	65,1–75,0	75,1–85,0	85,1–95,0	95,1–103,0
Краснопёр						0,85	0,22		0,83		
Налим						0,64	0,67				
Хариус						0,21					
Сиг						0,21	1,34	4,72	2,50	6,25	
Голец							0,45	0,39			
Жерех							0,67	1,18		3,13	
Количество объектов пищи	1	7	7	18	23	33	34	27	16	11	5
Индекс сходства по Шорыгину		9,38	55,63	42,1	69,87	73,64	75,75	79,06	82,82	71,56	53,82

года жизни щук (*Ad* от 4,6 до 25 см) не-много выше, чем в возрасте начала полового созревания (3+ – 4+ лет, *Ad* 25–35 см). В возрасте массового созревания (4+ – 6+ лет, *Ad* 38 –60 см) этот показатель снова повышается и продолжает повышаться, достигая максимального значения при длине щуки более 95 см. Первые 6–7 лет жизни хищника колебания средней относительной длины жертв незначительны, что обусловлено нахождением в пище щуки всех размерно-возрастных групп некрупных пищевых объектов (пескарей, гольянов, горчаков и пр.) и молоди более крупных видов. Крупные щуки (более 80 см *Ad*) чаще встречаются в русловых водоёмах, где питаются более крупными объектами (табл. 4, рис. 2).

Оптимальный относительный размер жертвы для щуки составляет 12–25% от длины тела хищника (Фортунатова, Попова, 1973). Это связано с большими затратами энергии на поимку более мелких объектов и с трудностью переваривания более крупных. Под оптимальный относительный размер попадали жертвы щук первого

года жизни после перехода на рыбное питание (*Ad* 5,3 –16 см) и щук в возрасте от 2+ до 6+ лет (длина тела *Ad* – 25 –65 см).

Статистически значимые различия относительной длины тела жертв в смежных возрастных группах щуки выявлены между размерными группами 35–45 см, 55–65 см, 65–75 см, 85–95 см. Статистически значимые различия относительной массы пищевого комка в смежных размерных группах хищника выявлены между размерными группами 85–95 см (табл. 5).

Наибольшая относительная масса пищевого комка в питания у щук (относительно массы тела хищника) отмечается на ранних этапах жизни, когда только начинается переход на активное хищничество и рыбное питание (*Ad* 53 – 100 мм). После чего колебания средней относительной массы пищевого комка незначительны, а максимальная относительная масса пищевого комка увеличивается до возраста массового созревания хищника 5+ – 6+ лет (до 65 см), затем начинает постепенно снижаться (рис. 3, табл. 4).

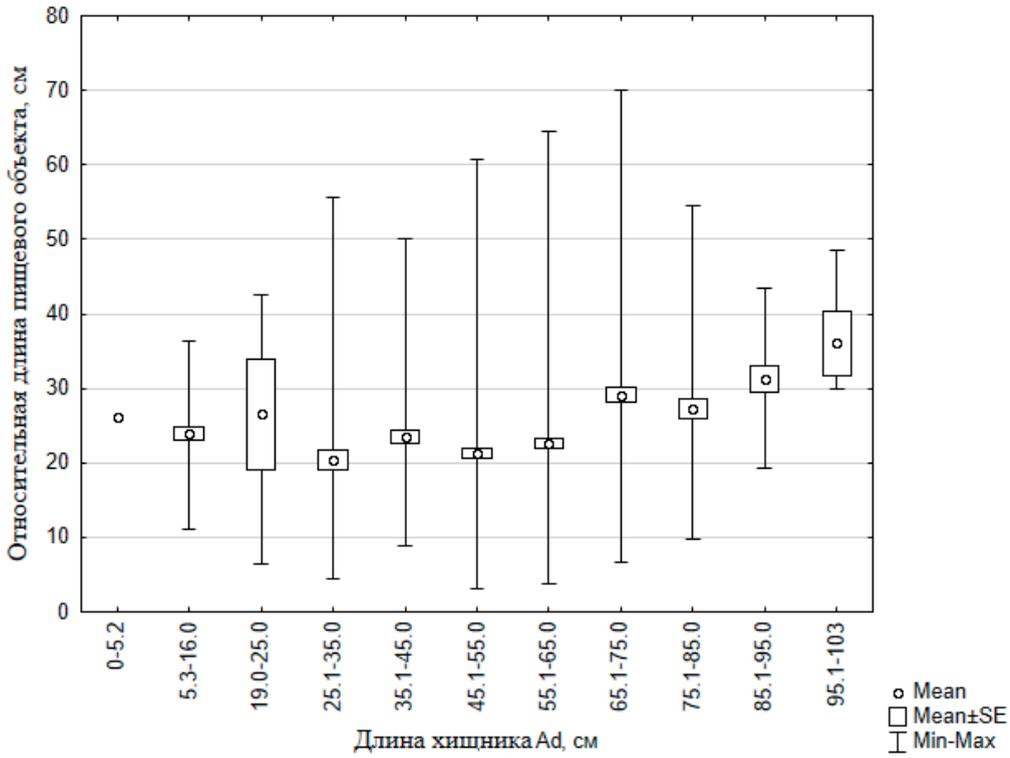


Рис. 2. Относительная длина тела жертвы (см) щук разных размерных групп.

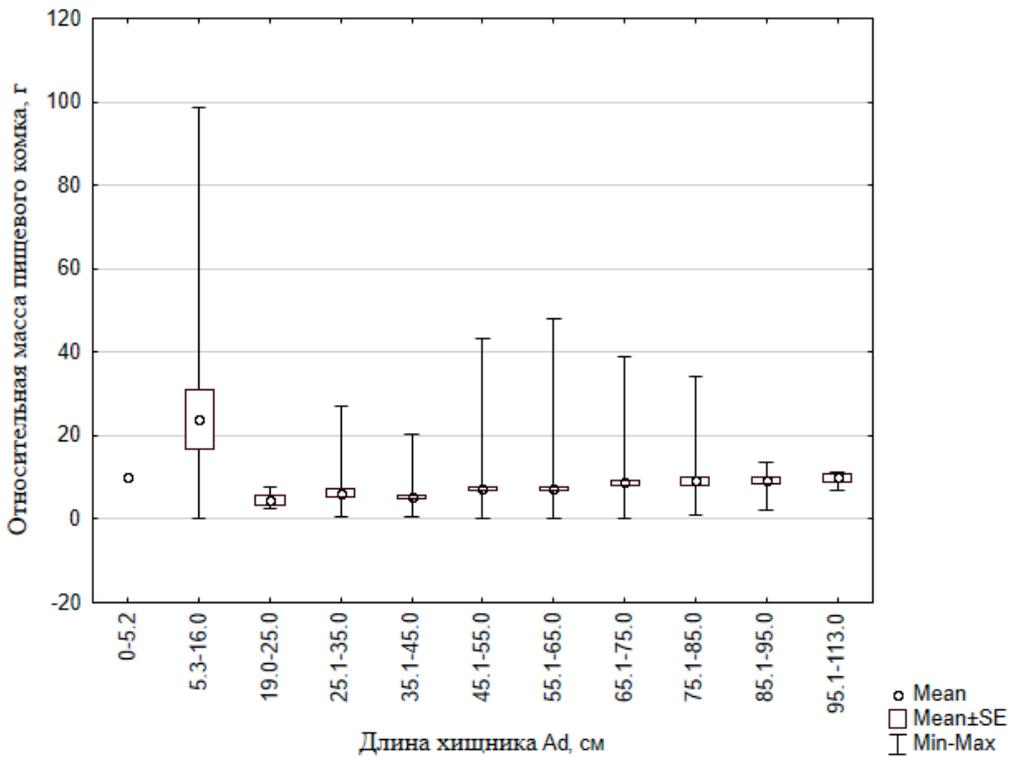


Рис. 3. Относительная масса пищевого комка у щук разных размерных групп.

Таблица 4. Относительные длина жертв и масса пищевого комка щук разных размерных групп

Длина тела щуки, <i>Ad</i> , см		N, экз.	Длина жертвы, см		Относительная длина жертвы, %	
min-max	Среднее		min-max	Среднее	min-max	Среднее
4,6 – 5,2	4,6	1	1,2	1,2	26,09	26,09
5,3 – 16	9,6	50	1,1-5,5	2,3	11-36,4	23,9
19,1 – 25	22,8	18	1,5-10	6,05	6,4-42,5	26,5
25,1 – 35	31,4	110	1,5-16	8,5	4,4-55,6	20,4
35,1 – 45	41,3	163	4-20	9,6	8,9-50	23,4
45,1 – 55	50,9	565	1,5-30,5	10,8	3,07-60,8	21,3
55,1 – 65	60,4	506	2,5-38	13,7	3,9-64,4	22,7
65,1 – 75	69,7	255	4,4-50	20,4	6,7-69,9	29,1
75,1 – 85	79,1	125	7,5-43	21,6	9,8-54,5	27,3
85,1 – 95	89,6	29	17,5-39	27,7	19,2-43,3	31,2
95,1 – 113	99,1	8	30-50	36	30-48,5	36,02
Масса тела щуки, г		N, экз.	Масса пищ. комка, г		Относительная масса пищ. комка, %	
min-max	Среднее		min-max	Среднее	min-max	Среднее
1	1	1	0,1	0,1	10	10
1,25 – 36,2	9,3	29	0,01-8	1,6	0,1-98,8	23,8
50 – 130	86,6	18	2-10	4,8	2,7-7,7	4,6
97 – 3400	306,2	81	1,5-59	16,6	0,5-26,9	6,3
346 – 1020	603,1	124	2,7-100	32	0,5-20,2	5,5
491 – 2380	1180,6	392	0,2-502	82,5	0,02-43,3	7,3
1040 – 3000	1929,3	378	3-1165	140,9	0,12-48,14	7,3
1700 – 4520	3031,5	220	2,5-1102	273,9	0,09-38,8	8,8
2900 – 5900	4393,9	102	57,7-1420	393,3	1,08-34,03	9,2
4500 – 9080	6130	28	161-1050	541,3	2,1-13,6	9,1
6300 – 9900	8147,5	8	608-1102	882,6	7,08-11,1	10,01

Наибольшая относительная масса пищевого комка в питания у щук (относительно массы тела хищника) отмечается на ранних этапах жизни, когда только начинается переход на активное хищничество и рыбное питание (*Ad* от 5,3 см). После чего ИНЖ значительно снижается и до достижения хищником размеров 65 см (*Ad*) составляет в среднем 48. После достижения хищником длины 65 см (*Ad*) ИНЖ увеличивается почти вдвое (табл. 6, рис. 4).

Максимальное значение ИНЖ для объекта питания (9876,543) было выявлено для малоротой корюшки (*Ad* 90 мм,

масса тела 8 г), которая была обнаружена в пище сеголетка щуки (*Ad* 99 мм, масса тела 8,1 г).

Изменения пищевого поведения происходят в течении всей жизни рыбы. Обычно, мелкие малоподвижные организмы в пище рыбы заменяются более крупными и, нередко, более подвижными. После чего, в течении второй половины жизни рыбы, пищевые организмы вновь заменяются на менее подвижные, часто более мелкие, организмы. Эти перемены связывают с определёнными биологическими периодами жизни рыб (Шорыгин, 1952). Также складывается

Таблица 5. Сравнения средней относительной длины тела жертв (см) и относительной массы пищевого комка в питании смежных размерных групп хищника

Размерная группа, см	Размерная группа 1		Размерная группа 2		Max Neg – Differnc	Max Pos – Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
19,1 – 25	23,89 ± 5,89	39	26,49 ± 14,99	4	-0,49	0,25	p > 0,10
25,1 – 35	26,49 ± 14,99	4	20,44 ± 10,96	62	-0,17	0,47	p > 0,10
35,1 – 45	20,44 ± 10,96	62	23,41 ± 9,11	107	-0,23	0,02	p < 0,05
45,1 – 55	4,60 ± 0,55	5	4,67 ± 0,58	3	-0,07	0,00	p > 0,10
55,1 – 65	21,29 ± 11,68	382	22,68 ± 12,53	334	-0,13	0,09	p < 0,01
65,1 – 75	22,68 ± 12,53	334	29,11 ± 13,72	181	-0,21	0,00	p < 0,001
75,1 – 85	29,11 ± 13,72	181	27,26 ± 12,19	87	-0,06	0,09	p > 0,10
85,1 – 95	27,26 ± 12,19	87	31,21 ± 7,08	17	-0,41	0,15	p < 0,025
95,1 – 113	31,21 ± 7,08	17	36,02 ± 8,55	4	-0,47	0,04	p > 0,10
Относительная масса пищевого комка							
19,1 – 25	23,85 ± 29,71	17	5,27 ± 2,21	3	-0,18	0,59	p > 0,10
25,1 – 35	5,27 ± 2,21	3	6,31 ± 6,02	34	-0,35	0,44	p > 0,10
35,1 – 45	6,31 ± 6,02	34	5,46 ± 3,79	69	-0,18	0,19	p > 0,10
45,1 – 55	5,46 ± 3,79	69	7,24 ± 7,14	208	-0,18	0,09	p < 0,10
55,1 – 65	7,24 ± 7,14	208	7,31 ± 6,99	210	-0,05	0,02	p > 0,10
65,1 – 75	7,31 ± 6,99	210	8,84 ± 7,70	146	-0,11	0,01	p > 0,10
75,1 – 85	8,84 ± 7,70	146	9,19 ± 7,61	63	-0,16	0,10	p > 0,10
85,1 – 95	9,19 ± 7,61	63	9,10 ± 3,13	16	-0,41	0,17	p < 0,05
95,1 – 113	9,10 ± 3,13	16	10,01 ± 1,96	4	-0,37	0,25	p > 0,10

Примечание: см. табл. 2.

Таблица 6. Значение показателей ИНЖ в зависимости от длины тела хищника

Размерная группа	Всего, экз.	Число желудков с пищей	Доля желудков с пищей, %	ИНЖ, ‰	
				Мин.- макс.	Среднее
4,5 – 5,2	2	1	50	0 – 1000	500
5,3 – 16	37	29	78	0 – 9876,5	1095,7
19,1 – 25	50	19	38	0 – 1850,1	37,001
25,1 – 35	423	70	16,5	0 – 2692,3	50,72
35,1 – 45	1161	121	10,4	0 – 2022,2	32,45
45,1 – 55	3001	390	12,99	0 – 4329	50,17
55,1 – 65	2324	377	16,2	0 – 4814,1	66,05
65,1 – 75	1123	220	19,6	0 – 3880,3	114,87
75,1 – 85	453	102	22,5	0 – 3402,9	127,78
85,1 – 95	98	28	28,6	0 – 1358,3	148,57
95,1 – 103	33	8	24,4	0 – 1113,2	121,37

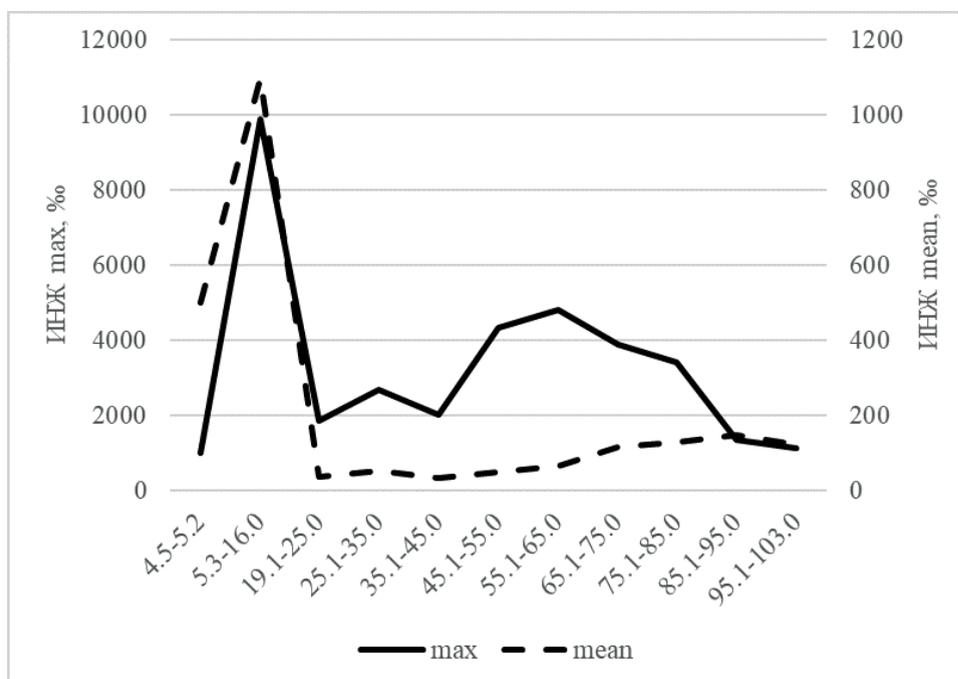


Рис. 4. Средние и максимальные показатели ИНЖ в зависимости от длины щук.

пищевое поведение щук. Максимальные относительные длина жертв и масса пищевого комка увеличиваются до периода 5+ – 6+ лет, после чего происходит снижение этих показателей. Средние относительные длина жертв и масса пищевого комка при этом изменяются не так сильно, что связано с присутствием в питании щуки мелких видов на протяжении всей жизни.

Избирательность питания. Мы попытались провести анализ избирательности питания на основе корреляционного и регрессионного анализов, используя сведения о промысловых уловах. Статистически значимой связи доли основных объектов питания (карась, язь, щука) в составе пищи и в промысловых уловах выявлено не было. Коэффициенты элективности по Ивлеву В.С. (1955) практически по всем основным объектам питания имеют отрицательные значения.

Так как на результат анализа в данном случае повлиял селективный характер промысла и удовлетворительных результатов получить не удалось, мы ре-

шили использовать для анализа избирательности питания сведения о научно-исследовательских уловах с 2003 по 2020 гг. Это связано с тем, что до 2003 г. исследования проводились на основе промысловых уловов, в научном лове, также как и в промышленном, использовались сети с крупной ячей (от 40 мм). В то время, как с 2003 г. в научно-исследовательском лове стали применять сети с ячей от 10 мм, что позволило охватывать все размерно-возрастные группы.

Величина ИС может колебаться – от нуля до нескольких сотен. Если соотношение пищевых организмов в пищевом комке и водоёме одинаково, индекс равен единице, если индекс выше единицы – хищник отдаёт предпочтение этому объекту, если ниже единицы – хищник этого объекта избегает (Анисимова, Лавровский, 1983).

При оценке ИС мы не стали учитывать азиатскую корюшку (ИС 700) и миногу (ИС 67), так как попадание этих объектов в наши уловы случайно и не отражает действительной численности

этих видов. Для промышленного и научно-исследовательского лова этих видов используются специализированные орудия лова – вентера или ловушки вентерного типа, которые мы в своей работе не использовали. Также мы решили исключить из анализа колюшек (ИС 175), так как эти рыбы предпочитают прибрежную зону водоёмов со стоячей водой (Антонов и др., 2019), лов в которых мы практически не проводили.

Для остальных объектов пищи щуки индекс ИС колебался от 58 (лептобоция) до 0 (амур белый, лещ белый, сиги, уклей, желтощёк, верхогляд, гольцы, судак) (табл. 7).

Карась является наиболее многочисленным видом практически во всех районах исследования, его доля в уловах НИР составила 15,6%. Также довольно многочисленными видами в уловах НИР были язь (10%), косатки (8,8%), белый толстолобик (6,5%), кони (5,6%). Однако индекс ИС для карася и язя 1,2, для белого толстолобика и коня ниже единицы, а для косаток вовсе 0,08.

В то время как наивысший индекс ИС был у сравнительно некрупных объектов пищи – лептобоция (58), малоротая корюшка (31,8), ротан и вьюны (по 14,5), щиповка (11), гольяны (8,7). Таким образом, несмотря на то, что в пи-

Таблица 7. Распределение видов по встречаемости в уловах, в питании щуки и по индексу избирательной способности

Объект пищи	ИС	Доля объекта		Объект пищи	ИС	Доля объекта	
		в НИР	в пище			в НИР	в пище
Азиатская корюшка	700,1905	0,001	0,952	Подуст	0,632321	2,259	1,428
Колюшки	175,0476	0,003	0,476	Горчаки	0,573927	3,319	1,905
Минога	67,32601	0,018	1,19	Кони	0,509847	5,604	2,857
Лептобоция	58,34921	0,004	0,238	Сазан	0,468512	4,065	1,905
Малоротая корюшка	31,82684	0,059	1,904	Востробрюшки	0,382677	4,355	1,666
Ротан головёшка	14,5873	0,13	1,904	Трегуб	0,343905	0,692	0,238
Вьюны	14,5873	0,033	0,476	Жерех	0,244309	1,949	0,476
Щиповка	11,24159	0,148	1,666	Ленки	0,237729	3,005	0,714
Гольян	8,671089	2,197	19,047	Краснопёр	0,128146	1,858	0,238
Сом	4,157195	1,604	6,666	Косатки	0,081053	8,812	0,714
Налим	3,904408	0,366	1,428	Хариусы	0,049019	4,857	0,238
Подкаменщики	3,646825	0,065	0,238	Амур белый	0	0,277	0
Пескари	3,029417	3,615	10,952	Лещи	0	3,411	0
Горбуша	2,800762	0,17	0,476	Сиги	0	1,759	0
Змееголов	2,035437	0,117	0,238	Уклей	0	2,477	0
Таймень	1,4427	0,495	0,714	Желтощёк	0	0,87	0
Язь	1,212472	10,015	12,143	Верхогляд	0	4,064	0
Карась	1,192048	15,579	18,571	Гольцы	0	0,018	0
Ауха	1,1221	0,849	0,952	Судак	0	0,707	0
Щука	0,912046	3,654	3,333				
Толстолобики	0,658074	6,512	4,286				

тании щуки, как и в уловах НИР одни из наиболее часто встречающихся объектов – карась и язь, согласно индексу ИС щука предпочитает питаться некрупными видами.

Из промысловых пресноводных видов наибольший индекс ИС (4,2) был у сома, доля которого в уловах НИР 1,6%.

Стоит отметить, что ИС может изменяться в зависимости от возраста и пола хищника, а также от сезона года, характера водоёма и пр. (Анисимова, Лавровский, 1983).

Избирательная способность – это особенность питания рыб, характеризующая предпочтение потребления отдельных видов пищевых объектов, при котором пропорции употребления в пищу различных организмов не совпадают с пропорциями их нахождения в окружающей среде. Она определяется стремлением рыб использовать в пищу конкретные объекты и их доступностью в естественной среде (Шорыгин, 1952). Наши исследования показали, что щука питается массовыми видами (карась, язь), однако предпочтение отдаёт мелким видам рыб, многие из которых обитают стайно (вьюн, малоротая корюшка, гольян).

Сезонная изменчивость в питании амурской щуки. Мы оценивали интенсивность питания на основе визуальной оценки по 6-бальной шкале. Интенсивность питания, как и изменения спектра питания, наиболее наглядно прослеживаются при сравнении периода открытой воды (май-октябрь) с периодом ледостава (ноябрь-апрель).

Зимой амурская щука не прекращает активно питаться (Лишев, 1950; Никольский, 1956; Чжан Данминь, 1995; Горянов и др., 2014). Однако интенсивность питания, в отличие от обыкновенной щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), немного повышается в подлёдный период (Ледяев, 1983; Иванов, Крайнюк, 2020). По нашим

наблюдениям средний балл наполнения желудков у щук в период открытой воды был немного ниже (1,6), чем в подлёдный период (2,2). В отличие от обыкновенной щуки (Иванов, Крайнюк, 2020) у амурской щуки в подлёдный период нами были отмечены пустые желудки.

Наиболее высокая пищевая активность с ноября по январь, в феврале начинается постепенное снижение этого показателя. Щука холодолюбивый вид, возможно, этим объясняется снижение пищевой активности с повышением температуры воды. Наиболее низкая пищевая активность после нереста (июнь-июль), затем в августе она немного повышается, что вероятно связано с летним паводком (в результате летних муссонных дождей происходит повышение уровня и снижение температуры воды).

Небольшое снижение пищевой активности также наблюдается в апреле, что, вероятно, связано с предстоящим нерестом – из половозрелых, готовых к нересту рыб питались 32%, из которых только у 13% желудки были полные (рис. 5).

Пищевой спектр щуки в Амуре зимой значительно уже (встречается 21 вид пищевых объектов), чем в период открытой воды (36 видов пищевых объектов). Зимой в питании щуки не встречены нами такие виды как ротан, лептобоция, колюшка, косатки, гольцы, подкаменщики, что, скорее всего, связано с зимовальным поведением разных видов. Виды некрупных размеров зачастую не уходят в русло Амура на зимовку, а остаются на глубоких, не промерзающих участках пойменных водоёмов. Также из питания щуки зимой исчезли такие виды как желтощёк, верхогляд, жерех, ленок, ауха, змееголов, таймень, уклей и даже, довольно часто встречающиеся в безлёдный период в питании щуки, сиг и белый толстолобик (рис. 6, 7).

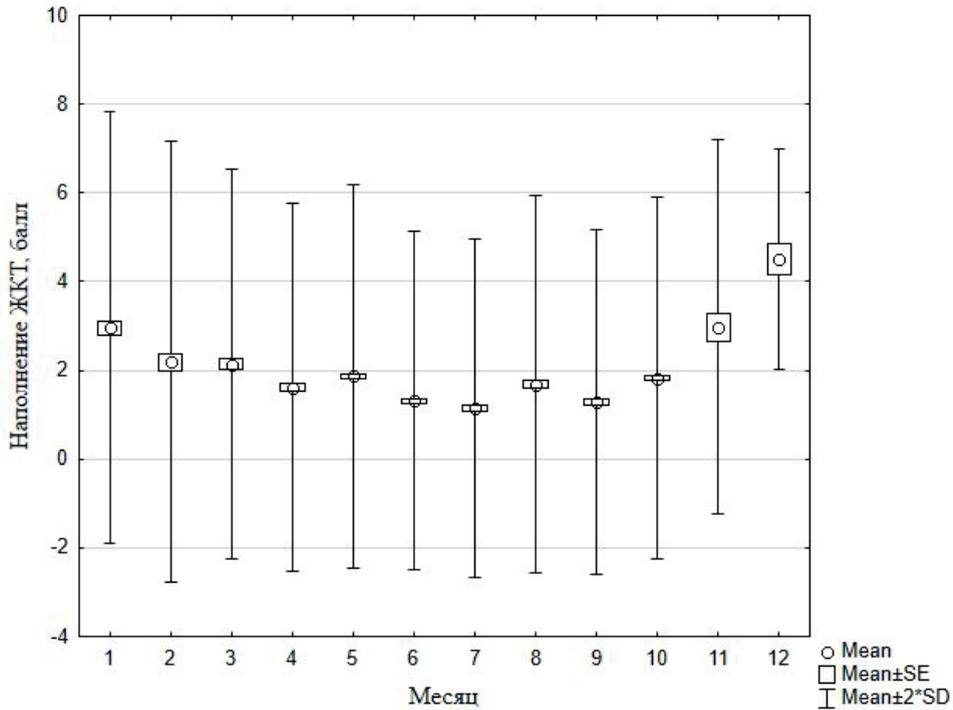


Рис. 5. Сезонная изменчивость наполнения желудков амурской щуки.

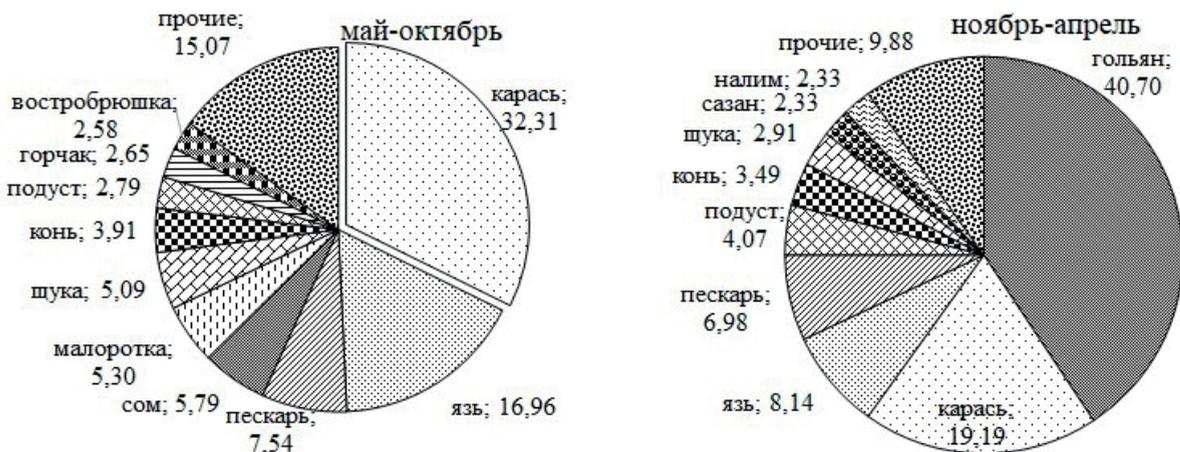


Рис. 6. Распределение объектов питания щуки по частоте встречаемости в период открытой и закрытой воды.

На диаграммах пищевого спектра щуки, как в зимнее, так и в летнее время, в категорию «прочие» отнесены те пищевые объекты, чья доля, как по массе, так и по частоте встречаемости, менее 2%.

В летнее время по частоте встречаемости это: сазан (1,9%), сиг (1,6%), голяны, ротан, белый толстолобик (по

1,3% каждый), далее в порядке убывания объекты, чья доля менее 1% – креветки, мальки, жерех, щиповки, колюшки, верхогляд, косатки, ауха, подкаменщики, лещ белый, краснопёр, горбуша, вьюн, ленки, змееголов, таймень, желтощёк, голяцы, налим, лептобоции, трегуб, уклеи.

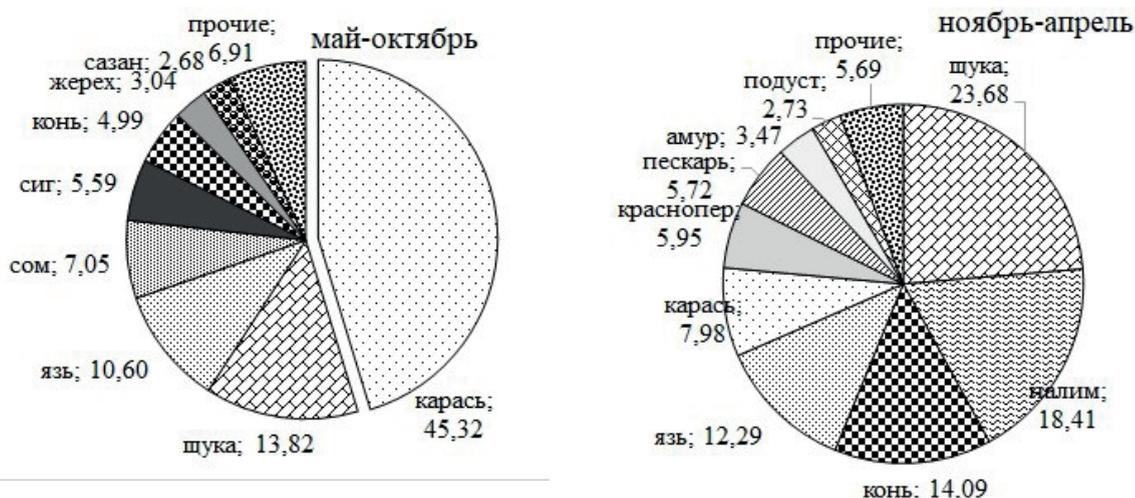


Рис. 7. Распределение объектов питания щуки по массе в период открытой и закрытой воды.

В зимнее время по частоте встречаемости это: щиповки (1,7%), горчаки, востробрюшки, краснопер (по 1,16%), далее в порядке убывания объекты, чья доля менее 1% – сом, трегубка, хариусы, минога, амур белый, малоротая корюшка, лещ белый, вьюны.

По массе в летнее время в категорию «прочие» отнесены: желтопер (1,17%), горбуша (1,1%), далее в порядке убывания объекты, чья доля менее 1% – пескари, ленки, белый толстолобик, верхогляд, востробрюшки, краснопер, подкаменщики, ауха, косатки, желтощек, змееголов, малоротая корюшка, горчаки, ротан, лещ белый, голяны, налим, трегубка, лептобоция, вьюн, мальки, щиповки, колюшки, азиатская корюшка.

По массе в зимнее время в категорию «прочие» отнесены: голяны (1,5%), хариусы (1,4%), далее в порядке убывания объекты, чья доля менее 1% – горчаки, востробрюшки, вьюны, сазан, трегуб, лещ белый, щиповки, малоротая корюшка, минога.

В зимний период в составе пищи щуки значительно меньше некрупных видов. Только 26,8% щук, в желудках которых обнаружены такие виды как голяны, горчак, пескарь (и пр. максималь-

ная длина которых (*Ad*) 17 см и которые образуют массовые скопления), пойманы в подледный период. Также в подледный период в желудках щук не обнаружена горбуша, что связано с различиями миграционного поведения хищника и жертвы. По этой же причине азиатская зубатая корюшка в питании щуки встречается только в мае.

Малоротая корюшка в питании щуки обнаружена в мае (43% случаев) и в летне-осенний период (июнь – октябрь). Часть щук из майских уловов (72% случаев), в желудках которых была обнаружена малоротая корюшка, были пойманы в крупных озёрах, протоках и русле Амура на территории Ульчского и Николаевского районов Хабаровского края. Мы предполагаем, что эта часть относится к проходной малоротой корюшке, которая в этот период скатывается после нереста в Амурский лиман (Вилкина, Шмигирилов, 2020). Остальная, обнаруженная нами в питании щуки малоротая корюшка, условно отнесена нами к жилой форме, так как сроки и места поимки хищника в данном случае не соответствуют условиям миграций малоротой корюшки проходной формы.

Г.В. Никольский (1956) писал, что в зимнее время карась отсутствует в питании щуки. Наши исследования показали, наличие карася в питании щуки зимой, однако его доля снижена почти вдвое. Довольно часто в питании щуки подо льдом встречаются язь (8,3%), пескари (7,5%), желтопёр (4,1%), кони (3,5%), что подтверждается исследованиями Г.В. Никольского (1956). Однако основными объектами пищи по частоте встречаемости в зимний период по нашим наблюдениям являются гольяны (40,7%), большая часть которых обнаружена в питании щук из горных рек и карась (19,2%), повсеместно встречающийся в питании щуки.

Как и у обыкновенной щуки (Иванов, Крайнюк, 2020), в питании амурской щуки в подлёдный период не обнаружено беспозвоночных.

Доля случаев каннибализма зимой (2,9%) снижается по сравнению с летним периодом (23,7%), что характерно и для обыкновенной щуки (Крайнюк, 2012) и объясняется другими авторами (Иванов, Крайнюк, 2020) связью с меньшей доступностью подросших сеголеток (размерами жертв и их защитному самообучению).

Различия в питании щук в зимний и летний периоды оценивали с помощью индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970). Было установлено, что спектры питания щук в разные сезоны значимо не различаются ($C_{Sh} = 40,5$). Спектр питания зависит не только от размеров рыбы, но и от места её обитания. Для более точного сравнения спектров питания щуки в зимний и летний периоды с помощью индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970) мы отобрали щук из русловых и пойменных водоёмов Среднеамурской низменности ($n=782$ экз.). Было установлено, что

спектры питания щук в разные сезоны значимо не различаются ($C_{Sh} = 78,4$).

Щука – активный хищник, питающийся в основном рыбой и в течении всего года. Интенсивность питания изменяется в зависимости от сезона, что связано с миграциями рыб в пойменной и русловой системе. Активность питания, выше в конце осени – начале зимы, снижается к весне, а также в летние месяцы после нереста, что может быть связано с температурным режимом воды. Спектры питания в зимний и летний период значимо не различаются, однако доли карася и щуки в питании зимой значительно ниже.

Питание амурской щуки в разных условиях обитания. Все водные объекты нами были разделены на: пойменные водоёмы (заливные луга, озёра, старицы, заливы, протоки), характеризующиеся низкой скоростью течения, прогреваемостью воды, большим количеством растительности; русловые участки и протоки с большей скоростью течения, здесь практически нет растительности, глубины значительно больше; горные реки с высокой скоростью течения, низкими температурами воды. Каждый тип биотопов имеет свои особенности в составе ихтиофауны. Более крупные особи держатся в русловых участках, молодь и теплолюбивые виды населяют затопленные поймы, в горных реках встречаются в основном реофильные рыбы.

Амурскую область характеризует наличие водных объектов не только пойменного и руслового типа, но и двух крупных водохранилищ с ихтиофаунами, сформировавшимися в условиях режима работы ГЭС. Поэтому на территории Среднеамурского зоогеографического района (Vogutskaya et al., 2008) исследования проводили в реках Зей, Нора, Амур, озёрах Берёзовом и Зейском и Бурейском водохранилищах.

На территории Нижнеамурского зоогеографического района (Bogutskaya et al., 2008) исследования проводили в водоёмах Средне-Амурской низменности (от пос. Амурзет до г. Комсомольск-на-Амуре), Удиль-Кизинской низменности (с. Кислевка – с. Богородское) и Чля-Орельской низменности (с. Больше-Михайловское – г. Николаевск-на-Амуре). Отдельно рассматривали ихтиофауну водоёмов р-на им. Полины Осипенко – р. Амгунь и, соединяющееся с ней, оз. Чукчагирское. Реки горного типа рассмотрены на примере р. Анюй и р. Хор, а также отдельно рассматривалась р. Бурей (выше водохранилища).

Биологический вид имеет определённую область распространения и приспособлен к обитанию в той среде, в которой он формировался и существует. Спектр питания рыб комплексов низких широт, как правило, несколько уже, чем высоких (Никольский, 1956).

Ихтиофауна реки постепенно увеличивается вниз по течению от 69 видов рыб в Амурской области до 108 видов в Хабаровском крае. Состав фауны также изменяется от верхнего течения к нижнему – снижается доля видов рыб амурской (эндемики) (от 20,9% до 15,7%) и сино-индийской фауны (от 38,7% до 27,8%), повышается доля манчжурской фауны (от 22,5% до 29,6%). Также на территории Чля-Орельской низменности появляется 9 видов, случайно заходящие в устье Амура (8,3%).

Ширина спектра питания амурской щуки, как облигатного хищника, напрямую связана с количеством видов рыб в составе ихтиофауны. Наибольшее количество видов пищевых объектов обнаружено в питании щук в пойменной системе Удиль-Кизинской низменности (25 видов пищи), наименьшее в пойменной системе Амурской области (3 вида пищи). Некоторые виды в питании щук

встречаются только на территории ЕАО (амур белый, лещ белый), некоторые только на территории Удиль-Кизинской и Чля-Орельской низменностей (горбуша, азиатская зубатая корюшка).

В Амурской области пищевой спектр рыб был представлен 10 объектами, преобладали язь (32%), карась (22%) и сом (19,5%). В Зейском и Бурейском водохранилищах в питании щук было обнаружено 5 объектов – язь (52,6%), сом (26,3%), карась (10,5%), ротан и гольян (по 5,3%). Максимальный размер жертвы – 19 см (язь), средний относительный размер жертв – 17,8%. В пойменных водоёмах (на примере оз. Берёзовое) спектр питания щук состоял из 3 видов (гольян озёрный, ротан головешка и сом амурский), представленных в равных пропорциях. В питании щуки в водоёмах руслового типа (р. Нора, р. Зeya, р. Амур) обнаружено 8 объектов, наиболее многочисленными из которых были карась (36,8%) и язь (15,7%). Максимальный размер жертвы 49 см (щука), средний относительный размер жертв – 33,6%. Пищевые спектры щук в различных биотопах Амурской области, сравниваемые с помощью индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970), имели значимые различия ($C_{Sh} \leq 40$).

Значимые различия ($C_{Sh} = 17,3$) обнаружены в составе пищи щук в горных реках Нижнеамурского зоогеографического района при сравнении их с верхним течением р. Бурей. В реках Хор и Анюй, из 13 обнаруженных видов пищи, по частоте встречаемости в пище щук преобладали ракообразные (16,6%), пескарки (16,6%), ротаны и гольяны (по 13%), в то время как в р. Бурей основным объектом пищи, из 4 обнаруженных, были гольяны (86,5%).

Сравнение с помощью индекса сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952;

Schoener, 1970) пищевых спектров щук показало наличие значимых различий между русловыми водоёмами Среднеамурской и Удиль-Кизинкской ($C_{Sh} \leq 13,3$), Среднеамурской и Чля-Орельской низменностей ($C_{Sh} \leq 38,4$). При сравнении русловых водоёмов Удиль-Кизинкской и Чля-Орельской, и пойменных водоёмов всех трех низменностей значимые различия отсутствовали ($C_{Sh} \geq 40$).

На территории Удиль-Кизинкской и Чля-Орельской низменностей в питании щуки не были обнаружены такие виды как востробрюшка, змееголов, амур белый, лещ белый, уклей, желтощёк, в то время как выше по течению в пище щук отсутствовали косатки, горбуша, азиатская зубатая корюшка, колюшка, ленок, налим, а такие виды как сиг и верхогляд отсутствовали только в питании щук Чля-Орельской низменности. Вниз по течению постепенно снижается доля коней, желтопёра, краснопёра, белого толстолобика в питании щук. Доля сома и сазана в пище также снижается вниз по течению, особенно в русловых водотоках.

Состав пищи щук из р. Амгунь значимо отличается как от состава пищи щук в других русловых водоёмах Нижнеамурской низменности (Удиль-Кизинкской низменности $C_{Sh} = 10,2$, Чля-Орельской низменности $C_{Sh} = 29,1$), так и от состава пищи щук оз. Чукчагирское ($C_{Sh} = 12,9$). В оз. Чукчагирском в питании щуки обнаружено 9 объектов питания – в основном карась (59%), также довольно высокие доли малоротой корюшки (15%) и язя (14%). В р. Амгунь основной обнаруженной нами пищей щуки был горчак (56%), также встречались пескари и гольяны (по 12,5%), ротаны (9%), единично встречались язь (6%) и сазан (3%). Стоит отметить, что сравнительно некрупные объекты питания, связаны с разме-

ром отловленных хищников (длина Ad 22,5 – 39 см).

В таблице 8 приведены значения индекса сходства Шорыгина-Шенера для пойменных и русловых водоёмов Среднеамурской, Удиль – Кизинской и Чля – Орельской низменностей.

Так как условия обитания и состав ихтиофаун на территории Удиль-Кизинкской и Чля-Орельской низменностей практически не различаются ($C_{Sh} \geq 40$), а также по причине отсутствия значимых различий при сравнения размерного состава пищевых компонентов, проводимого в зависимости от размерной группы хищника, в дальнейшем исследовании мы объединили эти две территории и обозначили её как «Нижнеамурская низменность».

Размерный состав пищевых компонентов сравнивали на примере водоёмов руслового и пойменного типа Среднеамурской и Нижнеамурской низменностей. При сравнении относительной длины пищевых объектов было отмечены значимые отличия практически во всех размерных группах, при сравнении относительной массы пищевого комка – только у щук размером 25–35, 65–85 см (табл. 9).

Статистически значимые различия были обнаружены при сравнении относительной длины тела жертв у щук из пойменных и русловых водоёмов Нижнеамурской низменности при длине тела хищника 19–55, 85–95 см, относительной массы пищевого комка – при длине тела хищника 65–85 см (табл. 10).

При сравнении относительной длины тела жертв у щук из пойменных и русловых водоёмов Среднеамурской низменности были обнаружены значимые различия при длине тела хищника 35–85 см. При сравнении относительной массы пищевого комка значимых различий обнаружено не было (табл. 11).

Таблица 8. Индексы сходства Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970), полученные при сравнении состав пищи щук из различных водных объектов

Места	Среднеамурская низменность, пойма	Среднеамурская низменность, русло	Удиль-Кизинская низменность, пойма	Удиль-Кизинская низменность, русло	Чля-Орельская низменность, пойма	Чля-Орельская низменность, русло	Р-н. им. Полины Осипенко, оз. Чукчагирское	Р-н. им. Полины Осипенко, р. Амгунь
Среднеамурская низменность, пойма	-	80,5	44,9	45,9	60,9	38,1	61,6	15,2
Среднеамурская низменность, русло	80,5	-	45,9	13,3	60,8	38,4	54,1	15,7
Удиль-Кизинская низменность, пойма	44,9	45,9	-	54,9	55,8	45,9	45,4	11,4
Удиль-Кизинская низменность, русло	45,9	13,3	54,9	-	53,4	43,03	41,2	10,2
Чля-Орельская низменность, пойма	60,9	60,8	55,8	53,4	-	51,5	21,4	25,4
Чля-Орельская низменность, русло	38,1	38,4	45,9	43,03	51,5	-	48,6	29,1
Р-н. им. Полины Осипенко, оз. Чукчагирское	61,6	54,1	45,4	41,2	21,4	48,6	-	12,9
Р-н. им. Полины Осипенко, р. Амгунь	15,2	15,7	11,4	10,2	25,4	29,1	12,9	-

Таблица 9. Сравнение средних значений относительных длины тела жертвы и массы пищевого комка в водоёмах Нижнеамурской и Среднеамурской низменностей в зависимости от размерной группы хищника

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм.		Среднеамурская низм.		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p</i> -уровень
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
19,1 – 25	26,43 ± 18,37	3	21,53 ± 2,84	8	-0,333	0,667	<i>p</i> > 0,10
25,1 – 35	33,49 ± 7,78	16	16,77 ± 8,31	49	0,00	0,876	<i>p</i> < 0,001
35,1 – 45	25,07 ± 6,15	14	22,67 ± 9,52	86	-0,089	0,395	<i>p</i> < 0,05
45,1 – 55	25,94 ± 13,12	32	22,44 ± 11,32	271	-0,023	0,199	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	27,69 ± 13,49	63	22,41 ± 11,59	210	-0,005	0,251	<i>p</i> < 0,005
65,1 – 75	35,09 ± 14,90	59	26,27 ± 11,52	118	-0,051	0,390	<i>p</i> < 0,001
75,1 – 85	41,19 ± 9,71	17	23,65 ± 10,64	63	-0,016	0,685	<i>p</i> < 0,001
85,1 – 95	35,52 ± 6,12	9	26,36 ± 4,58	8	0,00	0,778	<i>p</i> < 0,025

Таблица 9. Окончание

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм.		Среднеамурская низм.		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная масса пищевого комка							
19,1 – 25	7,86 ± 3,19	3	4,15 ± 0,97	7	0,00	0,714	<i>p</i> > 0,10
25,1 – 35	9,77 ± 6,05	9	4,46 ± 3,61	25	0,00	0,547	<i>p</i> < 0,05
35,1 – 45	3,01 ± 2,19	12	5,65 ± 3,92	54	-0,407	0,00	<i>p</i> < 0,10
45,1 – 55	8,44 ± 9,69	25	7,39 ± 6,76	152	-0,064	0,068	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	6,99 ± 5,23	45	7,17 ± 7,12	138	-0,053	0,121	<i>p</i> > 0,10
65,1 – 75	10,57 ± 7,79	53	7,89 ± 7,33	89	-0,045	0,244	<i>p</i> < 0,05
75,1 – 85	12,72 ± 8,45	16	7,72 ± 6,09	41	0,00	0,468	<i>p</i> < 0,025
85,1 – 95	10,13 ± 2,79	9	7,77 ± 3,23	7	0,00	0,444	<i>p</i> > 0,10

Примечание: см. табл. 2.

Таблица 10. Сравнение средних значений относительных длины тела жертвы и массы пищевого комка в пойменных и русловых водоёмах на территории Нижнеамурской низменности в зависимости от размерной группы хищника

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм. Пойменные		Нижнеамурская низм. Русловые		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
19,1 – 25	42,55 ± 0,00	1	26,96 ± 10,06	6			----
25,1 – 35	38,00 ± 9,49	7	27,39 ± 5,67	16	0,00	0,732	<i>p</i> < 0,025
45,1 – 55	36,36 ± 0,00	1	23,73 ± 13,58	49			----
55,1 – 65	34,03 ± 8,03	17	38,63 ± 13,31	45	-0,371	0,133	<i>p</i> < 0,10
65,1 – 75	28,44 ± 8,25	10	33,74 ± 18,02	16	-0,525	0,312	<i>p</i> < 0,10
75,1 – 85	33,48 ± 8,79	5	40,12 ± 7,88	11	-0,509	0,00	<i>p</i> > 0,10
85,1 – 95	28,41 ± 0,00	1	36,03 ± 8,55	4			----
Относительная масса пищевого комка							
25,1 – 35	12,32 ± 8,96	3	8,49 ± 4,54	6	-0,333	0,667	<i>p</i> > 0,10
45,1 – 55	8,47 ± 10,12	23	8,09 ± 1,10	2	-0,652	0,348	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	6,79 ± 5,74	29	6,84 ± 3,85	15	-0,347	0,244	<i>p</i> > 0,10
65,1 – 75	11,66 ± 8,07	44	5,28 ± 2,54	9	-0,139	0,593	<i>p</i> < 0,025
75,1 – 85	15,42 ± 8,89	11	6,76 ± 2,38	5	0,00	0,909	<i>p</i> < 0,01

Примечание: см. табл. 2.

Таблица 11. Сравнение средних значений относительных длины тела жертвы и массы пищевого комка в пойменных и русловых водоёмах на территории Среднеамурской низменности в зависимости от размерной группы хищника

Размерная группа, см	Среднеамурская низм. Пойменные		Среднеамурская низм. Русловые		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p</i> -уровень
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
25,1 – 35	16,33 ± 3,18	3	17,17 ± 8,83	47	-0,362	0,404	<i>p</i> > 0,10
35,1 – 45	20,65 ± 8,24	27	24,52 ± 10,07	53	-0,361	0,059	<i>p</i> < 0,025
45,1 – 55	24,17 ± 11,72	125	21,12 ± 10,83	142	-0,048	0,224	<i>p</i> < 0,005
55,1 – 65	23,89 ± 11,01	105	20,92 ± 12,01	105	-0,009	0,219	<i>p</i> < 0,025
65,1 – 75	30,29 ± 11,52	53	22,99 ± 10,50	65	-0,038	0,359	<i>p</i> < 0,005
75,1 – 85	21,85 ± 11,69	38	26,38 ± 8,28	25	-0,499	0,053	<i>p</i> < 0,005
85,1 – 95	27,59 ± 1,61	2	25,95 ± 5,29	6	-0,333	0,333	<i>p</i> > 0,10
Относительная масса пищевого комка							
25,1 – 35	4,87 ± 3,68	22	6,41 ± 4,64	4	-0,386	0,204	<i>p</i> > 0,10
35,1 – 45	6,62 ± 4,21	37	5,02 ± 4,07	13	-0,073	0,299	<i>p</i> > 0,10
45,1 – 55	7,49 ± 6,86	71	6,26 ± 6,50	45	-0,066	0,173	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	6,39 ± 5,88	67	6,26 ± 6,50	45	-0,077	0,079	<i>p</i> > 0,10
65,1 – 75	6,26 ± 6,50	45	6,31 ± 6,57	44	-0,012	0,011	<i>p</i> > 0,10
75,1 – 85	5,03 ± 4,69	27	3,87 ± 3,77	19	0,00	0,129	<i>p</i> > 0,10
85,1 – 95	5,84 ± 4,21	5	6,72 ± 2,36	2	-0,400	0,200	<i>p</i> > 0,10

Примечание: см. табл. 2.

При сравнении между собой относительной длины пищевых объектов из пойменных систем двух низменностей были отмечены значимые различия для щук размером 19–35, 55–85 см. При сравнении относительной массы пищевого комка – для щук размером 35–45, 65–85 см (табл. 12).

При сравнении между собой относительной длины пищевых объектов из русловых систем двух низменностей были отмечены значимые различия для щук размером 25–35, 55–65, 75–85 см. При сравнении относительной массы

пищевого комка – для щук размером 25–35 см (табл. 13).

Спектр питания щук изменяется вместе с изменениями ихтиофауны в разных местах обитания, расширяясь вниз по течению р. Амур. Различия спектра питания наблюдаются при сравнении однообразных биотопов из разных районов исследования (горные реки Буряя и Хор и Анюй, русловые водоёмы Среднеамурской и Нижнеамурской низменностей, водоёмы района им. Полины Осипенко). Размерный состав пищи щуки в различных биотопах также различается.

Таблица 12. Сравнение средних значений относительных длины тела жертвы и массы пищевого комка в пойменных водоёмах на территории Нижнеамурской и Среднеамурской низменностей в зависимости от размерной группы хищника

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм. Пойменные		Среднеамурская низм. Пойменные		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
19,1 – 25	26,96 ± 10,06	6	21,53 ± 2,84	8	-0,167	0,833	<i>p</i> < 0,025
25,1 – 35	27,39 ± 5,67	16	17,17 ± 8,83	47	-0,021	0,638	<i>p</i> < 0,001
35,1 – 45	25,59 ± 13,47	26	24,52 ± 10,07	53	-0,236	0,195	<i>p</i> > 0,10
45,1 – 55	23,73 ± 13,58	49	21,12 ± 10,83	142	-0,061	0,150	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	38,63 ± 13,31	45	20,92 ± 12,01	105	-0,009	0,568	<i>p</i> < 0,001
65,1 – 75	33,74 ± 18,02	16	22,99 ± 10,50	65	-0,187	0,548	<i>p</i> < 0,001
75,1 – 85	40,11 ± 7,88	11	26,39 ± 8,28	25	0,00	0,709	<i>p</i> < 0,001
85,1 – 95	36,03 ± 8,55	4	25,95 ± 5,29	6	0,00	0,750	<i>p</i> > 0,10
Относительная масса пищевого комка							
19,1 – 25	7,94 ± 4,51	2	4,15 ± 0,97	7	0,00	0,714	<i>p</i> > 0,10
25,1 – 35	12,32 ± 8,96	3	4,87 ± 3,68	22	-0,015	0,667	<i>p</i> > 0,10
35,1 – 45	3,01 ± 2,19	12	6,62 ± 4,21	37	-0,511	0,00	<i>p</i> < 0,025
45,1 – 55	8,47 ± 10,12	23	7,49 ± 6,86	71	-0,098	0,073	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	6,79 ± 5,74	29	6,39 ± 5,88	67	-0,078	0,126	<i>p</i> > 0,10
65,1 – 75	11,66 ± 8,07	44	6,26 ± 6,50	45	-0,045	0,436	<i>p</i> < 0,001
75,1 – 85	15,42 ± 8,89	11	4,86 ± 4,71	23	0,00	0,779	<i>p</i> < 0,001
85,1 – 95	10,13 ± 2,98	8	5,84 ± 4,21	5	0,00	0,600	<i>p</i> > 0,10

Примечание: см. табл. 2.

Таблица 13. Сравнение средних значений относительных длины тела жертвы и массы пищевого комка в русловых водоёмах на территории Нижнеамурской и Среднеамурской низменностей в зависимости от размерной группы хищника

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм. Русловые		Среднеамурская низм. Русловые		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная длина жертв							
25,1 – 35	38,00 ± 9,49	7	16,33 ± 3,18	3	0,00	1,000	<i>p</i> < 0,05
55,1 – 65	34,03 ± 8,03	17	23,89 ± 11,01	105	0,00	0,590	<i>p</i> < 0,001
65,1 – 75	28,44 ± 8,25	10	30,29 ± 11,52	53	-0,353	0,215	<i>p</i> > 0,10
75,1 – 85	33,48 ± 8,79	5	21,85 ± 11,69	38	-0,079	0,684	<i>p</i> < 0,05

Таблица 13. Окончание

Размерная группа, см	Нижнеамурская низм. Русловые		Среднеамурская низм. Русловые		Max Neg - Differnc	Max Pos - Differnc	<i>p-уровень</i>
	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб	Среднее ± стандартное отклонение	Число рыб			
Относительная масса пищевого комка							
25,1 – 35	8,49 ± 4,54	6	1,53 ± 0,03	3	0,00	1,000	<i>p</i> < 0,05
45 – 55	8,09 ± 1,10	2	7,37 ± 6,72	80	-0,300	0,625	<i>p</i> > 0,10
55,1 – 65	6,84 ± 3,85	15	7,92 ± 8,09	71	-0,257	0,314	<i>p</i> > 0,10
65,1 – 75	5,28 ± 2,54	9	9,56 ± 7,82	44	-0,479	0,162	<i>p</i> < 0,10
75,1 – 85	6,76 ± 2,38	5	10,01 ± 7,44	18	-0,333	0,100	<i>p</i> > 0,10

Примечание: см. табл. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее сложная и разносторонняя связь организма с окружающей средой осуществляется через пищу. Условиям питания и пищевым отношениям рыб принадлежит исключительное место среди биотических факторов. В конечном счёте, численность и биомасса популяций рыб, их рост, упитанность, жирность, разнокачественность особей и популяций, плодовитость и т.д. определяются обеспеченностью рыб пищей, которая зависит от абиотических условий в период нагула, а также от наличия условий добычи корма, его усвоения и построения из него тела рыбы (Боруцкий, 1960; Желтенкова, 1964; Ивлев, 1955; Карзинкин, 1952; Никольский, 1953).

В ходе работы мы установили, что в питании одноразмерных самок и самцов щуки отсутствует половой диморфизм. Рыбы обоих полов питаются, в основном, наиболее многочисленными в бассейне р. Амур видами – карась и язь (половозрелые особи), малоротая корюшка и пескари (ювенильные особи).

Спектр питания щук бассейна р. Амур включает более 40 пищевых объектов. Наибольшее количество объектов приходится на возраст массового созревания хищника 5+ (*Ad* 43 – 69 см). На рыбное питание щука переходит при размере тела 5,3 см. Каннибализм в питании щуки встречается с 2+ лет (*Ad* ≥ 19 см). Некоторые объекты (карась, язь, щука, малоротая корюшка, пескари и кони) встречаются в питании щуки во всех возрастных группах.

На основе научно-исследовательских уловов провели оценку избирательности питания и обнаружили, что амурская щука предпочитает употреблять в пищу некрупные объекты (щиповка, ротан и пр.). Несмотря на это, средний относительный размер жертв в большинстве возрастных групп щук (*Ad* 5,3–16; 25–65 см) попадает под оптимальный относительный размер (Фортунатова, Попова, 1973).

Наибольшая относительная длина тела жертвы принадлежала щуке (50 см, 69,9% от длины хищника), наибольшая относительная масса – карасю (1420 г,

33,8% от массы хищника). Максимальное значение ИНЖ для объекта питания (9876,543 ‰) было выявлено для малоротой корюшки.

В ходе работы рассмотрены сезонные изменения в питании щук, которые связаны, в основном, с миграционным поведением рыб и температурным режимом воды в бассейне р. Амур. Отмечена наибольшая пищевая активность с ноября по январь, а также снижение пищевой активности, связанное с повышением температуры воды и нерестовым поведением щуки.

Сравнение спектров питания щук из разных водоёмов бассейна Амура показало, что наиболее отличается состав пищи у щук из отделённых от общей системы Амура водоёмов (Бурей, Чукчагирское). Индексы сходства питания Шорыгина-Шенера (Шорыгин, 1952; Schoener, 1970), а также сравнение размерно-весовых характеристик пищи щук из разных биотопов на примере русловых и пойменных водоёмов Среднеамурской и Нижнеамурской низменностей показали различия между водоёмами этих двух районов и между русловыми и пойменными водоёмами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анисимова И. М., Лавровский В. В. Ихтиология. М.: Высшая школа, 1983. 256 с.

Антонов А.Л. Ихтиофауна верхней части бассейна р. Бурей // Вестник ДВО РАН. 2007. № 3. С. 49–59.

Антонов А.Л., Барабанищikov Е.И., Золотухин С.Ф. и др. Рыбы Амура // Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2019. 318 с.

Боруцкий Е.В. К методике определения размерно-весовой характеристики организмов, служащих пищей рыб // Вопр. ихтиологии. 1960. Вып. 14. С. 182–184.

Боруцкий Е.В., Желтенкова М.В., Веригина И.А. Методическое пособие по изуче-

нию питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.

Бутова Е.В. Состав промысловой ихтиофауны и биологические показатели рыб оз. Чукчагирское в преднерестовой период (апрель 2012 г) // Отчёт о НИР №1764. Архив ХабаровскНИРО. 2012. 92 с.

Бушуев В.П. Пресноводные и эстуарные рыбы Приморья. Справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. 314 с.

Вилкина О.В., Шмигирилов А.П. Результаты исследований проходных корюшек бассейна реки Амур в 2020 году // Отчёт о НИР №1938. Архив ХабаровскНИРО. 2020. 70 с.

Головки В.И. Формирование ихтиофауны и кормовой базы Зейского водохранилища в третий год заполнения Зейского водохранилища // Отчёт о НИР. Арх. ХабаровскНИРО № 922. Хабаровск, 1977. 55 с.

Горлачева Е.П. Амурская щука в разнотипных водоёмах забайкальского края // Аспирант. 2018. Т. 12. № 2. С. 36–40.

Горяинов А.А., Барабанищиков Е.И., Шаповалов М.Е. Рыбохозяйственный атлас озера Ханка: монография. Владивосток: ТИПРО-центр, 2014. 205 с.

Грунин С.И. Питание обыкновенной щуки *Esox lucius* в среднем течении р. Анадырь (Чукотка) // Тез. докл. X съезда гидробиологического общества РАН. Владивосток: Дальнаука. 2009. С. 109–110.

Дымин В.А., Гонга К.С., Черемкин И.М. и др. Питание амурской щуки (*Esox reicherti* Dyb.) в бассейне Нижней Норы // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: Сборник научных трудов. Вып.7. Благовещенск: Благовещ. гос. пед. ун-т. 2003. С. 161–168.

Егорова М.Н. Материалы по питанию касатки-плети (*Liocassius ussuriensis* Dyb.) и касатки Герценштейна (*Liocassius herzensteini* Berg.) в бассейне Амура // Труды Амурск. Ихтиол. Эксп. 1945 – 1949 гг. Т. 3. М.: Изд-во МОИП. 1952. С. 449–490.

Егоров С.Н., Галушкина Н.В. Гидрохимический режим основных нерестилищ дельты

- р. Волги // Международная научно-практическая конференция «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке». Астрахань. 2007. С. 148.
- Ермаков Ю.К.* Отчёт экспедиционного отряда Дальневосточного государственного университета по ихтиологическому обследованию озера Ханка летом 1961 года // Рукопись № 412. Архив ТИНРО. 1961. 109 с.
- Желтенкова М.В.* Питание осетровых рыб южных морей // Труды ВНИРО. 1964. Т. LIV. М.: Пищепромиздат. С. 9–48.
- Иванов К.П., Крайнюк В.Н.* Питание щуки *Esox lucius* L., 1758 в подлёдный период в водоёмах Центрального Казахстана // VIII научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: Изд. ВНИРО, 2020. С. 63–65.
- Ивлев В.С.* Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищепромиздат, 1955. 252 с.
- Карзинкин Г.С.* Основы биологической продуктивности водоёмов. М.: Пищепромиздат, 1952. 343 с.
- Карневич А.Ф., Бокова Е. Н., Желтенкова М.В.* и др. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях // М.: Изд. Академии наук СССР. 1961. 262 с.
- Коган А.В.* О суточном рационе и ритме питания леща *Abramis brama* (L.) Цимлянского водохранилища // Вопр. ихтиологии. Т. 3. Вып. 2(27). 1963. С. 318–325.
- Константинов К.Г.* Биология молоди осетровых рыб Нижней Волги // Труды Саратовского отд. Каспийского филиала ВНИРО. Саратов. 1953. Т. 2. С. 28–71.
- Крайнюк В.Н.* Питание и упитанность щуки *Esox lucius* L., 1758 в водохранилищах канала им. К. Саптева // Вестник Казах. нац. ун-та. Серия экологическая. 2012. № 1 (33). С. 91–93.
- Кублицкас А.К.* Методика сбора и обработки материала по питанию рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1974. С. 463–521.
- Ледяев О.М.* Питание щуки Хантайского водохранилища // Вопросы географии Сибири. Томск. Издательство Национальный исследовательский Томский государственный университет. 1983. С. 98–99.
- Лишев М.Н.* Питание и пищевые отношения хищных рыб бассейна Амура // Труды амурской ихтиологической экспедиции. Т.1. М.: изд-во: Общ. Испыт. Природы, 1950. 390 с.
- Ловецкая Е.А.* Питание основных промысловых рыб Амура // Рукопись. Архив ТИНРО № 22. 1935. 32 с.
- Михеев В.Н.* Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. М.: Наука, 2006. 192 с.
- Никитин В.Д.* Гольяны острова Сахалин (систематика, распространение, экология): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2010. 24 с.
- Никольский Г.В.* О закономерностях внутривидовых пищевых отношений у пресноводных рыб // Бюл. МОИП, отд. биол. 1949. Т. 4. вып. 1. С. 1–15.
- Никольский Г.В.* О некоторых закономерностях динамики плодовитости рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М., Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1953. 320 с.
- Никольский Г.В.* Рыбы бассейна Амура. М.: Изд. АН СССР, 1956. 551с.
- Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб: монография. М.: Пищ. промышл., 1974. 447 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. промышл., 1966. 374 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А.* О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов // Труды ВНИРО. М.: ВНИРО. 2015. Т. 256. С. 112–129.
- Роготнев М.Г., Лабай В.С., Заварзина Н.К.* Сравнительная характеристика питания некоторых массовых прибрежных рыб озера Тунайча (Южный Сахалин) // Чтения памя-

ти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток. 2005. 566 с.

Спановская В.Д., Григораиш В.А. К методике определения плодовитости одновременно и порционно икротечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2. Вильнюс: Моклас, 1976. С. 54–62.

Суханов В.В., Заволокин А.В. Оценивание параметров селективности в питании рыб при неполных данных // Вопр. ихтиологии. 2006. Т. 46. № 9. С. 815–818.

Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов // Отв. Редактор Р.С. Вольскис. Вильнюс: изд-во МИНТИС, 1974. Ч.1. 144 с.

Фортунатова К.Р., Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М.: Наука, 1973. 298 с.

Чжан Данминь Гл. редактор. Описание видов рыб провинции Хэйлунцзян. Издательство «Наука и техника провинции Хэйлунцзян». Харбин. 1995. Перевод на русский язык: Сайков В.В., г. Хабаровск. 2000. 210 с.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в Дальневосточных морях: Монография. Владивосток. ТИНРО-центр, 2006. 484 с.

Чучукало В.И., Волков А.Ф. Руководство по изучению питания рыб. Владивосток: ТИНРО, 1986. 32 с.

Чучукало В.И., Дулепова Е.П. Методы оценки пищевой обеспеченности промысловых объектов и её роль в рыбохозяйственных исследованиях Дальневосточных морей // Изв. Тихоокеан. н.-и. рыбохоз. центра. 2002. Т. 130, ч. 2. С. 465–473.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения некоторых бентофагов Северного Каспия: Дисс. ... докт. биол. наук. М.: ВНИРО, 1939.

Шорыгин А.А. Годовая динамика пищевой конкуренции у рыб // Зоологический журнал. 1948. Т. XXVII. Вып. 1.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 267 с.

Bogutskaya N.G., Naseka A. M., Shedko S.V. et al. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters. 2008. V. 19, No. 4. p. 301–366.

Ross S.T. Resource partitioning in fish assemblage: a review of field study // Copeia. 1986. Vol. 1989. P. 352–388.

Schoener T.W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats // Ecology. 1970. V. 51. P. 408–418.

**THE FEEDING OF THE AMUR PIKE *ESOX REICHERTII*
FROM MIDDLE AND LOWER AMUR RIVER**

E.V. Ostrovskaya

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

The feeding spectrum of the Amur pike *Esox reichertii* Dybowski, 1869 in the reservoirs of the middle and lower reaches of the Amur River was determined. The absence of significant differences in the nutrition of pike of different sexes is shown. The nutrition of pike of different size groups is considered, the comparison of the size and weight indicators of food objects in adjacent size groups of the predator is carried out. The selectivity of pike feeding was assessed. The values of ENG in different size groups of the predator are determined. The nutrition of pike in various areas, conditionally divided into biotopes, is considered. The comparison of pike feeding in winter and summer is carried out.

Keywords: Amur pike, *Esox reichertii*, nutrition, food spectrum, sexual dimorphism, size-weight variability, seasonal changes, biotopes.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.551.21

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-164-185

**РОСТ И ПРОМЫСЛОВЫЙ РАЗМЕР СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ
CARASSIUS GIBELIO (CYPRINIDAE) РЕКИ АМУР**

© 2022 г. Н.Н. Семенченко, Е.В. Островская

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E-mail: n.semenchenko@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.08.2022 г.

Приведено описание линейного и весового роста серебряного карася р. Амур на основании уравнений роста Берталанффи и Шмальгаузена. Для этого описания был использован материал, собранный в период с 1997 г. по 2022 г. на территории двух районов р. Амур – в водотоках Среднеамурской пойменной системы и в нижней части Нижнего Амура. Основными характеристиками роста серебряного карася является половой диморфизм в показателях роста. Отмечено наличие компенсационного роста. Максимальная наблюденная длина тела (*Ad*) серебряного карася р. Амур 40 см, масса тела 2,1 кг. Найдены различия в показателях линейного, весового роста и скорости роста серебряных карасей, обитающих в водотоках Среднеамурской низменности и в нижней части Нижнего Амура. На основе коэффициентов уравнений роста рассчитаны коэффициенты естественной смертности для каждого года жизни самок и самцов серебряных карасей. Возраст половозрелости самок – 6 лет. Промысловая длина самок серебряного карася Среднеамурской низменности, согласованная с возрастом массового созревания и максимумом биомассы поколений должна быть равной 20 см, в нижней части Нижнего Амура – 23 см.

Ключевые слова: групповой рост, удельная скорость роста, уравнения роста Берталанффи и Шмальгаузена, половой диморфизм, компенсационный рост, естественная смертность, возраст созревания, промысловая мера.

ВВЕДЕНИЕ

В р. Амур серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) основной ресурсобразующий вид пресноводных рыб. В период промысла пресноводных рыб с 1937 г. по 2022 г., среднегодовой улов карася составлял 38,1% (5,53–91,7%) от вылова всех пресноводных рыб. Так как карась является одним из основных промысловых пресноводных видов рыб р. Амур, данные о его росте встречаются в работах многих авторов (Пробатов, 1935; Никольский, 1956; Сысоева, 1958; Васнецов, 1958 и др.). Наиболее полно рост карася в разных районах Амура был рассмотрен А.Г. Дёми-

ной во второй половине XX в. (1974а; 1974б, 1980). Таким образом, последние сведения о росте серебряного карася в р. Амур на территории Хабаровского края были опубликованы более 40 лет назад. За это время изменилась интенсивность промысла пресноводных рыб, значительно изменился и гидрологический режим р. Амур (Семенченко, 2008). Известно, что рост рыб, зависит от условий их существования, определяется абиотическими и биотическими факторами среды (Никольский, 1974; Дгебуадзе, 2001 и др.). Возраст и описание характера роста рыб являются основными характеристиками промысловых видов

рыб. Возрастная структура эксплуатируемой популяции и динамика её по годам промысла является основой многих методов определения запасов пресноводных рыб и определения направления их динамики, т.е. является основой прогнозирования динамики запасов рыб (Деметьева, 1964; Малкин, 1999; Максименко, Антонов, 2003 и др.). Для определения величины промыслового запаса и рационального управления промыслом рыб необходимы знание возраста массового созревания рыб и размера рыб, с которого особи вступают в промысел (промысловый размер).

В связи с чем, целью настоящей работы было описать групповой рост серебряного карася р. Амур, определить коэффициенты естественной смертности, а также дать обоснование его промыслового размера.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использован материал собранный сотрудниками ХабаровскВНИРО (ранее ХФТИНРО) в период с 1997 г. по 2022 г. Материал собирали в пойменной системе Нижнего и Среднего Амура от г. Николаевск-на-Амуре до устья р. Биджан. Для описания роста серебряного карася был определен возраст у 3930 рыб (2897 самок, 877 самцов и 156 молодых карасей в возрасте 1–2 лет, пол которых невозможно было определить визуально).

Для определения возраста серебряного карася использовали метод, основанный на подсчёте годовых колец на чешуе (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Тюрин, 1963 и др.). Чешую брали с помощью глазного пинцета на левом боку рыбы под началом спинного плавника в 1–2 ряду над боковой линией. Каждую чешую перед тем, как поместить в чешуйную книжку, просматривали, так как чешуя карася часто бывает поврежденной.

При определении возраста за годовое кольцо на чешуе карася принимали наружную границу узких склеритов. Измеряли оральный радиус чешуи и радиус каждого годового кольца (в мм). У каждой рыбы измеряли радиусы годовых колец на 2–3 чешуях. Всего промеряли 9540 чешуй. Определение возраста и измерение радиусов чешуи рыб проведены авторами под биноклем МБС-10 с помощью цифровой камеры-окуляр для микроскопа, модель DCM500. В работе использована длина тела рыб без хвостового плавника (Ad , см) и полная масса тела, г.

Для описания линейного и весового роста рыб, использовали значения длины и массы тела, реконструированные на время закладки годового кольца. Обратный расчёт длины тела карасей проводили на основе метода обратного расчисления роста рыб по чешуе, предложенного Эйнарсом Леа (Lea, 1910). Линейный и весовой рост серебряного карася описали уравнениями роста Л. Бергаланффи и И.И. Шмальгаузена (Мина, Клевезаль, 1976; Зыков, 2005 и др.). Значения констант уравнений линейного и весового роста рассчитали методом наименьших квадратов по рассчитанным значениям длины и массы тела рыб в разных возрастах. Для описания темпа роста серебряного карася послужили данные 50652 расчислений длины тела рыб.

Для определения биологических показателей серебряного карася р. Амур, таких как коэффициенты естественной смертности, возраст массового созревания, максимальный возраст рыб, применили метод, разработанный Л.А. Зыковым (2005). Основа этого метода в том, что оценка коэффициентов естественной смертности для каждой возрастной группы карася даётся на основе данных по линейному и весовому росту рыб конкретного водоёма и таким образом

отражает экологические условия существования рыб в изучаемом водоёме. Расчёты проводили на основе уравнения роста И.И. Шмальгаузена (1935).

Для расчётов коэффициентов естественной смертности использовали: коэффициенты b – значение степени в уравнении весового роста ($W_t = a \times T^b$) и коэффициенты уравнений линейного роста И.И. Шмальгаузена ($L_t = m_L \times t^{kL}$). А также значение асимптотической длины (L_∞) рыб (из уравнения линейного роста Берталанффи). Расчёт коэффициентов естественной смертности серебряного карася каждого возраста проводили по формуле:

$$\varphi_M(t) = 1 - (a \times t^{kL}) \times (T^{kL} - t^{kL})$$
 (Зыков, 2005).

Для расчётов использовали пакеты прикладных программ STATISTICA и Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время сбора материала было отмечено, что самых крупных карасей ловили в нижней части Нижнего Амура на территории Удыль-Кизинской низменности и Чля-Орельской впадины. Размеры карасей, обитающих на территории Среднеамурской низменности, были значительно меньше. Известно, что линейные и весовые размеры карася значительно различаются в различных водотоках и даже в разных участках одного водотока (Никольский, 1956; Кириллов, 1972; Дёмина, 1974а; Карасёв, 1987; Шаповалов, Барабанщиков, 2005 и др.). Для того, чтобы сравнить темп роста карасей в этих двух районах, рост карасей Среднеамурской низменности и карасей нижней части Нижнего Амура рассматривали отдельно.

Для многих видов рыб сем. Cyprinidae характерен половой диморфизм в показателях линейного роста (Никольский, 1956; Сысоева, 1958; Дёми-

на, 1980; Семенченко, 2018 и др.). В связи с чем, рост самцов и самок карасей рассматривали отдельно.

Для того, чтобы выявить различия в характере роста самцов и самок карася, а также карасей, обитающих в разных частях ареала использовали результаты обратного расчисления длины тела карасей, рассчитанные на время закладки годового кольца. Метод обратного расчисления роста рыб по чешуе Эйнара Леа (Lea, 1910) основан на том, что чешуя рыбы растёт вместе с ростом её тела. Для того, чтобы проводить обратный расчёт длин тела серебряного карася, были найдены зависимости орального радиуса чешуи (R , мм) от длины тела рыб (Ad , см) (табл. 1).

На основании полученных зависимостей был проведен обратный расчёт длины тела карасей каждого возраста на время закладки годового кольца (табл. 2). Сравнение по критерию Стьюдента длины тела карасей, обитающие на территории Среднеамурской низменности статистически значимо меньше, чем длина тела карасей того же возраста, обитающих в нижней части Нижнего Амура (табл. 2). Таким образом, в нижней части Нижнего Амура обитают более крупные караси.

Для того, чтобы оценить насколько показатели роста, полученные методом обратного расчисления, соответствуют фактическим размерам карася того же возраста, сравнили фактические и расчётные средние значения длины тела (Ad , см) серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура (рис. 1, 2).

Средняя длина тела пойманных карасей несколько больше расчётной за счёт прироста длины тела карасей в течение года. У большинства половозрелых рыб годовое кольцо на чешуе закладывается в апреле-мае (рис. 3).

РОСТ И ПРОМЫСЛОВЫЙ РАЗМЕР СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ

Таблица 1. Коэффициенты уравнений ($Ad = a \times R^b$) зависимости длины тела (Ad , см) от радиуса чешуи (R , мм) самок и самцов серебряного карася, обитающего на территории Среднеамурской низменности и в нижней части Нижнего Амура

Место обитания	Пол	Коэффициенты		R^2	Кол-во экз.
		среднее \pm ошибка	среднее \pm ошибка		
Среднеамурская низменность	Самки	4,190 \pm 0,035	0,766 \pm 0,004	0,917	4709
	Самцы	4,211 \pm 0,047	0,762 \pm 0,006	0,942	1730
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	4,206 \pm 0,082	0,784 \pm 0,008	0,867	2365
	Самцы	4,441 \pm 0,130	0,751 \pm 0,013	0,920	736

Таблица 2. Расчётная длина тела (Ad , см) карасей Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Пол	Возраст, лет	Среднеамурская низменность		Нижняя часть Нижнего Амура		t -критерий	p -уровень
		Среднее \pm стандартное отклонение	N , экз.	Среднее \pm стандартное отклонение	N , экз.		
Самки	1	4,445 \pm 0,910	4675	5,124 \pm 1,135	2305	-26,988	<0,001
	2	8,041 \pm 1,307	4492	9,160 \pm 1,311	2296	-33,347	<0,001
	3	11,630 \pm 1,764	4240	13,243 \pm 1,582	2284	-36,500	<0,001
	4	14,667 \pm 2,124	3794	16,921 \pm 1,922	2215	-41,081	<0,001
	5	17,264 \pm 2,449	2891	19,988 \pm 1,977	1928	-40,793	<0,001
	6	19,669 \pm 2,715	1663	22,702 \pm 2,006	1594	-36,136	<0,001
	7	21,919 \pm 2,699	730	25,014 \pm 1,937	1270	-29,680	<0,001
	8	23,689 \pm 2,291	269	26,987 \pm 1,794	918	-24,805	<0,001
	9	25,871 \pm 2,204	86	28,840 \pm 1,617	656	-15,277	<0,001
	10	26,569 \pm 3,011	30	30,246 \pm 1,563	436	-11,524	<0,001
	11	28,352 \pm 2,321	14	31,649 \pm 1,531	255	-7,605	<0,001
	12	27,130 \pm 0,267	2	33,046 \pm 1,611	150	-5,174	<0,001
	13	28,291 \pm 0,187	2	34,073 \pm 1,685	79	-4,8236	<0,001
	14	29,000 \pm 0,00	2	34,988 \pm 1,332	17	-6,199	<0,001
	15			37,737 \pm 0,110	2		
	16			38,208 \pm 0,053	2		
Самцы	1	4,491 \pm 0,967	1696	4,949 \pm 1,093	677	-10,029	<0,001
	2	7,976 \pm 1,289	1538	9,045 \pm 1,291	671	-17,930	<0,001
	3	11,527 \pm 1,838	1339	13,145 \pm 1,582	666	-19,418	<0,001
	4	14,495 \pm 2,233	1189	16,799 \pm 1,952	625	-21,780	<0,001
	5	16,988 \pm 2,713	841	19,917 \pm 2,146	530	-21,045	<0,001
	6	19,252 \pm 2,812	434	22,399 \pm 2,132	400	-18,098	<0,001

Таблица 2. Окончание

Пол	Возраст, лет	Среднеамурская низменность		Нижняя часть Нижнего Амура		<i>t</i> -критерий	<i>p</i> -уровень
		Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i> , экз.	Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i> , экз.		
Самцы	7	20,750 ± 2,783	158	24,612 ± 1,801	246	-16,941	<0,001
	8	22,212 ± 2,817	60	26,516 ± 1,636	133	-13,343	<0,001
	9	23,742 ± 2,499	14	28,407 ± 1,681	74	-8,755	<0,001
	10	26,650 ± 1,559	4	28,867 ± 1,500	34	-2,786	<0,01
	11			29,842 ± 0,913			
	12			30,955 ± 0,494			
	13			32,006 ± 0,243			

Примечание: Здесь и в табл. 7, 10, 14, 15: *t*-критерий – расчётные значения *t*-критерия Стьюдента; *p*-уровень – уровень значимости для *t*-критерия.

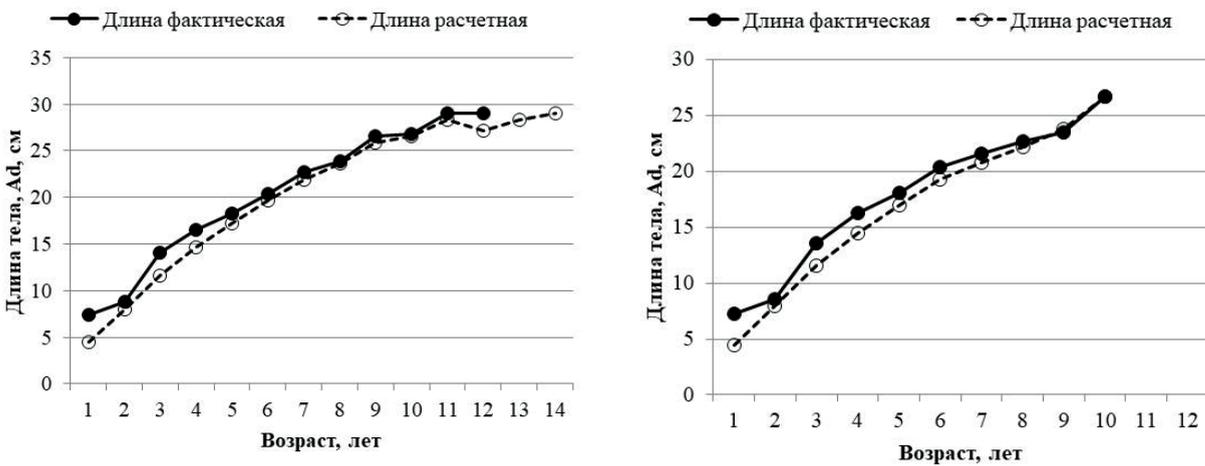


Рис. 1. Фактическая и расчётная длина тела (см) серебряного карася разного возраста Среднеамурской низменности.

Известно, что у некоторых видов рыб закладка годовых колец вызвана весенним возобновлением роста (Лапин, 1965; Дгебуадзе, 2001; Wallin, 1957 и др.). Так, видимо, происходит у неполовозрелых карасей. Известно также, что у половозрелых рыб замедление роста происходит в период нереста (Дгебуадзе, 2001, Семенченко, 2018). Вымет икры у карася проходит в 2–3 приёма. В Амуре нерест карася начинается в мае и про-

должается в зависимости от гидрологических условий иногда до августа. Первая порция икры самая большая, вымётывает её карась обычно в мае. В связи с чем, в мае начинается у большинства карасей весеннее возобновление роста. Так как нерест может продолжаться вплоть до августа, то и возобновление роста у меньшей части карасей происходит позже (рис. 3). Различия в средних значениях фактической и расчётной

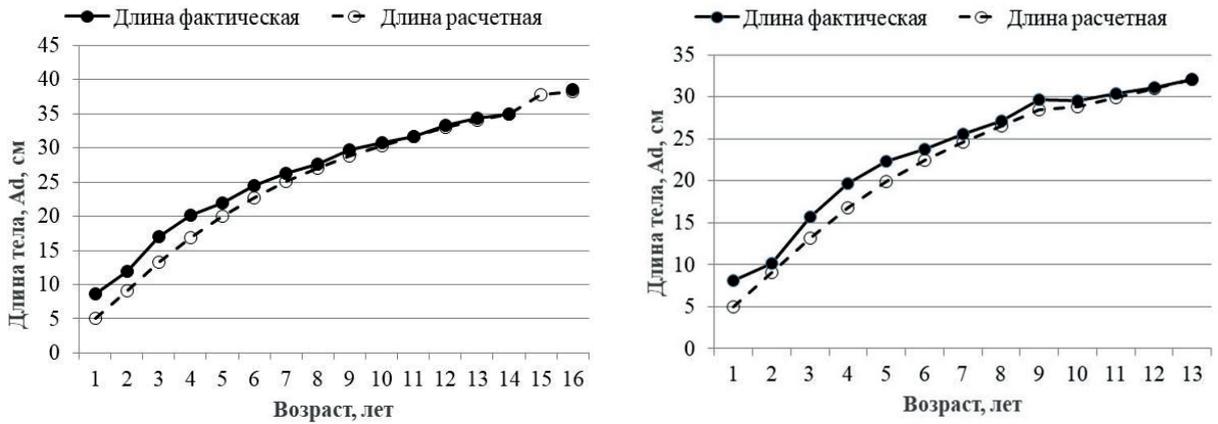


Рис. 2. Фактическая и расчетная длина тела (см) серебряного карася разного возраста нижней части Нижнего Амура.

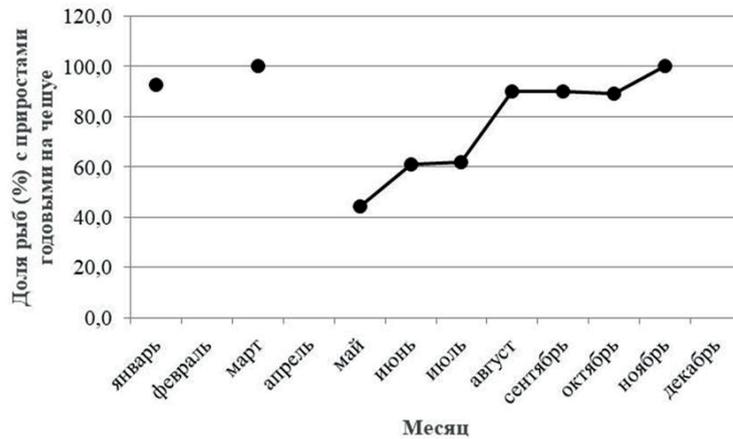


Рис. 3. Доля рыб (%) с новыми приростами после годового кольца на чешуе (самки возрастом от 5 до 14 лет, Среднеамурская низменность).

длинами тела серебряных карасей зависят от времени поимки рыб и времени закладки годового кольца. Карасей ловили в течение года с января по ноябрь.

Для описания линейного роста серебряного карася использовали значения длины тела, реконструированные на время закладки каждого годового кольца. Зависимость длины тела рыб (L_t , мм) от возраста t описали уравнениями роста Л. Бергаланффи (табл. 3) и И.И. Шмальгаузена (табл. 4), а также рассчитали удельную скорость роста.

Уравнение линейного роста Л. Бергаланффи:

$$L_t = L_{\infty} \times [1 - e^{-K \times (t - t_0)}];$$

где L_{∞} – асимптотические значения длины (см), K – коэффициент роста Брудди, t_0 – теоретический возраст (лет) в котором рыба имела бы нулевую длину, если бы всегда росла в соответствии с этой зависимостью (Мина, Клевезаль, 1976, Рикер, 1979 и др.).

Как известно, длина и вес рыб к концу жизни увеличивается всё медленнее, приближаясь к своим предельным (асимптотическим) значениям, не превышая их (Мина, Клевезаль, 1976). Асимптотические размеры рыб (L_{∞}), яв-

Таблица 3. Коэффициенты уравнений роста Берталанффи, описывающих линейный рост самок и самцов серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место лова	Пол	Коэффициенты	Среднее	Ошибка среднего	Пределы		R^2	Число случаев
					нижний	верхний		
Среднеамурская низменность	Самки	L_{∞}	39,581	0,522	38,558	40,603	0,896	22890
		K	0,114	0,002	0,110	0,119		
		t_0	-0,027	0,011	-0,049	-0,004		
	Самцы	L_{∞}	34,297	0,803	32,724	35,871	0,877	7273
		K	0,136	0,005	0,126	0,146		
		t_0	-0,008	0,021	-0,049	0,032		
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	L_{∞}	42,042	0,213	41,624	42,459	0,957	16407
		K	0,129	0,001	0,127	0,132		
		t_0	0,036	0,009	0,017	0,055		
	Самцы	L_{∞}	39,177	0,518	38,161	40,193	0,943	4079
		K	0,143	0,003	0,136	0,149		
		t_0	0,099	0,019	0,062	0,136		

ляются довольно значимым признаком вида, так как отражают характеристику его роста в определенных условиях среды, необходимы для определения возраста полового созревания и коэффициентов естественной смертности (Зыков, 2005), т.е. основных показателей, от которых зависит динамика численности вида.

Наблюдённые максимальные размеры карася бассейна р. Амур известны для карасей оз. Ханка, хотя и различаются у разных авторов. Так, по данным Н.П. Новикова с соавторами (2002) в оз. Ханка караси достигают длины 45 см и массы более 2 кг, по данным А.А. Горяинова с соавторами (2014) максимальная длина карасей в этом озере 39 см и масса 1,5 кг. Электронная база данных по биологическим показателям серебряного карася р. Амур (архив ХабаровскНИРО) содержит сведения о более чем 61,2 тыс. карасей, пойманных в период с 1940 г. по 2022 г. в р. Амур от

г. Благовещенска до Амурского лимана. В таблице 4 приведены максимальные размеры карасей, а также где и когда были пойманы эти рыбы.

Определение асимптотической длины тела (L_{∞}), обитающих в р. Амур серебряных карасей проводили не только по уравнению роста Берталанффи, но и с помощью построения диаграммы Форда-Вальфорда (табл. 5).

Максимальная зарегистрированная длина тела (Ad , см) серебряного карася р. Амур – 40 см, максимальная масса тела – 2100 г. (табл. 4, 5).

Максимальная длина тела карасей, обитающих в нижней части Нижнего Амура больше, чем карасей Среднеамурской низменности (табл. 5).

Рост рыб часто описывают уравнением степенной зависимости длины тела от возраста, которое называют уравнением роста И.И. Шмальгаузена. Уравнение роста И.И. Шмальгаузена (Шмальгаузен, 1935):

Таблица 4. Наблюдённые максимальные размеры серебряного карася р. Амур

№	Место поимки	Дата	Длина тела, Ad , см	Масса тела, г	Пол
1	Пр. Ухта, оз. Удыль	06.09.1959	40,0	1820	самка
2	Пр. Мариинская, оз. Кизи	13.06.2019	40,0	1546	самка
3	Пр. Мариинская, оз. Кизи	13.06.2019	40,0	1598	-
4	Пр. Мариинская, оз. Кизи	13.06.2019	40,0	1604	-
5	Пр. Пальвинская, оз. Орель	23.09.2002	39,0	1880	самка
6	Оз. Орель	29.05. 2001	39,5	1712	самка
7	р. Амгунь, устье	26.05.2005	36,8	1948	самка
8	р. Амур, с. Тахта	15.07.2004	38,3	2100	самка
9	р. Амур, с. Тахта	31.07.2004	38,6	1474	самец
10	р. Амур, с. Тахта	28.10.2003	36,0	1420	самец
11	Пр. Пальвинская, оз. Орель	23.09.2002	36	1495	самец
12	р. Амур, с. Тахта	31.07.2004	36	1420	самец

Таблица 5. Максимальная (асимптотическая) расчётная и наблюдённая длины тела (L_{∞}) серебряных карасей р. Амур в двух районах обитания

Место обитания	Пол	Максимальная длина тела, Ad , см		
		По Бергаланффи	По Форду-Вальфорду	Наблюдённая
Среднеамурская низменность	Самка	39,58	39,65	36
	Самец	34,30	32,7	31,5
Нижняя часть Нижнего Амура	Самка	42,04	42,3	40,0
	Самец	39,18	37,3	38,6

$$L_t = m_L \times t^{kL} :$$

где t – возраст рыб, m_L и kL константы.

Биологический смысл коэффициентов этого уравнения также представляют интерес. Так константа m_L – численно характеризует длину рыбы в возрасте 1 года (годовика). Расчётные значения длины тела карасей в возрасте 1 года (таблицы 2 и 3) и константы m_L уравнений роста И.И. Шмальгаузена (табл. 6) соответствуют наблюдённым размерам карасей в возрасте одного года. В наших уловах, а также в архиве ХабаровскНИРО есть данные о

размерах около 2 тыс. сеголеток карася, пойманных в октябре-ноябре. Молодь ловили сетями с шагом ячеи 10–20 мм, мальковыми неводами, сачками и мальковыми волокушами. Длина (Ad) сеголеток в уловах варьирует от 1,5 см до 8 см. Средняя длина тела сеголеток, пойманных в разные годы в р. Амур – 4,2 см (рис. 4). Молоди, с длиной тела больше 5 см значительно меньше. Карась в течение лета вымётывает несколько порций икры. По сообщению Н.М. Шлапаковой (Дёмина, 1980), длина тела молоди карасей от нереста, который проходил с 27 мая по 5 июня в прудах Шаргинского нерестово-вы-

ростного хозяйства Хабаровского края в 1971 г., в конце сентября колебалась от 5 до 8 см. Молодь карасей от второго нереста (конец июня–начало июля) к зиме достигала длины 3,5–4,5 см. Молодь карасей от третьего нереста (конец июля–начало августа) к зиме вырастала только до 1,5–2,5 см. Видимо нерест серебряного карася в р. Амур

проходит в основном в конце июня–начале июля, так как молоди карасей от первого и третьего нерестов значительно меньше (рис. 4).

Одним из основных показателей, характеризующих рост, является удельная скорость роста. Удельную скорость роста (c) рассчитали по формуле Шмальгаузена и Броди (Мина, Клевезаль, 1976) (табл. 7):

Таблица 6. Коэффициенты уравнений роста И.И. Шмальгаузена ($Lt=mL \times t^{kL}$), описывающие линейный рост самок и самцов серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место обитания	Пол	Коэффициенты	Среднее	Ошибка среднего	R^2	Число случаев
Среднеамурская низменность	Самки	mL	4,800	0,016	0,892	22890
		kL	0,788	0,002		
	Самцы	mL	4,797	0,029	0,873	7273
		kL	0,777	0,004		
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	mL	6,138	0,018	0,946	16407
		kL	0,708	0,002		
	Самцы	mL	5,792	0,036	0,932	4079
		kL	0,742	0,004		

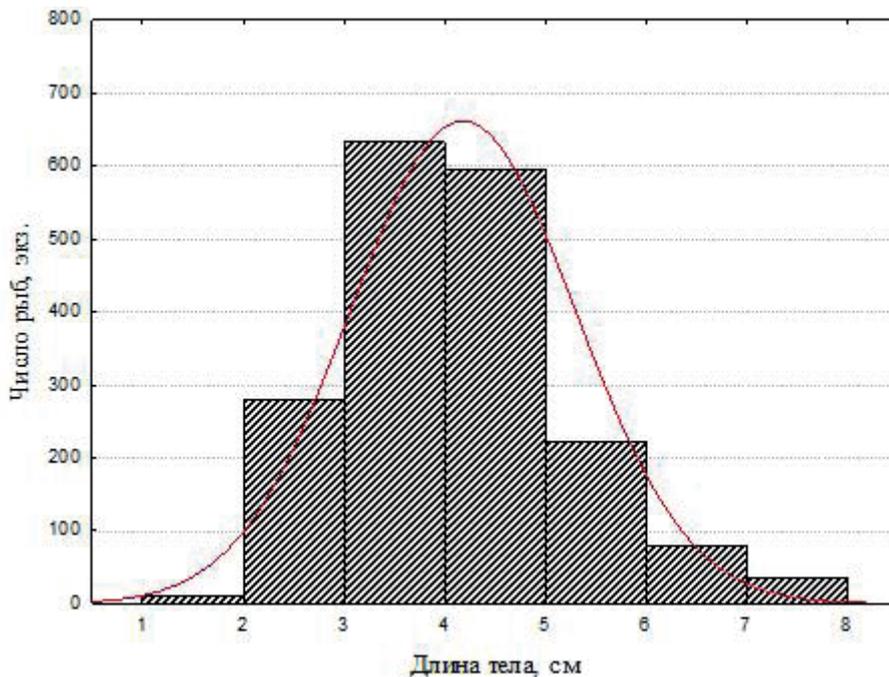


Рис. 4. Распределение по длине тела (A_d , см) сеголеток серебряного карася, пойманных в октябре-ноябре.

$$c = (\lg L_n - \lg L_0) / 0,4343 \times (t_n - t_0);$$

где L_n – размер рыбы в конечный момент времени t_n ; L_0 – размер рыбы в начальный момент времени t_0 .

Удельная скорость роста, как самок, так и самцов серебряных карасей ниж-

ней части Нижнего Амура больше, чем удельная скорость роста карасей Среднеамурской низменности. Эти различия статистически значимы для рыб в возрасте от 1 года до 7 лет.

У серебряного карася, так же как у других рыб Амура (Семенченко, 2018,

Таблица 7. Удельная скорость роста самцов и самок амурского серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Пол	Год роста	Среднеамурская низменность		Нижняя часть Нижнего Амура		<i>t-критерий</i>	<i>p-уровень</i>
		Среднее ± стандартное отклонение	N, экз.	Среднее ± стандартное отклонение	N, экз.		
Самки	1	1,471 ± 0,203	4675	1,611 ± 0,214	2305	-26,988	<0,001
	2	0,603 ± 0,128	4492	0,595 ± 0,130	2296	-26,508	<0,014
	3	0,367 ± 0,074	4240	0,372 ± 0,075	2284	2,446	<0,014
	4	0,240 ± 0,048	3794	0,249 ± 0,046	2215	-2,456	<0,001
	5	0,174 ± 0,036	2891	0,182 ± 0,036	1928	-7,192	<0,001
	6	0,131 ± 0,027	1663	0,135 ± 0,027	1594	-7,371	<0,001
	7	0,104 ± 0,023	730	0,107 ± 0,023	1270	-3,739	<0,028
	8	0,084 ± 0,020	269	0,084 ± 0,018	918	-2,193	0,963
	9	0,070 ± 0,016	86	0,069 ± 0,014	656	0,843	0,400
	10	0,060 ± 0,013	30	0,056 ± 0,013	436	1,441	0,150
	11	0,046 ± 0,011	14	0,047 ± 0,011	255	-0,324	0,746
	12	0,045 ± 0,010	2	0,038 ± 0,010	150	1,023	0,308
	13	0,042 ± 0,003	2	0,031 ± 0,008	79	1,907	0,060
	14	0,025 ± 0,007	2	0,025 ± 0,006	17	-0,058	0,954
Самцы	1	1,480 ± 0,210	1696	1,576 ± 0,215	677	-9,978	<0,001
	2	0,587 ± 0,128	1538	0,618 ± 0,138	671	-4,979	<0,001
	3	0,361 ± 0,075	1339	0,377 ± 0,086	666	-4,414	<0,001
	4	0,236 ± 0,047	1189	0,249 ± 0,053	625	-5,238	<0,001
	5	0,173 ± 0,036	841	0,181 ± 0,040	530	-3,991	<0,001
	6	0,131 ± 0,028	434	0,136 ± 0,026	400	-2,917	<0,004
	7	0,101 ± 0,023	158	0,107 ± 0,022	246	-2,430	<0,015
	8	0,078 ± 0,019	60	0,082 ± 0,016	133	-1,809	0,072
	9	0,062 ± 0,013	14	0,069 ± 0,013	74	-1,723	0,088
	10	0,046 ± 0,021	4	0,053 ± 0,013	32	-0,949	0,349

Примечание: см. табл. 2.

2020) удельная скорость роста средняя за первые пять лет жизни зависит от размеров годовика (табл. 8). Длина тела годовиков серебряного карася как фактическая, так и расчётная различается более чем в 4 раза. Чем крупнее годовик, тем меньше его удельная скорость роста в последующие годы жизни. Обратное соотношение между размерами годовика и удельной скоростью роста в период онтогенеза говорит о наличии у рыб компенсационного роста.

Для пересчёта показателей линейного роста на показатели массы были использованы уравнения зависимости между длиной и массой тела самцов и

самок серебряного карася. Зависимость массы тела от длины тела у рыб описывается уравнением степенной функции: $W_t = c \times L_t^k$ (Шмальгаузен, 1935; Винберг, 1956; Константинов, 1969 и др.), где W_t – полная масса тела рыб в возрасте t , L_t – длина рыб (Ad) в возрасте t , c и k – коэффициенты (табл. 9).

Используя уравнения зависимости массы тела от длины тела карасей (табл. 9) пересчитали данные линейного роста на показатели массы тела (табл. 10).

Масса тела серебряных карасей, как самок, так и самцов всех возрастов, живущих в нижней части Нижнего Амура статистически значимо больше, чем са-

Таблица 8. Коэффициенты уравнений ($C = a - k \times L_1$) зависимостей удельной скорости роста (c) серебряного карася в первые пять лет жизни от длины тела годовиков (L_1 , см)

Место лова	Пол	Коэффициенты	Среднее	Ошибка среднего	R^2	Число случаев
Среднеамурская низменность	Самки	a	-0,044	0,0008	0,540	2891
		k	0,539	0,003		
	Самцы	a	-0,039	0,001	0,460	841
		k	0,511	0,006		
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	a	-0,042	0,0005	0,774	1928
		k	0,562	0,003		
	Самцы	a	-0,049	0,001	0,786	530
		k	0,594	0,006		

Таблица 9. Коэффициенты уравнений зависимости ($Wt = c \times L_t^k$) полной массы тела, (W , г) от длины тела L_p , (Ad , см) серебряных карасей Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место лова	Пол	Коэффициенты	Среднее ± ошибка	R^2	N набл.
Среднеамурская низменность	♀♀	c	0,061 ± 0,002	0,960	4706
		k	2,765 ± 0,010		
	♂♂	c	0,056 ± 0,003	0,967	1727
		k	2,782 ± 0,017		
Нижняя часть Нижнего Амура	♀♀	c	0,072 ± 0,004	0,948	2364
		k	2,760 ± 0,016		
	♂♂	c	0,126 ± 0,012	0,958	736
		k	2,575 ± 0,028		

Таблица 10. Расчётная масса тела (см) карасей Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Пол	Год роста	Среднеамурская низменность		Нижняя часть Нижнего Амура		<i>t</i> -критерий	<i>p</i> -уровень
		Среднее ± стандартное отклонение	N, экз.	Среднее ± стандартное отклонение	N, экз.		
Самки	1	4,113 ± 2,428	4675	7,400 ± 4,879	2305	-37,585	<0,001
	2	20,343 ± 9,596	4492	34,235 ± 13,780	2296	-48,403	<0,001
	3	55,784 ± 23,847	4240	93,058 ± 30,939	2284	-54,097	<0,001
	4	105,217 ± 42,146	3794	182,136 ± 58,153	2215	-59,112	<0,001
	5	164,501 ± 62,524	2891	285,940 ± 77,452	1928	-59,955	<0,001
	6	235,024 ± 84,818	1663	404,034 ± 96,641	1594	-53,104	<0,001
	7	313,911 ± 99,878	730	525,401 ± 109,230	1270	-42,992	<0,001
	8	383,592 ± 95,170	269	645,047 ± 112,301	918	-34,704	<0,001
	9	486,564 ± 104,695	86	772,226 ± 119,098	656	-21,193	<0,001
	10	529,925 ± 147,003	30	879,360 ± 125,84	436	-14,547	<0,001
	11	625,042 ± 134,121	14	995,460 ± 133,732	255	-10,089	<0,001
	12	545,499 ± 14,812	2	1121,276 ± 150,660	150	-5,387	<0,001
	13	612,233 ± 11,145	2	1220,013 ± 164,473	79	-5,194	<0,001
	14	655,435 ± 0,000	2	1308,947 ± 135,968	17	-6,627	<0,001
	15			1606,749 ± 12,897	2		
	16			1662,511 ± 6,364	2		
Самцы	1	4,095 ± 2,768	1696	8,501 ± 5,109	677	-26,959	<0,001
	2	19,265 ± 9,165	1538	37,982 ± 13,860	671	-37,429	<0,001
	3	53,536 ± 24,238	1339	98,319 ± 30,981	666	-35,418	<0,001
	4	100,820 ± 56,386	1189	184,546 ± 56,386	625	-35,260	<0,001
	5	157,369 ± 68,519	841	284,998 ± 79,417	530	-31,557	<0,001
	6	220,499 ± 82,907	434	383,599 ± 89,464	400	-27,326	<0,001
	7	269,413 ± 91,722	158	485,443 ± 91,052	246	-23,205	<0,001
	8	324,118 ± 115,858	60	586,327 ± 93,720	133	-17,201	<0,001
	9	385,271 ± 115,858	14	699,692 ± 107,903	74	-9,884	<0,001
	10	521,222 ± 84,319	4	727,986 ± 97,760	34	-4,045	<0,001
	11			790,151 ± 62,875	112		
	12			867,158 ± 36,301	7		
	13			944,672 ± 18,417	4		

Примечание: см. табл. 2.

мок и самцов серебряных карасей, живущих на территории Среднеамурской низменности (табл. 10).

Весовой рост серебряного карася описали с помощью уравнений Л. Бер-

таланфи ($W_t = W_\infty \times [1 - e^{-K \times (t - t_0)}]^b$) и И.И. Шмальгаузена ($W_t = d \times T_t^b$) (табл. 11, 12).

Описание зависимости массы тела (W_p , г) рыб от возраста t уравнениями

Таблица 11. Коэффициенты уравнений ($W_t = d \times T^b$) зависимости полной массы тела, (W , г) от возраста T (год) самок и самцов серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура (по расчётным данным массы тела)

Место обитания	Пол	Коэффициенты	Среднее ± ошибка	R^2	Число случаев
Среднеамурская низменность	Самки	d	7,903 ± 0,102	0,809	22890
		b	1,873 ± 0,007		
	Самцы	d	7,603 ± 0,200	0,765	7273
		b	1,850 ± 0,015		
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	d	21,092 ± 0,208	0,926	16407
		b	1,621 ± 0,005		
	Самцы	d	21,720 ± 0,435	0,897	4079
		b	1,569 ± 0,010		

Таблица 12. Предельная масса тела (W_∞ , г) рассчитанная по уравнению Л. Берталанфи самок и самцов серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место лова	Пол	Среднее ± Ошибка	R^2	N набл	Предельные значения	
Среднеамурская низменность	♀♀	1622,7 ± 3,703	0,815	22890	1615,4	1630,0
	♂♂	1096,2 ± 5,076	0,770	7273	1086,2	1106,2
Нижняя часть Нижнего Амура	♀♀	2158,9 ± 3,158	0,934	16407	2152,7	2165,1
	♂♂	1607,9 ± 5,415	0,911	4079	1597,2	1618,5

Берталанфи: $W_t = W_\infty \times [1 - e^{-K \times (t - t_0)}]^b$, рассчитывали путём подстановки уравнения линейного роста в соотношение длина-масса. Константа b – значение степени в уравнениях аллометрического соотношения ($W = a \times L^b$).

Расчётная максимальная масса тела карасей соответствует массе тела карасей в наших уловах (табл. 13). Максимальные размеры карасей нижней части Нижнего Амура, как расчётные, так и наблюдаемые, больше чем у карасей Среднеамурской низменности.

Весовой рост рыб, рассчитанный с помощью асимптотической модели роста Берталанфи, описывается S-образной кривой. Скорость весового роста рыб в модели асимптотического роста в течение жизненного цикла изменяется по одновершинной куполоо-

образной кривой. Максимум этой кривой приходится на средние и старшие возрастные группы (Зыков, 2005). В зависимости от скорости весового роста серебряного карася р. Амур, максимум прироста массы тела самок карася Среднеамурской низменности приходится на возраст 9 лет, живущих в нижней части Нижнего Амура – 8 лет. Приросты массы тела самцов Среднеамурской низменности, достигали максимума в 8 лет, приросты массы тела самцов нижней части Нижнего Амура максимальные в возрасте 7 лет (рис. 5).

У многих видов рыб сем. Cyprinidae самки крупнее одновозрастных с ними самцов. О наличии у серебряного карася полового диморфизма существуют разные мнения. Так, Г.В. Никольский (1956) писал, что самки крупнее самцов.

Таблица 13. Максимальные (асимптотические) расчётные (W_{∞} , г) и наблюдаемые массы тела (г) серебряных карасей р. Амур в двух районах обитания

Место обитания	Пол	Максимальная масса тела, A_d , см		
		Расчётная	Место лова и дата	Наблюденная
Среднеамурская низменность	♀♀	1622,7	Оз. Болонь, 08.05.1985 г.	1240
			Зал. Подкова, 16.07.2008	1220
	♂♂	1096,2	Оз. Болонь, 07.05.1956 г.	900
			Р. Симен, 18.07.1955 г.	875
Нижняя часть Нижнего Амура	♀♀	2158,9	Амур, с. Тахта, 15.07.2004 г.	2100
			Оз.Кизи, 13.08.2020 г.	1958
			Устье р. Амгунь. 26.05.2005 г.	1948
	♂♂	1607,9	Р. Амур, с. Тахта, 31.07.2004 г.	1486
			Пос. Тыр, р. Амгунь. 16.10.2004 г.	1410

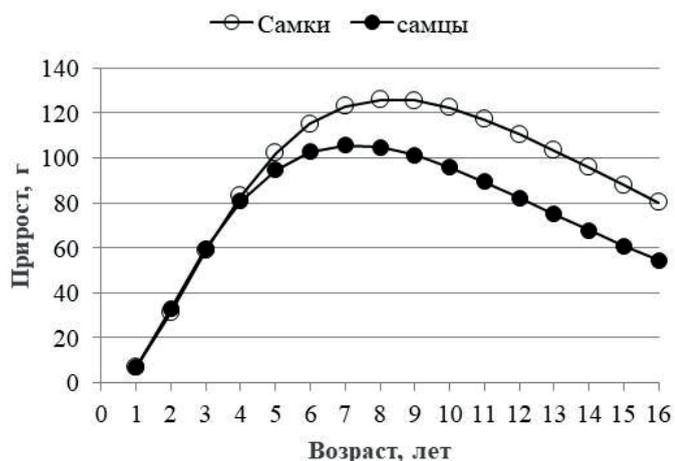
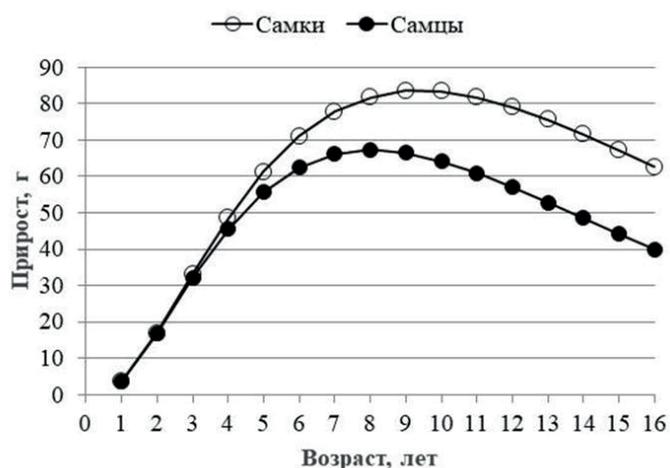


Рис. 5. Абсолютные годовые приросты массы тела серебряных карасей Среднеамурской низменности (вверху) и нижней части Нижнего Амура (внизу).

Другие исследователи считали, что рост самцов карася от роста самок отличается очень слабо, в некоторых случаях нет различий в длине тела самцов и самок карася в одновозрастных группах (Сысоева, 1958). Есть сведения, что в некоторых водотоках самцы растут быстрее самок, как, например, в р. Сунгача и на верхнем участке р. Уссури (Шаповалов, Барабанщиков, 2005). Сравнение расчётной длины тела самок и самцов карасей одного возраста Среднеамурской низменности показало, что длина тела самок карасей в возрасте от 4 до 9 лет статистически значимо больше, чем самцов того же возраста. Длина тела самок карася нижней части Нижнего Амура больше, чем длина тела самцов. Однако эти различия статистически значимы для рыб не всех возрастов. Исключением являются различия в длине тела самцов и самок карасей в возрасте 3-х, 4-х и 5 лет (табл. 14).

Сравнили расчётные массы тела самок и самцов карасей одного возраста Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура (табл. 15).

Масса тела самок карасей статистически значимо больше, чем самцов того же возраста. Однако эти различия статистически значимы для рыб не всех возрастов. Исключением являются различия в массе тела самцов и самок карасей нижней части Нижнего Амура в возрасте 4-х и 5 лет. Не найдены различия в массе тела самцов и самок годовиков Среднеамурской низменности.

Таким образом, половой диморфизм серебряного карася р. Амур, как Среднеамурской низменности, так и нижней части Нижнего Амура, проявляется в том, что во многих одновозрастных группах самки крупнее и тяжелее самцов, а также живут дольше самцов. Максимальный возраст самок серебряного карася Среднеамурской низменности в наших пробах был 14 лет, сам-

цов – 10 лет. Максимальный возраст самок карася нижней части Нижнего Амура – 16 лет и самцов – 13 лет. Различаются расчётные максимальные (асимптотические) длина и масса тела самок и самцов (табл. 5, 13).

Рост серебряных карасей, живущих на территории Средне-Амурской низменности и в нижней части Нижнего Амура различается (таблицы 2, 7, 10). Вместе с изменением роста меняются биологические показатели популяций рыб, такие как коэффициенты естественной смертности, возраст и размер рыб в возрасте массового созревания, максимальные возраст и длина рыб в популяции. Размер рыб в возрасте массового созревания (промысловая мера) один из наиболее важных показателей, необходимых для регулирования рыболовства, т.к. от него зависит воздействие промысла на популяцию рыб, качество и величина промыслового запаса (Никольский, 1956; Тюрин, 1963). Промысловые меры для пресноводных рыб р. Амур существуют с середины прошлого века, однако для большинства видов рыб нигде не приводятся их биологические обоснования. Видимо, в связи с этим, минимальный промысловый размер пресноводных рыб р. Амур меняли несколько раз за годы промысла.

За возраст массового созревания, или возраст половозрелости, принимают возраст рыб в поколении, при котором впервые созревает более 50% самок (Малкин, 1999). Промысловую меру (или минимальную длину рыбы) устанавливают с учётом того, чтобы рыбы (самки) облавливаемой популяции первого года нереста смогли хотя бы раз оставить потомство. Известно, что биомасса поколений рыб в течение жизненного цикла изменяется по куполообразным одновершинным кривым, максимум которых в среднем приходится на возраст поло-

Таблица 14. Сравнение расчётной длины тела самцов и самок серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место обитания	Возраст, лет	Самки		Самцы		<i>t</i> -критерий	<i>p</i> -уровень
		Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i>	Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i>		
Среднеамурская низменность	1	4,445 ± 0,910	4675	4,491 ± 0,967	1696	-1,775	0,076
	2	8,041 ± 1,307	4492	7,976 ± 1,289	1538	1,702	0,089
	3	11,630 ± 1,764	4240	11,527 ± 1,838	1339	1,851	0,064
	4	14,667 ± 2,124	3794	14,495 ± 2,233	1189	2,407	<0,016
	5	17,264 ± 2,449	2891	16,988 ± 2,713	841	2,808	<0,005
	6	19,669 ± 2,715	1663	19,252 ± 2,812	434	2,833	<0,005
	7	21,919 ± 2,699	730	20,750 ± 2,783	158	4,908	<0,001
	8	23,689 ± 2,291	269	22,212 ± 2,817	60	4,320	<0,001
	9	25,871 ± 2,204	86	23,742 ± 2,499	14	3,290	<0,001
	10	26,569 ± 3,011	30	26,650 ± 1,559	4	-0,052	0,959
Нижняя часть Нижнего Амура	1	5,124 ± 1,135	2305	4,949 ± 1,093	677	3,562	<0,001
	2	9,161 ± 1,311	2296	9,045 ± 1,291	671	2,010	<0,044
	3	13,243 ± 1,582	2284	13,145 ± 1,582	666	1,414	0,158
	4	16,921 ± 1,922	2215	16,799 ± 1,952	625	1,404	0,160
	5	19,988 ± 1,977	1928	19,917 ± 2,146	530	0,726	0,468
	6	22,702 ± 2,007	1594	22,399 ± 2,132	400	2,667	<0,008
	7	25,014 ± 1,938	1270	24,612 ± 1,801	246	3,012	<0,003
	8	26,987 ± 1,794	918	26,516 ± 1,636	133	2,857	<0,004
	9	28,840 ± 1,617	656	28,407 ± 1,681	74	2,172	<0,030
	10	30,246 ± 1,563	436	28,867 ± 1,500	34	4,967	<0,001
	11	31,648 ± 1,531	255	29,842 ± 0,913	12	4,049	<0,001
	12	33,046 ± 1,611	150	30,955 ± 0,494	7	3,417	<0,001
	13	34,073 ± 1,685	79	32,006 ± 0,243	4	2,439	<0,017

Примечание: см. табл. 2.

вого созревания (Кудерский, 1983, 1991; Кудерский и др., 1988). Промысловый размер должен быть строго согласован с размерами и возрастом рыб, при которых с учётом естественной смертности достигается максимум биомассы (Тюрин, 1963). Чтобы определить показатели естественной смертности серебряного карася характерные только для рыб Среднеамурской низменности и нижней части

Нижнего Амура, применили метод, разработанный Л.А. Зыковым (2005). Основа этого метода в том, что оценка коэффициентов естественной смертности для каждой возрастной группы рыб даётся на основе данных по линейному и весовому росту рыб конкретного водоёма и таким образом отражает экологические условия существования рыб в изучаемом водоёме. Для расчётов коэффициентов естествен-

Таблица 15. Сравнение расчётной массы тела самцов и самок серебряного карася Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура

Место обитания	Возраст, лет	Самки		Самцы		<i>t</i> -критерий	<i>p</i> -уровень
		Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i>	Среднее ± стандартное отклонение	<i>N</i>		
Среднеамурская низменность	1	4,113 ± 2,428	4675	4,095 ± 2,768	1696	0,241	0,810
	2	20,343 ± 9,596	4492	19,265 ± 9,165	1538	3,845	<0,001
	3	55,784 ± 23,847	4240	53,536 ± 24,238	1339	2,996	<0,003
	4	105,217 ± 42,147	3794	100,820 ± 43,048	1189	3,123	<0,002
	5	164,501 ± 62,524	2891	157,369 ± 68,519	841	2,848	<0,004
	6	235,024 ± 84,818	1663	220,499 ± 82,907	434	3,192	<0,001
	7	313,911 ± 99,878	730	269,413 ± 91,722	158	5,149	<0,001
	8	383,592 ± 95,170	269	324,118 ± 107,004	60	4,276	<0,001
	9	486,564 ± 104,695	86	385,271 ± 115,859	14	3,308	<0,001
	10	529,924 ± 147,003	30	521,222 ± 84,319	4	0,115	0,909
Нижняя часть Нижнего Амура	1	7,400 ± 4,879	2305	8,501 ± 5,109	677	-5,107	<0,001
	2	34,235 ± 13,780	2296	37,982 ± 13,860	666	-6,188	<0,001
	3	93,058 ± 30,939	2284	98,319 ± 30,981	666	-3,860	<0,001
	4	182,136 ± 58,153	2215	184,546 ± 56,387	625	-0,921	0,357
	5	285,939 ± 77,452	1928	284,998 ± 79,417	530	0,247	0,805
	6	404,034 ± 96,641	1594	383,599 ± 89,464	400	3,837	<0,001
	7	525,401 ± 109,230	1270	485,443 ± 91,052	246	5,386	<0,001
	8	645,047 ± 112,301	918	586,327 ± 93,720	133	5,746	<0,001
	9	772,226 ± 119,098	656	699,692 ± 107,903	74	5,012	<0,001
	10	879,360 ± 125,840	436	727,986 ± 97,760	34	6,852	<0,001
	11	995,460 ± 133,732	255	790,151 ± 62,875	12	5,283	<0,001
	12	1121,276 ± 150,660	150	867,158 ± 36,301	7	4,444	<0,001
	13	1220,013 ± 164,473	79	944,672 ± 18,417	4	3,328	<0,001

Примечание: см. табл. 2.

ной смертности использовали коэффициенты уравнений линейного роста И.И. Шмальгаузена ($L_t = m_L \times t^{kL}$) (табл. 6), коэффициенты b – значение степени в уравнении весового роста ($W_t = a \times T^b$) (табл. 11). А также значение асимптотической длины (L_∞) рыб (табл. 3).

Для чего были определены следующие биологические показатели карасей (табл. 16).

На основании этих показателей были рассчитаны коэффициенты естественной смертности самок карасей каждого возраста (табл. 17) по формуле (Зыков, 2005):

$$\varphi M^{(t)} = 1 - (a \times t^{kL}) \times (T^{kL} - t^{kL}),$$

где a коэффициент, $a = (A \times m_L^2)$; где $A = (1 - \varphi_{Mn}) / L_n^2$.

Таблица 16. Основные биологические показатели популяций серебряных карасей Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура и коэффициенты уравнений линейного роста, необходимые для расчётов коэффициентов естественной смертности рыб каждого возраста

Место обитания	Пол	L_{∞}	m_L	k_L	L_n	t	M_n	b	φ_M	T
Среднеамурская низменность	Самки	39,581	4,800	0,788	19,790	6,033	0,325	1,962	0,278	14,538
	Самцы	34,297	4,797	0,777	17,149	5,148	0,374	1,926	0,312	12,556
Нижняя часть Нижнего Амура	Самки	42,042	6,138	0,708	21,021	5,684	0,304	1,727	0,262	15,123
	Самцы	39,177	5,792	0,742	19,589	5,168	0,341	1,76	0,289	13,157

Примечание: L_{∞} – значение асимптотической длины; m_L и k_L – коэффициенты уравнения $L_t = m_L \times t^{k_L}$; L_n – длина рыб в возрасте полового созревания (L_n), соотношение Фультона-Дрягина – $L_n = 0,5 \times L_{\infty}$; t – возраст полового созревания $t = (L_n / m_L)^{1/k_L}$; M_n – Мгновенный коэффициент естественной смертности рыб в возрасте полового созревания ($M_n = b/t$); b – значение степени в уравнении весового роста ($W_t = a \times T^b$); φ_M – условный коэффициент естественной смертности в возрасте полового созревания ($\varphi_M = 1 - e^{-M_n}$); T – максимальный расчётный возраст рыб в популяции ($T = t \times 2^{(1/k_L)}$).

Таблица 17. Коэффициенты естественной смертности (φ_M), численность и биомасса самок в условных популяциях серебряных карасей Среднеамурской низменности и нижней части Нижнего Амура (начальная численность самок по 10000 экз.)

Возраст, лет	Среднеамурская низменности			Нижняя часть Нижнего Амура		
	Коэффициенты естественной смертности, φ_M	Численность, экз.	Биомасса, кг	Коэффициенты естественной смертности, φ_M	Численность, экз.	Биомасса, кг
1	0,688	3115,48	24,62	0,631	3743,82	78,96
2	0,516	1507,97	43,65	0,463	2042,04	132,48
3	0,400	904,49	55,96	0,359	1329,68	166,45
4	0,325	610,43	64,73	0,297	949,70	189,51
5	0,283	437,68	70,49	0,267	707,56	202,73
6	0,269	319,870	72,48	0,262	530,35	204,21
7	0,280	230,16	69,61	0,280	388,09	191,85
8	0,314	157,78	61,28	0,316	269,49	165,41
9	0,370	99,48	48,18	0,370	172,36	128,05
10	0,444	55,30	32,62	0,440	98,07	86,43
11	0,537	25,61	18,06	0,524	47,45	48,80
12	0,647	9,03	7,50	0,621	18,28	21,65
13	0,774	2,04	1,97	0,730	5,01	6,76
14	0,917	0,17	0,19	0,851	0,76	1,15
15				0,983	0,01	0,02

Максимальная биомасса или максимальная продукция поколения, это суммарный прирост массы всех особей поколения ко времени массового созревания. Для того, чтобы определить возраст рыб, при котором биомасса поколений серебряного карася Среднеамурской низменности и карасей, живущих в нижней части Нижнего Амура достигает максимума, представили что существуют популяции, в которых убыли рыб от промысла не было (условные популяции). Численность рыб в этих условных популяциях убывает только под воздействием естественной смертности. Используя коэффициенты естественной смертности для рыб каждого возраста, определили относительную численность рыб в каждой возрастной группе (табл. 16, рис. 6). Все расчёты проводили на условных поколениях, начальная численность, как самок, так и самцов которых каждый год равна 10000 особей. Используя значения массы тела самок и самцов серебряных карасей каждой возрастной группы для рыб двух районов,

рассчитали биомассу рыб каждой возрастной группы (рис. 6, табл. 16).

Максимум биомассы самок серебряного карася приходится на возраст 6 лет, самцов – 5 лет (рис. 6, табл.15). Таким образом, наименьший промысловый размер серебряного карася должен соответствовать длине тела самок в возрасте 6 лет. Длина тела самок серебряных карасей Среднеамурской низменности в возрасте 6 лет – 20 см; самок нижней части Нижнего Амура – 23 см (табл. 2). Эта длина согласована с возрастом, при котором с учётом естественной смертности достигается максимум биомассы. На этот же возраст приходится и минимальное значение коэффициента естественной смертности (табл. 16).

Таким образом, промысловый размер карасей Среднеамурской низменности должен быть 20 см. Эта длина соответствует промысловой мере карася р. Амур, существующей в настоящее время. Тогда как промысловую меру карася в нижней части Нижнего Амура необходимо изменить, т.е. увеличить до 23 см.

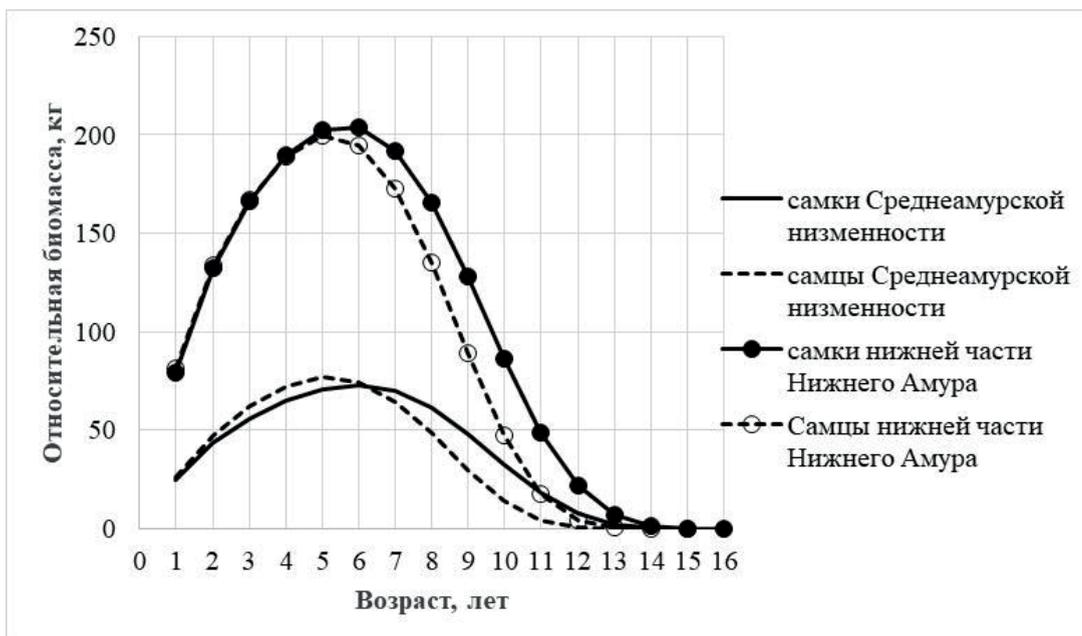


Рис. 6. Относительная биомасса серебряного карася (начальная численность рыб каждого пола по 10000 экз.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васнецов В.В.* Опыт анализа роста рыб реки Амура. // Труды Амур. ихтиол. экспедиции, 1958. С. 7–41.
- Винберг Г.Г.* Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб: монография. Минск: Изд-во Белорусского гос. университета, 1956. 254 с.
- Горяинов А.А., Барабанищikov Е.И., Шаповалов М.Е.* Рыбохозяйственный атлас озера Ханка: монография. Владивосток: ТИНРО-центр, 2014. 205 с.
- Дгебуадзе Ю.Ю.* Экологические закономерности изменчивости роста рыб: монография. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Дементьева Т.Ф.* Методика оценки относительной численности популяции, формирования промыслового стада и темпа использования его рыболовством // Методика исследований по динамике численности. // Труды ВНИРО. М.: Пищепромиздат, 1964. Т. I. С. 7–38.
- Дёмина А.Г.* К методике определения темпа роста серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch). // Исследования по биологии и промысловой океанографии. Изд. : ТИНРО, 1974а. Вып. 5. С. 94–99.
- Дёмина А.Г.* Некоторые закономерности роста серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в бассейне Амура // Исследования по биологии и промысловой океанографии. Изд. : ТИНРО, 1974б. Вып. 5. С. 75–85.
- Дёмина А.Г.* Особенности роста и закладки склеритов у серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в реке Амур на первом году жизни // Вопр. ихтиологии. 1980. Т. 20. Вып. 6 (125). С. 883–887.
- Зыков Л.А.* Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб: монография. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2005. 376 с.
- Карасёв Г.Л.* Рыбы Забайкалья: монография. Новосибирск: Наука, 1987. 296 с.
- Кириллов Ф.Н.* Рыбы Якутии: монография. М.: Наука, 1972. 360 с.
- Константинов А.С.* Вес животных как функция их линейных размеров // Журнал общей биологии. 1969. Т. 30. Вып. 3. С. 265–272.
- Кудерский Л.А.* Кульминация ихтиомассы возрастных групп у промысловых рыб внутренних водоёмов и стратегия рыболовства // Рыбн. хоз-во, 1983. № 7. С. 41–43.
- Кудерский Л.А.* Соотношение возраста кульминации ихтиомассы и массовой половой зрелости в поколениях промысловых рыб // Сб. научных трудов ГосНИОРХ, 1991. Вып. 310. С. 13–44.
- Кудерский Л.А., Печников А.С., Руденко Г.П.* Многолетняя изменчивость возраста кульминации ихтиомассы в популяции рыб оз. Пелюга // Сб. научных трудов ГосНИОРХ, 1988. Вып. 282. С. 102–125.
- Лалин Ю.Е.* О сезонном росте рыб и некоторых особенностях роста чешуи // Теоретические основы рыбоводства. М.: Наука, 1965. С. 215–219.
- Максименко В.П., Антонов Н.П.* Количественные методы оценки рыбных запасов. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2003. 256 с.
- Малкин Е.М.* Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб: монография. М.: Изд.-во ВНИРО, 1999. 146 с.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных: монография. М.: Наука, 1976. 291 с.
- Никольский Г. В.* Рыбы бассейна Амура: монография. М.: Изд. АН СССР, 1956. 551 с.
- Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб: монография. М.: Пищ. промышл., 1974. 447 с.
- Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М.* Рыбы Приморья: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002 г. 552 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб: монография. М.: Изд.-во Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Пробатов А.Н.* О частичковых рыбах Амура // Известия Пермского Биологического научно-исследовательского института. 1935. Том. X. Вып. 1–2. С. 53–64.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб: монография. М.: Пищевая промышленность, 1979. 408 с.

Семенченко Н.Н. Гидрологический режим р. Амур и численность промысловых пресноводных рыб // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. С. 246–250.

Семенченко Н.Н. Групповой рост, естественная смертность, возраст созревания и промысловый размер амурского белого леща *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855) в р. Амур // Известия ТИНРО, 2018. Т. 192. С. 89–102.

Семенченко Н.Н. Рост амурского плоскоголового жереха *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776) // Известия ТИНРО, 2020. Т. 200. Вып. 1. С. 118–130.

Сысоева Т. К. Материалы по возрастному составу и темпу роста серебряного карася – *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в бассей-

не Амура // Труды Амурской экспед. 1945–1949 гг. 1958. Т.4. С.149–157.

Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоёмах: монография. М.: Пищепромиздат, 1963. 120 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: монография. М.: Изд.-во АН СССР, 1959. 164 с.

Шаповалов М.Е., Барабанищikov Е.И. Рост серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне р. Уссури // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, 2005. Вып. 3. 527–534 с.

Шмальгаузен И.И. Рост животных: монография. М-Л., 1935. С. 8–60.

Lea E. On the methods used in herring investigations. // Publ, circonst. Conseil perman. Internat. Eplorat. Mer., 1910. N 53. P. 7–174.

Wallin O. On the structure and developmental physiology of the scale of fishes // Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 1957. N. 38. P. 385–447.

**GROWTH AND COMMERCIAL SIZE OF THE SILVER CRUCIAN
CARP *CARASSIUS GIBELIO*, CYPRINIDAE) AMUR RIVER**

N.N. Semenchenko, E.V. Ostrovskaya

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and oceanography, Khabarovsk, 680038*

This paper informs about characteristic of linear and weight growth of Amur silver crucian carp on the basis of the L. von Bertalanffy and I. I. Schmalhausen's growth equations. For this description, the material collected in the period from 1997 to 2022 on the territory of two districts of the Amur River – in the watercourses of the Sredneamurskaya floodplain system and in the lower part of the Lower Amur was used. The main characteristics of the growth of the silver crucian carp is sexual dimorphism and compensatory growth. The maximum observed body length (*Ad*) of the Amur River silver crucian carp is 40 cm, body weight 2,1 kg. Differences were found in the indicators of linear, weight growth and growth rate of silver crucian carp living in the watercourses of the Middle Amur Lowland and in the lower part of the Lower Amur. Based on the coefficients of the growth equations, the coefficients of natural mortality for each year of life of females and males of silver crucian carp are calculated. The age of sexual maturity of females is 6 years. The commercial length of female silver crucian carp of the Middle Amur lowland, consistent with the age of mass maturation and the maximum biomass of generations should be equal to 20 cm, in the lower part of the Lower Amur – 23 cm.

Keywords: group growth, specific growth rate, L. von Bertalanffy and I. I. Schmalhausen's growth equations, sexual dimorphism, compensatory growth, natural mortality, age of maturation, commercial size.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.551.21

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-186-208

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ
ВИДОВ РЫБ БАСЕЙНА РЕКИ АМУР
В 2018–2020 гг. (БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ,
ЧИСЛЕННОСТЬ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРОМЫСЛА)**

© 2022 г. Е.В. Островская, Н.Н. Семенченко

*Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E.mail: Ostrovkhv@rambler.ru*

Поступила в редакцию 17.08.2022 г.

Проведены исследования видового состава и относительной биомассы пресноводных промысловых рыб р. Амур в разных районах Хабаровского края, Еврейской автономной области и Амурской области в период с 2018 г. по 2020 гг. Приведён сравнительный анализ уловов научно-исследовательских сетей за период 2018–2020 гг. с условиями научно-исследовательских сетей за период 2000–2017 гг. Приведена оценка промысловой нагрузки в разных районах промысла в последние 10 лет. Отмечается значительное снижение биомассы промзапаса в районах с высокой промысловой нагрузкой. Приведены перспективные объекты промысла пресноводных видов рыб, которые по различным причинам не используются промыслом на сегодняшний день.

Ключевые слова: река Амур, промысловые пресноводные рыбы, видовой состав, численность, биомасса промзапаса.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в р. Амур промысловое значение имеют 26 видов пресноводных рыб. Как и в начале прошлого века (Пробатов, 1935), Нижний Амур, а также нижняя часть Среднего Амура, являются основными районами промысла пресноводных рыб, так как здесь сосредоточена основная доля пресноводных сырьевых ресурсов. Это обусловлено наличием здесь наиболее благоприятных для обитания жилых видов рыб условий – широкой поймы с большим количеством плёсов, проток и озёр, которые являются местами нереста и нагула большинства видов. Видовой состав и численность пресноводных рыб в пойменной системе Амура изменяются по мере продвижения вверх по тече-

нию реки, их промысловые запасы также распределены неравномерно (Семенченко, 2011, 2017).

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО») ежегодно проводит оценку численности и определения биомассы промзапаса пресноводных рыб р. Амур в трёх субъектах Российской Федерации (Хабаровский край, Амурская область (АО) и Еврейская автономная область (ЕАО)). Эти исследования необходимы для выявления тенденций изменения запасов пресноводных рыб, определения объёма допустимого промыслового изъятия каждого вида, а также для разработки тактики рациональной эксплуатации промысловых запасов пресноводных рыб бассейна р. Амур. В 2018–2019 гг. в ходе

подготовки к проведению комплексной Амурской ихтиологической экспедиции, а также в первый год её реализации (2020 г.) эти исследования были существенно расширены. В настоящей работе представлены результаты работ по оценке относительной биомассы промыслового запаса пресноводных рыб в бассейне р. Амур в разных промысловых районах Хабаровского края, ЕАО и АО в эти годы, а также по выявлению новых объектов, перспективных для развития частикового промысла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собирали с помощью сетных орудий лова в мае-октябре (период нереста и нагула) 2018–2020 гг. В работе использованы уловы рыб, обитающих только в пойменной системе и русловой части бассейна р. Амур, где расположены основные традиционные места промысла пресноводных рыб. Рассматриваются 18 видов промысловых пресноводных рыб, обитающих в пойменной системе р. Амур (номенклатура приведена по: Eschmeyer et al., 2017): сазан – *Cyprinus rubrofasciatus* Lacépède 1803, щука амурская – *Esox reichertii* Dybowski, 1869, сом амурский – *Silurus asotus* Linnaeus, 1758, толстолобик белый – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), белый амурский лещ – *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855), верхогляд – *Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855), сиг амурский – *Coregonus ussuriensis* Berg, 1906, краснопёр монгольский – *Chanodichthys mongolicus* (Basilewsky, 1855), амурский плоскоголовый жерех – *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776), змееголов – *Channa argus* (Cantor, 1842), желтопёр крупночешуйный – *Xenocypris macrolepis* Bleeker, 1871, конь-губарь – *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776), конь пятнистый – *Hemibarbus maculatus* Bleeker, 1871, язь

амурский – *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869), уклей – *Culter alburnus* Basilewsky, 1855, косатка-скрипун китайская – *Tachysurus fulvidraco* (Richardson 1846), косатка-плеть – *Tachysurus ussuriensis* (Дыбовский 1872), серебряный карась – *Carassius gibelio* (Bloch, 1784).

Кроме этих видов рыб, в работе учитывали ещё 5 видов, которые ранее являлись объектами промысла, но в настоящее время промыслом не используются. Это виды, которые в настоящее время все ещё занесены в списки видов Красной Книги Хабаровского края: окунь-ауха *Siniperca chuatsi* (Basilewsky, 1855), желтощёк *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845), чёрный амурский лещ *Megalobrama mantschuricus* (Dybowski, 1872), сом Солдатова *Silurus soldatovi* Nikolsky et Soin, 1948. А также редко встречающийся в настоящее время в уловах белый амур *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) и интродуценты – обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) и пёстрый толстолобик *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1845).

Ещё два промысловых вида, обитающие в пойменной системе Амура, налим – *Lota lota* (Linnaeus, 1758) и вьюн Никольского *Misgurnus nikolskyi* Vasil'eva, 2001, не подходят для учёта их численности с помощью сетных обловов. Для лова налима существует зимний промысел с помощью подлёдных донных вентерей. Для лова вьюна, также в зимнее время, применяют специальные ловушки подъёмного типа. Поэтому в данной работе эти виды не рассматриваются.

Также в работе не учитывались туводные рыбы подотряда лососевидные Salmonoidea – ленки (два вида рода *Brachymystax*), хариусы (два вида рода *Thymallus*), таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773) встречаются в притоках горного характера. Промысловый пресс на эти

виды рыб незначителен, что обусловлено труднодоступностью мест их обитания. На реках, где обитают эти виды рыб, ведётся в основном любительское рыболовство.

Работы охватили бассейн Среднего и Нижнего Амура. Материал собирали на территории шести административных районов Хабаровского края, а также на территории ЕАО и АО (рис. 1). Всего проанализированы данные 1578 сетных ловов. Всего поймано более 16,5 тыс. экз. 86 видов пресноводных рыб, более 8,2 тыс. экз. из которых относились к 26 промысловым пресноводным видам (табл. 1). Для сравнения использовали данные 2290 сетных ловов, выполненных в 2000–2017 гг.

Рыб отлавливали наборами ставных и плавных сетей с шагом ячеи 10, 20, 30, 40, 50, 60 и 70 мм, т.к. применение сетей

с шагом ячеи от 10 до 70 мм позволяет облавливать все размерные группы рыб возрастом от годовика до крупных половозрелых особей (Сечин, 1969). В улове каждой сети определяли число и массу тела рыб каждого вида. Показателем относительной биомассы рыб является величина удельного улова, т.е. биомасса рыб, пойманных в определённом объёме воды одним орудием лова.

Для определения относительной биомассы рыб в определённом объёме воды были использованы формулы расчёта обловленного сетями объёма воды (Трещёв, 1974):

$$V = h \times L \times S,$$

где L – длина сети (м), h – высота сети (м), S – длина сплава (м) (для сплавных сетей);

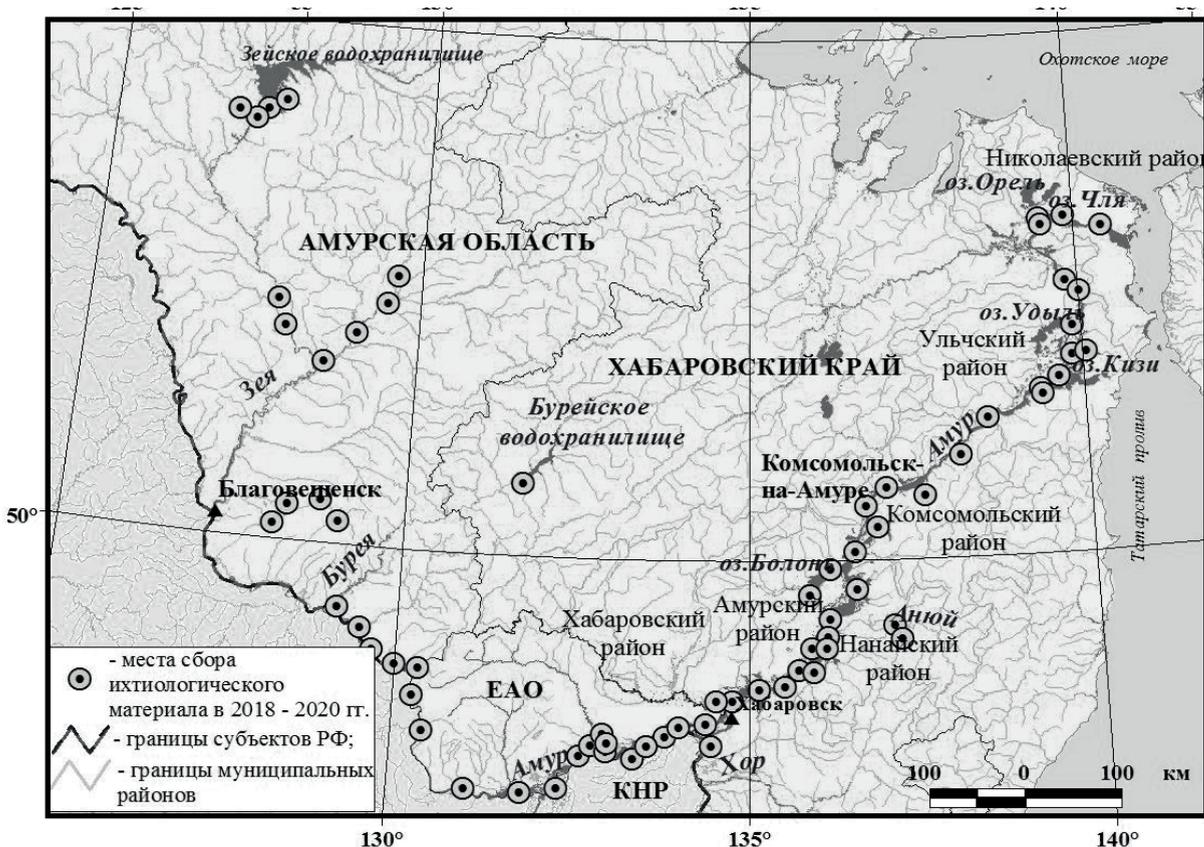


Рис. 1. Места сбора материала по биологии, численности и распределению жилых пресноводных видов рыб в бассейне р. Амур, 2018–2020 гг.

Таблица 1. Количество собранного материала в период с 2018 по 2020 гг.

Количество экз. / Биоанализ, экз.	Число промысловых видов / Число единиц запаса	Количество сетепостановок
2018 г		
4157 / 3778	24 / 46	592
2019 г		
6487 / 3700	24 / 25	402
2020 г		
6849 / 3806	25 / 43	584

$$V = 3,14 \times L^2/4 \times h,$$

где L – длина сети (м), h – высота сети (м) (для ставных сетей).

Зная зону действия каждой сети и биомассу пойманных рыб, определяли удельную биомассу каждого вида рыб в расчёте на обловленный объём воды. Для того, чтобы можно было сравнить удельные уловы сетей в разных районах, все уловы были приведены к одной величине – к численности (индекс численности) рыб или их биомассе (индекс биомассы W_i) на 1000 м³ воды за час работы орудия лова. Относительную биомассу рыб одного вида, или индекс биомассы (W_i) вида в каждом районе определяли, как сумму индексов биомассы этого вида рыб в наборе сетей, которыми облавливался данный вид:

$$W_i = W_i(10) + W_i(20) + W_i(30) + W_i(40) + W_i(50) + W_i(60) + W_i(70),$$

где 10, 20, ..., 70 – размер ячеек сетей, мм. Чтобы определить относительную величину промыслового запаса рыб, в уловах учитывали только рыб промыслового размера. В качестве показателя биомассы промыслового запаса конкретного вида в точке съёмки, принимали суммарную биомассу рыб промыслового размера этого вида в 1000 м³ воды за час работы набора сетей, которыми

облавливается данный вид. Индекс биомассы промысловых пресноводных рыб в каком-либо районе ($W_{i\text{район}}$) равен сумме индексов биомасс всех пойманных в данном районе промысловых пресноводных рыб. Анализ данных индексов даёт представление о размерном и видовом составе рыбного населения рассматриваемого района, а также о соотношении промысловых биомасс рыб разных видов, как в одном районе, так и в разных районах Амура.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состав и распределение промысловых пресноводных видов рыб. Ихтиофауна Амура имеет весьма сложный зоогеографический состав. Рыбы каждого зоогеографического комплекса занимают те участки бассейна и места обитания, которые соответствуют морфо-физиологическим особенностям составляющих его видов. Фауна рыб, обитающих в бассейне Амура, естественным образом, расширяется от верховьев к низовьям. В среднем течении это происходит за счёт заметного увеличения числа видов южного происхождения, в нижнем – за счёт появления рыб, устойчивых к определённому осолонению воды, а также видов, заходящих из лимана и выдерживающих опреснение. Всего в бассейне р. Амур отмечено 123 нативных вида рыб. Фауна рыб Амурской области

(Среднеамурский зоогеографический район) включает 70 видов, фауна ЕАО (80 видов) и бассейна Нижнего Амура (Нижнеамурский зоогеографический район включает ЕАО, бассейн оз. Ханка и бассейн Амура до устья) включает 108 местных видов (Vogutskaya et al., 2008)).

Вследствие большой протяжённости р. Амур районы промысла различаются по продолжительности периода с температурой выше + 10°C, высоте снежного покрова, длительности ледостава, среднегодовой температуре, по наличию или отсутствию крупных пойменных озёр, что влияет на видовой состав и продуктивность ихтиоценоза.

Встречаемость разных видов пресноводных промысловых рыб в уловах, а, следовательно, видовой состав и численность рыб в разных районах пойменной системы Амура различаются (табл. 2). Такие теплолюбивые виды, как белый амур, окунь-ауха, крупночешуйный желтопёр, желтощёк, змееголов, косатка-плеть, краснопёр, белый амурский лещ, белый толстолобик, уклей и другие представители сино-индийской фауны, в уловах встречались в основном в водоёмах ЕАО, а также Хабаровского и Нанайского районов Хабаровского края. Ниже по течению эти виды встречались всё реже, а некоторые не встречаются вовсе (табл. 2).

По сравнению с данными 2000–2017 гг., в 2018–2020 гг. в сетных уловах значительно снизилась доля верхогляда, крупночешуйного желтопёра (подуста-чернобрюшки), желтощёка, амурского плоскоголового жереха, амурского белого леща, но значительно увеличилась доля белого амура, укляя и щуки (рис. 2).

В водоёмах пойменной системы АО (в том числе и в малых водохранилищах), как ранее, так и в последние три года по численности и биомассе преобладал карась. По данным Михеева

П.Б. и Шмигирилова А.П., собранным в 2004, 2005 и 2011 гг., ранее по численности и биомассе в сетных уловах в Бурейском водохранилище преобладала щука. В Зейском водохранилище ранее по численности и биомассе в сетных уловах преобладала косатка-скрипун и амурский язь (Коцюк, 2009). В 2018–2020 гг. по численности и биомассе в уловах научно-исследовательских сетей в обоих водохранилищах лидировал амурский язь.

Ранее в наших уловах на территории ЕАО по численности лидировал карась, а по биомассе – толстолобик белый. В 2018–2020 гг. по биомассе также преобладал сазан, а по численности на первое место вышел амурский язь (табл. 3). За последние три года на территории ЕАО в уловах произошло снижение доли практически всех востребованных промысловых рыб, а также снижение долей краснокнижных рыб. При этом произошло резкое увеличение в уловах доли косатки-скрипуна и амурского язя. Такие изменения могут говорить о высоком промысловом прессе, что может быть обусловлено соседством этой территории с КНР.

В последние три года, как и ранее, основными по численности промысловыми видами в Хабаровском районе Хабаровского края являлся толстолобик белый. Доля в уловах других ценных промысловых видов (верхогляд, лещ, белый амурский, сазан) в 2018–2020 гг. значительно снизилась по сравнению с 2000–2017 гг. Значительно увеличилась в уловах доля амурского язя. Изменения долей других видов в уловах научно-исследовательских сетей на данной территории не значительны. По биомассе в последние двадцать лет лидировали толстолобик белый, верхогляд, сазан, белый амурский лещ. В 2018–2020 гг. лидирующую позицию по биомассе занимал са-

Таблица 2. Распределение вдоль течения р. Амур жилых промысловых, краснокнижных и редких видов рыб по численности (%) в уловах в 2018–2020 гг.

ЗК	Вид	АО	ЕАО	Район						п
				Хабаровский край						
				Хаб	Нан	Амур	Комс	Ульч	Ник	
С-И	Белый амур <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	–	10,9	68,3	12,9	6,9	1,0	–	–	101
	Окунь-ауха <i>Siniperca chuatsi</i> (Basilewsky, 1855)	0,6	3,6	44,6	30,4	4,2	0,6	16,1	–	168
	Верхогляд <i>Chanodichthys erythropterus</i> (Basilewsky, 1855)	–	3,0	32,2	12,3	6,3	2,0	36,0	8,1	397
	Крупночешуйный желтопёр <i>Xenocypris macrolepis</i> (Bleeker, 1871)	12,5	6,8	44,9	26,0	2,6	5,7	1,5	–	265
	Желтощёк <i>Elopichthys bambusa</i> (Richardson, 1845)	–	1,3	40,8	34,2	11,8	–	11,8	–	76
	Змееголов <i>Channa argus</i> (Cantor, 1842)	–	47,1	41,2	5,9	–	5,9	–	–	17
	Конь пятнистый <i>Hemibarbus maculatus</i> Bleeker, 1871	–	5,3	42,0	16,5	9,1	1,5	8,2	17,5	662
	Конь губарь <i>Hemibarbus labeo</i> (Pallas, 1776)	5,1	1,4	2,9	7,7	6,6	0,9	74,6	0,9	351
	Косатка-плеть <i>Tachysurus ussuriensis</i> (Дыбовский 1872)	–	–	56,9	15,4	0,8	0,8	19,2	6,9	130
	Краснопёр <i>Chanodichthys mongolicus</i> (Basilewsky, 1855)	–	–	52,5	16,3	5,8	2,0	22,0	1,4	295
	Белый амурский лещ <i>Parabramis pekinensis</i> (Basilewsky, 1855)	–	4,9	34,6	19,6	16,4	2,8	21,7	–	286
	Чёрный амурский лещ <i>Megalobrama mantschuricus</i> (Dybowski, 1872)	–	–	3,9	7,7	61,5	7,7	19,2	–	26
	Сазан <i>Cyprinus rubrofuscus</i> (Dybowski, 1869)	–	5,2	27,2	5,8	3,6	1,6	51,1	5,5	852
	Амурский сом <i>Silurus asotus</i> (Linnaeus, 1758)	7,0	5,0	13,7	6,0	2,3	2,3	57,3	6,3	300
	Белый толстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	0,1	13,5	35,1	22,1	10,6	1,4	12,8	4,5	1433
Уклея <i>Culter albus</i> (Basilewsky, 1855)	–	7,5	33,1	32,9	18,7	2,2	5,0	0,6	504	

Таблица 2. Окончание

ЗК	Вид	АО	ЕАО	Район						п
				Хабаровский край						
				Хаб	Нан	Амур	Комс	Ульч	Ник	
М	Амурский язъ <i>Leuciscus waleckii</i> (Dybowski, 1869)	20,8	26,8	0,9	16,8	1,7	1,8	28,6	2,6	2597
	Сом Солдатова <i>Silurus soldatovi</i> Nikolsky et Soin, 1948	–	–	60,0	–	–	–	40,0	–	10
	Карась <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1784)	14,1	1,5	12,6	12,6	2,1	0,7	50,6	5,9	3242
	Косатка-скрипун <i>Tachysurus fulvidraco</i> (Richardson 1846)	11,4	15,1	16,9	14,3	0,2	0,9	33,5	7,7	1182
А	Амурский плоскоголовый жерех <i>Pseudaspius leptcephalus</i> (Pallas, 1776)	1,6	–	0,4	23,3	–	4,8	55,4	14,5	249
	Амурский сиг <i>Coregonus ussuriensis</i> Berg, 1906	–	–	44,3	4,4	–	–	46,6	4,7	298
	Амурская щука <i>Esox reichertii</i> (Dybowski, 1869)	8,7	1,9	12,4	8,8	1,0	0,8	26,9	39,5	987
	Сиг хадары <i>Coregonus chadary</i> Dybowski, 1869	–	–	–	–	–	–	100,0	–	4
И	Судак <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	0,2	–	0,2	–	86,6	13,0	424
	Пестрый толстолобик <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	–	–	50,0	–	–	–	50,0	–	2

Примечание: Районы Хабаровского края: Хаб – Хабаровский, Нан – Нанайский, Амур – Амурский, Комс – Комсомольский, Ульч – Ульчский, Ник – Николаевский. Зоогеографические комплексы (ЗК): С-И – сино-индийский, М – маньчжурский, А – амурский, И – интродуценты; п – число пойманных рыб.

зан, а толстолобик белый отошёл на второе место. Также сильно снизилась доля верхогляда, а доля краснопёра, щуки амурской значительно увеличилась.

В Нанайском районе в 2018–2020 гг., как и ранее, по численности лидировали толстолобик белый и карась. Однако доля карася в уловах в последние три года значительно снизилась. Одновременно увеличилась в уловах доля толстолобика белого. Также увеличилась доля жереха амурского плоскоголового.

Изменения долей других видов в уловах в этих районах были незначительны.

В 2018–2020 гг. по численности в уловах в пойменной системы Амурского района лидировал белый толстолобик, в то время как в 2000–2017 гг. здесь наиболее многочисленными были карась и косатка-скрипун. При этом отмечено значительное снижение в уловах доли по численности желтопёра крупночешуйного. По биомассе в 2018–2020 гг., как и ранее в уловах преобладал толстолобик.

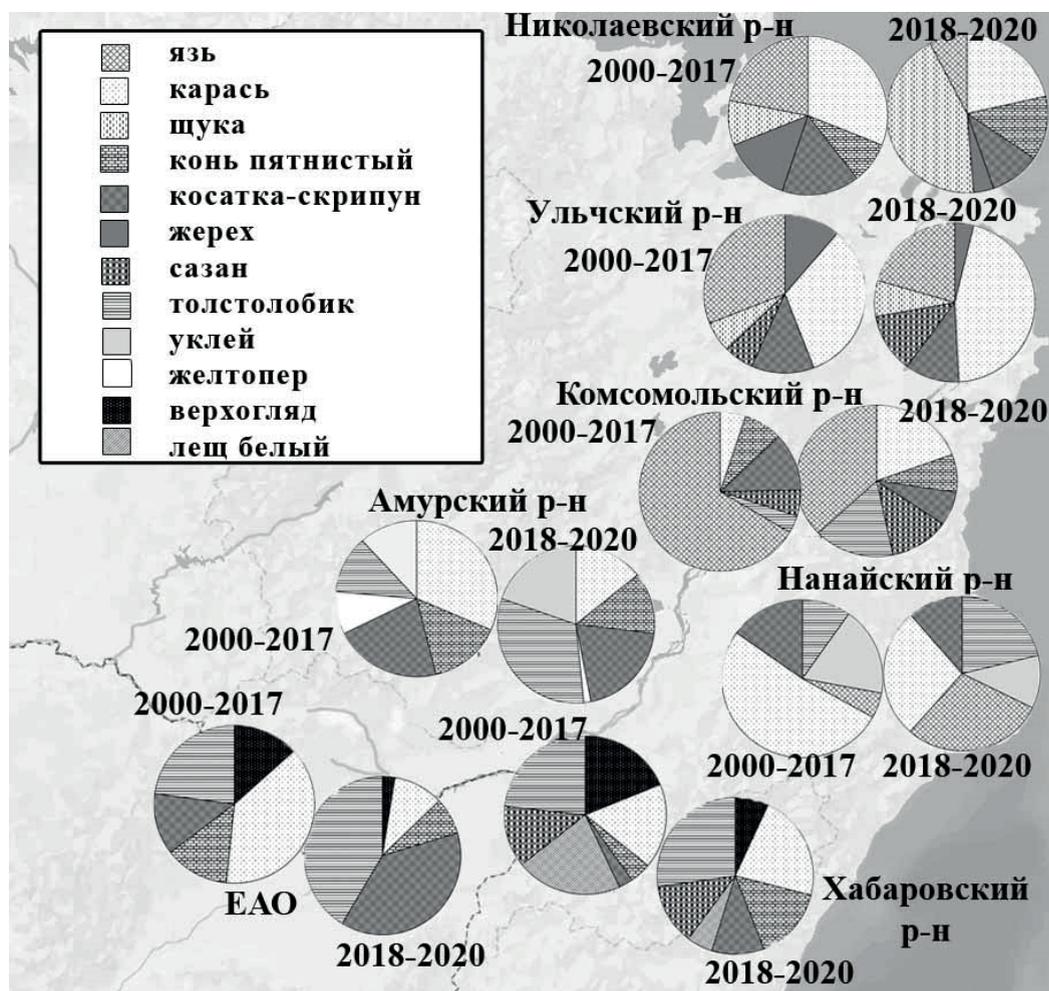


Рис. 2. Соотношение основных промысловых видов в сетных уловах в разных районах Хабаровского края и в ЕАО (по численности).

Доля сома амурского и карася значительно снизилась, а доля уклей и сазана возросла в последние три года.

В уловах в пойменной системе Комсомольского района, как в последние три года, так и ранее по численности лидировал амурский язь. Однако, доля карася и белого толстолобика значительно возросла. По биомассе ранее лидировал сазан, но в последние три года его доля снизилась. Лидирующую позицию занял толстолобик, доля которого сильно возросла. Также сильно возросла доля карася, а доля язя сильно снизилась.

В уловах в Ульчском районе в 2018–2020 гг., как и ранее, по численности лидировали карась и амурский язь, а по

биомассе – амурский язь. В эти годы, по сравнению с 2002–2017 гг., в уловах произошло значительное снижение долей жереха амурского плоскоголового и амурского язя, а доли карася, сазана и амурского сома увеличились. По биомассе ранее, как и сейчас, в Ульчском районе лидировали карась и сазан. Доля щуки значительно снизилась. Стоит отметить и значительное увеличение численности и биомассы судака в уловах в Ульчском районе.

В уловах в Николаевском районе в 2002–2017 гг. по численности лидировал карась, в 2018–2020 гг. – щука. В водоёмах Николаевского района в последние годы значительно снизились доли жере-

ха амурского плоскоголового, косатки-скрипуна и амурского язя, но увеличались доли коня пятнистого и щуки. Значительно возросла доля судака. Ранее в уловах по биомассе лидировал карась, второе место занимала щука. В последние три года карась также занимает лидирующую позицию, щука занимала по биомассе четвёртое место, а доля судака по биомассе в 2018–2020 гг. превысила долю щуки.

Следует отметить сокращение видового состава промысловых рыб в уловах по сравнению с 2000–2017 гг. практически во всех районах работ. В ЕАО из уловов промысловых пресноводных видов, исчез монгольский краснопёр, довольно часто встречающийся в предыдущие годы. В Николаевском районе из уловов пропали лещ белый амурский, окунь-ауха, крупночешуйный желтопёр.

В исследованной части бассейна р. Амур можно выделить несколько типов биотопов. Первый тип – водоёмы пойменной системы, в основном пойменные луга, затапливаемые в период паводков, сточные озёра, протоки, заливы, которые образуют развитую речную сеть с довольно медленным течением, хорошо прогреваемой водой, множеством водной и затопленной растительности. Эти водоёмы хорошо подходят для нагула молоди большинства видов рыб, а также являются местом нереста многих видов, в первую очередь фитофилов. Второй тип – русловые участки и крупные русловые протоки, которые характеризуются более высокой скоростью течения, большими глубинами, меньшим количеством растительности. Здесь обитают более крупные особи, также здесь проходит нерест рыб пелагофилов. Третий тип – реки горного типа с высокой скоростью течения, холодной и прозрачной водой. Здесь обитают реофильные рыбы.

Промысел пресноводных рыб сосредоточен в основном на территории пойменной системы р. Амура в пределах Хабаровского края. Биомасса промзапаса рыб и промысловая нагрузка в разных районах промысла различаются (рис. 3 и 4, табл. 3). Это связано, прежде всего, с наличием, величиной и характером пойменных водоёмов Амура в каждом районе.

Николаевский район расположен на территории Чля-Орельской впадины. Пойменная система Амура в этом районе представлена 2 большими озёрами Орель (площадь озера 314 км²) и Чля (площадь озера 140 км²) и протоками, соединяющими озёра и русло Амура, а также водоёмами в районе г. Николаевск-на-Амуре. Большое влияние на водоёмы оказывают приливы и отливы солёных вод Амурского лимана.

Наиболее обширная пойма расположена на территории Ульчского района (Удыль-Кизинская впадина). Сюда входят крупные озёра (Удыль, Кади, Кизи общей площадью 677 км²), многочисленные более мелкие приустьевые озёра притоков, протоки и старицы, а также низовья р. Амгунь с многочисленными протоками и озёрами. Промысловая нагрузка на рыб этих двух районов довольно высокая, хоть и носит сезонный характер, что связано с ходом тихоокеанских лососей.

На участке р. Амур, расположенном на территории Комсомольского района, имеются только несколько озёр (Хумми – 117 км², Мылки – 8 км², Бельго – 2 км²), а ниже г. Комсомольск-на-Амуре пойма практически не развита – Амур здесь проходит фактически одним руслом. Здесь сравнительно небольшие нерестовые и нагульные площади, что в целом сказывается и на видовом и размерном составе уловов пресноводных

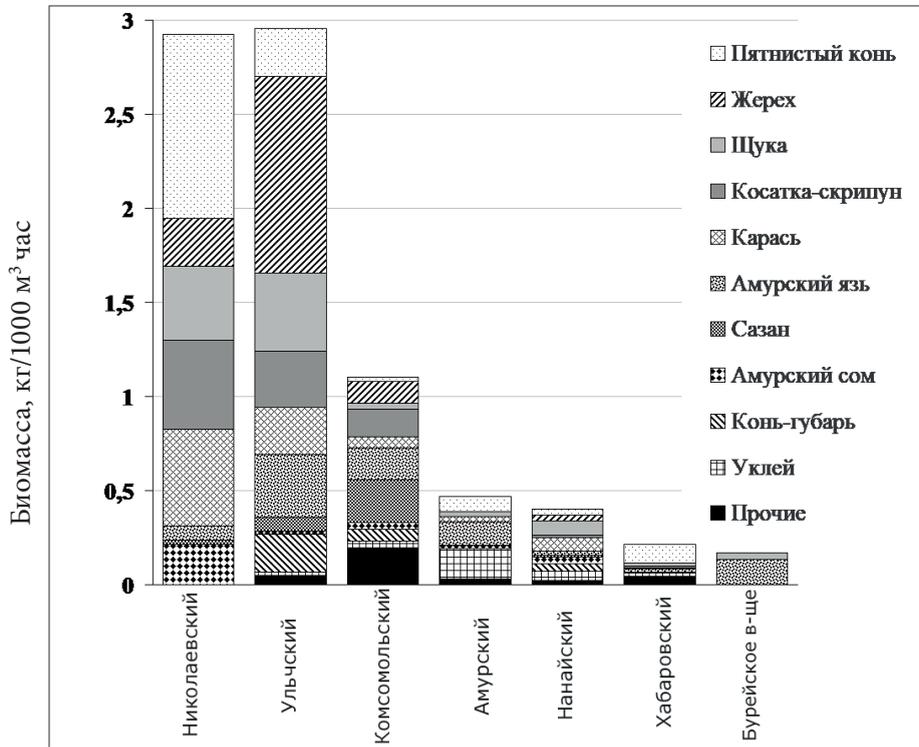


Рис. 3. Относительная биомасса промзапаса жилых промысловых рыб в шести районах Хабаровского края и в Бурейском водохранилище Амурской области (2019 г.).

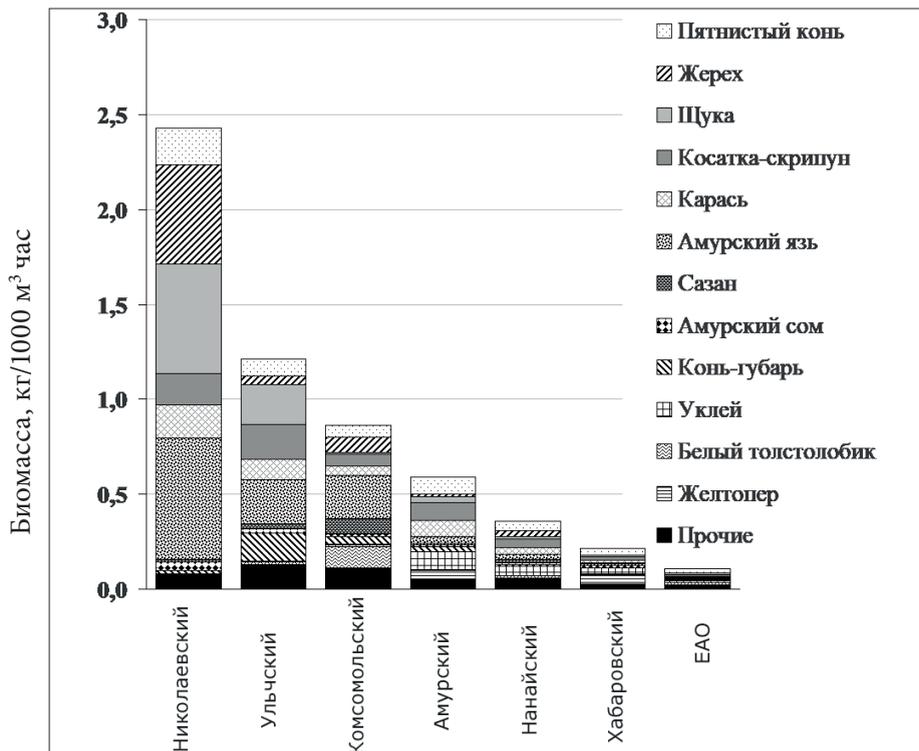


Рис. 4. Относительная биомасса промзапаса жилых промысловых рыб в шести районах Хабаровского края и ЕАО (2020 г.).

Таблица 3. Соотношение промысловых пресноводных видов рыб в различных районах обследованной части бассейна р. Амур в 2000–2017 и 2018–2020 гг. (% по биомассе)

Вид	ЕАО						Хабаровский край, районы											
	2000–2017		2018–2020		2018–2020		Хабаровский		Нанайский		Амурский		Комсомольский		Ульский		Николаевский	
	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020
Белый амур	2,599	7,018	1,678		0,434	2,147	3,305					5,255						
Окунь-ауха	3,471	2,859	1,718	2,352	1,369	4,517	1,618	1,704	3,555	3,109	5,180	0,961	5,372	7,625	4,830	0,649	1,261	
Верхогляд	12,065	4,304	22,391	10,037	3,940	3,555	3,109	5,180	3,555	3,109	5,180	0,961	5,372	7,625	4,830	0,649	1,261	8,033
Крупночешуйный желтопёр	0,773	0,524	0,484	0,445	1,806	0,101	1,096	0,104	0,101	1,096	0,104	0,068	0,046	0,015	0,0001	0,028		
Желтощёк	3,166	0,787	6,641	1,553	6,380	1,590	0,431	0,442	1,590	0,431	0,442			1,485	0,346	0,062		
Змеёголов	1,212	5,772	0,501	0,954	1,083	0,224			1,083	0,224			0,929	0,023				
Пятнистый конь	3,050	1,894	0,950	4,833	4,724	3,739	7,367	5,300	3,739	7,367	5,300	6,152	1,065	0,371	1,473	6,143	9,373	
Конь-губарь	1,226	1,380	1,071	0,389	1,053	2,258	0,262	5,857	2,258	0,262	5,857	5,683	0,337	2,766	3,856	1,819		
Косатка-плеть	0,228		0,593	0,766	2,470	0,523	0,813		0,523	0,813		4,078	0,045	0,377	0,085			
Краснопёр	2,833		2,897	9,888	3,433	3,454	5,047	3,666	3,454	5,047	3,666	1,771	1,489	4,611	1,168	2,734	0,381	
Белый амурский лещ	6,385	4,218	11,996	3,350	2,853	1,923	0,870	5,906	1,923	0,870	5,906	0,553	3,085	1,108	1,355	1,068		
Чёрный амурский лещ			0,250	0,076	0,920	0,136	0,157	2,592	0,136	0,157	2,592		0,376	0,036	0,027	0,057		
Сазан	9,985	39,620	12,266	22,460	13,471	6,148	5,105	10,827	6,148	5,105	10,827	35,867	21,212	15,740	18,971	8,078	8,800	
Амурский сом	3,785	9,596	1,792	3,395	2,946	4,035	21,281	3,327	4,035	21,281	3,327	4,712	6,256	2,843	5,799	4,306	5,981	
Белый толстолобик	20,029		22,273	16,560	17,224	25,813	22,256	24,747	25,813	22,256	24,747	9,215	33,068	6,802	9,516	8,598	14,965	
Уклей	1,824	1,863	0,362	2,103	6,436	5,229	6,456	10,072	5,229	6,456	10,072	0,786	2,059	0,108	0,256	0,292	0,064	
Амурский язь	0,558	0,354	0,192	0,163	0,778	4,889	0,609	2,160	4,889	0,609	2,160	14,329	0,708	2,971	0,518	2,022	1,279	
Сом Солдатова	2,546													0,271	1,018	0,350		
Карась	6,925	5,079	3,693	4,855	16,792	10,665	16,101	6,953	10,665	16,101	6,953	2,893	9,695	23,994	23,967	24,123	22,297	
Косатка-скрипун	1,132	1,016	0,264	1,076	2,210	1,556	4,076	2,564	1,556	4,076	2,564	2,070	0,766	2,625	1,418	3,295	2,669	
Амурский плоско-головый жерех	0,026		0,077	0,007	1,552	7,329	0,166		1,552	7,329	0,166	2,833	1,544	4,192	1,573	0,898	3,706	

Таблица 3. Окончание

Вид	Хабаровский край, районы													
	ЕАО		Хабаровский		Нанайский		Амурский		Комсомольский		Ульчский		Николаевский	
	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020	2000–2017	2018–2020
Амурский сиг	2,914		2,114	5,333	1,112	0,887	0,083		1,629		6,979	0,482	6,678	1,630
Амурская щука	11,206	13,716	5,452	9,263	6,902	9,283	3,100	4,660	6,184	5,576	12,491	9,146	18,441	9,319
Судак	1,265		0,344	0,142	0,111			0,636			2,125	13,451	0,658	11,503
Пестрый толстолобик	0,799											0,094		
Число сетных ловов	304	144	1005	240	339	141	92	141	42	21	353	651	155	39
Число видов	21	15	25	23	23	22	18	18	16	17	21	22	18	14
Биомасса промысла, кг/1000 м ³ час	0,0119	0,0039	0,0096	0,0092	0,0204	0,0121	0,0499	0,0121	0,0232	0,0449	0,0627	0,0546	0,0968	0,0844

рыб. Участок Амура, расположенный на территории Комсомольского района, практически не имеет промысловой нагрузки.

Очень богатый в прошлом веке Амурский район расположен в нижней части обширной Средне-Амурской низменности. На его территории расположены одно из крупнейших озёр Амура – оз. Болонь (338 км²) и прилегающая к нему обширная пойма, включающая многочисленные притоки, протоки и озёра, множество заливных лугов необходимых для нереста и роста молоди, обширные болотно-луговые угодья. В настоящее время уровень воды в р. Амур снизился в связи со строительством ГЭС. Часть пойменных водоёмов обмелела, в том числе и оз. Болонь. Вся правобережная часть поймы оз. Болонь и часть озера входят в границы Болонского заповедника. Промышленного лова на участке нет, так как запасы невелики и используются для поддержания национального образа жизни коренных малочисленных народов, проживающих по берегам озера и протоки, соединяющей озеро с руслом р. Амур.

Участок бассейна Амура, который проходит по территории центральной части Средне-Амурской низменности (Нанайский и Хабаровский районы), наиболее подвержен промысловому прессу. По результатам исследований в этом районе делаются заключения о влиянии антропогенной нагрузки на водные биоресурсы и проводятся оценки промысловой нагрузки со стороны рыбаков КНР. Водоёмы этой территории в основном относятся к первому типу и подходят для нереста и нагула большинства обитающих здесь видов рыб (оз. Плёт Широкий (1 км²), Пир (5 км²), Дабанда (12 км²), Дарга – 14 км², Катар (10 км²), Петропавловское (55 км²), протоки Пчелинка, Дабандинка и др.). Здесь

встречаются представители разных типов фаун, но преобладают сино-индийские теплолюбивые виды. Русловая часть представлена крупными протоками и основным руслом р. Амур (Амурская, Бешенная, Пемзенская, Хохлацкая, Старый Амур и др.) и основным руслом р. Амур.

Водоёмы ЕАО расположены по территории верхней части Средне-Амурской низменности. Биотопы здесь представлены не широкой поймой р. Амур и других рек (Бира, Биджан, Малая Бира) с многочисленными болотами, затопляемыми лугами, протоками и мелкими озёрами. Большинство водоёмов не глубокие, и в межень превращаются в болотно-заливные луга или осушаются. Участок р. Амур, на котором расположена ЕАО также представляет отдельный интерес, так как на всем его протяжении проходит граница с КНР и промысловый пресс со стороны КНР очень велик, а правила рыболовства несколько отличаются от российских.

Верхний участок среднего Амура наименее подвержен промысловому прессу. На этом участке Амур проходит по территории Амурской области, где основное значение для промысла имеют бассейны рек Зея и Бурея. Здесь встречаются водоёмы всех трёх типов, кроме того, отдельно можно вынести большие и малые водохранилища, в которых созданы отличные от естественных условия обитания.

Максимальные запасы пресноводных рыб на данный момент сосредоточены в нижней части Нижнего Амура. В 2020 г. наблюдается снижение биомассы промзапаса в Ульчском районе почти в два раза, по сравнению с 2019 г. (рис. 3, 4). Это связано в первую очередь со смещением основной промысловой нагрузки в Ульчский и Николаевский районы (табл. 4, рис. 5).

Основу промзапаса во всех районах промысла составляют маловостребованные рыбы, которые относятся к группе рыб «мелкий частик». Это такие рыбы, как амурский язь, косатка-скрипун и уклей. В нижней части Нижнего Амура в уловах преобладает маловостребованный амурский плоскоголовый жерех.

Из шести основных промысловых видов рыб, запасы которых в прошлом веке были основой уловов пресноводных рыб, и рыб, востребованных промыслом и населением (сазан, верхогляд, амурский белый лещ, амурский сом, белый толстолобик и амурская щука) в настоящее время только амурская щука входит в число доминантов в составе промыслового запаса в двух районах Хабаровского края. Запасы остальных видов рыб незначительные по сравнению с запасами мелкого частика и карася.

Снижение доли ценных промысловых видов и увеличение доли малоценных, невостребованных промыслом видов рыб, уменьшение величины удельного улова промысловых сетей – это показатели высокой интенсивности промысла, который приводит к подрыву запасов.

Характеристика промысла, перспективные объекты для его развития

В период с 2000 по 2019 гг. запасы промысловых жилых пресноводных видов рыб в р. Амур увеличились в 2,2 раза, их ОДУ увеличился почти в 1,9 раза. Освоение ОДУ пресноводных рыб в последние годы держится на уровне 60–75% (рис. 6).

Главной причиной не полного освоения ОДУ является перераспределение промысловой нагрузки в летне-осенний период с пресноводных рыб на тихоокеанских лососей. Основной объём частика осваивается до начала лова корюшек

Таблица 4. Число организаций, проводивших лов пресноводных видов рыб в бассейне Амура на территории Хабаровского края, ЕАО и АО в период с 2013 по 2020 гг.

Район	Тип лова	Год							
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
АО*	промышленный	–	–	–	1	1	3	3	2
ЕАО*	промышленный	–	–	–	–	2	1	2	1
Хабаровский	промышленный	1	–	–	–	1	1	–	–
	КМНС	1	1	–	–	1	–	–	1
Нанайский	промышленный	1	1	1	1	1	1	–	1
	КМНС	7	7	10	14	9	8	7	3
Амурский**	КМНС	4	4	4	4	4	5	4	3
Комсомольский	промышленный	3	3	3	1	1	3	–	–
	КМНС	–	1	1	1	1	2	2	1
Ульчский	промышленный	5	6	7	5	4	4	5	13
	КМНС	9	10	9	9	11	10	10	8
Николаевский	промышленный	6	6	6	2	5	6	11	14
	КМНС	–	–	6	2		6	1	12

Примечание: * – проводился только промышленный лов, ** – проводился только лов в целях обеспечения традиционного образа жизни коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (КМНС).

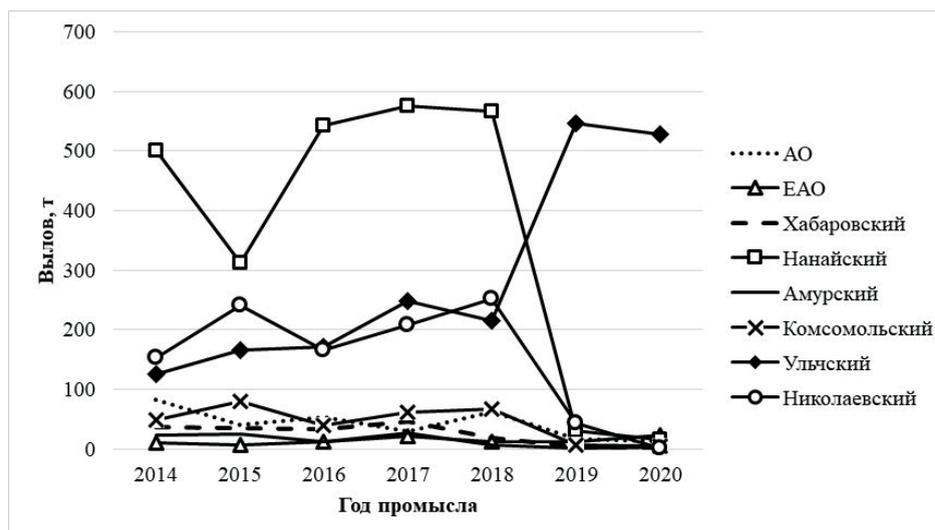


Рис. 5. Величина годовых уловов (т) пресноводных рыб в разных районах в период 2014 – 2020 гг.

и после завершения лососевой путины, несмотря на то, что прилов во время лова тихоокеанских лососей довольно большой (рис. 7).

По результатам научно-исследовательского лова в Ульчском районе в 2020 г. прилов частика составлял 6,2% от вылова кеты *Oncorhynchus keta*, что в

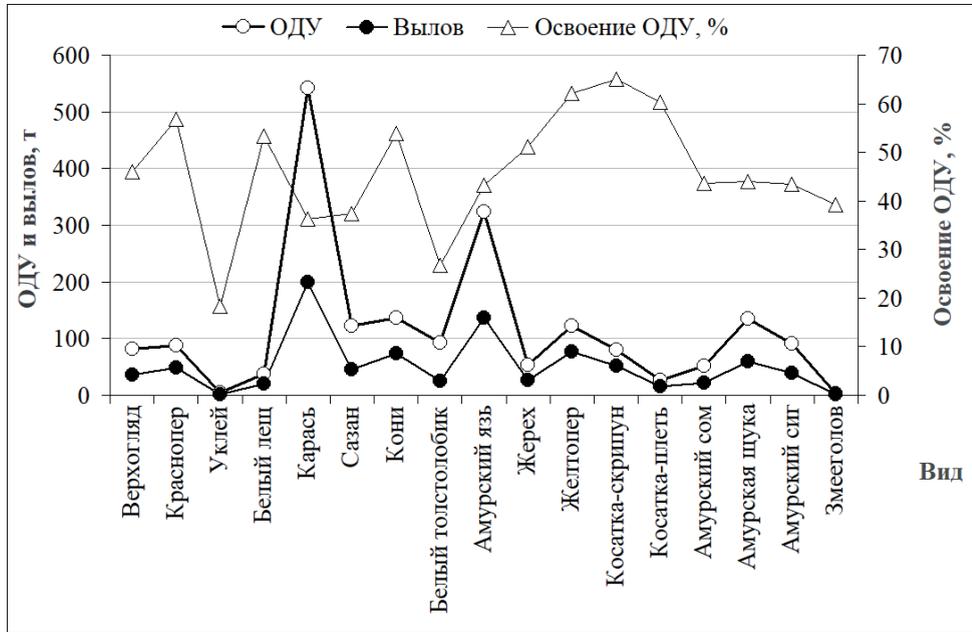


Рис. 6. Средние значения ОДУ, вылова (т) и освоения ОДУ (%) пресноводных промысловых видов рыб в 2018–2020 гг.

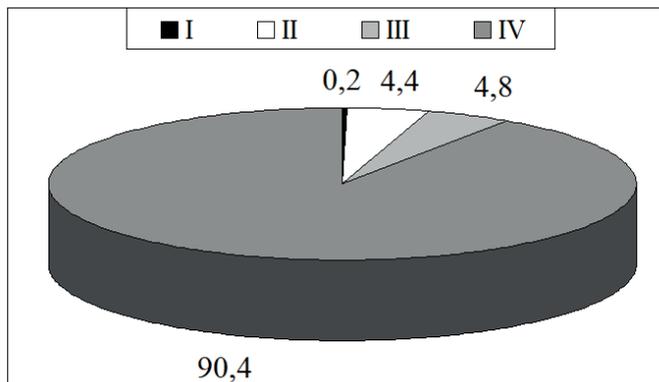


Рис. 7. Внутригодовое распределение освоения ОДУ промысловых пресноводных рыб по кварталам, %.

масштабах вылова лососей может составить существенный объём. Но из 60 организаций ведущих промысел лососей в бассейне р. Амур, лишь пять имели квоты на вылов частика.

Не все промысловые рыбы востребованы промыслом. Например, освоение ОДУ уклеи в среднем, за последние 10 лет составило всего 15,9%. Среднее освоение ОДУ за тот же период таких видов, как амурский язь, толстолобик белый, змеёголов около 50%.

Кроме промышленного и спортивно-любительского рыболовства на Амуре важным элементом эксплуатации запасов пресноводных рыб является рыболовство для осуществления традиционной хозяйственной деятельности КМНС. По данным Министерства природных ресурсов Хабаровского края на 01 января 2020 года для традиционного рыболовства выделено 145 рыболовных участков, что составляет 22,7% от общего количества участков для всех

видов рыболовства. Доля освоения полученных КМНС квот на вылов частика (и корюшки) в период с 2015 по 2020 гг. составляет от 28,0 до 58,9%. Особенно низкий процент освоения квот физическими лицами из числа КМНС (4–27% в год).

Для лова лососей выделены специальные участки. Пресноводные рыбы, которые попадают в сети при лове лососей, не учитываются в официальной статистике, т.к. нет квот на их лов. Хотя на участках, расположенных рядом, но выделенных для лова пресноводных рыб, их успешно ловят. А при традиционном рыболовстве КМНС квоты есть, но, как указано выше, официально они используются только наполовину или меньше. Так как для представителей коренных малочисленных народов севера (КМНС), живущих по берегам Амура, рыба является необходимой частью рациона, очевидно, что причина формально низкого освоения квот – плохая отчетность. Как в первом, так и во втором случае, данные официальной статистики не соответствуют действительности и существенно занижены.

Для увеличения добычи пресноводных рыб можно изменить годовую динамику промысла, увеличить интенсивность спортивно-любительского рыболовства. Это позволит незначительно повысить долю освоения ОДУ. Однако, без хорошего контроля за эксплуатацией пресноводных биоресурсов, увеличение интенсивности промысла может привести к подрыву запасов.

Увеличить объёмы вылова пресноводных биоресурсов можно также за счёт введения в промысел новых объектов. Например, в 2019 г. таким объектом стал судак – интродуцент, попавший в бассейн р. Амур из оз. Ханка, куда был завезен с целью акклиматизации в 1970-х гг. Первые поимки судака в бассейне р. Амур

были зарегистрированы в районе г. Хабаровска (1983 г. в пр. Амурчик, с 2005 г. в пр. Амурская). На сегодняшний день судак распространён по всему Нижнему Амуру. Наибольшая концентрация этого вида отмечена в Ульяновском и Николаевском районах.

Доля его в научно-исследовательских уловах значительно возросла за последние 10 лет. Судак – хищник и по естественным причинам имеет низкую численность относительно многих промысловых видов. Однако, его доля в уловах в нижней части бассейна Нижнего Амура в последние годы значительно превысила долю других хищных видов рыб (рис. 8). Судак довольно быстро размножается и, являясь пищевым конкурентом большинству хищных видов рыб Амура, может негативно повлиять на структуру ихтиоценоза. Известны случаи, когда вселение судака в водоёмы, заканчивалось сокращением ареалов и численности, а иногда и уничтожением целых популяций местной фауны – чаще всего сиговых и корюшковых видов (Кудерский, 1964; Кириленко, 1992; Коновалов, 2004; Свирский, Барабанщиков, 2009; Стерлигова и др., 2012; Мамиллов и др., 2010; Самойлов, 2017).

В настоящее время судак вышел в устьевую часть Амура, где находит обилие пищи, что выражается в его высоком весовом росте, высокой выживаемости к возрасту полового созревания, более высокой продуктивности (Семенченко, Островская, 2020). Пищевой спектр судака в бассейне р. Амур состоит из промысловых видов рыб на 47% в верхней части Нижнего Амура и на 73% – в нижней части Нижнего Амура. В питании преобладают карась, щука, амурский сом, малоротая *Hypomesus olidus* и азиатская корюшка *Osmerus dentex* корюшки (Семенченко, Островская, 2020).

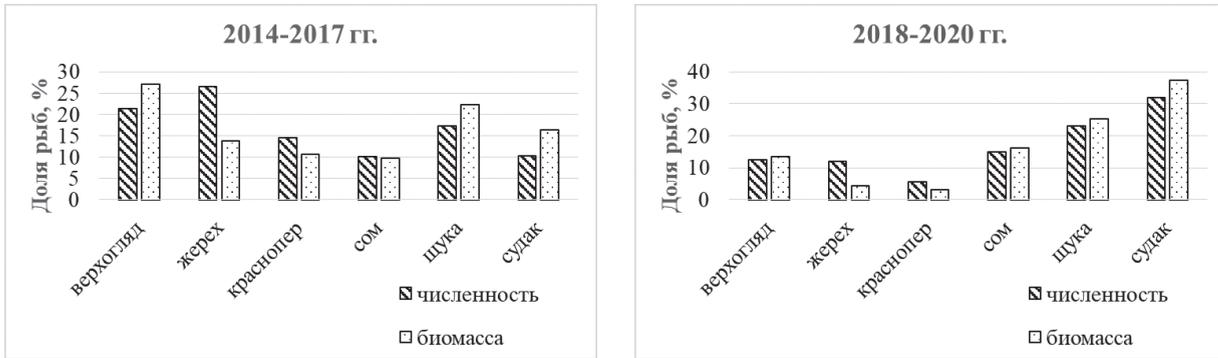


Рис. 8. Доля (%) судака и других хищных рыб в уловах научно-исследовательских сетей в Ульчском районе Хабаровского края.

Судак ценная рыба, пользуется на рынке высоким спросом. В Николаевском районе промысловый запас судака в 2018 г. составлял 113,4 т. В 2019 г. запас судака в этом районе увеличился на 19,1% и составлял 135,1 т. В 2020 г. промысловый запас судака в трёх районах Хабаровского края был оценен в 400 т.

Начиная с 2014 г., судак постоянно попадает в сети при лове тихоокеанских лососей в Ульчском и Николаевском районах Хабаровского края. Процент улова судака от улова лососей от 0,02% до 0,4%. Если посчитать, сколько судака было поймано на всех участках лова, используя полученные проценты и общий улов лососей по району, можно предположить, что в 2014 г. в Ульчском районе при лове осенней кеты было поймано около 4 т судака, а в 2017 г. в этом же районе уже 8 т судака. В Николаевском районе в 2016 г. при лове всех видов лососей в районе г. Николаевск-на-Амуре поймано около 6 т судака. Несмотря на это, среди 48 организаций, ведущих промысел тихоокеанских лососей, разрешения на добычу судака имели в 2020 г только семь. Освоение квот судака в 2020 г составило 27,3%, что составляет 37 т (41% от разрешенного вылова) (табл. 5).

Другой промысловый объект, который мог стать перспективным – вьюн (виды рода *Misgurnus*). Этот объект

промысла пользуется большим спросом в Китае и Японии. Промысел вьюна на Амуре известен с 1970-х гг., в отдельные годы его уловы доходили до 180 т (рис. 9).

В период с 2004 по 2010 гг. спрос на него упал, промысел прекратился. В 2010 г. промысловый запас вьюна оценивался в 320 т, ОДУ рекомендован в объёме 100 т, но промысел не был организован. Запасы вьюнов не использовались в течение многих лет, но в последние годы к ним вновь появился интерес, связанный, вероятно, со спросом в Японии и Китае. В 2019 г. объём ОДУ был освоен полностью.

Согласно литературным источникам вьюн встречается по всему бассейну р. Амур (Васильева, 2001; Васильева и др., 2003; Барабанщиков и др., 2006; Назаренко, 2006; Васильев, Васильева, 2008; Bogutskaya et al., 2008; Бушуев, Барабанщиков, 2012; Бурик, 2014). Ловят вьюна подо льдом на заболоченных участках, где он образует зимовальные скопления. Водно-болотные угодья в бассейне Амура занимают довольно большие площади, но наибольшая их часть находится на территории ЕАО и верхней части Нижнего Амура. В настоящий момент промысел вьюна ведут только на территории Ленинского района ЕАО. Также известны случаи теневого промысла

Таблица 5. Освоение квот РВ судака в 2020 г.

Район	Квота, т	Освоение квот, т	Освоение квот, %	Освоение РВ, %
Николаевский	25	2,2	8,9	2,2
Ульчский	110,6	34,8	31,4	38,6
Нанайский	30	0	0	0
Итого	165,6	37,0	27,3	41,1

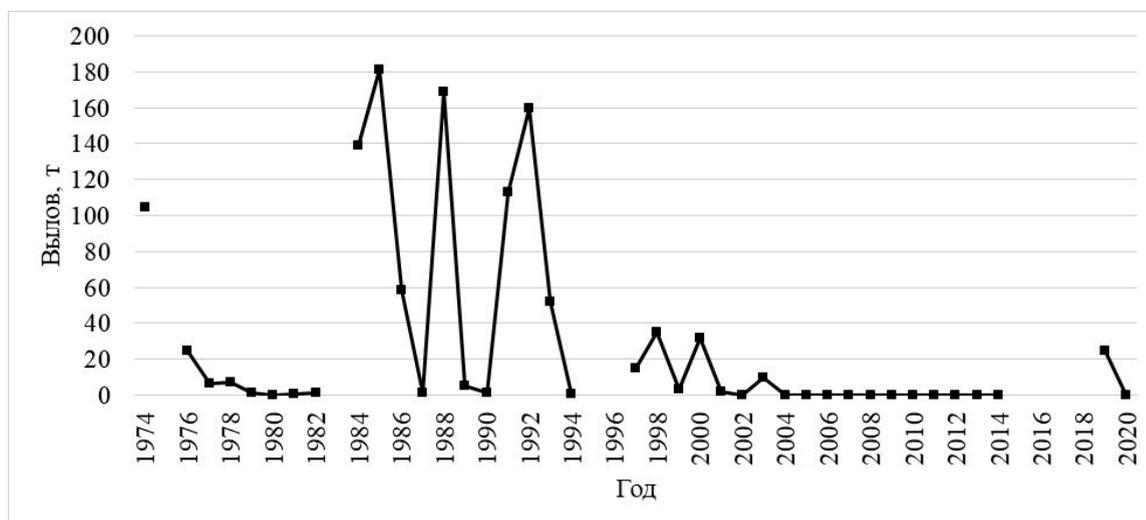


Рис. 9. Динамика уловов вьюна в бассейне р. Амур.

вьюна в довольно больших объёмах на территории Пади Забеловской (Смидовичский район ЕАО).

В последние годы торговые отношения с Китаем приостановлены, а на внутреннем рынке вьюн такого спроса не имеет. Поэтому освоение квот вьюна в 2020 г. составило 0,6% (0,15 т).

Наиболее перспективными из ещё не используемых водных биоресурсов являются виды рыб, занесённые в Красную книгу Хабаровского края¹. В официальной статистике данные по величине годового улова желтощёка и окуня-аухи встречаются с 1940 по 1988 гг. (рис. 10). Уловы сома Солдатова в промысловую статистику не попадали, т.к. рыбаки сда-

вали его и сдают в настоящее время, как амурского сома.

О численности видов можно судить по частоте их встречаемости в уловах. Окунь-ауха, сом Солдатова и желтощёк, которые в 1970–1980-е гг. исчезли из уловов, в настоящий момент довольно часто стали встречаться в уловах на Нижнем и Среднем Амуре. В последние годы в каждой точке проведения научно-исследовательских сетей в сети попадают один или более экземпляров рыб, занесённых в Красную Книгу. Так окуня-ауху отмечали в среднем в каждом 9 сетном улове, желтощёка – в каждом 8. Крупный сом Солдатова, с массой тела более 10 кг – не редкость. В настоящее

¹Из Красной Книги Российской Федерации эти виды в 2020 г. выведены, но в региональной Красной Книге пока ещё значатся.

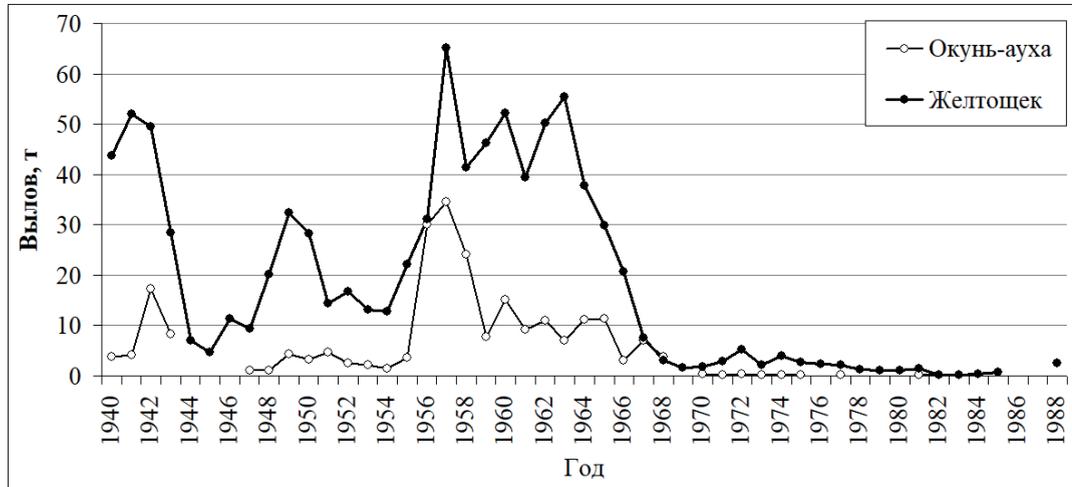


Рис. 10. Динамика величины годового улова желтощёка и окуня-аухи с 1940 по 1988 гг.

Таблица 6. Доля сома Солдатова, окуня-аухи и желтощёка в научно-исследовательских сетных уловах

Вид	В среднем за все годы промысла, %	В настоящее время, %
Сом Солдатова	1,00	1,00
Окунь-ауха	0,04	2,98
Желтощёк	0,28	0,45

время доля желтощёка и окуня-аухи в уловах выше, чем была в годы интенсивного промысла, а доля сома Солдатова восстановилась до прежнего уровня (табл. 6).

Это хищные виды и имеют низкую численность. Однако, если сравнивать их долю с долей других хищных видов рыб в наших уловах, то в некоторых районах численность этих видов выше, чем доля амурской щуки, амурского сома и монгольского краснощёка. Например, в 2020 г. в научно-исследовательских уловах в Нанайском районе доля желтощёка в 2 раза превышала долю щуки и в полтора раза долю амурского сома, доля окуня-аухи превышала в 2,5 раза долю щуки и в 1,7 раза долю амурского сома. В Амурском районе в 2020 г. доля окуня-аухи в уловах также превышала доли

щуки и амурского сома (рис. 11). В Хабаровском районе и на территории ЕАО доля желтощёка в сетных научно-исследовательских уловах в последние 10 лет выше долей амурского сома и монгольского краснощёка (рис. 12).

Можно констатировать, что ареалы сома Солдатова, окуня-аухи и желтощёка полностью восстановились, они встречаются в пойменной системе Амура на всей территории ЕАО и Хабаровского края и являются перспективными для промысла объектами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований подтверждают, что запасы ценных видов промысловых рыб в Нанайском и Хабаровском районах Хабаровского края и в ЕАО находятся на грани перелома. Уменьшение

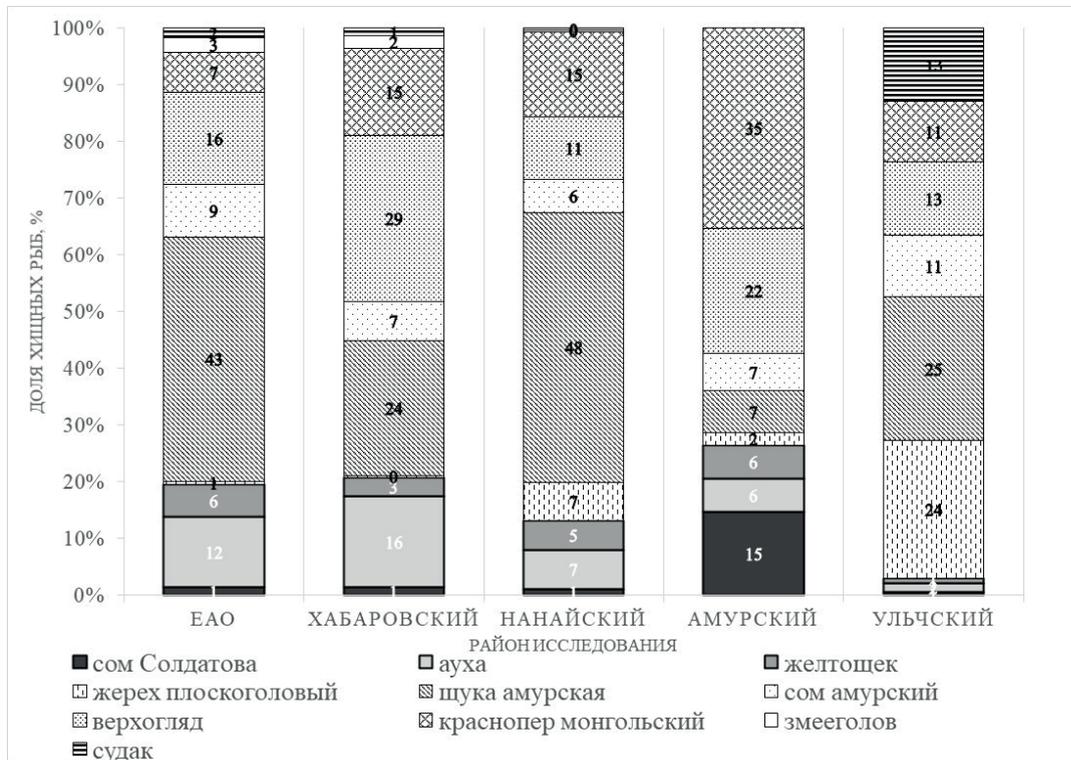


Рис. 11. Соотношение хищных рыб в уловах научно-исследовательских сетей в 2010–2019 гг. (по численности).

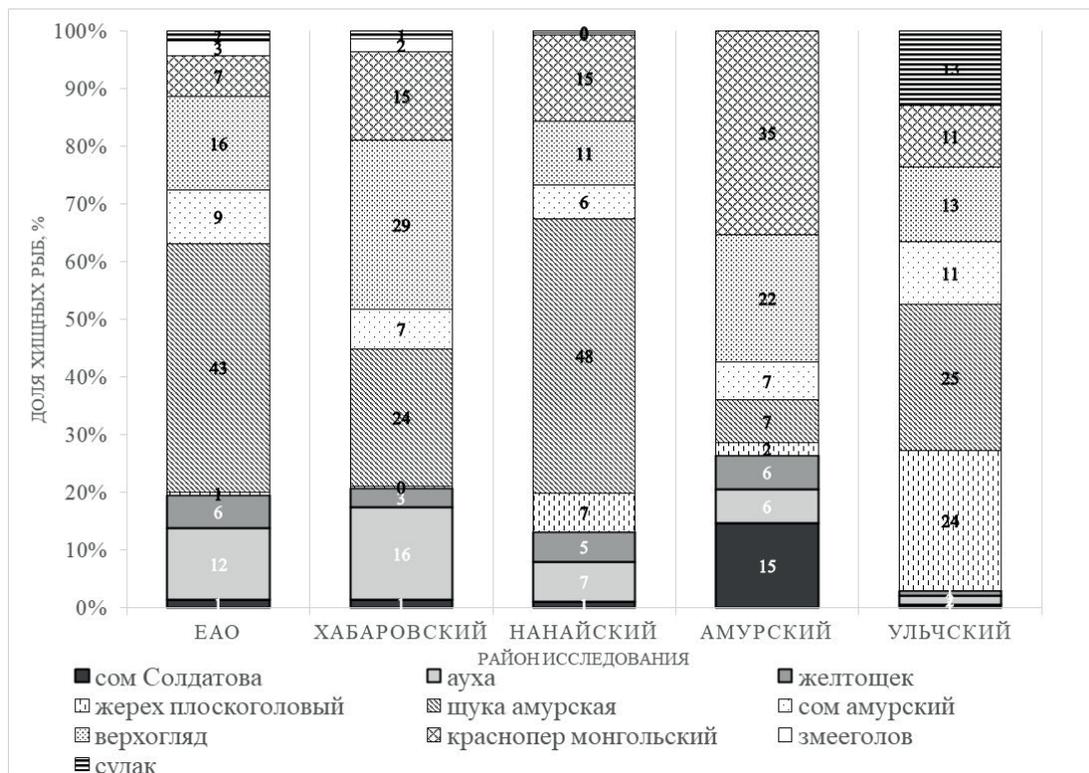


Рис. 12. Соотношение хищных рыб в уловах научно-исследовательских сетей в 2020 г. (по численности).

доли ценных промысловых видов и увеличение доли малоценных видов рыб, уменьшение величины удельного улова промысловых сетей – это признаки высокой интенсивности промысла и, как следствие, подрыва запасов.

Запасы пресноводных рыб в Ульяновском и Николаевском районах на данный момент подвергаются активному промысловому прессу в связи с перемещением в эти районы основных промысловых мощностей. В Ульяновском районе в 2020 г. отмечено снижение биомассы промзапаса. В ближайшее время в Николаевском и Ульяновском районах можно ожидать продолжение снижения биомассы промзапаса, что говорит о высоком промысловом прессе.

В это же время освоение ОДУ в Хабаровском крае, ЕАО и АО остается неполным – в одних районах, за счёт видов, которые не пользуются спросом, в других – по причине недостаточного развития промысла.

Новыми перспективными объектами для промысла на сегодня являются вьюн, судак и виды, занесённые в Красную книгу Хабаровского края – сом Солдатова, ауха, желтощёк. Запасы вьюна довольно большие, лов его специализированный и не наносит значительного ущерба популяциям других видов рыб, но этот промысловый объект не пользуется спросом. Судак, как промысловый вид, является ценным – спрос на судака значительно вырос среди потребителя за последние годы. Численность судака в Амуре значительно увеличилась и в 2020 г. его доля в уловах в нижней части Нижнего Амура (Ульчский р-н) значительно превышала долю в уловах остальных хищных видов (рис. 12).

Виды, занесённые в Красную книгу Хабаровского края, (сом Солдатова, ауха, желтощёк) ранее пользовались высоким спросом. В середине прошлого

века уловы желтощёка доходили до 60 т, окуня-аухи – до 30 т. Эти виды на сегодня восстановили свою численность и ареалы обитания. В некоторых районах доли этих видов в уловах научно-исследовательских сетей превышают доли других хищных рыб (рис. 11 и 12).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабанищikov Е.И., Назаров В.А., Свицкий В.Г. Фауна круглоротых и рыб озера Ханка // Известия ТИНРО. 2006. Том 146. С. 97–110.

Бурик В.Н. Пойменные ихтиоценозы равнинных притоков Амура (на примере рек Еврейской автономной области) // Вопр. рыбного хозяйства Беларуси. Минск. 2014. Т. 30. С. 248–266.

Бушув В.П., Барабанищikov Е.И. Пресноводные и эстуарные рыбы Приморья. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. 314 с.

Васильева Е.Д. Вьюны (род *Misgurnus*, Cobitidae) азиатской части России I. Видовой состав рода в водах России (с описанием нового вида) и некоторые номенклатурные и таксономические проблемы близких форм с территориями сопредельных стран // Вопр. ихтиологии. 2001. Т. 41. № 5. С. 581–592.

Васильева Е.Д., Васильев В.П., Скоморохов М.О. Вьюны (род *Misgurnus*, Cobitidae) азиатской части России II. Морфологическая характеристика, синонимия, диагнозы, кариология, особенности биологии и распространение // Вопр. ихтиологии. 2003. Т. 43. № 4. С. 447–456.

Васильев В.П., Васильева Е.Д. Сравнительная кариология видов родов *Misgurnus* и *Cobitis* (Cobitidae) бассейна реки Амур в связи с их таксономическими отношениями и эволюцией кариотипов // Вопр. ихтиологии. 2008. Т. 48. № 1. С. 5–17.

Кириленко Л.В. Рыбохозяйственное использование судака (*Stizostedion lucioperca*) (L.) озёр Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1992. 19 с.

Коновалов А.Ф. Роль судака (*Stizostedion lucioperca* (L.)) в экосистемах крупных озёр

Вологодской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2004. 27 с.

Коцюк Д.В. Формирование ихтиофауны Зейского водохранилища: ретроспективный анализ и современное состояние: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2009. 24 с.

Кудерский Л.А. Условия существования и перспективы расселения судака водоёмов Карелии // Рыбн. хоз-во Карелии. 1964. Вып. 8. С. 154–209.

Мамилов Н.Ш., Балабиева Г.К., Койшыбаева Г.С. Распространение чужеродных видов рыб в малых водоёмах Балхашского бассейна // Рос. журн. биол. инвазий. 2010. Т. 3. № 2. С. 29–36.

Назаренко А.А. Позвоночные животные заповедника «Ханкайский» и приханкайской низменности / отв. ред. А.А. Назаренко, Владивосток: ООО РИЦ «Идея», 2006. 305 с.

Пробатов А.Н. Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Уч. зап. ПермГУ. 1935. Т. 1. Вып. 1. С. 33–72.

Самойлов К.Ю. Структура популяции и фенетическое разнообразие судака *Sander lucioperca* (L.) Волго-Ахтубинской системы нижней Волги: Дис. ... канд. биол. наук. М., МГУ. 2017. 111 с.

Свирский В.Г., Барабанищikov Е.И. Биологические инвазии как элемент антропогенного давления на сообщество гидробионтов озера Ханка // Рос. журн. биол. инвазий. 2009. Т. 2. № 2. С. 29–36.

Семенченко Н.Н. Распространение и обилие пресноводных промысловых рыб р. Амур // Всерос. конф. «Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России: Материалы Дальневосточной

региональной конференции, посвященной памяти А.П. Васьяковского и в честь его 100-летия. 22–24 ноября. Магадан, 2011. С. 161–162.

Семенченко Н.Н. Распределение биомассы промысловых пресноводных рыб р. Амур по отдельным районам промысла // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: сб. мат-лов Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посв. 85-летию КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский. КамчатНИРО. 2017. С. 96–100.

Семенченко Н.Н., Островская Е.В. Рост и биологическая характеристика обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) р. Амур // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 3. С. 571–585.

Сечин Ю.Т. Оптимальный ассортимент сетей для водохранилищ // Труды Саратовского отделения ГОСНИОРХ. 1969. Т. 9. С. 8–63.

Стерлигова О.П., Рюкшиев А.А., Ильмаст Н.В. Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* (L.) озёр Онежского и Выгозера // Биология внутренних вод. 2012. № 2. С. 55–60.

Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. М: Пищевая промышленность. 1974. 446 с.

Bogutskaya N.G., Naseka A., Shedko S., et al. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters. 2008. V. 19. P. 301–366.

Eschmeyer W. N., Fricke R., van der Laan R. (eds). Catalog of fishes: genera, species, references. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Electronic version accessed 20 July 2017.

**RESEARCHES OF FRESHWATER COMMERCIAL FISH
SPECIES OF THE AMUR RIVER BASIN IN 2018–2020
(BIOLOGICAL STATE, ABUNDANCE, DISTRIBUTION,
AND PROSPECTIVE TARGETS OF THE FISHERY)**

E.V. Ostrovskaya, N.N. Semenchenko

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

Studies of the species composition and relative biomass of freshwater commercial fish of the Amur River in different districts of Khabarovsk Krai, Jewish Autonomous Region, and Amur Oblast in the period from 2018 to 2020 were conducted. A comparative analysis of research net catches for the period 2018–2020 with research net catches for the period 2000–2017 is provided. An assessment of fishing pressure in different fishing areas over the past 10 years is given. There has been a significant decrease in the biomass of the commercial stock in areas with high fishing pressure. It presents promising targets for freshwater fish species that, for various reasons, are not used by the fishery today.

Key words: Amur River, commercial freshwater fish, species composition, abundance, commercial stock biomass.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 639.215

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-209-220

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ
И ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА ЖЕЛТОЩЁКА
ELOPICHTHYS BAMBUSA (RICHARDSON, 1845)
(CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) РЕКИ АМУР**

© 2022 г. Н.Н. Семенченко, Е.В. Островская,
А.П. Касаткина, Е.В. Ершова, С.В. Сиротин

Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038
E-mail: n.semenchenko@mail.ru

Поступила в редакцию 12.08.2022 г.

Желтощёк *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) – ценный промысловый вид. В 2020 г. после более чем двадцатилетнего запрета на промысел, желтощёк был выведен из списка рыб Красной книги России. На основе данных научно-исследовательских сетных съёмов (2437 ловов) 2010–2021 гг. показано увеличение его численности в последние годы в российской части бассейна р. Амур, по сравнению с концом XX в. Это подтверждается расширением ареала вида как вверх, так и вниз по Амуру, а также встречаемостью мигрантов желтощёка в прибрежных водах северо-западного Сахалина. Вместе с тем, в абсолютных величинах численность этого хищника невелика. Для решения вопроса о введении в промысел желтощёка необходимо проведение научно-исследовательских работ для изучения многих сторон его биологии, и, прежде всего, роста, возрастной структуры, возраста массового созревания, а также изучения влияния китайского промысла на современное состояние его биоресурсов. Полученные предварительные оценки биомассы промзапаса желтощёка (9,2 т) и минимального возможного его изъятия (1,7 т) позволяют приступить к этим работам.

Ключевые слова: желтощёк, р. Амур, ареал, численность, промышленный лов, промысловый запас.

ВВЕДЕНИЕ

Желтощёк *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) крупный представитель пресноводных рыб р. Амур, ценный промысловый вид. В связи со снижением численности рыб р. Амур к 90-м годам прошлого века промысел пресноводных рыб здесь фактически прекратился. Уловы упали до минимума, некоторые виды рыб исчезли из уловов. В связи с этим встал вопрос об охране этих видов пресноводных промысловых рыб р. Амур и внесении их в список рыб Красной книги России (Павлов и др., 1994). Желтощёк был включен в

Красную книгу Российской Федерации, как вид, находящийся под угрозой исчезновения (охранный статус 1 категория) (Красная книга РФ..., 2001). Позднее желтощёк был внесен и в региональные Красные книги: Еврейской автономной области (ЕАО) (1 категория) (2004), Хабаровского края (1 категория) (2008), Амурской области (3 категория, редкий вид, находящийся на северной границе ареала) (2009) и Сахалинской области (1 категория) (2001).

С начала XXI в. при полном отсутствии промышленного лова численность пресноводных рыб, включая жел-

тощёка, начала восстанавливаться. Восстановление численности желтощёка стало заметно при появлении этого вида рыб на рынках г. Хабаровска под торговым названием «нельма». В 2020 г., после более чем двадцатилетнего запрета промысла, желтощёк был выведен из списка рыб Красной книги России (Приказ..., 2020). Однако в настоящее время этот вид всё ещё находится в списках региональных Красных книг. Почти во всех регионах (кроме Хабаровского края (Красная книга..., 2018)) категория охранного статуса желтощёка изменилась: в Красной книге Амурской области (2019) – это охранный статус 3 категории – редкий малочисленный вид; в водоёмах Амурской области – вид находится на границе ареала; в Красной книге ЕАО (2014) – 3 категория – редкий вид, обитающий в бассейне Амура на границе ареала); в Красной книге Сахалинской области – редкий вид с нерегулярным пребыванием (2016). Международным союзом охраны природы (МСОП, IUCN) в настоящее время желтощёку присвоена категория DD (Data Deficient). Эта категория применяется МСОП, когда имеющейся информации недостаточно для оценки охранного статуса, т.е. нет современного материала о состоянии вида для того, чтобы была определена оценка риска его исчезновения. Действительно, после включения желтощёка в список рыб, занесенных в Красные книги, сведений в современной литературе по биологии и численности желтощёка почти нет. Можно ожидать, что в скором времени, после очередного выхода новых региональных Красных книг, желтощёк будет выведен из списков во всех регионах России. После снятия охранного статуса он может опять стать объектом промысла. Поэтому целью работы является предварительная оценка численности и про-

мыслового запаса желтощёка на основе собранного в последние годы материала и литературных данных, как необходимых параметров для организации рационального использования ресурсов этого вида в р. Амур.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собирали при проведении научно-исследовательских работ, необходимых для оценки биологического состояния и численности промысловых пресноводных рыб р. Амур. Во всех районах исследования относительную численность определяли для 18 видов рыб: сазан амурский – *Cyprinus rubrofuscus* Lacepède, 1803, щука амурская – *Esox reichertii* Dybowski, 1869, сом амурский – *Silurus asotus* Linnaeus, 1758, толстолобик белый – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), белый амурский лещ – *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855), верхогляд – *Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855), сиг амурский – *Coregonus ussuriensis* Berg, 1906, краснопер монгольский – *Chanodichthys mongolicus* (Basilewsky, 1855), амурский плоскоголовый жерех – *Pseudaspius leptocephalus* (Pallas, 1776), змееголов – *Channa argus* (Cantor, 1842), желтопёр крупночешуйный – *Xenocypris macrolepis* Bleeker, 1871, конь-губарь – *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776), конь пятнистый – *Hemibarbus maculatus* Bleeker, 1871, язь амурский – *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869), уклей – *Culter alburnus* Basilewsky, 1855, косатка-скрипун китайская – *Tachysurus fulvidraco* (Richardson 1846), косатка-плеть – *Tachysurus ussuriensis* (Дыбовский 1872), серебряный карась – *Carassius gibelio* (Bloch, 1784). Экспедиции с целью сбора материала проходили в основном на НИС «Профессор Солдатов», кроме того организовывали полевые выезды на автотранспорте в разные районы бассейна р. Амур так, чтобы в

течение года облавливать все контрольные точки во всех административных районах Хабаровского края и ЕАО.

Методика оценки плотности и относительной численности рыб основана на данных контрольных обловов сетными орудиями лова. Рыб отлавливали в период нереста и нагула (май-октябрь) с 2010 по 2021 гг. За период исследований при 2437 постановках и сплавах сетей с шагом ячеи от 10 до 70 мм поймано 37,056 тыс. рыб общей массой 19,080 т.

Показателем численности и биомассы рыб обычно является величина удельного улова, т.е. число или биомасса пойманных рыб на одно орудие лова. Объем обловленной воды сетью (V , м³) определяли по формулам А.И. Трещева (1974): $V = h \times L \times S$, где L – длина сети (м), h – высота сети (м), S – длина сплава (м) (для плавных сетей); $V = 3,14 \times L^2/4 \times h$, где L – длина сети (м), h – высота сети (м) (для ставных сетей). Уловы разных сетей стандартизовали приведением к биомассе улова в 1000 м³, различия во времени работы сети нивелировали приведением к 1 часу работы орудия лова.

В улове каждой сети определяли вид пойманных рыб, число особей каждого вида, длину и массу каждой из пойманных в сеть рыб. Для определения относительной численности и биомассы пресноводных рыб в разных районах Амура использовали методику Ю.Т. Сечина (1969), обосновывающую вылов рыб каждого размера сетью с определенным шагом ячеи. Применение набора сетей с шагом ячеи от 10 до 70 мм позволяет облавливать рыб всех размерно-возрастных групп. Относительную биомассу рыб одного вида, или индекс биомассы вида (W_i , кг), в каждой точке лова определяли, как сумму индексов биомасс этого вида рыб в наборе сетей ($W_i = W_{10} + W_{20} + W_{30} + W_{40} + W_{50} + W_{60} + W_{70}$) (Семенченко, 2017). Учитывая число

особей в каждом наборе сетей, определяли относительную численность, или индекс численности (N_i , экз.) каждого вида рыб в наборе сетей ($N_i = N_{10} + N_{20} + N_{30} + N_{40} + N_{50} + N_{60} + N_{70}$). Учитывая только тех рыб, которые достигли промыслового размера, рассчитали индексы промыслового запаса (Q_i) каждого вида. В качестве показателя биомассы промыслового запаса конкретного вида в точке съёмки, принимали суммарную биомассу рыб промыслового размера этого вида в 1000 м³ воды за час работы набора сетей, которыми облавливался данный вид. Анализ данных индексов по всем видам рыб в улове даёт представление о размерном и видовом составе рыбного населения на конкретном участке реки (в конкретном административном районе).

Сведения по вылову пресноводных рыб р. Амур поступают отдельно по административным районам, эти же районы использовали в качестве условных районов промысла. Для определения доли желтощёка в уловах использовали сведения, характеризующие относительную численность и биомассу пресноводных промысловых рыб и желтощёка в каждом административном районе. Для расчётов использовали пакеты прикладных программ STATISTICA и Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Желтощёк – крупный хищник, в связи с чем, численность его не велика. В среднем за весь период промысла доля желтощёка в общем вылове пресноводных рыб составляла всего 0,27 %. Максимальные уловы пресноводных рыб (частика) в р. Амур отмечены в 1940–1942 гг. В эти годы добывали в среднем 15,6 тыс. т частика в год, при этом среднегодовой улов желтощёка составлял 48,4 т. Максимальный улов желтощёка зарегистрирован в 1957 г. – 65,1 т (рис. 1).



Рис. 1. Динамика уловов желтощёка (т) за период с 1940 по 2000 гг.

К началу 1970-х годов уловы желтощёка упали. Снижение его уловов проходило на фоне снижения численности и уловов всех пресноводных рыб р. Амур. В 1988 г. доля желтощёка в общем улове частика составила 0,3%, поймано было всего 2,55 т, а уже с 1989 по 1999 гг. желтощёк вообще не встречался в сетях. С этим и было связано его внесение в Красную книгу Российской Федерации (2001) к началу XXI в.

После включения желтощёка в перечень видов животных, занесенных в Красную книгу Хабаровского края, официальный промысел вида прекратился, он исчез из промысловой статистики и отмечался лишь органами рыбоохраны при регистрации браконьерских уловов, а также при проведении научного лова.

Судя по величине годового улова, максимальная численность желтощёка р. Амур была в 1940–1950-х гг. (рис. 1). Известно, что одним из показателей численности вида является величина нагульного ареала. Увеличение численности сопровождается увеличением длины миграционных путей, в результате нагульный ареал увеличивается (Мо-

настырский, 1952; Никольский, 1965). В середине прошлого века нагульный ареал желтощёка доходил вверх по Амуру до р. Беряя (с. Кумара). Вниз по Амуру граница его распространения пролегала в районе пос. Дуди, при этом ниже пос. им. Максима Горького желтощёк был очень редок (Никольский, 1956) (рис. 2).

Желтощёк – теплолюбивый представитель субтропической сино-индийской фауны рыб (Bogutskaya et al., 2008). Основная часть его ареала находится в субтропиках (между 30° и 45° с.ш.). Нативный вид в России, Китае и Вьетнаме. Бассейн р. Амур – северная граница ареала. В последние 20 лет ареал желтощёка значительно расширился, при этом он сдвинулся вверх по р. Амур на север почти на 500 км (рис. 2). В настоящее время желтощёк редкая, но обычная рыба и в нижней части Нижнего Амура, встречается в Амурском лимане. Пресноводный вид, толерантен к слегка солоноватой воде. В связи с чем, в некоторые годы доходит до побережья Сахалина. Такое расширение ареала говорит об увеличении численности желтощёка.

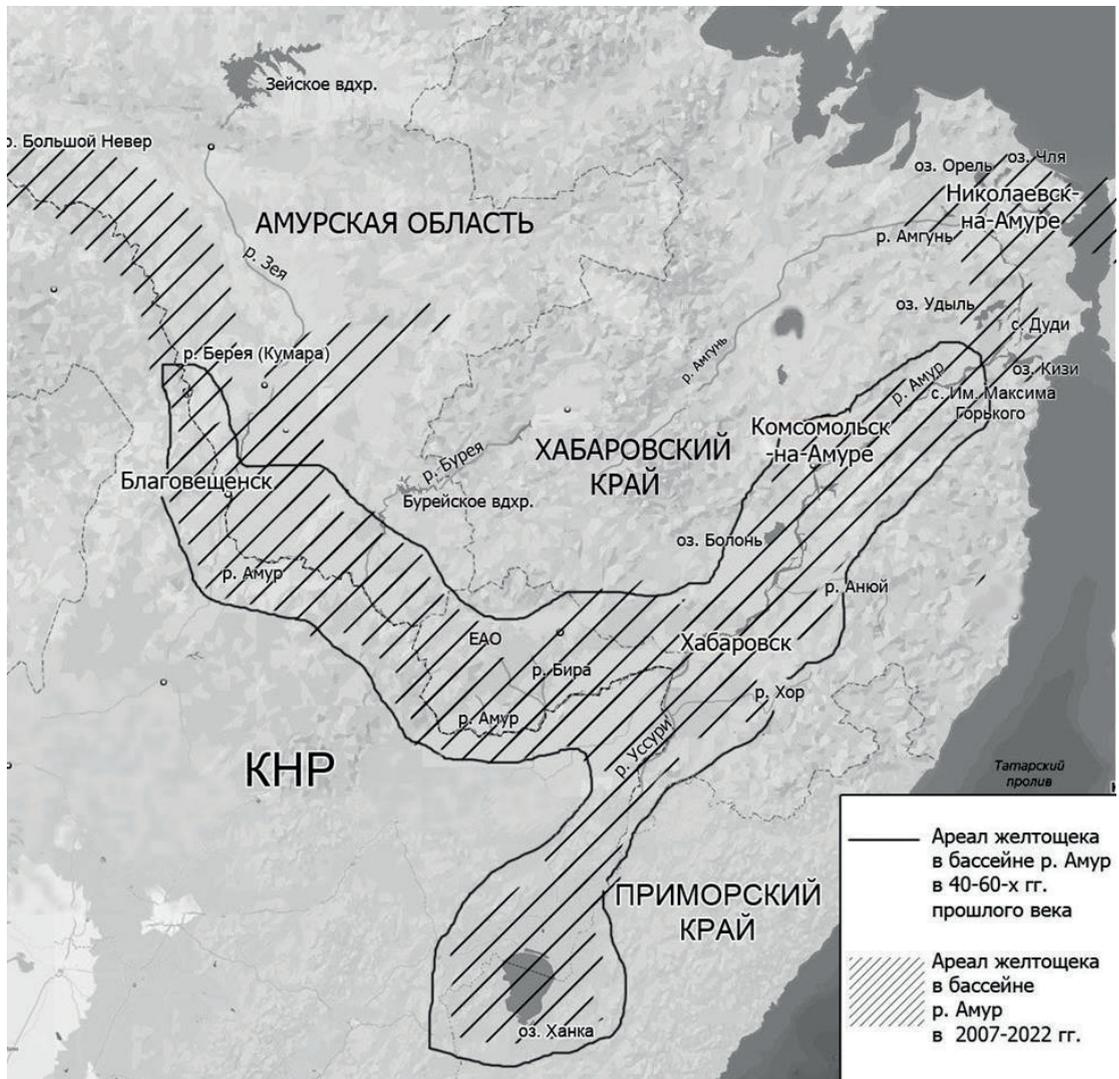


Рис. 2. Ареал желтощёка в бассейне р. Амур.

В связи с выводом желтощёка из списка видов рыб, занесенных в Красную книгу, скоро встанет вопрос об определении его промыслового запаса и возможного улова. В настоящее время желтощёк не внесен в список промысловых видов рыб (Приказ..., 2012). Для внесения желтощёка в список промысловых видов Хабаровского края и ЕАО, необходимо предоставить обоснование его возможного вылова. Сведений, необходимых для подготовки биологического обоснования вылова желтощёка в настоящее время нет. Промысел желтощёка не проводили более 35 лет. Однако, даже для

проведения научных исследований необходимы предварительная оценка численности и обоснование вылова желтощёка. Цель такого обоснования – оценить после долгого отсутствия сведений о состоянии биоресурсов, как подействует даже небольшое изъятие с научными целями на численность желтощёка.

Ежегодно, при сборе материала, необходимого для оценки численности промысловых пресноводных рыб р. Амур, в уловах наших сетей встречался и желтощёк. Его ловили в 5 районах Хабаровского края (за исключением Комсомольского) и в ЕАО.

На основе анализа контрольных образцов наборами разноячейных сетей для 18 видов пресноводных рыб и желтощёка, обитающих в пойменной системе р. Амур, были определены: индекс биомассы, индекс промзапаса, а также индексы численности желтощёка в разных районах Хабаровского края и ЕАО. В каждом районе, где в уловах встречался желтощёк, определили его долю в суммарной биомассе промысловых рыб. Доля биомассы желтощёка в общей биомассе промысловых рыб различается по районам (рис. 3).

Доля желтощёка в общей биомассе промысловых рыб увеличивается от устья р. Амур вверх по реке, минимальная – в Николаевском районе (0,05%), максимальная – в Хабаровском районе (6%). Годовики и сеголетки желтощёка, которые облавливаются сетями с шагом ячеи 10–20 мм, встречаются во всех районах. Больше всего молоди желтощёка первых лет жизни нагуливается в пойменных водоёмах Нанайского района, много молоди и в Николаевском районе (рис. 4).

Основным местом обитания желтощёка является верхняя часть Нижнего Амура (пойменные водоёмы Амурского, Нанайского и Хабаровского районов Хабаровского края). На территории ЕАО численность желтощёка значительно ниже, чем в соседнем с ним Хабаровском районе, что, вероятнее всего, вызвано высокой интенсивностью китайского промысла (рис. 4). Основные места нереста желтощёка находятся на приграничных с Китаем участках р. Амур (от Хабаровска до р. Сунгари) и в р. Сунгари.

Промысел желтощёка на территории Китая все годы до настоящего времени не прекращался. Ограничен он только промысловой мерой (40 см) (Соглашение..., 1994), что значительно меньше размеров созревания самок желтощёка (от 60 (Никольский, 1956) до 87 см (Крыхтин, Горбач, 1997)). В по-

граничных с Китаем районах не только ниже численность желтощёка, но и почти нет крупных половозрелых рыб (рис. 5). То есть все годы, пока на территории России желтощёк находился под охраной государства, на территории Китая вылавливали не только его производителей, но и рыб, не достигших половой зрелости.

Учитывая только тех рыб, которые достигли промыслового размера, рассчитали индексы промыслового запаса желтощёка во всех районах. Оказалось, что в основном половозрелые особи желтощёка встречаются в Хабаровском районе, значительно меньше их на территории ЕАО и некоторая часть половозрелых рыб отмечена в Ульчском районе (табл.). Ранее (Семенченко, 2017), учитывая площади водоёмов, имеющие рыбохозяйственное значение в каждом административном районе, и видовой состав рыб, а также индексы биомассы промзапаса каждого вида рыб в Амуре, определили ОДУ и промысловый запас рыб для каждого административного района Хабаровского края и ЕАО. Определив долю желтощёка в общей биомассе промзапаса промысловых рыб района, рассчитали биомассу промзапаса желтощёка, а также его возможный годовой улов (табл.). Возраст созревания самок, используемый при определении возможной доли изъятия рыб от численности промыслового запаса, различается у разных авторов. Так, по данным Г.В. Никольского (1956) желтощёк созревает на 6-м году жизни. В.В. Васнецов (1958), изучая рост неполовозрелых рыб, полагал, что половая зрелость наступает на пятом году жизни. По данным других авторов желтощёк достигает половой зрелости на 6–7 годах жизни (Павлов и др., 1994; Атлас пресноводных рыб..., 2002). Поэтому при расчётах использовали два крайних варианта – 5 и 7 лет (табл.).

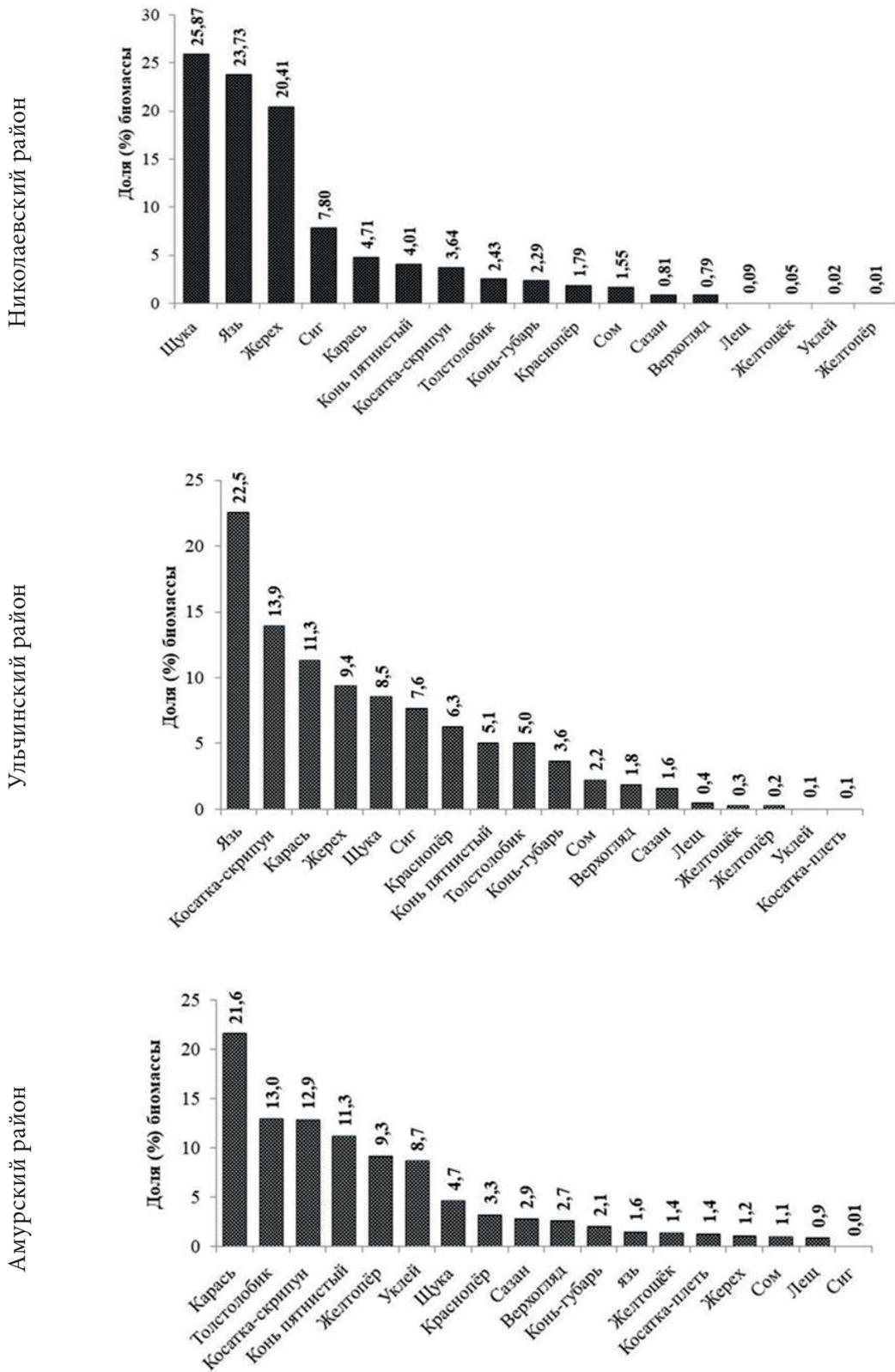


Рис. 3. Графики рангового распределения биомассы промысловых пресноводных рыб и доля (%) биомассы желтощёка в разных районах Хабаровского края и в ЕАО.

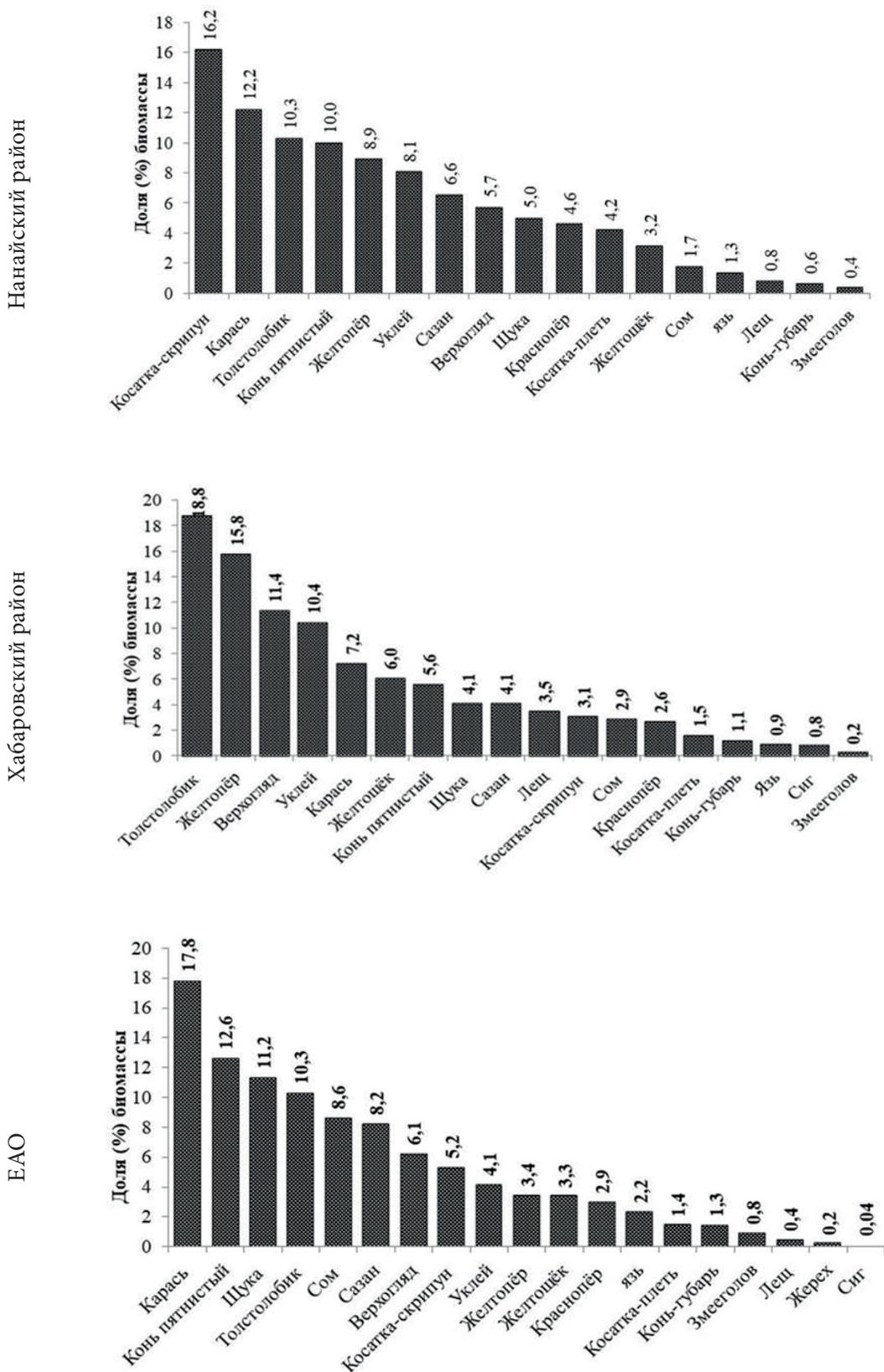


Рис. 3. Графики рангового распределения биомассы промысловых пресноводных рыб и доля (%) биомассы желтощёка в разных районах Хабаровского края и в ЕАО. Окончание.

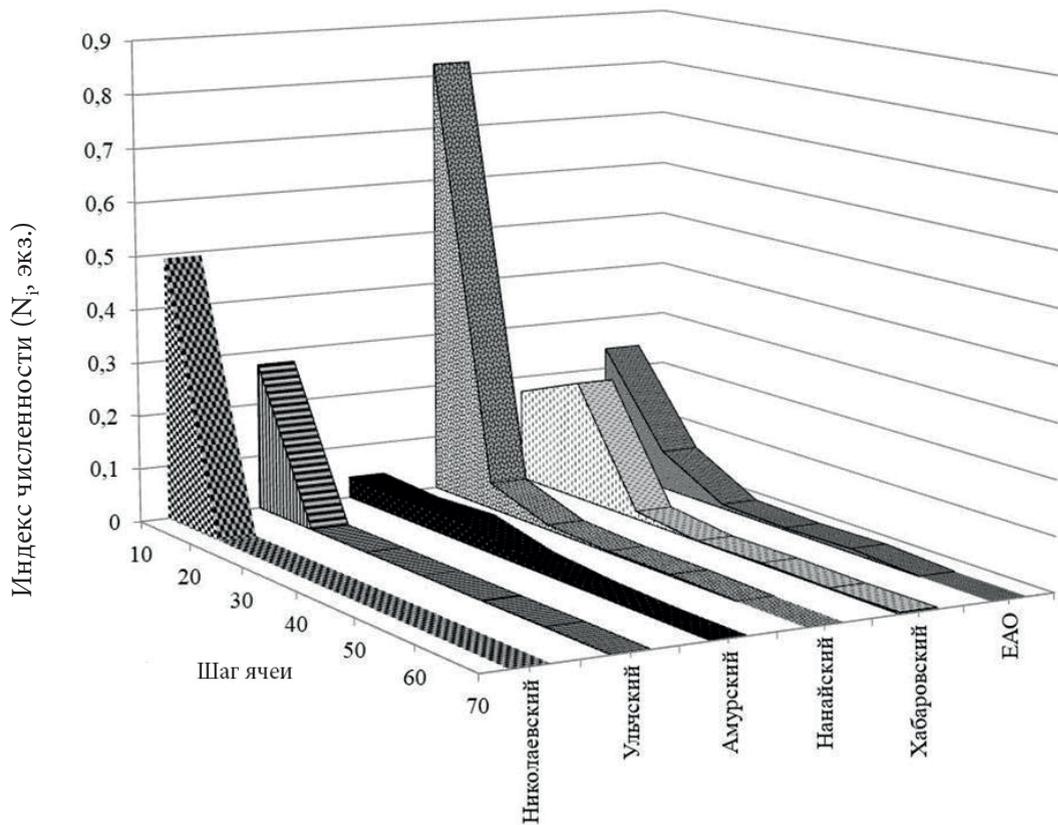


Рис. 4. Относительная численность желтощёка р. Амур в 5-ти районах Хабаровского края и в ЕАО в сетях с разной ячейей в пересчете на 1000 м³, за час лова.

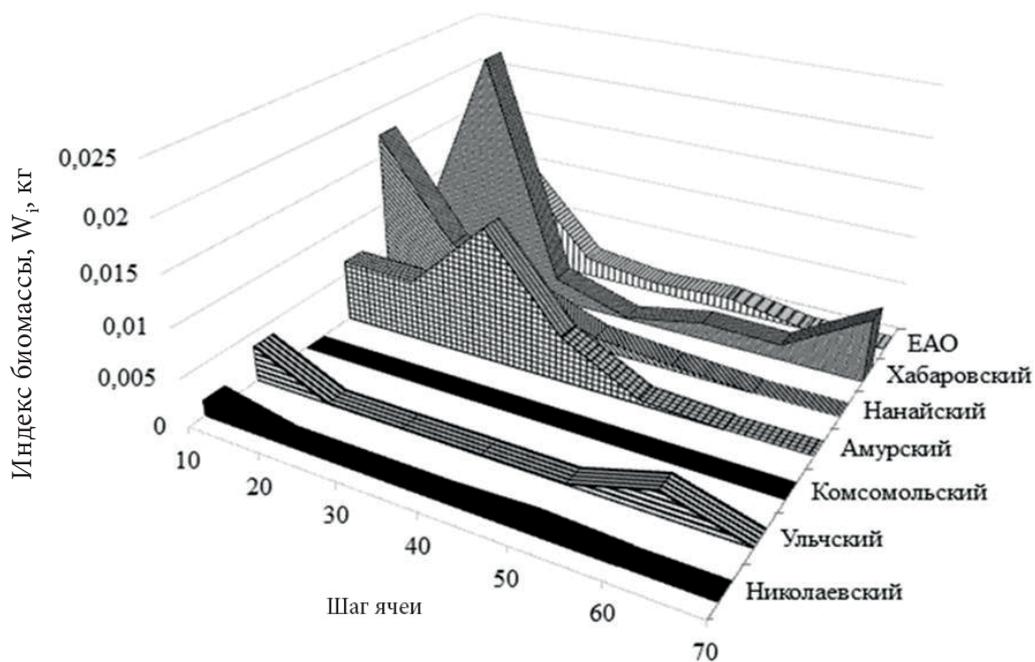


Рис. 5. Относительная биомасса желтощёка р. Амур в 5-ти районах Хабаровского края и в ЕАО в сетях с разной ячейей в пересчете на 1000 м³, за час лова.

Таблица. Расчёт биомассы промыслового запаса желтощёка на основе относительных уловов рыб

Административный район	Биомасса промзапаса рыб, т	Доля желтощёка от общей биомассы промзапаса рыб, %	Биомасса промзапаса желтощёка, т	Изъятие 23,4 % (созревание в 5 лет), т	Изъятие 18,6 % (созревание в 7 лет), т
Николаевский	888,6	0	0		
Ульчский	3496,6	0,14	4,9		
Амурский	1115,4	0	0		
Нанайский	793,6	0	0		
Хабаровский	236,5	1,34	3,17		
ЕАО	249,6	0,47	1,17		
Всего	6780,3		9,24 (2310 экз.)	2,2 (541 экз.)	1,72 (430 экз.)

Примечание: Биомасса промзапаса рыб по районам определена на 2021 г. Доля изъятия определена по Е.М. Малкину (1999).

В итоге промысловый запас желтощёка в российской части бассейна р. Амур в 2021 г. оценён в 9,24 т. При средней массе половозрелых рыб в уловах в 4 кг, численность промзапаса – 2310 рыб. При этом возможный вылов без ущерба популяции мог составить около 1,7–2,2 т.

Шаг ячеи сетей, применяемых для учёта относительной численности и плотности промысловых рыб р. Амура, от 10 до 70 мм недостаточен для облова особей всех возрастных групп. Средний размер желтощёка в сетях с шагом ячеи 60 мм – 66,7 см, 70 мм – 72,4 см. Максимальный размер желтощёка в наших уловах 122 см, но эта рыба может достигать и длины 2 м (Еремеева, 1951; Никольский, 1956). То есть при определении величины промыслового запаса желтощёка по уловам сетей, применяемых для научно-исследовательских работ, не учитываются рыбы старших возрастных групп. Однако и лов пресноводных рыб на р. Амур разрешен сетями с шагом ячеи не более 60–70 мм. Желтощёк с длиной тела более 1 м встречается в уловах таких сетей очень редко. В связи с этим рыб старших возрастных

групп можно не учитывать при определении величины промзапаса.

Таким образом, исходя из предосторожного подхода, по минимальной предварительной оценке без ущерба для популяции в российских водах Амура ежегодно можно изымать около 1,7 т желтощёка. Такой величины вполне достаточно для того, чтобы начать сбор материала, необходимого для оценки текущего биологического состояния и более точной оценки численности желтощёка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Более 20 лет промысел желтощёка был запрещён. Относительно конца прошлого века его численность в последние годы в российской части бассейна р. Амур возросла, что подтверждается расширением ареала вида как вверх, так и вниз по Амуру, а также встречаемостью мигрантов желтощёка в прибрежных водах северо-западного Сахалина. Вместе с тем, в абсолютных величинах численность этого хищника невелика. Для решения вопроса о введении в промысел желтощёка, необходимо проведение научно-исследовательских работ

для изучения многих сторон его биологии, и, прежде всего роста, возрастной структуры, возраста массового созревания, а также изучения влияния китайского промысла на современное состояние биоресурсов желтощёка. Полученные предварительные оценки биомассы его промзапаса (9,2 т) и минимального возможного изъятия (1,7 т) позволяют приступить к этим работам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас пресноводных рыб России: монография.* Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.
- Васнецов В.В.* Опыт анализа роста рыб реки Амур // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. 1958. Т. 4. С. 7–41.
- Еремеева Е.Ф.* Желтощёк *Elopichthys bambusa* (Richardson) как объект акклиматизации // Труды института морфологии животных им. А.Н. Северцова. 1951. Вып. 5. С. 50–80.
- Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов.* Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2009. 446 с.
- Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальный справочник.* Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2019. 499 с.
- Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных.* РИОТИП. Хабаровск, 2004. 144 с.
- Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных (Электронный ресурс).* Биробиджан: Изд. дом «Биробиджан», 2014. 267 с. 1 электрон. опт. диск. Системные требования: IBM PC; Acrobat Reader 3.0 и выше.
- Красная книга Российской Федерации (животные).* М.: АСТ: Астрель, 2001. 862 с.
- Красная книга Сахалинской области: Животные.* Юж-но-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2001. 190 с.
- Красная книга Сахалинской области: Животные.* 2-е изд. М.: Буки Веди, 2016. 252 с.
- Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных.* (3-е изд.). Хабаровск: Приамурские ведомости, 2008. 632 с.
- Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, грибов и животных: официальное издание.* Воронеж: ООО «Фаворит», 2018. 604 с.
- Крыхтин М.Л., Горбач Э.И.* Темп полового созревания и плодовитость желтощёка *Elopichthys bambusa* в бассейне Амура // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. № 4. С. 506–511.
- Малкин Е.М.* Репродуктивная и численность изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО. 1999. 146 с.
- Монастырский Г.Н.* Динамика численности промысловых рыб // Труды ВНИРО. 1952. Т. 21. С. 3–162.
- Никольский Г.В.* Рыбы бассейна Амура. М.: АН СССР. 1956. 551 с.
- Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Наука, 1965. 380 с.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Соколов Л.И., Алексеев С.С.* Редкие и исчезающие животные: Рыбы. М.: Высш. шк., 1994. 334 с.
- Приказ* Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) № 162 от 24.03.2020. 17 стр.
- Ш Минсельхоза России* № 548 от 16.10.2012.
- Семенченко Н.Н.* Распределение биомассы промысловых пресноводных рыб р. Амур по отдельным районам промысла // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сб. материалов всерос. научной конференции, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3-6 октября 2017 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. С. 96–100.

Сечин Ю.Т. Оптимальный ассортимент сетей для водохранилищ // Труды Саратовского отдел. ГОСНИОРХ. 1969. Т. 9. С. 8–63.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в области охраны, регулирования и воспроизводства живых водных ресурсов в пограничных водах рек Амур и Уссури (Пекин, 27 мая 1994 г.). Правила по охране, регулированию и

воспроизводству рыбных запасов в пограничных водах рек Амур и Уссури.

Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 446 с.

Bogutskaya N.G., Naseka A.M., Shedko S.V., Vasil'eva E.D., Chereshnev I.A. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters. 2008. V. 19. No. 4. P. 301–366.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE NUMBER AND COMMERCIAL STOCK OF YELLOWCHECK *ELOPICHTHYS BAMBUSA* (RICHARDSON, 1845) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) AMUR RIVER

**N.N. Semenchenko, E.V. Ostrovskaya,
A.P. Kasatkina, E.V. Ershova, S.V. Sirotin**

*Khabarovsk branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038*

Yellowcheck *Elopichthys bambusa* (Richardson, 1845) is a valuable commercial species. In 2020, after more than twenty years of a ban on fishing, the yellowcheck removed from the list of fish in the Red Book of Russia. Based on the data of scientific research surveys by nets (2437 catches) of 2010–2021, an increase in its number in recent years in the Russian part of the Amur River basin, compared with the end of the XX century, is shown. This is confirmed by the expansion of the species' range both up and down the Amur, as well as by the occurrence of yellowcheck migrants in the coastal waters of northwestern Sakhalin. At the same time, in absolute terms, the number of this predator is small. In order to solve the issue of introducing yellowcheck into the fishery, it is necessary to conduct studies to research many aspects of its biology, and, above all, growth, age structure, age of mass maturation, as well as to research the influence of Chinese fishing the current state of its biological resources. The obtained preliminary estimates of the commercial stock's biomass of yellowcheck (9,2 tons) and its minimal possible catch (1,7 tons) allows starting these works.

Keywords: yellowcheck, amur river, range, abundance, industrial fishing, commercial stock

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 597.541 (262.81)

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-221-229

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ
МОЛОДИ АМУРСКОЙ ОСЕННЕЙ КЕТЫ
ONCORHYNCHUS KETA (SALMONIDAE) ЕСТЕСТВЕННОГО
И ЗАВОДСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

© 2022 г. П.Б. Михеев^{1,2}, М.Д. Польшгалова², А.С. Помелова²,
Н.В. Костицына², Е.В. Подорожнюк¹

1 – Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск, 680038

2 – ФГАОУ ВО «Пермский Государственный Национальный Исследовательский
Университет» (ПГНИУ), г. Пермь, 614096
E-mail: pmikheev@yandex.ru

Поступила в редакцию 19.08.2022 г.

В работе представлены результаты сравнительного анализа числа миомеров и лучей в спинном и анальном плавниках молоди амурской осенней кеты *Oncorhynchus keta* искусственного и естественного происхождения. Молодь естественного происхождения отличалась большими значениями проанализированных признаков. Результаты могут быть использованы для детерминации молоди кеты естественного и искусственного происхождения на внутриводоемном уровне для крупных притоков р. Амур.

Ключевые слова: кета, морфологические маркеры, миомеры, плавниковые лучи, искусственное воспроизводство, промысловый возврат.

ВВЕДЕНИЕ

Кета *Oncorhynchus keta* – является ценным объектом промысла, численность которого зачастую поддерживается искусственно путём выпуска с лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ). В настоящее время около 60% кеты изымаемой промыслом имеет заводское происхождение (Ruggerone, Irvine, 2018). Согласно статистике НРАФС, общее количество молоди кеты, ежегодно выпускаемое в северную часть Тихого океана, составляет 3,2–3,5 млрд особей (НРАФС, 2022).

В России пастбищное лососеводство динамично развивается. Значимость пастбищного лососеводства в рыбохозяйственной отрасли Россий-

ской Федерации, определяется исключительной экономической важностью лососевых как объекта промысла. Для обеспечения динамичного развития рыбохозяйственного комплекса РФ, и в том числе для увеличения объёмов вылова лососевых, в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р, была утверждена «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года». Согласно документу, планируется трёхкратное увеличение объёмов вылова лососевых и, в частности, кеты с 121,2 тыс. т в 2016 г. до 376 тыс. т в 2030 г. Увеличение вылова должно произойти в том числе за счёт ввода в эксплуатацию в Дальневосточ-

ном рыбохозяйственном бассейне не менее 20 новых рыбоводных заводов для выращивания и выпуска молоди кеты с годовой мощностью 1,6 млрд экз. выпускаемой молоди.

Для лососевых рыбоводных заводов важнейшим показателем является промысловый возврат выпущенной молоди. Использование пастбищного рыболовства для увеличения объёмов вылова должно быть тщательно проработано, поскольку эффективность ведения такого хозяйства неоднократно оспаривалась ввиду эффекта доместикации (Стекольников, 2017; Kitada, Kishino, 2019), а также возможного эффекта на естественные популяции вследствие стрейнга особей рыбоводного происхождения (Keefe, Caudill 2014). Рыбоводная деятельность будет экономически целесообразна, если её эффективность будет выше, чем при естественном воспроизводстве лососей (Леман и др., 2015).

Для оценки эффективности искусственного воспроизводства на лососевых рыбоводных заводах используются различные методики, такие как отолитное маркирование, мечение путём ампутации жирового плавника, PIT-tagging и другие способы, при которых происходит мечение заводской молоди на ранних этапах онтогенеза (Запорожец, Запорожец, 2011; Зуев, Зуева, 2015; Попова, Чебанов, 2007). Основными недостатками указанных методов являются трудности индивидуального мечения, а при массовом мечении – вероятность ошибок, возникающих, в частности при проведении отолитного маркирования сухим либо термическим способом (Растягаева, 2013). Дополнительным методом является анализ морфологических признаков, характерных для заводской молоди, результаты которого могут быть использованы для идентификации осо-

бей искусственного происхождения в смешанной выборке.

Целью настоящей работы явился анализ счётных элементов, таких как число миомеров, а также лучей в спинном и анальном плавниках молоди осенней кеты искусственного и естественного происхождения. Закладка метамерных признаков у рыб зависит от температурных условий раннего постнатального онтогенеза: чем выше температура, тем быстрее растёт и формируется молодёжь рыб, при этом метамерных структур закладывается меньше (Jordaan et al., 2006). Температура выращивания молоди кеты на рыбоводных заводах выше по сравнению с температурой в естественном водоёме в период раннего развития молоди, следовательно, мы ожидали найти отличия «заводской» и «дикой» молоди кеты по метамерным признакам, в частности по числу миомеров и лучей в анальном и спинном плавниках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужила молодёжь осенней кеты искусственного и естественного происхождения. Молодь искусственного происхождения была собрана на трёх ЛРЗ Приамурья – Анюйском, Гурском и Удинском. Молодь естественного происхождения была собрана на реках Гур и Анюй, в локациях с координатами 50°18'22.1"N 138°05'40.5"E и 49°18'20.6"N 136°30'36.0"E. Сбор проб молоди кеты проводили в апреле-мае 2019 г. Из каждой пробы были отобраны 30 особей, у которых подсчитывали количество миомеров и общее число лучей в спинном и анальном плавниках с использованием бинокля МБС-12. Вели подсчёт всех видимых миомеров и лучей. Последние при подсчёте отделялись при помощи тонкой препаровальной иглы.

Также проводили сопоставление термического режима в период раннего эмбриогенеза кеты в естественных условиях и условиях аквакультуры. Для этого были использованы сведения по температуре в период раннего эмбриогенеза кеты на Гурском, Удинском и Анюйском рыбзаводах, предоставленные Амурским филиалом ФГБУ «Главрыбвод», а также результаты измерений температуры на естественных нерестилищах вида в бассейне р. Анюй с использованием температурного самописца Minilog-II-T. В последнем случае измерения температуры проводились каждые 6 ч на протяжении эмбриогенеза молоди кеты в течение зимних месяцев.

Статистическая обработка данных и визуализация результатов происходила в программе RStudio (R Core Team, 2022). Для проверки нормальности распределения применялся критерий Шапиро – Уилка. Достоверность различий сравниваемых выборок анализировали с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Вилкоксона. Использовались функции `boxplot`, `shapiro.test`, `aov`, `wilcox.test`. Использован стандартный уровень значимости ($p=0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Молодь осенней кеты искусственного происхождения характеризовалась меньшими значениями числа проанализированных счётных элементов по сравнению с молодью естественного происхождения в большинстве пар сравнения (рис. 1, 2, 3). Дисперсионный анализ продемонстрировал высокий уровень статистической значимости различий проанализированных выборок молоди как по числу миомеров (ANOVA, $F_{4,195} = 126.7$, $p = < .001$), так и по общему количеству лучей в спинном плавнике (ANOVA, $F_{4,195} = 14.3$, $p = < .001$) и аналь-

ном плавнике (ANOVA, $F_{4,195} = 30.0$, $p = < .001$).

По общему числу лучей в спинном и анальном плавниках молодь естественного происхождения характеризовалась достоверно бóльшими значениями исследованных показателей по сравнению с молодью, собранной на рыбзаводах. Исключением явилось то, что молодь кеты Анюйского ЛРЗ не отличалась от молоди р. Анюй по числу лучей в спинном плавнике. Также молодь кеты, выращенная на Анюйском рыбзаводе, не отличалась от молоди р. Гур по числу лучей как в спинном, так и в анальном плавниках, но характеризовалась бóльшим числом лучей в этих плавниках по сравнению с молодью, выпускаемой с Гурского и Удинского рыбзаводов. Молодь, выпускаемая с последних двух заводов по числу лучей в спинном и анальном плавниках, значимо не различалась. Кроме того, по числу лучей в анальном плавнике молодь естественного происхождения, собранная в р. Анюй, характеризовалась достоверно бóльшим числом лучей по сравнению с рыбами р. Гур (Табл.).

По числу миомеров исследованные выборки молоди кеты также отличаются друг от друга. Наибольшее количество миомеров было характерно для молоди кеты р. Гур – по этому признаку исследованные особи значимо отличались от молоди кеты других выборок. Наименьшее количество миомеров было выявлено у молоди, выращенной на Анюйском ЛРЗ, которые по этому признаку также значимо отличались от особей из других проб. При сравнении выборок молоди кеты Удинского и Гурского ЛРЗ достоверных различий по числу миомеров выявлено не было (табл.).

Температурный режим на рыбзаводах отличался от температуры воды

Таблица. Результаты сравнения проанализированных выборок молоди осенней кеты рек Гур и Анюй, а также Гурского, Анюйского и Удинского ЛРЗ по критерию Тьюки

Пары сравнения	Число лучей в спинном плавнике	Число лучей в анальном плавнике	Число миомеров
р. Анюй - Анюйский ЛРЗ		<0,01	0,01
р. Гур - Гурский ЛРЗ	<0,01	<0,01	<0,01
р. Гур - Анюйский ЛРЗ			<0,01
Гурский ЛРЗ - р. Анюй	<0,01	<0,01	<0,01
Гурский ЛРЗ - Анюйский ЛРЗ	0,05	<0,01	<0,01
р. Гур - р. Анюй		<0,01	<0,01
Удинский ЛРЗ - р. Анюй	<0,01	<0,01	<0,01
Удинский ЛРЗ - Анюйский ЛРЗ	0,01	<0,01	<0,01
Удинский ЛРЗ - Гурский ЛРЗ			
Удинский ЛРЗ - р. Гур	<0,01	<0,01	<0,01

Примечание: приводятся значения уровня значимости, при которых различия сравниваемых выборок достоверны.

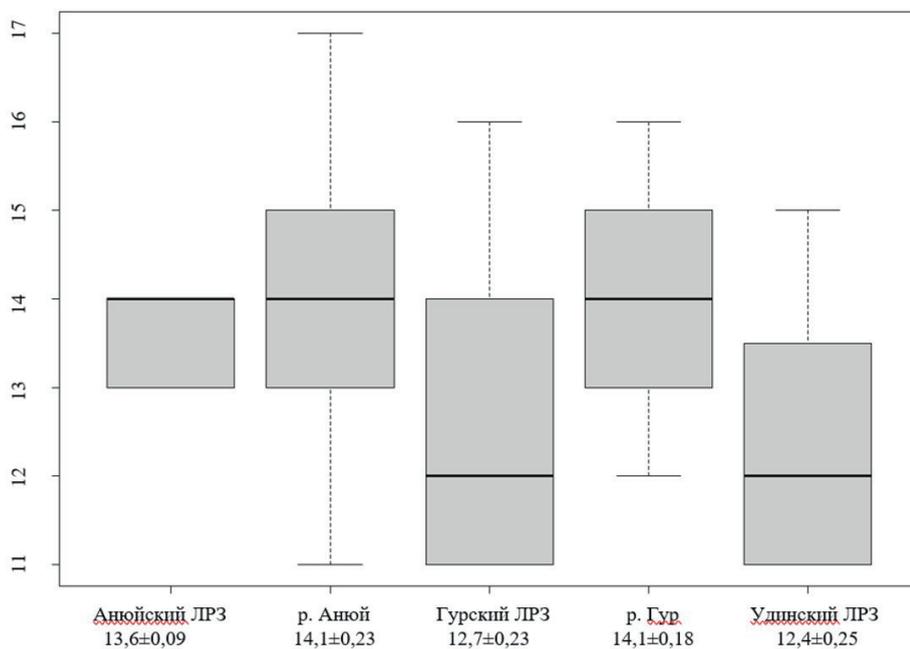


Рис. 1. Диаграмма размахов для общего числа лучей в спинном плавнике молоди осенней кеты рек Гур и Анюй, а также Гурского, Анюйского и Удинского ЛРЗ. Приводится среднее значение признака ± ошибка среднего.

в условиях естественных нерестилищ. На Гурском, Удинском и Анюйском рыбзаводах, температура в период инкубации икры до выклева свободных эм-

брионов составляла 2–3°C, 4°C и 4–6°C соответственно. Температура счётводы на естественных нерестилищах осенней кеты р. Анюй составляла 0,5–2°C.

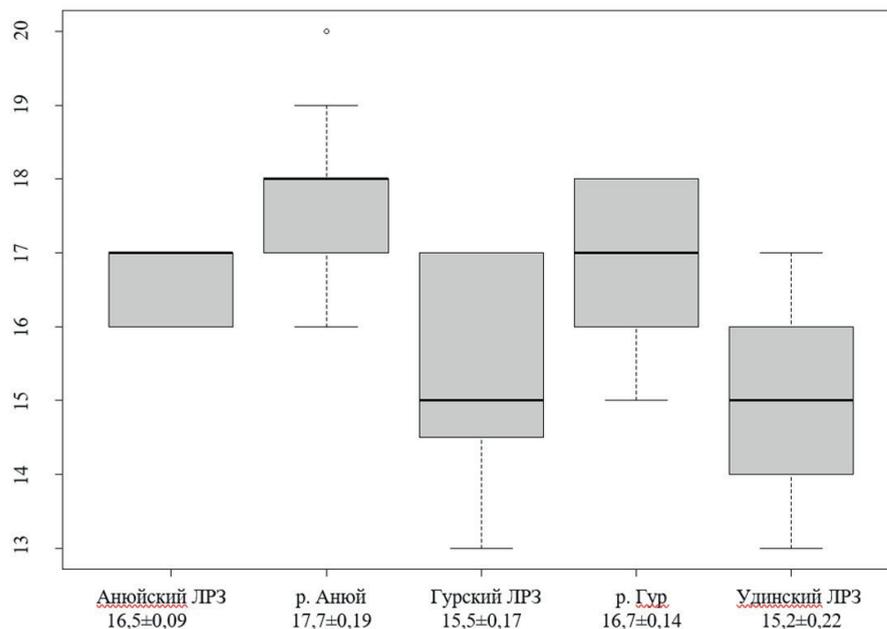


Рис. 2. Диаграмма размахов для общего числа лучей в анальном плавнике молоди осенней кеты рек Гур и Ануй, а также Гурского, Ануйского и Удинского ЛРЗ. Приводится среднее значение признака ± ошибка среднего.

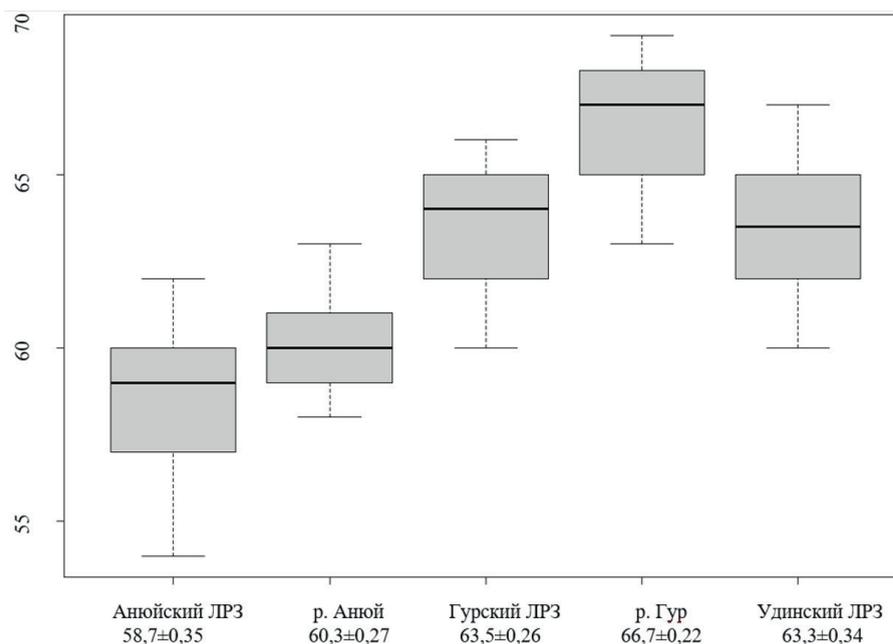


Рис. 3. Диаграмма размахов для числа миомеров молоди осенней кеты рек Гур и Ануй, а также Гурского, Ануйского и Удинского ЛРЗ. Приводится среднее значение признака ± ошибка среднего.

ОБСУЖДЕНИЕ

В большинстве пар сравнения молодь амурской осенней кеты естественного происхождения отличалась от особей искусственного происхождения

большими значениями счётных признаков, что подтвердило наши ожидания, основанные на опубликованных свидетельствах о разнице морфотипа рыб естественного происхождения и

выращенных в аквакультуре. В частности, для чавычи *O. tshawytscha* Аляски и кижуча *O. kisutch* Британской Колумбии, выращенных на рыбоводных хозяйствах, было характерно отличие от особей естественного происхождения по ряду пластических признаков (Taylor, 1986; Wessel et al., 2006). Отметим, что пропорции тела могут использоваться не только для детерминации особей естественного и искусственного происхождения, но и для выявления происхождения исключительно «заводских» рыб, что в частности применялось при исследовании структуры стад радужной форели, выращиваемой на рыбоводных хозяйствах Греции (Martsikalidis et al., 2018). Счётные элементы для детерминации особей заводского и естественного происхождения тихоокеанских лососей используются реже. Примером является работа японских авторов (Ando et al., 2019), продемонстрировавших, что для «дикой» симы *O. masou* о. Хоккайдо характерно меньшее число счётных элементов по сравнению с рыбами естественного происхождения, что подтверждается нашими результатами.

Причиной, определяющей выявленные различия в числе метамерных структур молоди кеты естественного и искусственного происхождения, скорее всего является температура при которой происходит раннее развитие рыб. Температурные условия в период инкубации икры осенней кеты на Анюйском ЛРЗ и на естественных нерестилищах осенней кеты, расположенных в пойменной системе р. Анюй, значительно различались. Известно, что температурный фактор имеет ключевое значение при закладке счётных признаков (Fahy, 1980; Касьянов, 2006). При этом разница в 2–4°C может являться существенным фактором, объясняющим выявленные нами результаты по изменчивости

числа счётных элементов, определяемой наличием обратной связи между температурой и числом метамерных структур у кеты. Так, молодь кеты, инкубация которой проходила при температуре 4°C имела большее число позвонков по сравнению с теми особями, раннее развитие которых проходило при температуре 8°C (Beacham, Murray, 1986). Близкие результаты были получены для северной мальмы *Salvelinus malma malma* (Пичугин, 2015). В целом большее число миомеров у молоди кеты, выпускаемой с Гурского и Удинского заводов, по сравнению с молодьёю Анюйского ЛРЗ, согласуется с различиями этих рыбзаводов по температурному режиму в период инкубации икры.

При повышении температуры в ходе раннего развития рыб происходит ускорение остеогенеза, что сопровождается частными гетерохрониями закладки и темпами развития костных структур, а также отражается на более раннем уровне морфологической сформированности зародыша при выклеве (Павлов, 2004, 2007). По результатам экспериментальных работ было доказано, что промежуток развития от стадии начала бластуляции до стадии начала обособления хвостовой почки является основным фенокритическим интервалом, на протяжении которого температура инкубации определяет будущее число миомеров у беломорской сельди (Павлов, 2007). Механизм возникновения морфологической изменчивости обусловлен тем, что на протяжении фенокритического интервала раннего онтогенеза в определенном температурном диапазоне характер зависимости скорости роста и формирования тех или иных структур от температуры меняется. В результате этого изменяется соотношение между скоростями сопряженных процессов роста и морфо-

логического развития. Автор указывает на то, что отличия в зависимости процессов роста и морфологического развития от температуры регулируются различными ферментными системами, которые на изменение температуры реагируют по-разному. В результате это приводит к недоразвитию части метамерных структур. Например, у полосатой зубатки при температуре выше 9°C скорость развития дистальных радиалей в задних частях спинного и анального плавников замедляется по отношению к скорости развития остальных элементов осевого скелета. В связи с этим, часть дистальных радиалей (и соответствующих лучей) не успевает заложиться (Павлов, 2004).

Вполне вероятно, что результаты этого исследования могут быть использованы для детерминации рыб естественного и искусственного происхождения на внутриводоемном уровне рек Гур и Анюй, на которых расположены рыбзаводы. Проведение таких исследований на крупных реках, имеющих важное значение для естественного воспроизводства вида, в которые, в тоже время, происходит выпуск значительного количества молоди рыбозаводного происхождения является крайне важной задачей. Однако для применимости метода в целях идентификации происхождения взрослых рыб необходимо проведение аналогичных исследований на производителях, собранных на естественных нерестилищах, а также возвращающихся на рыбозаводные заводы. Кроме того, с учетом возможной клинальной изменчивости по метамерным признакам молоди кеты в пределах разных нерестовых притоков р. Амура необходимо расширение географии сбора материалов молоди осенней кеты. Необходимо проведение сбора материалов в водосборе рек Амгунь, Горин, Кур, Урми и Уссури,

которые также являются важными районами нереста амурской осенней кеты. После выяснения уровня изменчивости молоди естественного происхождения по метамерным признакам в пределах водосбора р. Амур и подтверждения применимости метода с использованием материала взрослых рыб возможно применение этого подхода для оценки соотношения в возвратах рыб дикого и заводского происхождения в смешанной выборке в русле такой крупной реки как Амур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Молодь амурской осенней кеты естественного происхождения отличалась от особей искусственного происхождения по большему числу миомеров, а также лучей в спинном и анальном плавнике. Причиной, определяющей выявленные различия в числе метамерных структур молоди кеты естественного и искусственного происхождения, скорее всего является температура при которой происходит раннее развитие рыб. В дальнейшем, требуется сбор большего количества материала молоди кеты на рыбзаводах и в местах естественного нереста, а также сбор соответствующих материалов взрослых рыб. В будущем, наработки по морфологической дифференциации как молоди, так и производителей могут быть использованы как для идентификации рыб искусственного происхождения в смешанной выборке, так и для детерминации локальных стад амурской осенней кеты, что необходимо для разработки мер по управлению её запасами. На текущий момент результаты исследования свидетельствуют о применимости метода для детерминации молоди кеты естественного и искусственного происхождения на внутриводоемном уровне для рек Гур и Анюй.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. 268 с. (Электронный ресурс) URL: <http://www.npacific.ru/np/library>, дата обращения 12.04.2022 г.

Зуев И.В., Зуева А. В. Оценка эффективности мечения рыб флуоресцентными красителями на различной полимерной основе // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. Вып. 1. № 29. С. 103–112.

Касьянов А.Н. Изучение некоторых меристических признаков у черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (Clupeidae), вселившейся в Волжские водохранилища // Вопр. Ихтиологии. 2009. Т. 49. № 5. С. 661–668.

Леман В.Н., Смирнов Б. П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. 2015. Т. 153. С. 105–120.

Павлов Д.А. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб и её эволюционное значение: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 40 с.

Павлов Д.А. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб. М.: ГЕОС, 2007. 264 с.

Пичугин М.Ю. Особенности роста и развития скелета ранней молодежи северной мальмы *Salvelinus malma malma* из рек западной Камчатки в связи с температурным режимом нерестилищ // Вопр. ихтиологии. 2015. Т. 55. № 4. С. 435–452.

Попова Т.А., Чебанов Н.А. Динамика миграции покатной молодежи тихоокеанских лососей разных форм воспроизводства (западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2007. Вып. 9. С. 164–169.

Растягаева Н.А. Некоторые результаты идентификации лососей различного про-

исхождения и определения их возрастной структуры разными методами // Вестник КамчатГТУ. 2013. Вып. 23. С. 72–77.

Стекольников М.Ю. Некоторые результаты мониторинга заводских стад горбуши в зал. Анива (о. Сахалин) // «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года». Проект. 2017. По материалам сайта <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf>. Дата обращения 11 Ноября 2020 года.

Ando D., Shimoda K., Takeuchi K. et al. Comparison of vertebral number between wild and hatchery-reared population, and effect of stock enhancement programs on vertebral number in masu salmon *Oncorhynchus masou* // Nippon Suisan Gakkaishi. 2019. V. 85. Issue 5. P. 487–493.

Beacham T.D., Murray C.B. The effect of spawning time and incubation temperature on meristic variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Canadian J. Zoology. 1986. V. 64. N.1. P. 45–48. <https://doi.org/10.1139/z86-007>

Fahy W.E. The influence of temperature change on number of dorsal fin rays developing in *Fundulus majalis* (Walbaum) // ICES J. Marine Science. 1980., V. 39. Issue 1. P. 104–109. <https://doi.org/10.1093/icesjms/39.1.104>

Jordaan A., Hayhurst S.E., Kling L.J. The influence of temperature on the stage at hatch of laboratory reared *Gadus morhua* and implications for comparisons of length and morphology // J. Fish Biology. 2006. N 68. № 1. P. 7–24.

Keefe M.L., Caudill C.C. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates // Rev. Fish. Biol. Fisheries. 2014. N 24. P. 333–368. <https://doi.org/10.1007/s11160-013-9334-6>

Kitada S., Kishino H. Fitness decline in hatchery-enhanced salmon populations is manifested by global warming. 2019. <http://biorxiv.org/cgi/content/short/828780v1>

Martsikalis, P.V., Kavouras, M., Gkafas, G.A. et al. Morphological and free amino acid profile variability, as a tool for stock identification among farmed rainbow trout *Oncorhynchus my-*

- kiss* of different origin // *Aquac. Res.* 2018. N 49. P. 621– 630. <https://doi.org/10.1111/are.13491>
- NPAFC (The North Pacific Anadromous Fish Commission). NPAFC Statistics: Pacific Salmonid Catch and Hatchery Release Data. 2019. Accessed from <https://npafc.org/statistics/> on October 1, 2022.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2022. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- Ruggerone, G.T., Irvine, J.R. Numbers and biomass of natural and hatchery origin pink salmon, chum salmon, and sockeye salmon in the north Pacific Ocean, 1925–2015 // *Marine and Coastal Fisheries.* 2018. N 10. P. 152–168. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10023>
- Taylor, E.B. Differences in morphology between wild and hatchery populations of juvenile coho salmon // *Progressive Fish-Culturist.* 1986. V. 48. N 3. P. 171–176.
- Wessel, M.L., Smoker, W.W., and Joyce, J.E. Variation of morphology among juvenile Chinook salmon of hatchery, hybrid, and wild origin // *Transactions of the American Fisheries Society.* 2006. N 135. P. 333–340.

AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF AMUR FALL CHUM SALMON JUVENILES *ONCORHYNCHUS KETA* (SALMONIDAE) OF NATURAL AND HATCHERY ORIGIN

**P.B. Mikheev^{1,2}, M.D. Polygalova², A.S. Pomelova²,
N.V. Kostitsyna², E.V. Podorozhniuk¹**

1 – Khabarovsk branch of the Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, 680038

2 – Perm State National Research University, Perm, 614096

The results of a comparative analysis of the number of myotomes and fin rays in the dorsal and anal fins of Amur fall chum salmon fry of artificial and natural origin are presented. Juveniles of natural origin were distinguished by large values of the analyzed morphological features. The results can be used for the determination of juvenile chum salmon of natural and artificial origin at the intra-basin level for large tributaries of the Amur River.

Keywords: chum salmon, morphological markers, myotomes, fin rays, hatchery reproduction, survival.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

УДК 639.2.081.117.21

DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-230-239

**О ВЛИЯНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕВОДОВ
ТИПА «ЗАЕЗДОК» НА ПРОПУСК ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА НЕРЕСТИЛИЩА
В РЕКЕ АМУР И АМУРСКОМ ЛИМАНЕ**

© 2022 г. Е.А. Захаров, Д.Л. Шабельский, Н.Л. Ваккер, В.И. Поляничко,
В.С. Краснов, В.И. Шевцов, М.А. Мизюркин, О.Н. Кручинин, В.М. Волотов

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), г. Владивосток, 690091
E-mail: egor.zakharov@tinro-center.ru*

Поступила в редакцию 18.08.2022 г.

Представлены материалы по исследованию технологии добычи тихоокеанских лососей, с использованием ставных неводов типа «заездок» в Амурском лимане и р. Амур, на предмет обеспечения пропуска производителей тихоокеанских лососей во время проходных дней без демонтажа крыльев и ловушки, а только за счёт закрытия входного устройства накопителя. Результаты проведённых исследований показали, что конструкция ставного невода типа «заездок» не препятствует проходу рыбы к местам нереста, не допускает её объёживания и не наносит повреждений объекту добычи. В периоды пропуска производителей («проходные дни») достаточным является закрытие входа в ловушку невода и поднятие её сетного полотна. Это обеспечивает беспрепятственный выход рыбы из зоны облова орудия добычи. Установка дополнительных конструктивных элементов (окон и т.д.) для обеспечения прохода рыбы не требуется.

Ключевые слова: технология добычи, ставной невод типа «заездок», рыболовные ловушки, гидроакустические исследования, визуальные исследования, контрольный лов, ставная сеть.

ВВЕДЕНИЕ

Одну из групп орудий промышленного рыболовства составляют ловушки, или стационарные орудия лова. К ловушкам, открытым сверху, относятся ставные невода самых разнообразных конструкций, широко распространённые в рыболовстве России, Японии, США, Канады и других стран (рис. 1).

В России ставные невода применяются на Дальнем Востоке, Азовском, Балтийском и других морях, а также во внутренних водоёмах. Ставные невода являются пассивными прибрежными орудиями лова, и обладают высокой производительностью и автоматичностью лова. К преимуществам ставных нево-

дов можно отнести низкую повреждаемость сырца и возможность длительного хранения рыбы в садке-накопителе, в живом виде; к недостаткам: низкая штормоустойчивость.

Принцип действия ставного невода заключается в том, что орудие лова в виде сетного сооружения особой формы устанавливают на пути хода рыбы. Упираясь в стену, называемую крылом, и пытаясь обойти её, рыба, перемещаясь вдоль крыла, подходит в зону действия открылков и попадает во двор, а затем, перемещаясь вдоль внутренних открылков, попадает в ловушку (котёл или садок), устроенную таким образом, что вход в неё удобен, а выход затруднён (рис. 2).

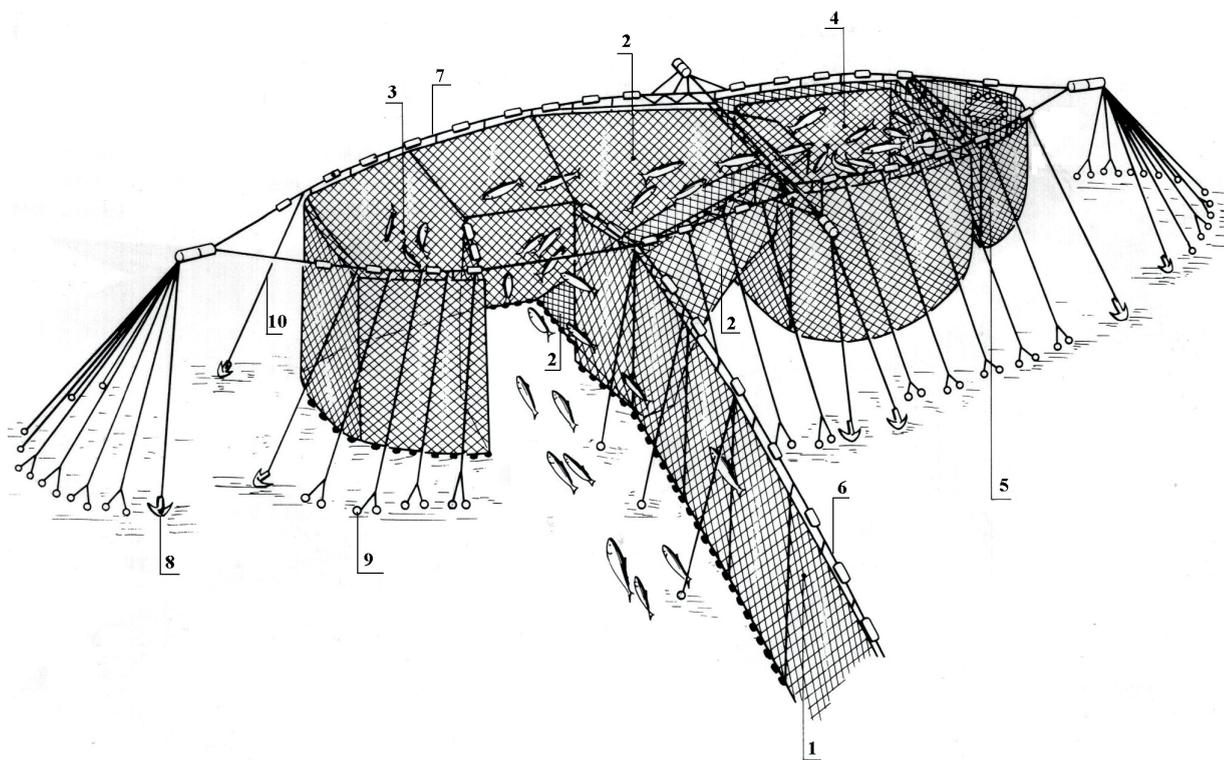


Рис. 1. Общий вид ставного невода (1 – крыло невода; 2 – подъемная дорога; 3 – двор; 4 – ловушка (котёл, садок); 5 – садок-накопитель; 6 – центральный трос; 7 – каркас невода; 8 – якорь; 9 – пикули; 10 – оттяжка).

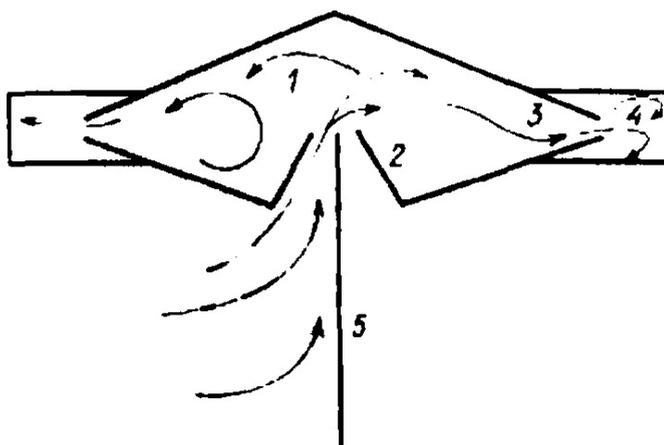


Рис. 2. Основные конструктивные элементы ставного невода и схема перемещение рыбы (1 – двор; 2 – внешние открылки; 3 – внутренние открылки; 4 – ловушка (котёл, садок); 5 – крыло).

Со ставными неводами сходны различные местные орудия лова: амурские «заездки», применяемые для лова лососевых на Амуре, кефальные «заводы» для лова кефали на Чёрном море, турецкие «мадраги», американские «трапы» и ряд других. Необходимо отметить, что термин «заездки» Ф.И. Баранов (1933)

считал искажённым, и предлагал называть ставные невода, в том числе и морские, «заездками». Однако в дальнейшем в промысловом все-таки прижилось название «заездки» и применяется оно к специфическим конструкциям ставных неводов, используемых, в основном, в реках для лова лососей. В целом став-

ные невода типа «заездок», используемые на р. Амур можно отнести к традиционным орудиям добычи (вылова) тихоокеанских лососей в данном районе. Одно из первых упоминаний данного орудия лова, датируется 1891 г. В конце XIX в., добыча тихоокеанских лососей на р. Амуре являлась основным видом промысла, на него приходилось более 85% всего вылова рыбы, а одним из основных орудий рыболовства являлся ставной невод типа «заездок» (Крюков, 1894).

Согласно п. 28.23. Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, запрещается специализированный промысел тихоокеанских лососей, в целях обеспечения оптимальных условий естественного воспроизводства, в дни (периоды) пропуска производителей на нерестилища, которые устанавливаются по решению комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб. Для достижения этой цели все орудия добычи (вылова) находящиеся на путях миграции тихоокеанских лососей должны быть приведены в нерабочее состояние, либо сняты. Ставным невод типа «заездок» представляет собой стационарную конструкцию, выполненную из элементов, жёстко закрепленных на грунте. В связи с этим в период снижения численности лососей в р. Амур (с 2017 г. и по настоящее время) остро встал вопрос о применении «заездков» при промысле тихоокеанских лососей в р. Амур и форме приведения данного орудия добычи в «нерабочие» состояния в установленные комиссией периоды пропуска производителей («проходные дни») (Колпаков, Коцюк, 2019).

Целью работы стало определение фактического обеспечения прохода производителей тихоокеанских лососей к местам нереста в дни (периоды) пропу-

ска производителей на нерестилища на р. Амур и в Амурском лимане при использовании ставных неводов типа «заездок».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование неводов типа «заездок» в Амурском лимане и р. Амур проводились на специализированном промысле тихоокеанских лососей, в два периода, с 06 по 11 июля и с 09 по 18 сентября 2020 г. Исследуемые орудия лова были установлены на р. Амур в районе п. Иннокентьевка в координатах 53°15'42" с.ш., 140°30'00" в.д. (заездок «Южный»), в координатах 53°12'36" с.ш., 140°19'47" в.д. (заездок «Инокентьевский»), в координатах 53°10'00" с.ш., 140°24'12" в.д. (заездок «Архангельский»), в районе п. Тнейвах в координатах 52°59'34 с.ш., 141°10'02" в.д. (заездок «Открытый»), а также в районе п. Озерпах в координатах 53°04'37 с.ш., 141°21'38" в.д. (заездок «Покровский») (рис. 3).

Заездки «Открытый» и «Покровский» были оборудованы двумя крыльями: береговым и морским. Остальные заездки в своей конструкции имели только береговое крыло.

Для определения миграционной активности тихоокеанских лососей проводили наблюдения подводной видеокamerой и с применением квадрокоптера DJI Mavic Pro. В качестве инструментальных методов исследований использовали гидроакустическую аппаратуру, портативный научный эхолот EK60 Simrad с рабочей частотой 70 кГц. Для учёта прохода рыб луч эхолота направляли в различных экспозициях, в том числе при открытом и закрытом состоянии ворот «заездка».

Измерение плотности объектов (рыб) определяли через коэффициент обратного поверхностного рассеяния

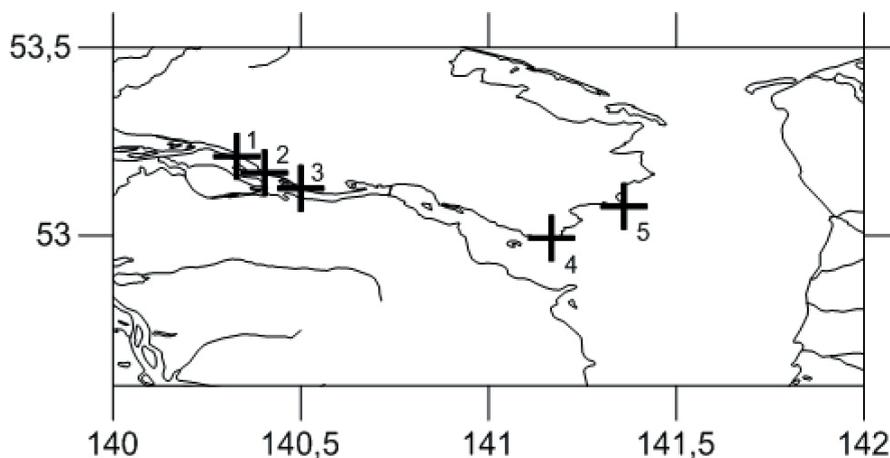


Рис. 3. Схема расположения исследуемых ставных неводов типа «заездок» на р. Амур и в Амурском лимане (1 – заездок «Инокентьевский»; 2 – заездок «Архангельский»; 3 – заездок «Южный»; 4 – заездок «Открытый»; 5 – заездок «Покровский»).

S_A (ср) в м²/миля². Дополнительно проводили контрольный лов с помощью жаберных сетей для фиксации предполагаемого выхода тихоокеанских лососей из зоны действия ставного невода типа «заездок». Характеристики сети для фиксации прохода кеты под заездком: длина 17 м, высота 9 м, ячей 75 мм. Для контроля хода лососей вне зоны действия ставного невода типа «заездок» производился сплавной сетной лов в пределах судоходного канала. Характеристики сети для сплавного лова: длина 150 м, высота 9 м, ячей 75 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности конструкции ставного невода типа «заездок». Конструкцию ставного невода типа «заездок» рассмотрим на примере технической документации, разработанной ООО «Фабрика орудий лова» (г. Советская Гавань). Основа конструкции – это сетная оболочка прямоугольной формы, выполненная из дели с шагом ячеи 30 мм и установленная на каркас из свай. Заездок состоит из тех же основных элементов, что и другие ставные невода: крыла, двора, ловушек (садков) и садка-накопителя (выгрузочного садка). Отличитель-

ной особенностью рассматриваемого ставного невода типа «заездок» является наличие бортовины, необходимой для более плотного прилегания нижней подборы невода к дну (рис. 4).

На исследуемых «заездках» применяли два крыла: береговое и морское. Такая схема установки невода безусловно способствует увеличению зоны облова рыб. Высота крыла соответствует глубине водного объекта.

Вход в ловушку «заездка» не оборудован открывками и другими элементами, затрудняющими выход рыбы. При проведении промысловых операций по изъятию рыбы (перегонки), для предотвращения её выхода, вход в ловушку закрывается сетным полотном (шторкой), путём его поднятия по направляющим штангам (белоножкам). Далее дно ловушки ручным способом постепенно подсушивается (поднимается к поверхности) специальными крюками, а рыба, находящаяся в ловушке, перегоняется к садку-накопителю и переливается в него (рис. 5). Садок-накопитель, вмещает до 30 т рыбы и используется для приёма, накопления и хранения улова в живом виде до его выгрузки. В конструкции «заездка» предусматри-

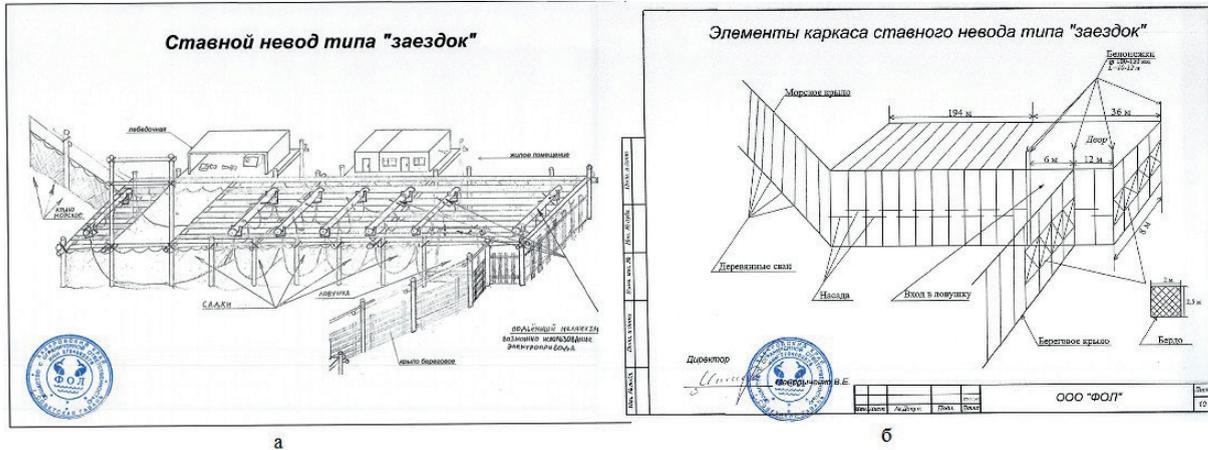


Рис. 4. Ставный невод типа «заездок»: а – общий вид; б – элементы каркаса, изготовитель ООО «Фабрика орудий лова» (г. Советская Гавань).

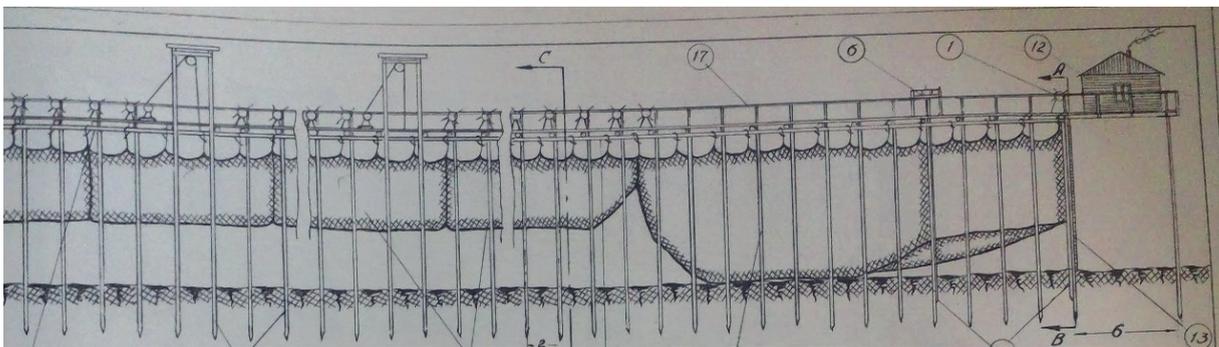


Рис. 5. Расположение ловушки и садков-накопителей в ставном неводе типа «заездок».

вают от трёх таких садков в зависимости от ожидаемой интенсивности подхода рыбы, соответственно ожидаемого улова.

В некоторых случаях для увеличения интенсивности лова, береговая стенка ловушки и садков-накопителей перегораживается по всей площади сетным полотном, но это в тоже время усложняет обслуживание ловушки, так как оно забивается мусором, плывущим по течению реки. При этом отсутствие этой стенки даёт возможность проходу рыбы под ловушкой и садками при осуществлении промысловых операций, предшествующих перегонке рыбы в садки-накопители.

При интенсивном ходе рыбы, при достижении максимальной ёмкости

«заездка», вход в ловушку закрывается и осуществляется перегонка рыбы и выливка улова, с оставлением нижней пласти в подсушенном состоянии (у поверхности) на крючьях. При уловах более 200 т этот процесс может занимать более суток. На это время под ловушкой образуется свободный проход для рыб, идущих на нерест.

Таким образом «заездок» приводится в нерабочее состояние для обеспечения пропуска производителей тихоокеанских лососей к местам нереста в периоды пропуска («проходные дни»). Нижняя пласти ловушки и садков-накопителей подсушивается (поднимается к поверхности), тем самым обеспечивая свободный проход рыб (рис. 6).



Рис. 6. Ставной невод типа «заездок» в нерабочем состоянии в проходной день: а – вид сверху; б – вид снизу.

Визуальные наблюдения. В период проведения работ прозрачность воды не превышала 5 см. В связи с этим произвести подводную видео съёмку с достаточной дальностью визуального определения объекта лова оказалось невозможным. Видеосъёмка с помощью квадрокоптера это подтверждает (рис. 7).

«Открытый». В результате волнения и аэрации акустическое изображение содержало много помех. При штилевой погоде позволили получить репрезентативные акустические данные, например на заездке «Южный». Наблюдения проводились в дни, когда орудие лова было в рабочем состоянии, т.е. «на лову» и в

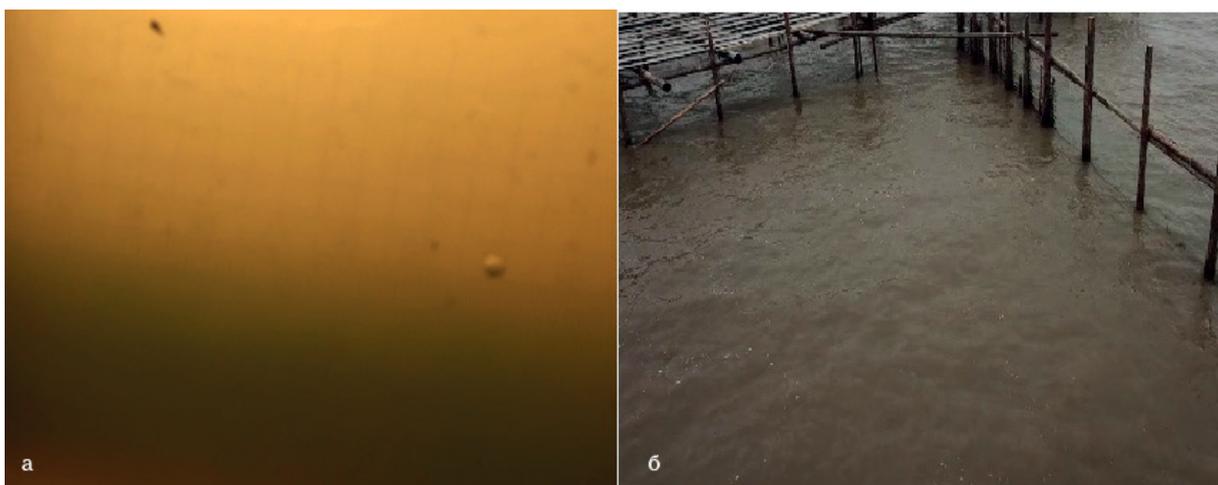


Рис. 7. Прозрачность вод в р. Амур в районе проведения работ: а – на глубине 1 м с закрепленным на расстоянии 6 см объектом; б – с высоты 10 м помощью квадрокоптера DJI Mavic Pro.

Гидроакустические исследования. Для оценки плотности рыбы в зоне действия орудия лова – у входа в ловушку был установлен портативный научный эхолот EK60 Simrad с рабочей частотой 70 кГц (рис. 8).

В некоторых случаях помехи не позволяли получить репрезентативные данные, например, в июне на заездке

«проходной день», когда вылов не производился (рис. 9).

За время проведения исследований в июне рыба попадалась в орудие лова штучно, что говорит о низкой интенсивности миграции лососей. Помимо лососей в уловах «заездка» присутствовали и другие пресноводные виды рыбы (лещ, сазан и др.). Наблюдения в

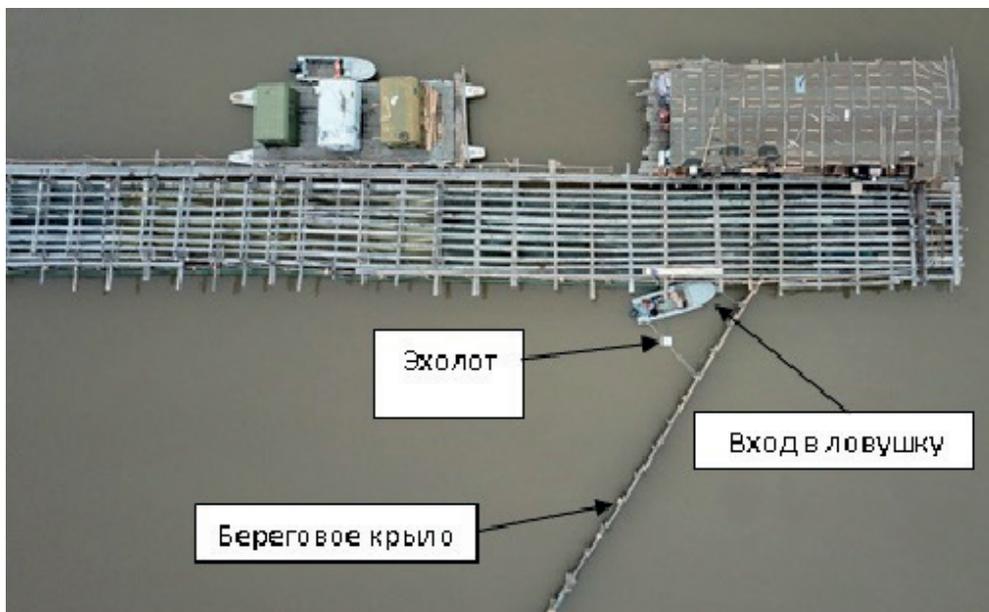


Рис. 8. Схема размещения эхолота EK60 Simrad на заездке «Южный».

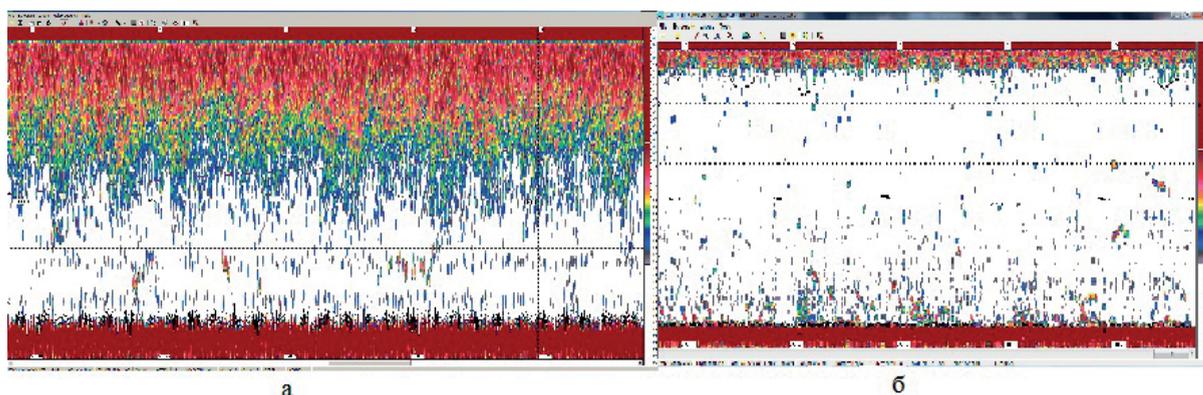


Рис. 9. Примеры акустического изображения: а – со множеством помех, июнь заездок «Открытый»; б – без помех, июнь заездок «Южный».

сентябре фиксировали более активную миграцию осенней кеты. Отметим, что на всем протяжении проведения исследования, на экране эхолота фиксировались треки рыб.

В результате обработки акустических данных для каждой эхограммы были получены средние значения коэффициента обратного поверхностного рассеяния $S_A(ср)$. Данная величина характеризует среднюю плотность рыбных объектов за период наблюдения в районе входа в накопитель ставного не-

вода. Также за период наблюдения была оценена интенсивность регистрации плотности рыбных объектов в районе входа в накопитель. Плотность регистрируемого объекта в 5-ти минутных интервалах сильно колебалась для кеты составляя от 96 до 490 м²/миля², или переводя в численное выражение – от 2300 до 11800 экз./км². Анализ акустических изображений не выявил существенных различий при сравнении величины плотности рыбных скоплений в разных режимах работы орудия лова («на лову»

и в «проходной день»). В дни, когда орудие лова находилось в рабочем состоянии значения коэффициента обратного поверхностного рассеяния составили от 303 до 578 м²/миля² или от 7300 до 13900 экз./км². В пропускной день это значение в среднем составляло 455 м²/миля² (10900 экз./ км²).

В период миграции осенней кеты среднее значение коэффициента обратного поверхностного рассеивания ($S_A(\text{cp})$) варьировало от 67,1 до 2424,6 м²/милю², что составило от 1600 до 58300 экз./ км². Стоит отметить что максимальное значение $S_A(\text{cp})$ получено в период самого интенсивного подхода осенней кеты (13 сентября 2020 г.) В остальные дни ход рыбы был не столь интенсивным, а значения $S_A(\text{cp})$ не превышали 650 м²/милю² (15600 экз./ км²) (рис. 10).

Полученные данные показывают, что при нахождении орудия лова в рабочем состоянии, вся рыба, находящаяся в зоне его действия, проходит во входное устройство заездка. В проходной день в связи с поднятием нижней пласти ловушки и садков-накопителей рыба способна проходить по всей длине заездка и выходить из зоны действия орудия лова. Застоя рыбы в зоне действия орудия лова не происходит. Существенной разницы в оценках плотности в «проходной день» и «на лову» не отмечено.

Сетные обловы. Для получения дополнительных материалов по работе неводов типа заездок в режиме пропуска производителей тихоокеанских лососей в проходной день проводились сетные обловы. Сеть длиной 17 м установили под заездком: под нижней пластью ловушки, которая была полностью подсушена и не касалась поверхности воды, на некотором расстоянии от входного устройства. Верхняя подбора сети нахо-

дилась на поверхности воды, нижняя – на грунте. Застой сети – 4 ч, вылов – 3 экз. кеты. Пойманные рыбы объежились в сети напротив входа в заездок на расстоянии менее 1 м от поверхности и головой против течения. Данный факт подтверждает предположение о том, что рыба способна выходить из зоны действия невода, когда последний находится в нерабочем состоянии (ловушка поднята к поверхности). Уловы плавных сетей по судоходному каналу (вне зоны облова) ставного невода типа «заездок» подтверждают невозможность полного перекрытия миграционных путей тихоокеанских лососей в р. Амур данным орудием добычи. Длина сплава сети – от 1,5 до 2,7 км, улов – от 14 до 21 особи кеты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Визуальные исследования обстановки в районе ставного невода типа «заездок» с помощью подводной и аэро-видео съёмки не показали надежных результатов, что связано с низкой прозрачностью воды.

2. Исследования, проведённые с использованием сетей, показали: 1. рыбы проходят мимо установленного орудия лова, если они находятся вне зоны его облова (миграция рыб по каналу), и когда «заездок» находится в рабочем состоянии; 2. рыбы не задерживаются в районе установленного орудия лова и выходят из зоны действия ставного невода типа «заездок», когда он находится в нерабочем состоянии (ловушка поднята к поверхности).

3. Полученные значения коэффициента обратного поверхностного рассеяния, при проведении гидроакустических исследований, свидетельствуют о накоплении рыбных объектов в районе входа в орудие лова, когда оно находится в рабочем состоянии. Оценка интенсив-

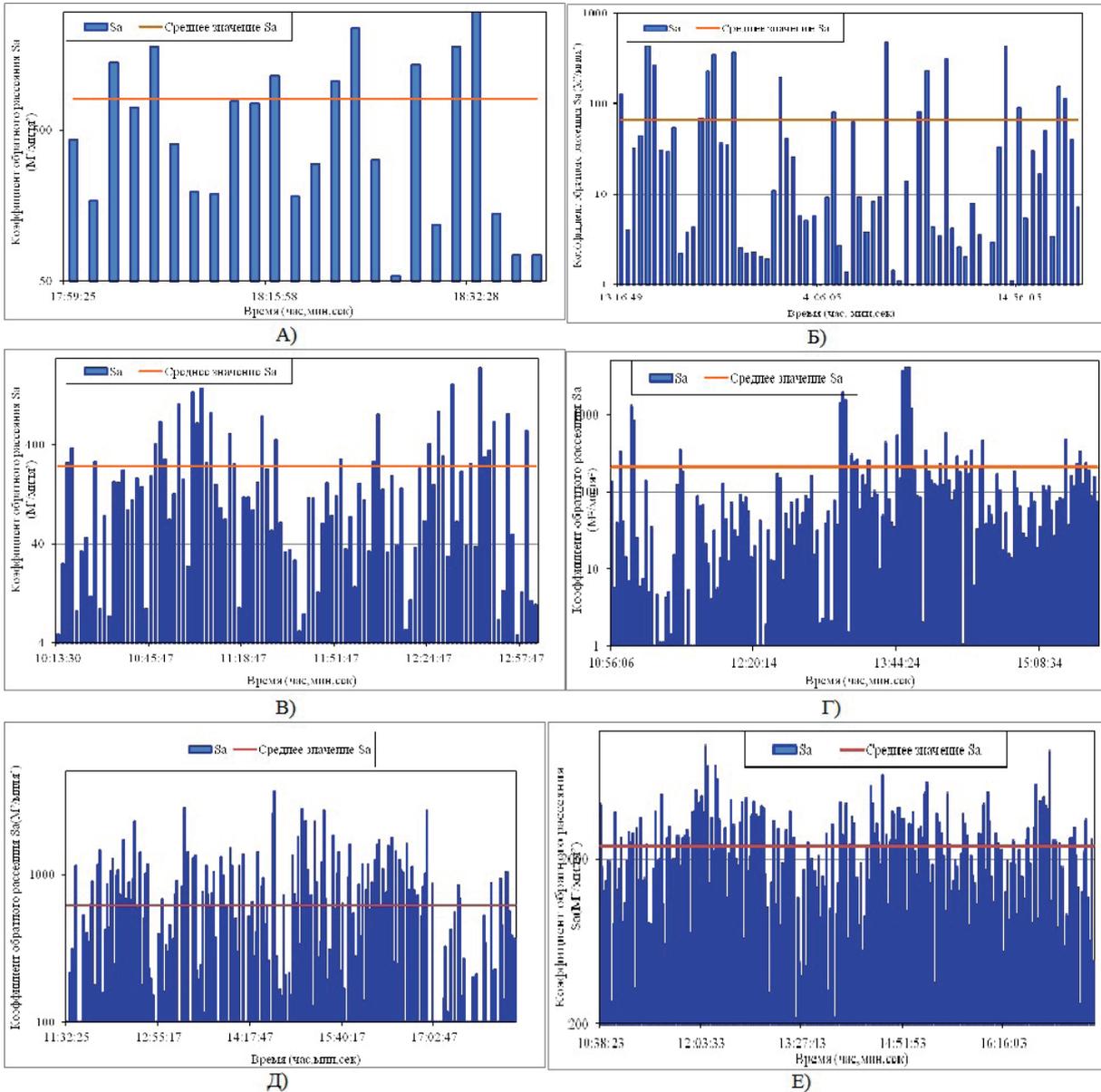


Рис. 10. Интенсивность регистрации плотности рыбных объектов в S_A ($m^2/миля^2$): А) 09.09.20 г. на лову; Б) 10.09.20 г. «проходной день», за заездком; В) 10.09.20 г. «проходной день», перед заездком; Г) 11.09.20 г. «проходной день»; Д) 12.09.20 г. на лову; Ж) – 13.09.20 г. на лову; З) 14.09.20 г. на лову; И) 17.09.20 г. «проходной день».

ности регистрации плотности рыбных объектов с течением времени указывает на то, что застоя рыбы в зоне действия орудия лова в период проходных дней не происходит.

4. Результаты проведенных исследований показывают действенность существующего подхода к обеспечению пропуска рыбы в районе установки ставных

неводов типа «заездок». Конструкция ставного невода типа «заездок» не препятствует проходу рыбы к местам нерестилиц, не допускает её объёживания и не наносит повреждений объекту добычи.

5. Установка дополнительных конструктивных элементов (окон) для обеспечения прохода рыбы не требуется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. М.: Всесоюзное кооперативное изд-во, 1933. 476 с.

Колтаков Н.В., Коцюк Д.В. Кризисы рыболовства в бассейне р. Амур. Количественный анализ фонда рыбопромысловых участков // Бюлл № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2019. С. 93–105.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в приамурском крае; СПб: Типография императорской академии наук, 1894. 87 с.

Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (утверждены приказом Минсельхоза России от 23.05.2019 N 267) URL: <http://base.garant.ru/72261446/> (дата обращения: 31.01.2020).

COMMERCIAL FISHERIES

**ABOUT THE INFLUENCE OF THE USE OF «ZAEZDOK»
TYPE NETS ON THE PASSING OF THE PACIFIC
SALMON PRODUCERS TO THE SPRINGING
TERRITORIES IN THE AMUR AND AMUR LIMAN**

**E.A. Zakharov, D.L. Shabelsky, N.L. Vacker, V.I. Polyanichko, V.S. Krasnov,
V.I. Shevtsov, M.A. Mizyurkin, O.N. Kruchinin, V.M. Volotov**

*Pacific branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Vladivostok, 690091*

Materials are presented on the study of the technology of harvesting Pacific salmon, using fixed seines of the «zaezdok» type in the Amur estuary and the river. Amur, in order to ensure the passage of spawners of Pacific salmon during passing days without dismantling the wings and the trap, but only by closing the inlet device of the reservoir. The results of the conducted studies showed that the design of a fixed seine of the «zaezdok» type does not prevent the passage of fish to spawning grounds, does not allow it to be bound and does not cause damage to the prey object. During periods of skipping spawners («passing days»), it is sufficient to close the entrance to the seine trap and raise its netting. This ensures the unhindered exit of fish from the fishing area of the prey tool. Installation of additional structural elements (windows, etc.) is not required to ensure the passage of fish.

Key words: production technology, set seine of the «zaezdok» type, fishing traps, hydroacoustic surveys, visual surveys, control fishing, fixed net.

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 07.12.2022 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