

**«РЫБОВОДСТВО
И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО»
Том XVI,
№ 09 (200) 2022**

**Ежемесячный
научно-практический журнал**

Журнал зарегистрирован Министерством
Российской Федерации по делам печати,
телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-21675 от 25 августа 2005 г.

ISSN 2074-5990

Входит в Перечень изданий ВАК

Учредитель:
Некоммерческое партнерство
Издательский Дом «ПРОСВЕЩЕНИЕ»,
117042, Москва, ул. Южнобутовская, д. 45

© ИД «Панорама»,
Издательство «Сельхозиздат»
www.panor.ru/fish,
www.сельхозиздат.рф

Генеральный директор ИД «Панорама» —
Председатель Некоммерческого фонда
содействия развитию национальной
культуры и искусства
Кирилл Алексеевич МОСКАЛЕНКО

Адрес редакции:
Москва, Бумажный проезд, 14, стр. 2
Для писем: 125040, Москва, а /я 1
Редакция: 8 (495) 274-2222
(многоканальный)
Отдел подписки: 8 (495) 274-2222
(многоканальный)

Подписка на журнал:
1. На нашем сайте panor.ru.
2. Через нашу редакцию по тел.
8 (495) 274-2222
(многоканальный) или
по заявке в произвольной форме
на адрес: rodписка@panor.ru.
3. По официальному каталогу
Почты России
«Подписные издания»
(индекс — П7066).
4. По «Каталогу периодических
изданий. Газеты и журналы»
агентства «Урал-пресс»
(индекс на полугодие — 37194).

Отпечатано в типографии
ООО «ПРОФПРИНТ», 117437,
Москва, ул. Профсоюзная, д. 104

Установочный тираж 990 экз.

Цена свободная

Подписано в печать 11.09.2022

Статьи публикуются
на безгонорарной основе

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ОТРАСЛИ

А.О. Смуров, И.С. Плотников, Н.В. Аладин

Прошлое рыбных ресурсов Малого Аральского моря (Казахстан)578

*Настоящая работа представляет собой попытку
проследить изменения в фауне рыб, их кормовой базе и
уловах рыб Малого Аральского моря с начала и до конца
1980-х годов.*

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

А.М. Касымханов

Современное состояние ихтиофауны и перспективы рыбохозяйственного использования озера Ак-Школа Жарминского района Восточно-Казахстанской области590

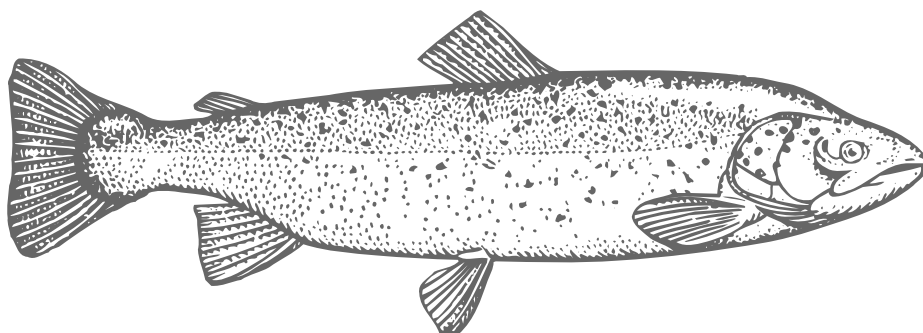
*В статье рассматривается вопрос формирования
рыбного населения и изучения современного состояния
промысловых видов рыб в озере Ак-Школа, расположен-
ном в Жарминском районе Восточно-Казахстанской
области, для последующего эффективного развития
рыбоводства.*

РЫБОВОДСТВО: ПАСТБИЩНОЕ, ИНДУСТРИАЛЬНОЕ, ПРУДОВОЕ

*А.Б. Ахмеджанова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, О.А. Левина,
А.Н. Хисамутдинова, В.М. Насунова*

Оценка морфофизиологических показателей производителей осетровых рыб599

*Проведены исследования по оценке рыболовных и гема-
тологических показателей производителей осетро-
вых рыб в условиях садкового комплекса. Установлены
отличия между животными, выращенными в заводских
условиях содержания «от икры до икры», и domestiци-
рованными животными, изъятными из естественных
водоемов.*



В.А. Илясова, Е.А. Мельченков, А.П. Воробьев, В.В. Калмыкова, А.А. Арчибасов, Н.А. Козовкова

Гистологическая характеристика поэтапного сперматогенеза в годичном половом цикле у самцов сибирского осетра в индустриальных рыбоводных предприятиях различного типа 613

Работа выполнена в условиях установки замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) и прямоточного бассейнового индустриального рыбоводного хозяйства. В результате исследований установлено, что у впервые нерестующих самцов сибирского осетра при комбинированном содержании в бассейнах прямоточного водоснабжения и УЗВ (условия длительной зимовки) при создании определенных температурных условий обеспечивается продление нерестового сезона на 2–3 месяца путем смещения половых циклов.

КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЫБЫ

С.Н. Удинцев, Т.П. Жиялкова, Г.В. Кинев

Применение порошка сухого чеснока и гуминовой кормовой добавки «Гумитон» для повышения эффективности выращивания рыбопосадочного материала осетровых в аквакультуре..... 625

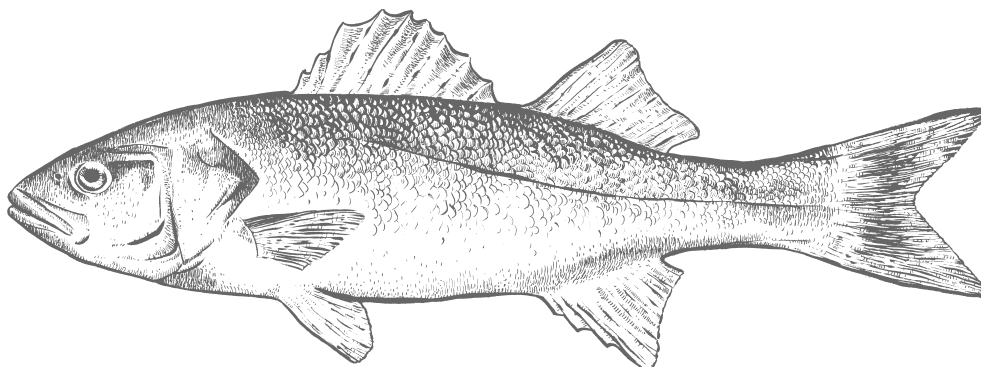
*Проведено кормление молоди осетра сибирского (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) с исходной массой $153,8 \pm 14,3$ мг стандартным кормом, обогащенным различными дозами фитобиотика — порошка чеснока сухого и гуминовой кормовой добавки «Гумитон». Включение в состав корма порошка чеснока в дозе 30 г/кг и «Гумитона» из расчета содержания гуминовых кислот 1 г/кг существенно повысило эффективность выращивания рыбы.*

НОВЫЙ ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.Е. Серветник

Использование новых видов рыб в поликультуре..... 636

В современных условиях важнейшим средством повышения рыбопродуктивности прудов и естественных водоемов можно считать расширение спектра разводимых рыб с учетом имеющейся кормовой базы и уровня биотехники. В зависимости от состава аборигенной ихтиофауны, которая играет существенную роль в биоценозе, поликультура может состоять из менее привычного набора рыб.



DOI 10.33920/sel-09-2209-01
УДК 597.2/.5+592

ПРОШЛОЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ МАЛОГО АРАЛЬСКОГО МОРЯ (КАЗАХСТАН)

А.О. Смуров, И.С. Плотников, Н.В. Аладин

Зоологический институт РАН, Россия, Санкт-Петербург
E-mail: igor.plotnikov@zin.ru

Аннотация. Настоящая работа представляет собой попытку проследить изменения в фауне рыб, их кормовой базе и уловах рыб Малого Аральского моря с начала и до конца 1980-х годов. Целью нашей работы является сравнительное исследование изменения рыбохозяйственного значения водоема на разных стадиях его развития, в том числе и во время последней антропогенной регрессии. Используются как литературные данные, так и полученные авторами в период 1991–2015 годов. Учтены не только данные, относящиеся собственно к фауне и уловам рыб, но и данные по их кормовой базе, представленной главным образом беспозвоночными. Аборигенная ихтиофауна состояла из 20 видов рыб, в основном относящихся к бентофагам. Биомасса бентоса была невелика — 20 г/м² из-за значительного пресса рыб. Проведение Ташкентской железной дороги послужило причиной возникновения поселка Аральск в 1905 году и начала промышленного лова на море, так как обеспечило вывоз рыбной продукции. Вылов рыб в предреволюционное время достиг максимума — 48 300 т. В 1930–1950-х годах начались плановые акклиматизации рыб и бентосных организмов для увеличения рыбохозяйственного значения водоема. Часть из них была неудачной. Вселение планктоноядных рыб отразилось не только на зоопланктоне моря, но и на его донной фауне, численность и биомасса которой снизилась. Рост солености в результате регрессии водоема привел к резкому обеднению фауны. В отсутствие пресса со стороны рыб биомасса бентосных организмов увеличилась более чем в 10 раз.

Ключевые слова: Малое Аральское море; ихтиофауна; рыболовство; бентос; соленость.

PAST OF FISH RESOURCES OF THE SMALL ARAL SEA (KAZAKHSTAN)

A.O. Smurov, I.S. Plotnikov, N.V. Aladin

Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Russia, Saint Petersburg
E-mail: igor.plotnikov@zin.ru

Abstract. This work is an attempt to trace changes in the fish fauna, their food supply and fish catches in the Small Aral Sea from the beginning of the 20th century to the late 1980s. The purpose of our work is a comparative study of changes in the fishery value of the water reservoir at different stages of its development, including during the last anthropogenic regression. Both literature data and those obtained by the authors in the period 1991–2015 were used. Not only data related to the fauna and fish catches proper, but also data on their food supply, represented mainly by invertebrates, were taken into account. The native ichthyofauna consisted of 20 species of fish, mainly related to benthophages. The biomass of benthos was small — 20 g/m² due to the significant pressure of fish. The construction of the Tashkent

railway was the reason for the emergence of the village of Aralsk in 1905, and the beginning of industrial fishing at sea, as it ensured the export of fish products. The catch of fish in the pre-revolutionary period reached a maximum of 48,300 tons. Planned acclimatization of fish and benthic organisms began to increase the fishery value of the reservoir. Some of them were unsuccessful. The introduction of plankton-eating fish affected not only the zooplankton of the sea, but also its benthic fauna, the abundance and biomass of which decreased. The increase in salinity because of the regression of the water reservoir led to a sharp depletion of the fauna. In the absence of pressure from fish, the biomass of benthic organisms increased by more than 10 times.

Keywords: *Small Aral Sea; ichthyofauna; fisheries; benthos; salinity.*

Аральское море расположено в пустынной зоне Средней Азии — в Туранской низменности, у восточной кромки плато Устюрт, на территории Казахстана и Узбекистана. В Арал впадают только две реки — Сырдарья на северо-востоке и Амударья на юге. Площадь бассейна Аральского моря в 1960 году составляла около 1,5 млн км². До начала современной регрессии Аральское море по площади своего водного зеркала было третьим-четвертым в мире континентальным водоемом, уступая только Каспийскому морю и Великим Американским озерам. До 1960 года уровень Арала держался на отметке +53,4 м абс., его площадь достигала 67 499 км² при объеме 1089 км³ и средней глубине 16,1 м. Площадь Большого Арала достигала 61 381 км² при объеме 1007 км³. Площадь Малого Арала была 6118 км² при объеме 82 км³. Большой Арал превосходил Малый Арал (и по площади, и по объему) примерно в 10 раз. Средняя соленость Арала составляла 10,3‰ [4].

Котловина, которую занимает Аральское море, включает две основные части: меньшую северную — Малое море, или Малый Арал, и большую южную — Большое море, или Большой Арал. Их разделял тянувшийся в широтном направлении остров Кокарал и соединяли проливы Берга и Аузы-Кокарал.

Аральское море оставалось условно стабильным до 1961 года, когда испарение стало превышать сумму приходных составляющих водного баланса. В результате с 1961 года уровень моря начал устойчиво снижаться. При этом природный фактор (естественное снижение водности рек) дал только 23% падения уровня, тогда как оставшиеся 77% были результатом снижения речного стока вследствие все увеличивавшихся объемов безвозвратного изъятия воды, в первую очередь на орошение [4].

Во второй половине 1980-х годов сток Амударьи практически отсутствовал, и море фактически питали только воды Сырдарьи. Поступление воды за счет речного стока и осадков в Малый Арал превышало испарение, и, пока море оставалось единым водоемом, избыток воды беспрепятственно поступал через пролив Берга в Большой Арал. К 1988–1989 годам уровень моря снизился на 13 м, до отметки +40 м абс. В результате пересох пролив Берга, соединявший Малый и Большой Арал.

Целью нашей работы является сравнительное исследование изменения рыбохозяйственного значения водоема на разных стадиях его развития. В настоящем анализе будут учтены не только данные, относящиеся собственно к фауне и уловам рыб, но и данные по их кормовой базе, представленной главным образом беспозвоночными организмами.

Малое море в составе единого Арала

Аральское море как географический объект оставалось почти неисследованным вплоть до XIX века, когда началось постепенное накопление научных знаний об этом водоеме. Целью первой комплексной военно-морской экспедиции на водоем, возглавляемой лейтенантом А.И. Бутаковым, было составление карты Арала. Эта карта была издана в 1850 году Гидрографическим департаментом Морского министерства. Попутно экспедиция собрала некоторые сведения о промысловых рыбах Арала. В дальнейшем, в 1857–1859 годах, здесь работала экспедиция Н.А. Северцова и И.Г. Борщова, в 1874 году — экспедиция Императорского Русского географического общества и Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, в которой приняли участие Н.А. Северцов и В.Д. Аленицын. Они собрали коллекцию рыб Арала, которая была обработана К.В. Кесслером. С учетом открытой впоследствии Л.С. Бергом аральской кумжи *Salmo trutta aralensis* на начало XX века было известно 18 видов рыб [3]. С 1931-го по 1940 год Г.В. Никольский работал на Аральской рыбохозяйственной станции. По результатам его работ была опубликована монография «Рыбы Аральского моря» [19]. Благодаря исследованиям Г.В. Никольского список аборигенной фауны рыб дополнился еще двумя видами (см. таблицу).

Таблица

Ихтиофауна Аральского моря

Table

Ichthyofauna of the Aral Sea

Виды	Годы			Статус
	1950	1960–1979	1980–1990	
ACIPENSERIDAE				
Шип <i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetsky	+	+	–	E, I, AB
SALMONIDAE				
Лосось <i>Salmo trutta aralensis</i> Berg	+	+	–	E, I, AB
ESOCIDAE				
Щука <i>Esox lucius</i> Linnaeus	+	+	–	C–, AB
CYPRINIDAE				
Вобла <i>Rutilus rutilus aralensis</i> Berg	+	+	–	C, AB
Белый амур <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)	–	+	–	C–, AC
Язь <i>Leuciscus idus oxianus</i> (Kessler)	+	+	–	C–, AB
Жерех <i>Aspius aspius iblioides</i> (Kessler)	+	+	–	C, AB
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus)	+	+	–	C–, AB
Туркестанский усач <i>Barbus capito conocephalus</i> Kessler	+	+	–	RB, AB
Аральский усач <i>Barbus brachycephalus brachycephalus</i> Kessler	+	+	–	RB, AB
Лещ <i>Abramis brama orientalis</i> Berg	+	+	–	C, AB
Белоглазка <i>Abramis sapa aralensis</i> Tjapkin	+	+	–	C–, AB
Шемая <i>Chalcalburnus chalcoides aralensis</i> (Berg)	+	+	–	C–, AB
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus)	+	+	–	C–, AB
Карась <i>Carassius carassius gibelio</i> Bloch	+	+	–	C–, AB
Сазан <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitshakow	+	+	–	C, AB
Белый толстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)	–	+	–	C–, AC
Пестрый толстолобик <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson)	–	+	–	C–, AC
SILURIDAE				
Сом <i>Silurus glanis</i> Linnaeus	+	+	–	C–, AB
ATHERINIDAE				
Атерина <i>Atherina boyeri caspia</i> (Eichwald)	–	+	+	I

Окончание таблицы

Виды	Годы			Статус
	1950	1960–1979	1980–1990	
PERCIDAE				
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus)	+	+	–	C, AB
Окунь <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus	+	+	–	C–, AB
CHANNIDAE				
Змееголов <i>Channa argus warpachowskii</i> Berg	–	+	–	C–, AC
GOBIIDAE				
Бычок-бубырь <i>Pomatoschistus caucasicus</i> Berg	–	+	+	I
Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis pallasii</i> (Berg)	–	+	+	I
Бычок-лысун <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas)	–	+	+	I
Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus affinis</i> (Eichwald)	–	+	+	I
Бычок-головач <i>Neogobius kessleri gorlap</i> Iljin	–	+	+	I
Бычок-ширман <i>Neogobius syrman eurystomus</i> (Kessler)	–	+	+	I
PLEURONECTIDAE				
Камбала <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas)	–	+	+	I, C, AC

Примечание: + — присутствует; – — отсутствует; C — промысловый; C– — промысловый, но малочисленный; AB — абориген; AC — акклиматизирован; I — вселенец; R — в Красной книге; E — исчез.

Аборигенная фауна рыб Арала в основном состояла из представителей семейства Cyprinida — 12 видов, три вида относились к осетровым, семейства Salmonidae, Siluridae, Esocidae, Percidae и Gasterosteidae были представлены одним видом [29]. Почти вся она (95%) была эврибионтной [19].

Главной чертой аборигенной ихтиофауны Аральского моря было то, что ее составляли генеративно-пресноводные виды. Для размножения почти все аборигенные рыбы мигрировали в прибрежную зону или в реки. Рыб, размножающихся в пелагиали, не было. Также не было рыб, в течение всей жизни держащихся в глубинной зоне. Это свидетельствует о происхождении практически всей ихтиофауны Арала из лимнофильной фауны бассейна Амударьи [19].

До 1875 года рыболовство в самом Аральском море почти совершенно не велось, а в Сырдарье и Амударье местное казахское и каракалпакское население добывало незначительное количество рыбы для личного потребления примитивными орудиями лова [8]. Переселение в 1877 году на берега Сырдарьи и Амударьи уральских казаков, обладавших достаточным опытом рыболовства на реке Урал, изменило ситуацию. Они внедрили в промысел плавную сеть, двухстенную для шипа и усача и одностенную для жереха, которая до развития неводного лова становится основным орудием добычи рыбы в реках. Рыбный промысел на Сырдарье с 1875-го по 1885 год распространился от г. Казалинска вниз по течению до предустьевой морской полосы. В этот период развивающийся промысел базировался преимущественно на таких проходных и полупроходных рыбах, как шип, усач, лещ и жерех. Морской же промысел ограничивался узкой полосой взморья.

Неосвоенные рыбные богатства Арала привлекали к себе рыбаков с Азовского моря, Темрюка и бессарабцев с дельты Дуная. Появляются крупные рыбопромышленники, построившие на берегах и островах моря рыбные промысла по астраханскому образцу. С проведением Ташкентской железной дороги в 1905 году возникает поселок Аральск, который становится административным и деловым центром рыбной промышленности.

Начиная с 1910 года вылов рыбы по Аральскому бассейну растет, достигнув в 1915 году 48 300 т. С 1915 года началось постепенное снижение уловов как следствие Первой империалистической войны, революции и Гражданской войны. Некоторое увеличение вылова намечилось с 1921 года, когда было добыто 4401 т [8].

В 1923 году была учреждена Аральская инспекция рыболовства. В 1925 году создан Аральский государственный рыбопромышленный трест. В 1926 году началось объединение рыболовецких товариществ и артелей в Аральский союз рыбаков. Постоянный статистический учет уловов стал вестись с 1928 года [8].

Являвшиеся основой ихтиофауны Аральского моря карповые рыбы давали около 90% объема промысловых уловов. При этом примерно 2/3 от их объема обеспечивали всего лишь три вида — лещ, сазан и вобла. Доля в уловах остальных промысловых видов рыб (шемяя, щука, сом, аральский усач, судак, жерех, белоглазка и чехонь) варьировала в пределах 1–5% [21].

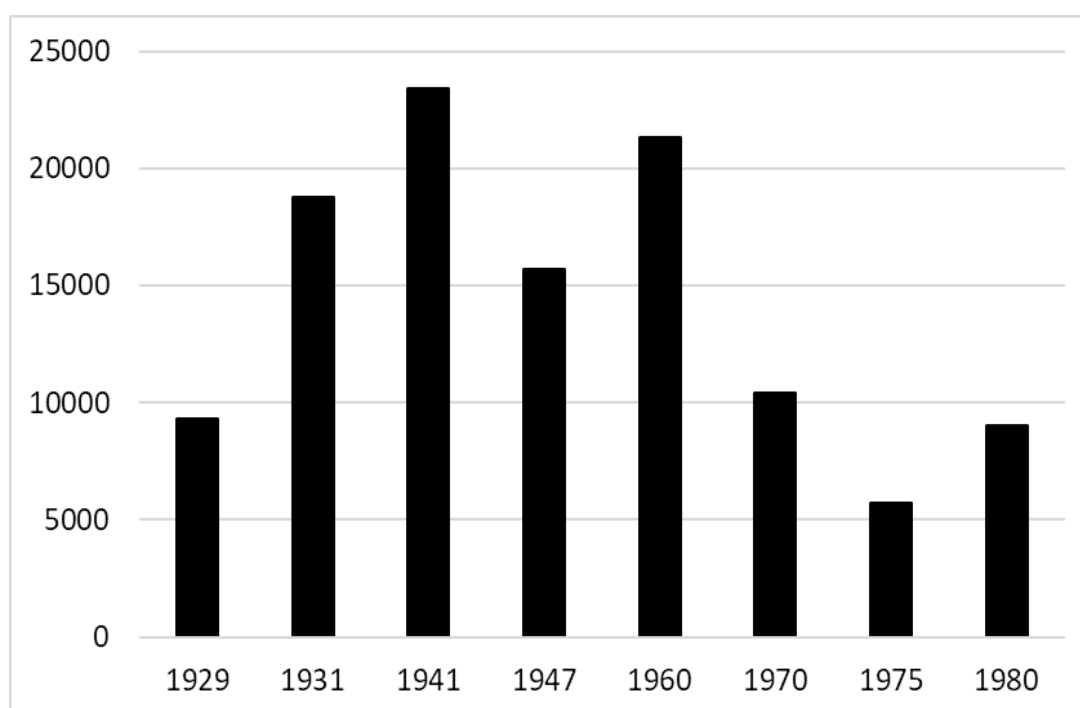


Рис. 1. Уловы рыб на Малом Арале. По оси абсцисс — годы, по оси ординат — уловы, т
Fig. 1. Fish catches in the Small Aral. The abscissa shows years, the ordinate shows catches, tons

В конце 1930-х годов ежегодный вылов рыбы во всем Аральском море достигал порядка 40 000 т, около половины которого давал Малый Арал (рис. 1). Запасы основных объектов промысла (лещ, вобла, сазан) допускали дальнейшее увеличение вылова по всему морю до 50 000, максимум 55 000 т в год при условии проведения ряда дополнительных организационных мероприятий (введение запретных зон, переход с лова в прибрежье на лов в местах нагула и т.д.) [19].

Биомасса макрозообентоса моря до начала 1960-х годов составляла около 23 г/м². Основными организмами зообентоса были личинки хирономид (36%), *Dreissena* spp. (34%) и *Adacna* spp. (24%). Доля остальных организмов в бентосе была невелика (рис. 2).

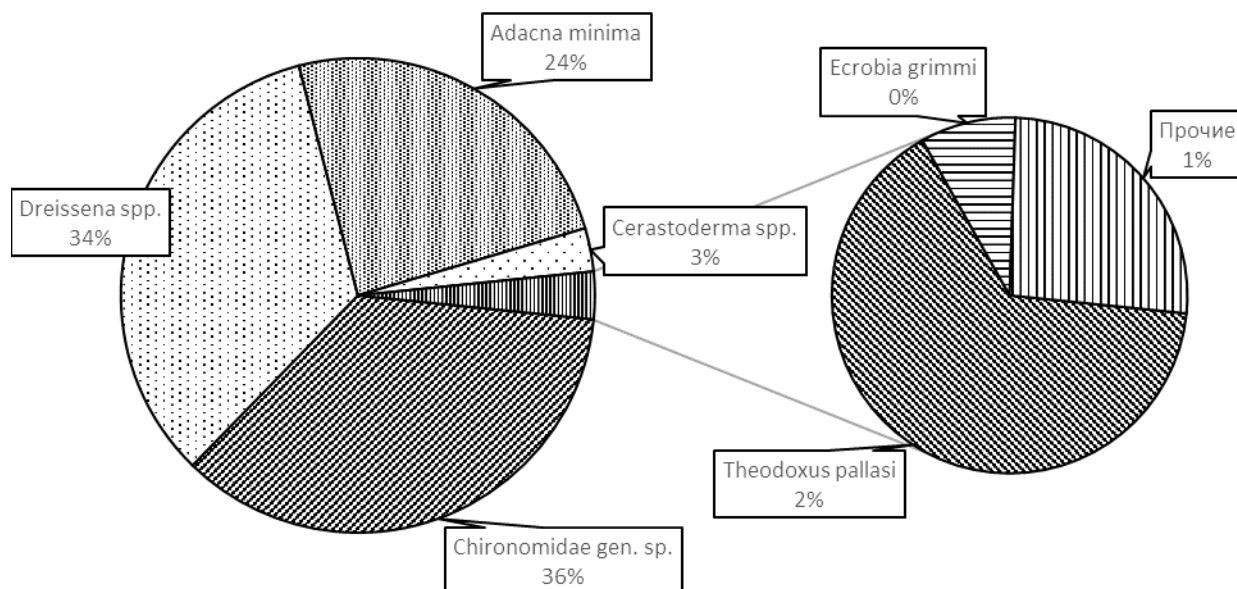


Рис. 2. Биомасса зообентоса центральной части Арала в 1954–1957 годах (по: [27])

Fig. 2. Biomass of zoobenthos in the central part of the Aral Sea in 1954–1957 (according to: [27])

Наибольший выход рыбной продукции давали бентофаги. Они питались главным образом моллюсками, бокоплавом *Dikerogammarus aralensis* (Uljanin) и личинками хирономид [10; 11]. Особую ценность для рыб представляли *Adacna* spp., *Dreissena caspia pallasii* Andrusov и бокоплав. Двустворки *Cerastoderma* spp., *Dreissena polymorpha aralensis* (Andrusov) и *D. p. obtusecarinata* (Andrusov) на поздних стадиях развития из-за толстых створок своих раковин были малодоступным кормом для бентофагов. Брюхоногие моллюски *Theodoxus pallasii* Lindholm и *Ecrobia grimmi* (Clessin in Dybowski) не играли заметной роли в питании рыб.

Состав фауны Арала оставался неизменным до тех пор, пока в XX веке человек не начал плановые и внеплановые вселения гидробионтов в водоем. Впервые вопрос о целесообразности пополнения фауны Аральского моря отсутствовавшими в нем видами гидробионтов (как промысловых рыб, так и являющихся их пищей беспозвоночных), чтобы за счет этого повысить промысловые уловы, был поставлен еще в конце 1920-х годов.

Первоначально предложенными для вселения объектами были рыбы. Первым таким опытом стала в 1929–1932 годах неудачная попытка вселения каспийской проходной сельди-пузанки *Alosa caspia* (Eichwald). В 1927–1934 годах в Аральское море пытались вселить каспийскую севрюгу *A. stellatus* Pallas. Хотя эта попытка в итоге оказалась неудачной [13], она имела серьезные последствия. Вместе с севрюгой занесли эктопаразита осетровых рыб — моногенетического сосальщика *Nitzschia sturionis* (Abilgaard), отсутствовавшего у аральского шипа *A. nudiventris*. Перейдя на шипа, этот паразит вызвал его массовую гибель [6; 7].

В 1948–1963 годах вновь начались успешные и безуспешные попытки вселения в Арал новых видов. Обоснованием этих мероприятий было господствовавшее среди исследователей моря мнение, что в экосистеме водоема мало рыб-планктофагов и, соответственно, вселение потребителей зоопланктона способно повысить рыбопродуктивность Арала [10; 11]. Сходные рассуждения, но уже в отношении бентосоядных рыб привели к последующей попытке вселения севрюги и уральского шипа [9]. Новая попытка интродукции осетровых в

1948–1958 годах желаемого результата не дала — в 1958 году в уловах встречались только единичные экземпляры севрюги [13].

Еще в 1930-е годы исследователи обратили внимание на тот факт, что в Арале отсутствовали настоящие планктофаги, из-за чего зоопланктон использовался в пищу рыбами и беспозвоночными очень ограниченно. Основными его потребителями были хищные зоопланктеры, малочисленная девятииглая колюшка *Pungitius platygaster aralensis*, шемая *Chalcalburnus chalcoides aralensis* и чехонь *Pelecus cultratus*. Кроме этого, зоопланктон потреблялся (главным образом на нерестилищах) мальками и молодью бентосоядных и хищных рыб [13; 14; 20; 26; 27].

Из числа планктоноядных рыб в первую очередь в Аральское море вселяли в 1954–1956 годах кефалей *Liza auratus* (Risso) и *L. saliens* (Risso) из Каспия и в 1954–1959 годах балтийскую салаку *Clupea harengus membras*, которую вселять не следовало [13]. Если акклиматизация кефалей не удалось, то салака успешно натурализовалась и с 1957 года быстро увеличила свою численность. При вселении кефалей в Арал случайно занесли промысловых рыб — бычков и атерину, а также рыбу-иглу. Атерина распространилась по всей акватории моря. С появлением в Арале всех этих вселенцев (и в первую очередь салаки) резко возросла нагрузка на зоопланктон, до этого потреблявшийся только единственным настоящим планктофагом — колюшкой, частично шемаей и чехонью, но главным образом молодью аборигенных рыб весной на нерестилищах [14; 20]. Биомасса зоопланктона упала более чем в 10 раз и из его состава почти исчезли крупные ракообразные — *Arctodiaptomus salinus* (Daday) из числа веслоногих, *Moina mongolica* Daday и еще ряд ветвистоусых. В результате всех произошедших в зоопланктоне Аральского моря после вселения атерины и салаки серьезных изменений ведущая роль в нем перешла к личинкам двустворчатых моллюсков, циклопам и коловраткам [15].

Вселение планктоноядных рыб отражалось не только на зоопланктоне моря, но и на его донной фауне. Поскольку значительная часть летнего зоопланктона представляла собой меропланктон, главным образом состоящий из пелагических личинок двустворчатых моллюсков [16; 17], то зоопланктон и зообентос были взаимосвязаны: большее количество молодежи, оседавшей из планктона на дно, обеспечивало большую численность зообентоса, и наоборот [24; 25]. Таким образом, снижение численности зоопланктона повлекло за собой и снижение численности зообентоса.

В конце 1950-х годов в дельтовые районы Сырдарьи и Амударьи вселили дальневосточных растительноядных — белого амура и два вида толстолобиков. При этом случайно занесли черного амура и хищного змеголова. Все они, кроме пестрого толстолобика, успешно акклиматизировались и стали промысловыми [13]. Несмотря на предпочтение пресноводных местообитаний, упомянутые рыбы встречались и в самом Арале за многие километры от устьев рек.

В 1950-х годах было принято решение о дальнейшем развитии орошаемого земледелия в Средней Азии, для нужд которого предполагалось использовать воды Амударьи и Сырдарьи. Среди специалистов было понимание, что это приведет к осолонению Арала. Уже небольшое повышение солено-

сти должно было повлечь за собой существенные изменения во всей фауне. Составлявшие основу пресноводные и солоноватоводные виды по мере повышения солености должны постепенно исчезнуть, что неизбежно привело бы к утрате Аральским морем его важного значения для рыбного хозяйства. Для предотвращения такой перспективы следовало заранее сформировать солеустойчивую биоту, акклиматизировав подходящие эвригалинные виды. Поэтому А.Ф. Карпевич предложила вселить ряд беспозвоночных, которые служат кормовыми объектами рыб [11–13].

Первыми вселенными в Арал беспозвоночными оказались креветки, которых в 1954–1956 годах занесли попутно при неудачной попытке акклиматизации каспийских кефалей [23]. Сперва предполагали, что было два вида креветок — *Palaemon elegans* Rathke и *P. adspersus* Rathke [11; 13], но исследования показали, что в Арал вселился и натурализовался только первый [18]. Креветка стала конкурентом аборигенного бокоплава *D. aralensis* и в дальнейшем полностью его вытеснила [2].

Первыми из предложенных А.Ф. Карпевич для акклиматизации в Аральском море видов беспозвоночных [11; 12] были выбраны реликтовые понто-каспийские мизиды, широко распространенные в опресненных зонах Каспия и Азова, в дельтах Волги, Дона, Днепра. В водоемах-донорах эти ракообразные являются ценным кормом для рыб, и их вселение в Арал расширило бы и укрепило кормовую базу рыб-бентофагов и их молоди, повысив этим промысловые уловы. Всего в 1958–1960 годах вселяли три вида мизид — *Paramysis lacustris* (Czerniavsky), *P. intermedia* (Czerniavsky) и *P. baeri* Czerniavsky, который не натурализовался. Еще один вид мизид, *P. ullskyi* Czerniavsky, проник в Арал самостоятельно в 1960-х годах из водохранилищ в верховьях Сырдарьи, где ранее был акклиматизирован [15].

Особая роль в планах по акклиматизации, составленных А.Ф. Карпевич, отводилась полихете *Hediste diversicolor* (O.F. Müller). Доминировавшие в то время в бентосе моря личинки хирономид в результате естественного процесса превращались в имаго, временно уменьшая таким образом кормовую базу рыб. Поэтому было предложено вселить этот вид полихет, являющийся прекрасным кормом для рыб-бентофагов, который, с одной стороны, никуда из моря не денется, а с другой — будет питаться личинками хирономид [13]. *H. diversicolor* является эвригалинным физиологически пресноводным видом. Взрослые черви благодаря совершенной гипертонической осморегуляции могут месяцами жить в пресной воде, но для оплодотворения и личиночного развития требуют воду соленостью не менее 4–5‰ [22]. Червей завезли в 1960–1961 годах из Бердянских лиманов Азовского моря и выпустили в залив Джиды Малого моря. Нереис быстро натурализовался в Малом Арале и полностью заселил его к 1968 году.

В 1960–1963 годах фауна беспозвоночных Арала пополнилась двусторчатим моллюском *Abra segmentum* (Recluz) из Таганрогского залива и Бердянских лиманов Азовского моря. Благодаря тонким створкам раковины он является доступным кормом для бентосоядных рыб. Его успешно вселили в залив Большой Сарычеганак Малого Арала, и к 1973 году он расселился по всему Аральскому морю [13], став основным компонентом макрозообентоса.

Регрессия Арала

В середине 1960-х годов соленость Аральского моря увеличилась до 12–14‰. Достигнутый уровень солености сразу повлиял на состояние популяций промысловых рыб — резко увеличилась смертность сеголетков. В середине 1970-х годов естественное воспроизводство пресноводных рыб стало невозможно.

В начале 1980-х годов при солености 18‰ в фауне моря остались только колюшка, ранее вселенные бычки, атерина и салака (см. таблицу). Уловы сократились в 4 раза, и рыбный промысел велся главным образом на Малом Аральском море (см. рис. 1).

В конце 1970-х годов из Азовского моря в Арал успешно вселили камбалу глоссу. С 1981 года этот бентофаг стал встречаться в уловах по всему морю. Акклиматизация камбалы позволила сохранить рыбный промысел, и на протяжении двух десятилетий она была единственным промысловым видом рыб [28].

Снижение пресса рыб сказалось на биомассе зообентоса, она увеличилась в 1970-х годах до 33 г/м². В бентосе доминировали вселенцы *Abra segmentum* (49%) и *H. diversicolor* (24%), возросла также роль *Cerastoderma glaucum* Bruguière (19%), которой повышение солености благоприятствовало (рис. 3). Этот вид постепенно вытеснил *Cerastoderma* sp., которая до 1970-х годов была одним из доминировавших видов двустворок. Доля остальных организмов, ранее доминировавших в бентосе, сильно сократилась.

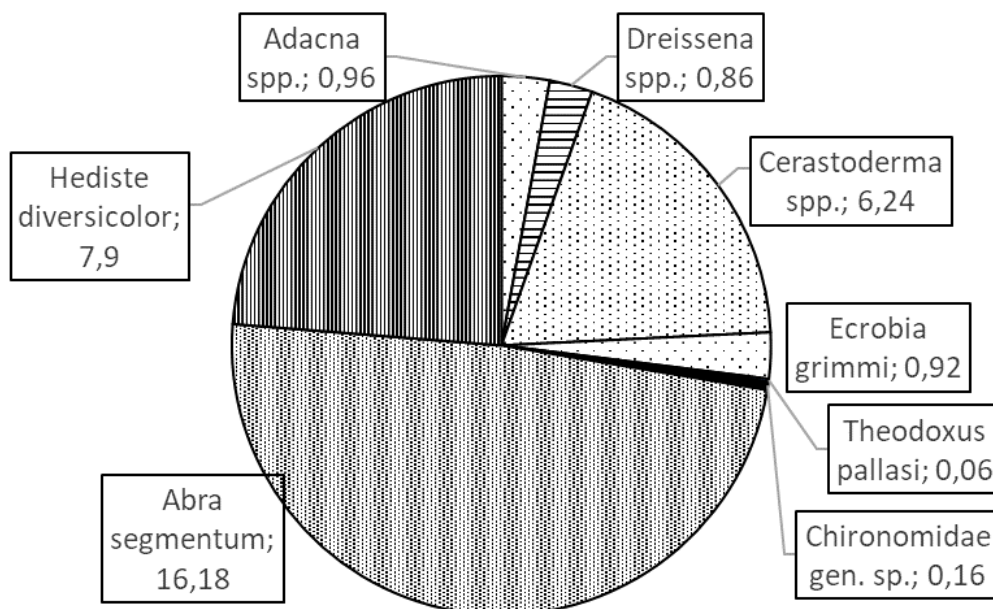


Рис. 3. Биомасса зообентоса центральной части Арала в 1970–1974 годах (по: [1])

Fig. 3. Biomass of zoobenthos in the central part of the Aral Sea in 1970–1974 (according to: [1])

В Аральском море обитали 18 видов хирономид, наиболее распространенным видом был *Chironomus behningi* Goetghebuer. В тех районах моря, где соленость была выше, чем в его основном водоеме, видовое разнообразие хирономид резко снижалось — там встречались только три вида [5]. В дальнейшем, при осолонении моря, когда соленость его вод около 1980 года достигла 15–18‰, в осолоненных акваториях встречались только два вида: *Chironomus salinarius* Kieffer и *Ch. halophilus* Kieffer [2]. С даль-

нейшим повышением солености моря хирономиды перестали встречаться в бентосе.

К началу 1980-х годов из-за повышения солености вымерли все представители рода *Adacna*, перестала встречаться *D. polymorpha aralensis*, вымерла *D. p. obtusecarinata*. Более эвригалинная *D. caspia pallasii* вымерла позже, в конце 1980-х годов.

Библиографический список

1. Андреева, С.И. Макробентофауна Аральского моря в условиях его измененного режима: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.И. Андреева. — М., 1984. — 24 с.
2. Андреева, С.И. Макрозообентос Аральского моря в начальный период его осолонения / С.И. Андреева // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — 1989. — Т. 199. — С. 53–82.
3. Берг, Л.С. Аральское море. Опыт физико-химической монографии / Л.С. Берг. — СПб.: Изд-во Стасюлевича, 1908. — 580 с.
4. Бортник, В.И. Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. — Т. 7 / В.И. Бортник, С.П. Чистяева (ред.). — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — 196 с.
5. Деньгина, Р.С. Бентос архипелага Карабайли Аральского моря / Р.С. Деньгина // Труды лаборатории озераведения АН СССР. — 1959. — Т. 8. — С. 23–83.
6. Догель, В.А. Фауна паразитов рыб Аральского моря / В.А. Догель, Б.Е. Быховский // Паразитологический сборник. — 1934. — Т. 4. — С. 241–346.
7. Догель, В.А. О гибели шипа на Арале в 1936 г. / В.А. Догель, А.С. Лутта // Рыбное хозяйство. — 1937. — № 12. — С. 26–27.
8. Жарковский, А.А. К вопросу об охране рыбных запасов бассейна Аральского моря в связи с гидростроительством / А.А. Жарковский // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. — М.: МОИП, 1950. — С. 21–43.
9. Карпевич, А.Ф. Предпосылки к акклиматизации новых форм в Аральском море / А.Ф. Карпевич // Доклады ВНИРО. — 1947. — № 6. — С. 13–17.
10. Карпевич, А.Ф. Итоги и перспективы работ по акклиматизации рыб и беспозвоночных в СССР / А.Ф. Карпевич // Зоол. журн. — 1948. — Т. 27. — Вып. 6. — С. 469–480.
11. Карпевич, А.Ф. Обоснование акклиматизации водных организмов в Аральском море / А.Ф. Карпевич // Тр. ВНИРО. — 1960а. — Т. 43. — Вып. 1. — С. 76–115.
12. Карпевич, А.Ф. Биологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском море и некоторых других солоноватых водоемах / А.Ф. Карпевич // Тр. ВНИРО. — 1960б. — Т. 43. — Вып. 1. — С. 198–218.
13. Карпевич, А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов / А.Ф. Карпевич. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 432 с.
14. Кортунова, Т.А. Об изменениях в зоопланктоне Аральского моря в 1959–1968 гг. / Т.А. Кортунова // Зоол. журн. — 1975. — Т. 54. — Вып. 5. — С. 657–669.
15. Кортунова, Т.А. Количественная характеристика зоопланктона Аральского моря / Т.А. Кортунова, Н.К. Луконина // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. — Алма-Ата: Наука, 1970. — Вып. 6. — С. 52–60.
16. Луконина, Н.К. Зоопланктон Аральского моря / Н.К. Луконина // Тр. ВНИРО. — 1960. — Т. 43. — Вып. 1. — С. 177–197.
17. Луконина, Н.К. Динамика популяции *Diaptomus salinus* Dadau в Аральском море / Н.К. Луконина // Зоол. журн. — 1960б. — Т. 39. — С. 167–187.
18. Малиновская, А.С. О биологии креветок, акклиматизированных в Аральском море / А.С. Малиновская // Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии. — Алма-Ата, 1961. — Вып. 3. — С. 113–124.
19. Никольский, Г.В. Рыбы Аральского моря / Г.В. Никольский. — М.: МОИП, 1940. — 215 с.
20. Панкратова, В.Я. Материалы по питанию рыб Аральского моря / В.Я. Панкратова // Труды Аральского отделения ВНИРО. — 1935. — Т. 4. — С. 199–220.
21. Фортунатов, М.А. К вопросу о динамике стада промысловых рыб Арала / М.А. Фортунатов, Е.С. Курбатова, А.А. Райская // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. — М.: Изд-во МОИП, 1950. — С. 112–170.
22. Хлебович, В.В. Многочетинковые черви семейства Nereididae морей России и сопредельных вод. Фауна России и сопредельных стран. Многочетинковые черви. — Т. III / В.В. Хлебович. — СПб.: Наука, 1996. — 224 с.
23. Хусаинова, Н.З. Биологические особенности некоторых массовых донных кормовых беспозвоночных Аральского моря / Н.З. Хусаинова. — Алма-Ата, 1958. — 116 с.
24. Хусаинова, Н.З. Биологические основы акклиматизации рыб и беспозвоночных в Аральском море / Н.З. Хусаинова // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. — М., 1968. — С. 100–104.

25. Хусаинова, Н.З. Новейшие изменения биологических процессов в Аральском море / Н.З. Хусаинова // Биологические науки. — 1971. — Вып. 1. — С. 176–190.
26. Яблонская, Е.А. Кормовая база рыб Аральского моря и ее использование / Е.А. Яблонская // Тр. ВНИРО. — 1960а. — Т. 43. — Вып. 1. — С. 150–176.
27. Яблонская, Е.А. Современное состояние зообентоса Аральского моря / Е.А. Яблонская // Тр. ВНИРО. — 1960б. — Т. 43. — Вып. 1. — С. 115–149.
28. Ermakhanov, Z.K. Changes in the Aral Sea ichthyocenosis and fishery in the period of ecological crisis / Z.K. Ermakhanov, I.S. Plotnikov, N.V. Aladin, P. Micklin // Lakes & Reserv.: Res. & Manag. — 2012. — Т. 17 (1). — С. 3–9. — DOI: 10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x.
29. Micklin, P. The Aral Sea crisis / P. Micklin // Dying and dead Seas climatic versus anthropic causes. — Dordrecht: Springer, 2012. — С. 99–123. — DOI: 10.1007/978-94-007-0967-6_5.

References

1. Andreeva, S.I. Makrobentofauna Aral'skogo morya v usloviyakh yego izmenennogo rezhima [Macrobentofauna of the Aral Sea in the conditions of its changed regime]. M., 1984. 24 p. (in Russian).
2. Andreeva, S.I. Makrozoobentos Aral'skogo morya v nachal'nyy period yego osoloneniya [Zoobenthos of the Aral Sea in the initial period of its salinization]. *Trudy Zoologicheskogo instituta SSSR*, 1989, v. 199, pp. 53–82 (in Russian).
3. Berg, L.S. Aral'skoye more. Opyt fiziko-khimicheskoy monografii [The Aral Sea. Attempt at a physiogeographical monograph]. Izdatelstvo Stasyulevicha, St. Petersburg, 1908. 580 p. (in Russian).
4. Bortnik, V., Chistyayeva, S. (eds.) Aral'skoye more. Gidrometeorologiya i gidrokimiya morey SSSR. T. 7 [Aral Sea. Hydrometeorology and Hydrochemistry of the Seas of the USSR, vol 7]. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1990. 196 p. (in Russian).
5. Dengina, R.S. Bentos arhipelaga Karabayli Aral'skogo morya [Benthos of Karabaili Archipelago of the Aral Sea]. *Trudy laboratorii ozerovedeniya*, 1959, v. 8, pp. 234–255 (in Russian).
6. Dogel, V.A., Bykhovsky, B.E. Fauna parazitov ryb Aral'skogo morya [Fauna of fish parasites of the Aral Sea]. *Parazitologicheskyy sbornik*, 1934, v. 4, pp. 241–346 (in Russian).
7. Dogel, V.A., Lutta, A.S. O gibeli shipa na Arale v 1936 g. [On the death of a ship in the Aral Sea in 1936]. *Rybnoye khozyaystvo*, 1937, no. 12, pp. 26–27 (in Russian).
8. Zharkovsky, A.A. K voprosu ob okhrane rybnyykh zapasov basseyna Aral'skogo morya v svyazi s gidrostroitel'stvom [On the issue of protection of fish stocks in the Aral Sea basin in connection with hydroconstruction]. *Materialy po ihtiofaune i rezhimu vod basseina Aralskogo morya*, MOIP, Moscow, (1950), pp. 21–43 (in Russian).
9. Karpevich, A.F. Predposylki k akklimatizatsii novykh form v Aral'skom more [Prerequisites for the acclimatization of new forms in the Aral Sea]. *Doklady VNIRO*, 1947, v. 6, pp. 13–17 (in Russian).
10. Karpevich, A.F. Itogi i perspektivy rabot po akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v SSSR [Results and prospects of work on the acclimatization of fish and invertebrates in the USSR]. *Zool. Zhurnal*, 1948, v. 27 (6), pp. 469–480 (in Russian).
11. Karpevich, A.F. Obosnovaniye akklimatizatsii vodnykh organizmov v Aral'skom more [Biological basing of aquatic organisms acclimatization in the Aral Sea]. *Trudy VNIRO*, 1960a, v. 43 (1), pp. 76–115 (in Russian).
12. Karpevich, A.F. Biologicheskoye obosnovaniye akklimatizatsii mizid v Aral'skom more i nekotorykh drugikh solonovatykh vodoyemakh [Biological substantiation of mysid acclimatization in the Aral Sea and some other brackish water bodies]. *Trudy VNIRO*, 1960b, v. 43 (1), pp. 198–218 (in Russian).
13. Karpevich, A.F. Theory and practice of acclimatization of aquatic organisms [Theory and practice of aquatic organisms acclimatization]. *Pischevaya pronyslennost*, Moscow, 1975. 432 p. (in Russian).
14. Kortunova, T.A. On changes in the zooplankton of the Aral Sea in 1959–1968 [On the changes in the Aral Sea zooplankton in 1959–1968]. *Zool. Zhurnal*, 1975, v. 54 (5), pp. 567–669 (in Russian).
15. Kortunova, T.A., Lukonina, N.K. Kolichestvennaya kharakteristika zooplanktona Aral'skogo morya [Quantitative characteristic of the Aral Sea zooplankton]. *Rybnye resursy vodoemov Kazakhstana i ikh ispolzovanie*, 6. Nauka, Alma-Ata, 1970, pp. 52–60 (in Russian).
16. Lukonina, N.K. Zooplankton Aral'skogo morya [Zooplankton of the Aral Sea]. *Trudy VNIRO*, 1960a, v. 43 (1), pp. 177–197 (in Russian).
17. Lukonina, N.K. Dinamika populyatsii *Diaptomus salinus* Daday v Aral'skom more [Dynamics of *Diaptomus salinus* Daday population in the Aral Sea]. *Zool. Zhurnal*, 1960b, v. 39 (2), pp. 167–187 (in Russian).
18. Malinovskaya, A.S. O biologii krevetok, akklimatizirovannykh v Aral'skom more [On the biology of shrimp acclimatized in the Aral Sea]. *Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii*, vyp. 3, Alma-Ata, 1961, pp. 113–124 (in Russian).

19. *Nikolsky, G.V.* Ryby Aral'skogo morya [Fishes of the Aral Sea]. MOIP, Moscow, 1940. 216 p. (in Russian).
20. *Pankratova, V.Ya.* Materialy po pitaniyu ryb Aral'skogo morya [Materials on the feeding of the Aral Sea fishes]. *Reports of the Aral-Sea division of the Institute of marine fisheries*, 1935, v. 4, pp. 199–220 (in Russian).
21. *Fortunatov, M.A., Kurbatova, E.S., Raiskaya, A.A.* K voprosu o dinamike stada promyslovykh ryb Arala [Dynamics of herds of commercial fishes in the Aral Sea]. *Materialy po ihtiofaune i rezhimu vod basseina Aralskogo morya*. MOIP, Moscow, 1950, pp. 112–170 (in Russian).
22. *Khlebovich, V.V.* Mnogoshchetinkovyye chervi semeystva Nereididae morey Rossii i sopredel'nykh vod. Fauna Rossii i sopredel'nykh stran. Mnogoshchetinkovyye chervi. T. III [Polychaete worms of the family Nereididae of the seas of Russia and adjacent waters. Fauna of Russia and adjacent countries. Polychaete worms. T. III]. Nauka, Moscow, 1996. 224 p. (in Russian).
23. *Husainova, N.Z.* Biologicheskiye osnovy akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v Aral'skom more [Biological bases of acclimatization of fish and invertebrates in the Aral Sea]. *Akklimatizatsiya ryb i bespozvonochnykh v vodoyemakh SSSR*. Alma-Ata, 1958. 116 p. (in Russian).
24. *Husainova, N.Z.* Biologicheskiye osnovy akklimatizatsii ryb i bespozvonochnykh v Aral'skom more [Biological basis of acclimatization of fish and invertebrates in the Aral Sea]. *Akklimatizatsiya ryb i bespozvonochnykh v vodoyemakh SSSR*. 1968, pp. 100–104 (in Russian).
25. *Husainova, N.Z.* Noveyshiye izmeneniya biologicheskikh protsessov v Aral'skom more [The latest changes in biological processes in the Aral Sea]. *Biologicheskie nauki*, 1971, issue 1, pp. 176–190 (in Russian).
26. *Yablonskaya, E.A.* Kormovaya baza ryb Aral'skogo morya i yeye ispol'zovaniye [Food base of the Aral Sea and its use]. *Trudy VNIRO*, 1960a, v. 43 (1), pp. 150–176 (in Russian).
27. *Yablonskaya, E.A.* Sovremennoye sostoyaniye zoobentosa Aral'skogo morya [Modern state of the Aral Sea zoobenthos]. *Trudy VNIRO*, 1960b, v. 43 (1), pp. 115–149 (in Russian).
28. *Ermakhanov, Z.K., Plotnikov, I.S., Aladin, N.V., Micklin, P.* Changes in the Aral Sea ichthyocenosis and fishery in the period of ecological crisis. *Lakes & Reserv.: Res. & Manag.*, 2012, v. 17 (1), pp. 3–9. DOI: 10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x.
29. *Micklin, P.* (2012). The Aral Sea crisis. Dying and dead Seas climatic versus anthropic causes. Springer, Dordrecht, 2012, pp. 99–123. DOI: 10.1007/978-94-007-0967-6_5.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Данная работа выполнена в рамках темы государственного задания 122031100274-7.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Financing. This work was carried out within the framework of the topic of the State Task 122031100274-7.

Сведения об авторах

Алексей Олегович Смуров — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Зоологический институт РАН». Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1. E-mail: alexey.smurov@zin.ru. ORCID: 0000-0003-4314-666X.

Игорь Светозарович Плотников — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Зоологический институт РАН». Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1. E-mail: igor.plotnikov@zin.ru. ORCID: 0000-0001-8181-9103.

Николай Васильевич Аладин — д-р биол. наук, профессор, заведующий группой, ФГБУН «Зоологический институт РАН». Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1. E-mail: nikolai.aladin@zin.ru. ORCID: 0000-0001-6745-5067.

Information about the authors

Aleksey Olegovich Smurov — candidate of biological sciences, senior researcher, Zoological Institute RAS. Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 1. E-mail: alexey.smurov@zin.ru. ORCID: 0000-0003-4314-666X.

Igor Svetozarovich Plotnikov — candidate of biological sciences, senior researcher, Zoological Institute RAS. Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 1. E-mail: igor.plotnikov@zin.ru. ORCID: 0000-0001-8181-9103.

Nikolai Vasil'evich Aladin — doctor of biological sciences, professor, head of the group, Zoological Institute RAS. Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 1. E-mail: nikolai.aladin@zin.ru. ORCID: 0000-0001-6745-5067.