



2017

ТОМ 54

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ
БАССЕЙНЕ И МИРОВОМ ОКЕАНЕ**

(ЮБИЛЕЙНЫЙ ВЫПУСК)

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ**

ТОМ 1

КЕРЧЬ — 2017

Главный редактор
к. геогр. н. **Б. Н. ПАНОВ**

Редакционная коллегия:

д. б. н., проф. Н. П. Новиков
д. б. н., проф. Е. П. Губанов
д. б. н., проф. А. П. Золотницкий
к. б. н., ст. н. с. В. А. Шляхов
к. б. н. Л. И. Булли
к. геогр. н. В. Н. Полупанов
к. геогр. н. Р. В. Боровская
к. т. н. С. Л. Чернявская
к. т. н., доцент А. С. Виннов
А. А. Солодовников
В. Н. Туркулова

Editor-in-chief

Ph.D. (Geography) **V. N. PANOV**

Editor Board:

Fellow (Biology) N. P. Novikov
Fellow (Biology) Ye. P. Gubanov
Fellow (Biology) A. P. Zolotnitskiy
Ph.D. (Biology) V. A. Shlyakhov
Ph.D. (Biology) L. I. Bulli
Ph.D. (Geography) V. N. Polupanov
Ph.D. (Geography) R. V. Borovskaya
Ph.D. (Engineering) S. L. Chernyavskaya
Ph.D. (Engineering) A. S. Vinnov
A. A. Solodovnikov
V. N. Turkulova

Адрес редакции

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 298300, Республика Крым, Россия.

Телефон (приемная): +7 (36561) 21012

Факс: +7 (36561) 61627

E-mail: info-kf@azniirkh.ru

<http://yugniro.ru/>

УДК 001.89(262.5)(26)

Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане. — Керчь: КФ («ЮгНИРО»), 2017. — Т. 1. — 192 с.

*В первом томе юбилейного сборника «Трудов ЮгНИРО» подведены итоги деятельности Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» за 2016-2017 гг., приведена краткая историческая справка об основных исследованиях и достижениях сотрудников ЮгНИРО (до 1988 г. – АзЧерНИРО) с момента его образования в 1922 году по настоящее время. Проанализированы океанографические условия прибрежных вод Черного моря, а также возможности краткосрочного прогнозирования эффективности промысла хамсы и шпрота в данном районе. Дана оценка влияния ледовых условий на миграции и нагул рыб в Азовском море и Керченском проливе. Исследовано воздействие разведки и разработки месторождений углеводородов на биоресурсы Азовского моря. Охарактеризованы биологические особенности черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* и камбалы-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus*. Представлены данные о зоопланктоне и зообентосе Керченского предпроливья Черного моря; заявлено о находке личинок промысловых десятиногих ракообразных в данном районе исследований. Изучена интенсивность дыхания анадара *Anadara inaequalvis*, охарактеризованы закономерности роста этого моллюска в Керченском проливе. Исследовано состояние гиперсоленых озер Крыма, приведены особенности развития зоопланктона Акташского озера. Дана оценка запасов жаброногого рачка артемии *Artemia salina* в соленых озерах Крыма, а также запасов хирономид в заливе Сиваши. Проанализированы результаты выращивания четырехлеток пиленгаса и двухлеток черноморского калкана в условиях бассейновых хозяйств. Представлены данные о культивировании живых кормов для молоди морских рыб. Рассмотрены предпосылки создания морского сооружения для выращивания двустворчатых моллюсков и рыб в поликультуре. Дана характеристика динамики численности и биомассы мидий *Mytilus galloprovincialis* при выращивании их на различных коллекторах.*

Main results of complex research in the Azov and Black Seas Fishery Basin and the World Ocean. — Kerch: KB («YugNIRO»), 2017. — Vol. 1. — 192 p.

*The first volume of the anniversary issue of the «YugNIRO Proceedings» contains the output of the research activities of the Kerch Branch («YugNIRO») FSBSI «AzNIIRKH» for the period of 2016-2017. Brief historical accounts of the principal investigations and achievements of YugNIRO (prior to 1988 – AzCherNIRO) scientists from 1922 up to present were given. Oceanographic conditions of the Black Sea coastal waters as well as possibilities of the short-term forecast for the anchovy and sprat fishery efficiency are analyzed. The impact of ice conditions on feeding migrations of fish in the Azov Sea and the Kerch Strait is estimated. The influence of exploration and exploitation of hydrocarbon fields on the biological resources of the Azov Sea is studied. Biological properties of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* and Black Sea turbot *Scophthalmus maeoticus maeoticus* are described. The data on zooplankton and zoobenthos of the Kerch pre-Strait area are given; finding of the larvae of the commercial decapods in this area is reported. Respiration intensity of the unequal arc *Anadara inaequalvis* is investigated; growth features of this mollusc are characterized. The current state of hypersaline lakes of Crimea is estimated; description of zooplankton development in Aktash L. is presented. Stocks of the brine shrimp *Artemia salina* in the salt lakes of Crimea as well as non-biting midges stocks in Sivash L. are assessed. Results of the 4-year-old so-iuy and two-year-old Black Sea turbot culture in the fish farms are presented. The data on live feeds for the marine fish juveniles are provided. Prerequisites for the marine complex construction aiming at bivalve molluscs and fish breeding in polyculture are considered. Biomass and abundance dynamics of the Black Sea mussel *Mytilus galloprovincialis* is described when cultured at various types of collectors.*

МОРСКИЕ ДОРОГИ АЗЧЕРНИРО

**Е. П. Губанов¹, д. б. н., проф., В. В. Коркош², к. б. н., ст. н. с.,
Б. Н. Панов², к. з. н., ст. н. с., А. К. Зайцев², зав. лаб., Н. Н. Кухарев², ст. н. с.**

¹ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

²Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

e-mail: panov_b_n@azniirkh.ru

Азово-Черноморский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (АзЧерНИРО) был создан в первые годы существования Советской России, когда руководство страны, опираясь на мнение и авторитет ученых, предприняло шаги к развитию рыболовства на научной основе. В 1918 г. для решения продовольственной проблемы молодой республики, ведущей гражданскую войну, В.И. Ленин своим декретом создал Главное управление по рыболовству «Главрыба». В 1920-х гг., в целях восстановления рыболовства, пришедшего в упадок за годы гражданской войны, начали создаваться бассейновые научные экспедиции и рыбохозяйственные учреждения для комплексных исследований рыбных богатств морей России.

В 1922 г. декретом Совета Народных комиссаров, подписанным В.И. Лениным, была организована Азово-Черноморская экспедиция, руководство которой в течение шести лет (1922-1928 гг.) осуществлял основоположник научно-промысловых исследований в нашей стране, почетный академик Николай Михайлович Книпович. Причиной организации экспедиции явилось кризисное состояние рыбных ресурсов ранее богатейшего в мире рыбного водоема – Азовского моря, вызванное нерациональным промыслом в конце XIX – начале XX столетия. В 1913 г. вылов в Азовском море составил 40,3 тыс. т, из них лишь немногим более половины пришлось на ценные проходные и полупроходные виды – осетровых, судака, леща, тарань, сазана, около половины вылова составили бычки и хамса, тогда как в 1860-х гг. только в северной прибрежной части Азова вылавливали до 170 тыс. т ценных видов. Как писал Н.М. Книпович: «Необходимо было путем разностороннего общего гидробиологического исследования, специального изучения биологии промысловых рыб и изучения современного положения промысла, его условий, потребностей и возможных перспектив попытаться создать научную основу для рациональных мер в интересах развития и сохранения промысла. Основной задачей было изучение Азовского моря...».

Большие финансовые и технические трудности, с которыми столкнулась экспедиция, вынудили Н.М. Книповича обратиться к В.И. Ленину. После встречи с ним 5 декабря 1922 г. экспедиции были переданы пароход «Бесстрашный», парусно-моторная шхуна «Три святителя» (она же – «Марианна» и «Н. Данилевский»), п/м бот «Тунец», колесный пароход «Сухум». Добиться успехов в организации и работе Азово-Черноморской экспедиции Н.М. Книповичу помог его опыт весьма продуктивной работы по организации подобных экспедиций в Северном бассейне и на Каспии. В экспедиции были выполнены первые комплексные рыбохозяйственные исследования сырьевой базы рыболовства и среды обитания Азово-Черноморского бассейна. Впервые были выявлены факторы, влияющие и даже определяющие численность промысловых объектов, урожайность поколений.

В этой экспедиции начинали свою деятельность такие известные в будущем ученые, как Ю.Ю. Марти и В.Ю. Марти, В.Н. Тихонов (будущий директор АзЧерНИРО), Н.Л. Чугунов и Т.И. Чугунова, В.А. Бородатов, К.Р. Фортунатова и другие, многие из которых впоследствии работали в АзЧерНИРО и ВНИРО (г. Москва).

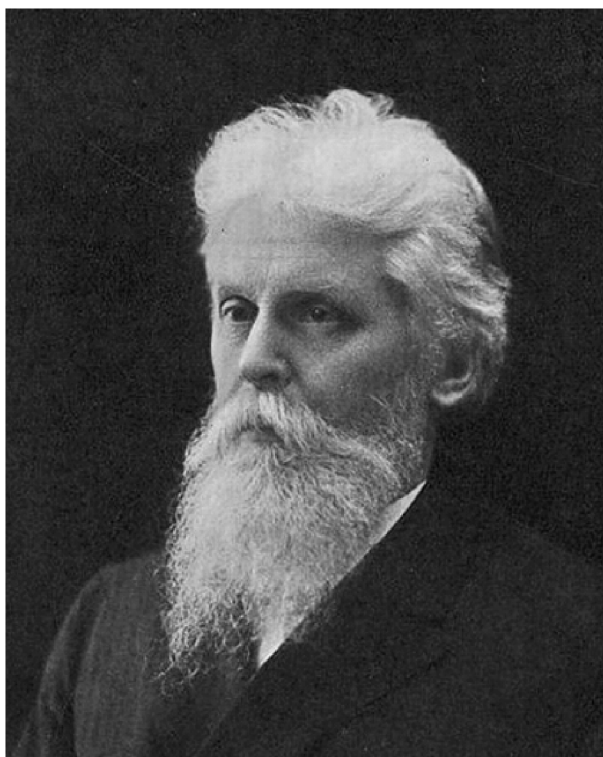
Работа экспедиции вывела изученность Азовского и Черного морей на уровень, позволивший в 1930-1940-е гг. развивать промысел в Азово-Черноморском бассейне на научной основе.



Первое здание Керченской ихтиологической лаборатории по ул. 23 Мая

Ее первым заведующим был Н.И. Александров, один из заместителей Н.М. Книповича.

В 1927 г. Керченская ихтиологическая лаборатория была переименована в Керченскую научную рыбохозяйственную станцию. В начале 1930-х гг. на этой станции работали Ю.Ю. Марти, Н.Н. Данилевский, А.А. Майорова, П.К. Гудимович, Н.И. Сальников, В.П. Фрейберг, С.М. Малятский, И.С. Зеленская и др. Объектами исследований были кубанская севрюга, белуга,



Николай Михайлович Книпович (1862-1939), руководитель Азово-Черноморской экспедиции 1922-1927 гг., зоолог, ихтиолог, океанолог, географ, д. б. н., профессор. Почетный член АН СССР. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР

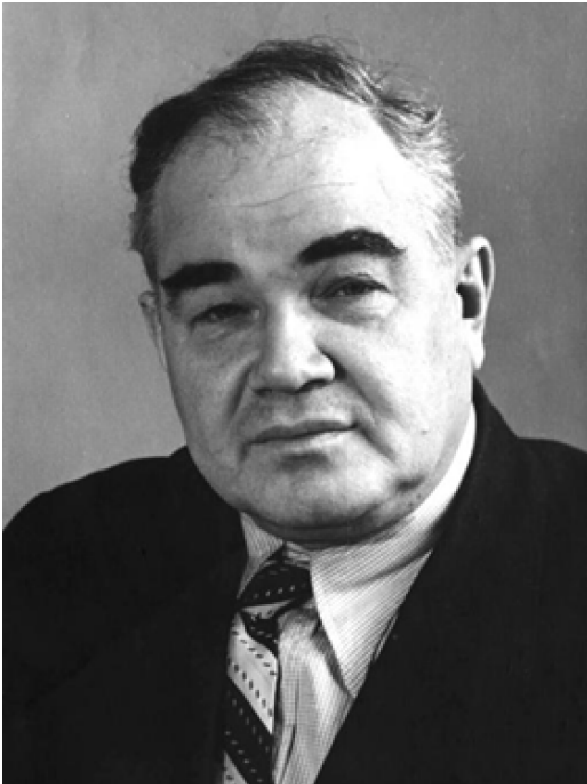
Материалы, полученные в результате интенсивной и планомерной работы Азово-Черноморской экспедиции, были опубликованы в 10 томах, в т. ч. Н.М. Книповичем подготовлены два тома монографии по гидрологии Азовского и Черного морей. Еще до начала экспедиции, в 1923 г., был опубликован подготовленный Н.М. Книповичем «Определитель промысловых рыб Черного и Азовского морей».

Наиболее значимым для истории института событием стало создание в 1922 г. Керченской ихтиологической лаборатории, которая сыграла важную роль в работе экспедиции.

судак, сельдь, азовская хамса, кефали, акула-катран, барабуля. В 1930-1931 гг. А.А. Майоровой совместно с сотрудником ВНИРО А.В. Морозовым был разработан метод определения возрастного состава уловов с применением вариационной статистики (метод Морозова-Майоровой).

В 1933 г. на базе Керченской рыбохозяйственной станции Приказом Народного комиссариата снабжения СССР № 255 от 25 февраля 1933 г. был создан институт (АзЧерНИРО) с отделениями в городах Одессе, Батуми и Ростове-на-Дону. Поскольку истоки деятельности АзЧерНИРО были фактически заложены при создании Керченской ихтиологической лаборатории, именно 1922 г. по праву считается годом основания АзЧерНИРО (с 1988 – ЮгНИРО), ставшего одним из крупнейших НИИ рыбной отрасли страны.

В 1933 г. в АзЧерНИРО были созданы лаборатории ихтиологии, планктона, бентоса, гидрологии, гидрохимии, морской геологии, техники лова рыбы, морского зверя, экономики. Институту было передано научно-исследовательское судно «Н.Я. Данилевский» и специализированное исследовательское судно НИС «Академик Зернов», способное работать круглый год во всей акватории Черного моря.



Юлий Юльевич Марти (1906-1980), д. б. н. В 1922-1923 гг. участвовал в Азово-Черноморской экспедиции под руководством Н.М. Книповича. Лауреат Сталинской премии (1948 г.)

ти, впоследствии ставшего одним из наиболее выдающихся ученых рыбохозяйственной отрасли, в Азово-Черноморском бассейне впервые применена авиаразведка азовской хамсы в Керченском проливе и предпроливной части Черного моря.

Большой вклад в обоснование и развитие традиционного для Черного моря дельфиньего промысла внесли работы Н.Н. Данилевского. Будучи талантливым и многоплановым ученым-практиком, большим знатоком распределения и поведения рыб и других гидробионтов, Н.Н. Данилевский, среди множества своих разработок по орудиям лова, предложил усовершенствовать сетной лов дельфинов и отказаться от ружейного промысла. В тот период дельфины считались ценнейшими промысловыми видами. Комплексная переработка добытых дельфинов давала высококачественную продукцию: мясо шло на пищевые цели, ценная кожа использовалась в качестве замши, производили также жир для технических целей, кормовую мясокостную муку, удобрения и др. По разным оценкам, в конце 1930-х гг. общая численность дельфинов в Черном море находилась на уровне 1-2,5 млн. голов. По бытовавшим в те годы в рыбохозяйственной науке мнениям, сокращение численности дельфинов при помощи промысла должно было привести к росту уловов промысловых рыб, запасы которых выедали дельфины. В целях централизации дельфиньего промысла в 1929 г. была организована «Грузрыба».

В 1934 г. С.Ю. Фрейман впервые осуществил авиаразведку скоплений дельфинов в Черном море. В том же году в АзЧерНИРО был создан морской экспедиционный отдел – Азчеррыбпромразведка, который возглавил известный ученый, в то время заместитель директора, а позже директор института – В.П. Воробьев. С 1936 г. это подразделение стало постоянно проводить поиск скоплений рыбы и дельфинов с использованием судовой и авиационной разведки. Первым звеном авиаразведки были три гидросамолета МБР-1 «БИС». Сотрудники института Ю.Ю. Марти и А.Н. Голенченко стали пионерами и энтузиастами авиаразведки. Благодаря их усилиям в 1938 г. было добыто рекордное количество дельфинов (147,6 тыс. голов). В 1939 г. судовая и авиационная разведки были выделены из АзЧерНИРО в самостоятельную организацию «Азчеррыбпромразведка».

Проведенная в 1930 г. коллективизация рыбацких хозяйств обеспечила техническое переоснащение промысла. На Азово-Черноморском бассейне началось освоение крупных ставных неводов, кошельковых неводов для лова хамсы и тюльки, вылов бычков возрос благодаря применению механизированного лова драгами. Развивалась техника лова хамсово-тюлечными ставными неводами. В 1929-1930 гг. впервые был механизирован лов сельди, ставные невода начали выбирать через лебедки при помощи тракторов. Возросло количество промысловых судов, преимущественно сейнеров, транспортных судов, вследствие чего оказалось возможным организовывать экспедиционный лов как наиболее эффективный способ ведения промысла пелагических рыб. Только благодаря этому был обеспечен рост вылова тюльки на местах ее зимовки и увеличены уловы азовской хамсы, мигрирующей через Керченский пролив на зимовку в Черное море.

Рыбохозяйственные исследования, проводимые АзЧерНИРО и его отделениями, развивались одновременно с развитием рыболовства. При этом важнейшее значение приобретали практические задачи рыболовства, в решении которых участвовал институт. В 1931 г. по инициативе Ю.Ю. Марти



**Владимир Петрович Воробьев (1903-1947),
гидробиолог, д. б. н., директор АзЧерНИРО,
1944-1947 гг.**

В этот период в АзЧерНИРО развивались исследования биологии, динамики численности и популяционной структуры сельдей, хамсы, белуги и др., биологии дельфинов, фаунистики, изучались мигрирующие в Черное море средиземноморские виды рыб. Были опубликованы работы А.А. Майоровой по определению возрастного состава уловов белуги, биологии саргана, работы С.М. Малятского по нересту черноморской хамсы, труды В.А. Водяницкого (в тот период сотрудника биостанции в Батуми) по продуктивности Черного моря и многие другие.

Развитие и ведение промысла в рамках плановой экономики привело к появлению в АзЧерНИРО нового направления исследований – промыслового прогнозирования. Это потребовало создания и совершенствования методик оценки запасов, исследования и оценки роли факторов внешней среды в воспроизводстве, распределении и поведении промысловых рыб, в динамике их численности.

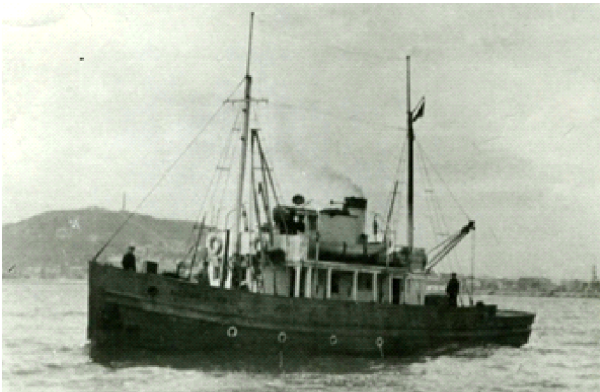
В 1936 г. в АзЧерНИРО начались систематические экспедиционные исследования на судах «Н. Данилевский» и «Академик Зернов», на борту которых выполнялось по две-три и более ком-

плексных гидрологических, гидробиологических и ихтиологических съемок в год, собиралось большое количество полевых материалов, необходимых для промыслового прогнозирования. Методы оценки запасов промысловых рыб посредством прямого количественного учета, разработанные и внедренные в практику в Азовском и Черном морях сотрудником АзЧерНИРО В.Н. Майским, признаны классическими. Работы ученых-ихтиологов института В.Н. Майского и Ю.Ю. Марти стали гордостью отечественного рыбохозяйственного комплекса.

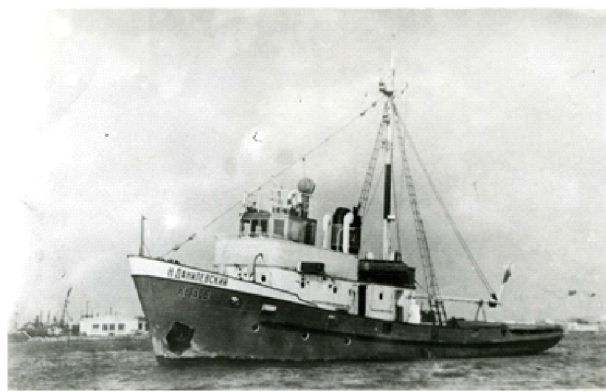
Перед началом Великой Отечественной войны в институте работали лаборатории ихтиологии, гидрологии, гидрохимии, подводных исследований, геологии, планктона, экономики, морского зверя, в которых трудились 48 научных сотрудников. Общее количество работников института достигло 120 человек. Институт осуществлял научное обеспечение промысла, который в те годы проводился в основном в Азовском море и Керченском проливе с ежегодным выловом на уровне 193-200 тыс. т. Однако прирост по сравнению с 1913 г. был обеспечен за счет увеличения вылова морских рыб – хамсы, тюльки, бычков. На долю ценных, проходных и полупроходных видов рыб приходилось около 33 % улова. Численность стада осетровых, подорванная в начале XX века, в тот период только восстанавливалась. Но уже в те годы сдвиг состава уловов от проходных и полупроходных рыб в сторону морских стал фактически необратимым.

В конце 1930-х гг. проведенные институтом исследования открытых и прибрежных районов Черного моря показали наличие больших запасов хамсы, скумбрии, черноморской ставриды. В 1940-1941 гг. наблюдался очередной массовый заход в Черное море синего тунца и пела미ды, но сейнерный промысел был слабо подготовлен к лову этих скоростных объектов, большая часть уловов была получена ставными неводами.

В годы Великой Отечественной войны в связи с немецкой оккупацией институт был эвакуирован. По приказу Наркома рыбной промышленности СССР А.А. Ишкова научно-исследовательские и поисковые суда вместе с экипажами были мобилизованы для участия в военных действиях в составе Черноморского флота и Азовской флотилии. Уцелело лишь одно судно – «Академик Зернов». В годы войны здание института было разрушено, библиотека и научное оборудование разграблены.



НИС «Академик Зернов»



НИС «Н. Данилевский»

АзЧерНИРО был эвакуирован сначала в Краснодар, а затем в Махачкалу и Красноводск. В этих городах АзЧерНИРО послужил основой для создания новых научных рыбохозяйственных организаций, которые продолжили функционировать самостоятельно после возвращения института из эвакуации в Керчь.

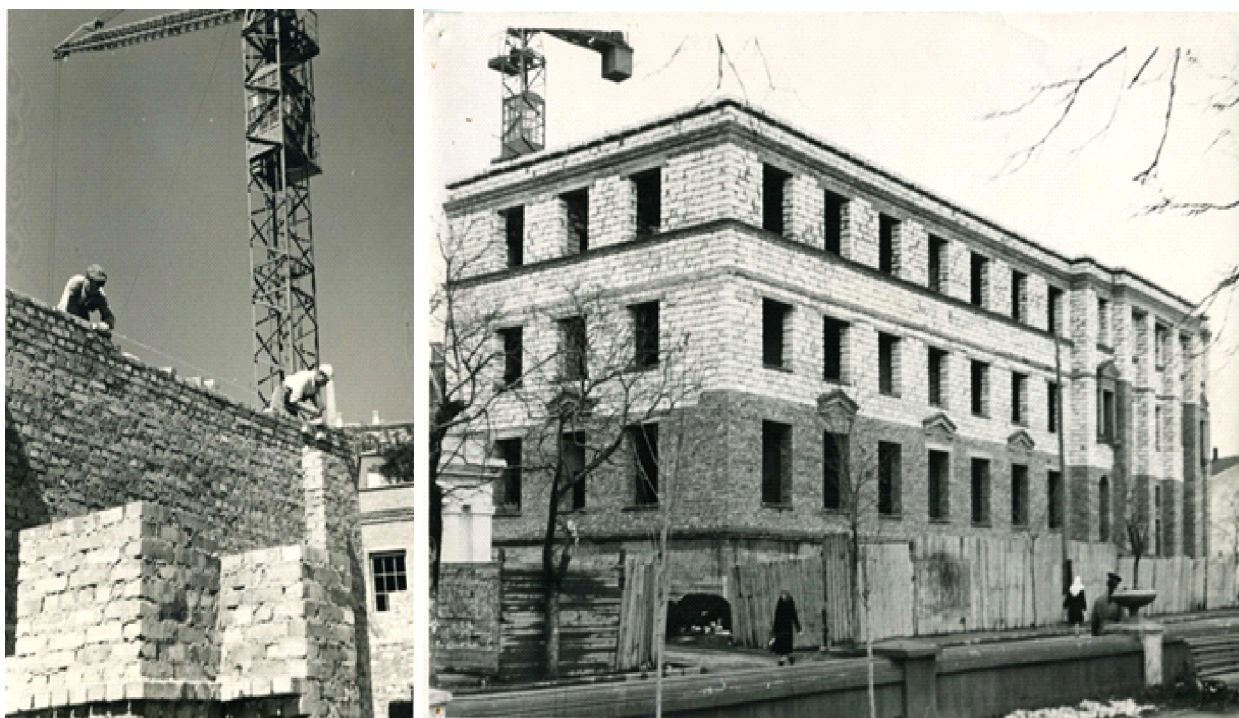
В 1944 г. директором института был назначен видный гидробиолог В.П. Воробьев, который провел огромную организационную работу по восстановлению АзЧерНИРО, возвращению научных сотрудников в Керчь, налаживанию научных исследований, изучению рыбных запасов Черного и Азовского морей. Летом 1945 г. АзЧерНИРО был полностью переведен в Керчь. В тот период в состав АзЧерНИРО, кроме центрального института, входили три станции – в Одессе, Батуми и Ростове-на-Дону. В Керчи проводились исследования по гидрологии, гидробиологии, гидрохимии, ихтиологии, орудиям лова; в Ростове-на-Дону – по гидрологии, гидробиологии и ихтиологии, аквакультуре, механизации переработки рыбы, экономике; в Батуми – по океанографии и ихтиологии; в Одессе – по ихтиологии, технике лова и гидробиологии.

В первые послевоенные годы, в связи с тем, что плавание на судах в северной части открытого моря было опасно из-за большого количества мин, институтом был организован сбор материала по сельди, хамсе, барабуле, лососю из прибрежных орудий лова на рыбпунктах. Совместно с Азчеррыбпромразведкой институт применял наиболее передовые для того периода методы поиска рыбы. Так, в сентябре 1945 г. был осуществлен первый опыт поиска скоплений рыб и дельфинов при помощи дирижабля «Победа». В полете над Черным морем участвовали сотрудники АзЧерНИРО А.П. Голенченко и С.Г. Зуссер.

В 1948 г. Постановлением Совета Министров СССР «О развитии рыболовства на Черном море» были организованы Черноморская и Азовская научно-промысловые экспедиции. В 1948-1949 гг. с судов АзЧерНИРО и с самолетов Азчеррыбпромразведки были зафиксированы скопления крупной ставриды у берегов Кавказа, а начиная в 1953 г., постоянно отслеживались весенне-летние и осенние миграции скоплений крупной ставриды, на которых шел ее кошельковый промысел вдоль берегов Кавказа и Крыма. В 1954-1958 гг. с самолетов Азчеррыбпромразведки наблюдались массовые заходы пелагиды в Черное море. Исследование ее биологии и миграций проводили А.В. Кротов (Одесское отделение АзЧерНИРО), С.Г. Зуссер и многие другие.

Свидетельством того, что на новом этапе развития рыбохозяйственных исследований, который начался после Второй Мировой войны, работы АзЧерНИРО имели высокую ценность для государства, стало строительство в 1958 г. в еще полуразрушенной Керчи нынешнего здания института. Этот факт говорит о понимании руководителями государства важности науки для успешного развития рыбного хозяйства. Кроме того, надо отдать должное и организаторскому таланту тогдашнего директора А.С. Ревина и его заместителя Д.В. Тараненко.

В 1960-е гг., одновременно с развитием сырьевых исследований, институт выполнял научные разработки в области техники промышленного рыболовства, технологии переработки и выпуска пищевой рыбной продукции, механизации и экономики, разрабатывал рекомендации по эффективному освоению сырьевой базы и ее рациональной эксплуатации. В этот период институт получил



Строящееся здание института. 1956-1958 гг. Фото из личного архива В. П. Поповой



Современное здание института. Фото С. С. Смирнова

более современные суда, такие как СРТ «Грот», «Гонец», «Константин Болдырев» и др., оснащенные новой по тем временам поисковой аппаратурой, орудиями лова, научным оборудованием и лабораториями. В те годы в АзЧерНИРО развивали рыбохозяйственную науку такие ученые, как Н.Н. Данилевский, В.Н. Майский, А.А. Майорова, Ю.Ю. Марти, К.А. Виноградов, Г.Е. Шульман, Ю.П. Алтухов и многие другие.

Начиная с 1951 г., под влиянием гидростроительства на реках Дон и Кубань в Азовском море существенно ухудшались условия нереста, снижались запасы проходных и полупроходных рыб – осетровых, судака, лещей, тарани, сельдей. Уменьшение притока пресных вод привело к осолонению мест их нагула. Семь осетровых заводов, построенных в 1950-1970-х гг. на реках Дон и Кубань, ежегодно выпускали до 30-34 млн. шт. мальков осетра, белуги и севрюги, но численность этих видов рыб в море восстанавливалась очень медленно. В этих условиях, при научной поддержке АзЧерНИРО, рыбная промышленность Азово-Черноморского бассейна начала интенсивно развивать промысел морских рыб донными травами и драгами (азовские бычки), сейнерный промысел (черноморская хамса), светолов (ставрида). Благодаря работам старшего научного сотрудника АзЧерНИРО Варвары Александровны Костюченко промышленность получала научно обоснованные прогнозы возможного вылова бычков. Их уловы в период с 1953 по 1958 г. возросли с 13 до 95 тыс. т и удерживались на высоком уровне до конца 1960-х гг. Недорогие и высококачественные



Николай Николаевич Данилевский (1903-1980), к. б. н., зав. лаб. размножения и поведения рыб, и Анна Арсеньевна Майорова (1904-1993), к. б. н., зав. лаб. ихтиологии АзЧерНИРО

рыбные консервы «Бычки в томатном соусе» стали одним из самых предпочитаемых видов рыбопродукции, одним из символов эпохи послевоенного восстановления и развития страны, популярны они и в настоящее время.

В 1950-1960-х гг. важным направлением исследований АзЧерНИРО стало изучение пелагических промысловых объектов (черноморская хамса) и средиземноморских мигрантов (крупная ставрида и атлантическая скумбрия). В середине 1950-х гг. Н.Н. Данилевский, решая проблему количественного учета запасов пелагических рыб (хамсы, шпрота и их молоди), сконструировал учетные орудия лова – пелагические тралы, в том числе трал для учета молоди в эпипелагиали. Этот трал стал постоянно использоваться для учетных работ, а Н.Н. Данилевский получил на него авторское свидетельство на изобретение.

Опубликованные в 1954 г. А.А. Майоровой и Н.И. Чугуновой материалы показали большую перспективность экспедиционного промысла черноморской хамсы на местах ее зимовки у берегов Грузии. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. Н.Н. Данилевский, описав миграции и зимовальные скопления черноморской хамсы, обосновал районы и сроки ее промысла. К 1959 г. в Азово-

Черноморском бассейне вылов увеличился в первую очередь за счет ресурсов пелагических объектов – черноморской хамсы, ставриды, азовской тюльки, а также азовских бычков. Поэтому в конце 1950-х – начале 1960-х гг. в институте начали развиваться исследования закономерностей колебаний численности пелагических рыб бассейна, прежде всего черноморской хамсы, разрабатывались методики составления прогнозов ее подходов к берегам Грузии и возможного вылова. Эти работы, начатые Н.Н. Данилевским в 1960-е гг., затем расширенные совместно с А.К. Чащиным в 1970-1980-е гг., способствовали росту советских уловов черноморской хамсы. Ее вылов в 1980-е гг. достиг уровня 200-270 тыс. т. Начиная с 1966 г. и до конца 1980-х гг., хамса занимала первое место в советских выловах в Азово-Черноморском бассейне.

В 1966 г. СССР и все причерноморские страны, кроме Турции, прекратили промысел черноморских дельфинов под давлением общественного мнения и в связи со снижением их численности. В дельфиньем сырье уже не было необходимости. СССР тогда вел интенсивный китовый промысел в Антарктике и получал достаточное количество ценного сырья из этих морских млекопитающих – от синих китов до кашалотов и малых полосатиков. Научное обеспечение промысла китов осуществляла Одесская лаборатория морских млекопитающих и ихтиологии АзЧерНИРО, преобразованная в 1965 г. в отделение ВНИРО по китобойному промыслу, а затем Приказом Минрыбхоза СССР № 92 от 03.04.1970 г. в Одесское отделение АзЧерНИРО.

В те же 1960-е гг. получили известность многоплановые работы ихтиологов института А.И. Александрова, А.А. Майоровой, Н.Н. Данилевского, С.Г. Зуссер, Н.И. Ревинной, Т.И. Сафьяновой, Н.Ф. Тараненко, В.А. Костюченко, Р.М. Павловской, К.С. Ткачевой, В.П. Поповой, М.Д. Сиротенко и др., направленные на повышение рыбохозяйственной отдачи Азово-Черноморского бассейна. Они во многом способствовали развитию рыболовства в бассейне, росту вылова, который начался в 1959 г. с уровня 180 тыс. т и достиг в 1970 г. 340 тыс. т.

В 1950-1960-е гг. ученые АзЧерНИРО внесли большой вклад в сохранение рыбных ресурсов Азово-Черноморского бассейна. По рекомендациям института в 1951 г. были запрещены самолыв-

ные крючья, в 1957 г. – ставные сети, в 1966 г. – дельфиний промысел, а донный траловый промысел был оставлен только для научных целей.

Уже в конце 1950-х гг. в АзЧерНИРО задумались над океаническими исследованиями. Страна, пережившая тяжелую войну, нуждалась в пищевой продукции, и наиболее быстрым способом ее получения было (и остается) рыболовство. А когда в 1947 г., вскоре после окончания Второй мировой войны, в экспедициях ПИНРО в центральной части Гренландского и Норвежского морей были обнаружены мощные скопления весенне-нерестующей атлантическо-скандинавской сельди, в стране была разработана программа развития океанического рыболовства. К середине 1950-х гг. общий вылов в Азово-Черноморском бассейне, Каспии, в северных и дальневосточных прибрежных морях, а также во внутренних водоемах находился лишь на уровне 2,5-2,7 млн. т, их промысловый потенциал, известный на тот период, не обеспечивал растущих потребностей страны в пищевой и кормовой рыбопродукции. Поэтому, начиная с 1950-х гг., СССР развернул проектирование и серийное строительство больших автономных траулеров и транспортных рефрижераторов на судовой поверхности Западной Германии, ГДР, Франции, Голландии, Польши, а с 1956 г. по инициативе Министра рыбной промышленности СССР А.А. Ишкова – на Николаевских судовой поверхности. С 1953-1956 гг. первые из этих судов направлялись в опытно-промысловые экспедиции на шельф Северо-Западной Атлантики, с 1957 г. – в Центрально-Восточную и Юго-Восточную Атлантику.

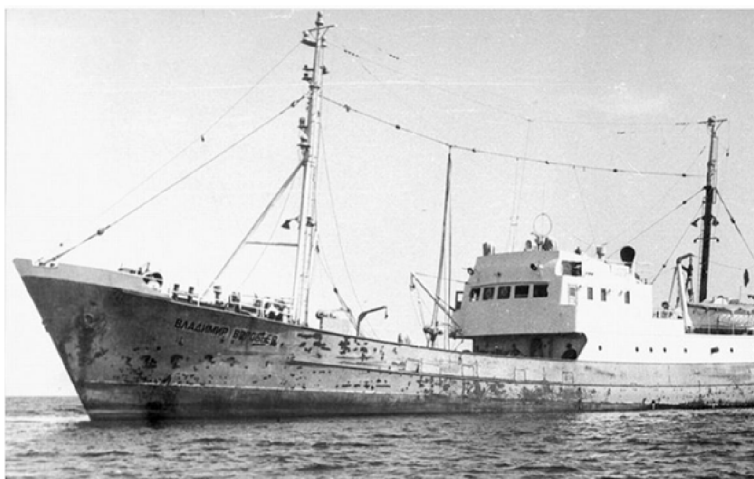
Приобщение АзЧерНИРО к океаническим исследованиям началось в 1957 г. в первой советской научно-поисковой экспедиции в Центральную Атлантику на БМРТ «Казань», в научной группе которой работали сотрудники АзЧерНИРО Н.Н. Данилевский и В.П. Попова, а также сотрудники БалтНИРО и ВНИРО. Руководил научной группой сотрудник ВНИРО В.А. Бородатов. Экспедиция в составе БМРТ «Казань», СРТР № 1269 и РС № 5286 в соответствии с приказом Министра рыбной промышленности РСФСР № 214 от 13 мая 1957 г. работала в прибрежных тропических водах Западной Африки с 20 июня по 30 декабря 1957 г. Были обнаружены большие скопления европейской сардины в Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА) в районе между Дакаром и Фритауном, который в дальнейшем стал важным промысловым районом ЦВА.

В 1958 г. сотрудник АзЧерНИРО, ученый-ихтиолог Владимир Федорович Демидов был направлен в научную группу на БМРТ «Жуковский» – головное судно первой керченской Южно-Атлантической научной экспедиции, направленной Херсонским Совнархозом на поиск рыбных скоплений у берегов Западной Африки. Экспедиция была одобрена Советом министров Украины, а также министром рыбной промышленности СССР А.А. Ишковым. В состав экспедиции входили научно-исследовательское судно «Грот», принадлежавшее АзЧерНИРО, и большой черноморский сейнер (БЧС) «Затвор». В следующем году на БМРТ «Вознесенский» в Атлантику отправился сотрудник АзЧерНИРО Леонид Максимович Хоменко. В экспедициях были обнаружены промысловые скопления сардинелл, ставрид и сардины.

Результаты, полученные в первых научно-промысловых экспедициях, а также в рейсах АзЧерНИРО в Атлантику, послужили основой для создания 1 октября 1962 г. Всесоюзного рыбопромышленного объединения Азово-Черноморского бассейна ВРПО «Азчеррыба» (Севастополь). В его составе работали управления океанического рыболовства «Антарктика» (Одесса), «Атлантика» (Севастополь), «Керчьрыбпром» (Керчь), «Грузрыбпром» (Поти).

В середине 1950-х гг. рыбаки Керченской государственной базы активного лова выступили с инициативой организации промысла в Атлантике. В Азово-Черноморском бассейне вылов в этот период находился на уровне 180-200 тыс. т и имел тенденцию к росту, однако этот прирост обеспечивался за счет бычков и малоценных объектов лова (хамсы и тюльки) и имел вполне понятные ограничения. По распоряжению начальника Главного управления рыбного хозяйства Херсонского совнархоза И.Ф. Денисенко ученые АзЧерНИРО изучили возможности добычи рыбы в Атлантическом океане и оценили их как весьма перспективные. Аргументированные предложения И.Ф. Денисенко об организации океанического рыболовства с базированием крупного промыслового флота в черноморских портах были одобрены Советом министров Украины, а также министром рыбной промышленности СССР А.А. Ишковым.

АзЧерНИРО начал собственные исследования в Атлантическом океане в 1960 г., направив к берегам Западной Африки свою первую экспедицию на НИС СРТР-9036. Научную группу из 10 чел.



НИС СРТР «Владимир Воробьев», 1960-1969 гг. До 1963 г. – СРТР-9036. Керчь, АзЧерНИРО/ЮРПР. Списан в 1982 г.

возглавил А.С. Ревин. В ее составе были Н.Н. Данилевский, В.Ф. Демидов, Т.Е. Сафьянова и др. Всего с 1959 по 1961 г. у побережья северной части Западной Африки было проведено 6 экспедиций. Их основной целью было исследование ресурсов европейской сардины, ставриды, восточной скумбрии и тунцов. Результаты первой Керченской океанической промысловой экспедиции, а также результаты шести экспедиций АзЧерНИРО в прибрежные воды Западной Африки показали высокую промысловую перспективность этих районов Атлантики и необходимость

проведения исследований в других районах Мирового океана. Исходя из этого, ученые института В.И. Травин, Б.С. Соловьев и В.Ф. Демидов обосновали необходимость организации в АзЧерНИРО лаборатории океанического рыболовства. Она была создана приказом по АзЧерНИРО № 21 от 26 января 1960 г.

В 1961 г. Государственный производственный комитет по рыбному хозяйству СССР передал рыбохозяйственные исследования у западного побережья Африки Атлантическому научно-исследовательскому институту рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО, г. Калининград). Районом океанических исследований АзЧерНИРО был определен Индийский океан.

В 1961 г. под руководством сотрудника ВНИРО В.А. Бородатова и заведующего лабораторией океанического рыболовства В.И. Травина была организована первая советская рыбохозяйственная экспедиция в Индийский океан на НИС СРТР-9036. В этой и следующих экспедициях впервые были получены данные о потенциальной промысловой продуктивности прибрежной зоны северо-запад-

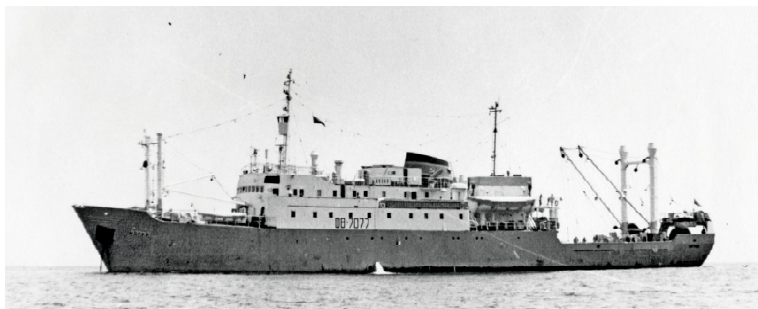


Борис Сергеевич Соловьев (1929-1993), к. б. н., зав. лабораторией океанического рыболовства (1971-1982)

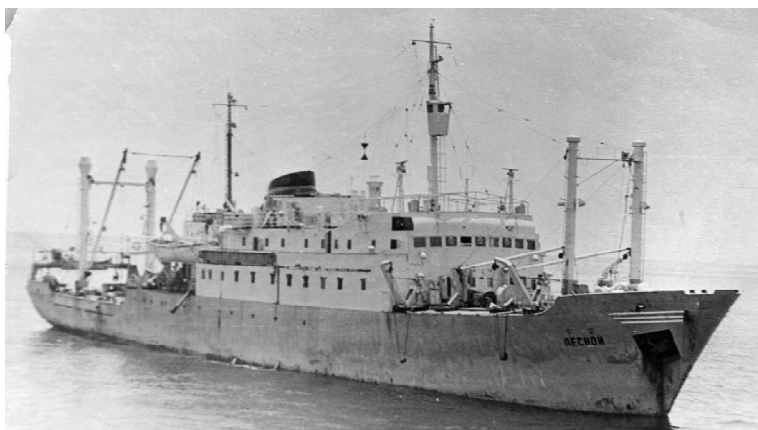


Валентин Иванович Травин (1911-1974), к. б. н., зав. лабораторией океанического рыболовства (1960-1965)

ной части Индийского океана. Были открыты новые для отечественного рыбного хозяйства объекты – промысловые скопления крупных прибрежных донных рыб тропического комплекса, а также сардинелл, скумбрии, ставриды, нитеперов, морских сомов, тунцов и др. В 1963 г. по рекомендации института на шельф Южного Йемена в район м. Рас-Фартак было направлено промысловое судно Керченской базы Гослова РТМТ «Евпатория», которым командовал Герой Социалистического Труда А.И. Русак, а позднее – РТМТ «Алушта» и «Шота Руставели». На борту РТМТ «Евпатория» находился сотрудник АзЧерНИРО В.В. Некрасов. В дальнейшем количество промысловых судов на шельфах Индийского океана увеличилось.



НИС РТМТ «Наука», 1966-1987



НИС РТМТ «Лесной», 1965-1984

В 1963 и 1964 гг. в Индийском океане начали работать исследовательские суда АзЧерНИРО – СРТМ «Марлин» и СРТМ «Черномор», а также НИС типа «Тропик» – «Наука» и «Лесной». На них выполнялись комплексные рыбохозяйственные исследования, включая полный набор гидрологических и гидрохимических исследований, обширные гидробиологические и ихтиологические работы с использованием разноглубинных и донных тралов. На основе собранных материалов были получены более полные представления о видовом составе, экологии и распределении индоокеанской ихтиофауны и планктонных организмов.

В 1963 г. по рекомендациям АзЧерНИРО в Аденском заливе работала первая тунцеловная опытно-промысловая экспедиция Керченской базы Гослова в составе двух больших черноморских сейнеров (БЧС) и вспомогательных судов. Экспедиция показала высокую эффективность применения кошельковых неводов на промысле малых тунцов в Индийском океане, опередив аналогичные зарубежные разработки на 20 лет.

За успешные работы в Индийском океане название судна «Владимир Воробьев» и «АзЧерНИРО» увековечены надписью на фронтоне здания Океанографического музея Монако.

Начиная с 1962 г., научно-исследовательский и поисковый флот АзЧерНИРО пополнялся новыми судами. Однако в 1964 г. флот института был передан Азчеррыбпромразведке (впоследствии ППП «Югрыбпоиск»), которая вместе с АзЧерНИРО активно участвовала в дальнейших научно-поисковых работах.

С самого начала океанические исследования института носили разносторонний и комплексный характер и привлекли, кроме ихтиологов, других специалистов – гидробиологов (М.С. Савич, А.И. Гапичко, Ю.В. Асеев, Б.С. Аверин, А.Н. Гробов, С.С. Дробышева), океанологов и гидрохимиков (В.А. Химица, В.В. Серый), паразитологов (В.Р. Дубина) и ряд других.

С самого начала океанические исследования института носили разносторонний и комплексный характер и привлекли, кроме ихтиологов, других специалистов – гидробиологов (М.С. Савич, А.И. Гапичко, Ю.В. Асеев, Б.С. Аверин, А.Н. Гробов, С.С. Дробышева), океанологов и гидрохимиков (В.А. Химица, В.В. Серый), паразитологов (В.Р. Дубина) и ряд других.

В 1958 г. по просьбе городских властей в АзЧерНИРО начала формироваться экспозиция морской фауны в просветительских и познавательных целях. Из первых океанических экспедиций в институт в качестве экспонатов доставлялись экземпляры редких или необычных гидробионтов. Из Атлантики первые экспонаты были доставлены в 1959 г., с 1961 г. начался постоянный сбор экспонатов в Индийском океане, с 1969 г. – в Южном океане. Большую часть экспонатов водных живот-

ных изготовил известный таксидермист Данил Григорьевич Быстряков (Кишиневский госуниверситет). Впоследствии множество экспонатов птиц и сухопутных животных изготовил сотрудник АзЧерНИРО С.Т. Ребик. С 1960-х гг. и до настоящего времени экспозиция морской фауны ЮгНИРО является визитной карточкой института и одной из достопримечательностей Керчи.

В 1967 г., в целях развития океанического и морского рыболовства, по распоряжению Минрыбхоза СССР АзЧерНИРО сконцентрировал свои исследования в Индийском океане и Черном море. Большая часть работ в Азовском море была передана вновь созданному в Ростове-на-Дону Азовскому научно-исследовательскому институту рыбного хозяйства (АзНИИРХ).

В 1960-1970-е гг. в Азовском и Черном морях ежегодно выполнялось 15-20 научно-исследовательских и поисковых рейсов. Усилиями ихтиологов и гидробиологов Н.Ф. Тараненко, Н.Н. Данилевского, В.А. Шляхова, А.К. Чащина, Г.С. Юрьева, И.П. Маклаковой, В.П. Поповой, А.И. Иванова и других ученых были выявлены новые резервы индустриального промысла в Черном море. Кроме развития кошелькового промысла черноморской хамсы, были исследованы возможности мидийного промысла драгами, пелагического тралового промысла шпрота и мерланга, ярусного промысла катрана, изучена биология и промысловый потенциал этих видов. Прибывший в черноморскую лабораторию из АтлантНИРО в 1976 г. Г.С. Домашенко способствовал развитию в институте методов математического моделирования для оценки запасов промысловых объектов.

В конце 1960-х гг. институт начал активно заниматься разработкой научных основ марикультуры, в том числе получением жизнестойкой молоди морских промысловых рыб для их товарного выращивания, а также для увеличения их запасов в природной среде. Одной из конечных целей было создание управляемых морских хозяйств для выращивания ценных объектов и получения товарной продукции промышленным способом. Для этого в 1969 г. под Керчью, в пос. Заветное, институтом создана научно-исследовательская база (НИБ) АзЧерНИРО «Заветное» – участок для проведения исследовательских и экспериментальных работ по разработке биологических основ искусственного воспроизводства камбаловых и кефалевых видов морских рыб.



Научно-исследовательская база АзЧерНИРО «Заветное»

В конце 1970-х гг. на этой базе учеными АзЧерНИРО под руководством Н.И. Куликовой совместно с коллегами из ВНИРО впервые в практике отечественного морского рыбоводства была получена жизнестойкая молодь кефалей и камбалы в искусственных условиях, подготовлены биологические обоснования по организации и развитию хозяйств, специализирующихся на марикультуре моллюсков и рыб.

В 1970-1972 гг. учеными из Одесского отделения АзЧерНИРО начато вселение в Азово-Черноморский бассейн и акклиматизация дальневосточной кефали-пиленгаса, осуществ-

ствлявшееся по рекомендации профессора Б.Н. Казанского. Сегодня азовский пиленгас – один из наиболее ценных массовых видов рыб, его запас активно осваивается рыбаками двух стран, в перспективе – освоение ресурсов черноморского пиленгаса.

Международная деятельность АзЧерНИРО началась в 1958 г., когда в водах Албании приступила к работе советская рыбопромысловая экспедиция под руководством А.П. Голенченко и при участии научных сотрудников АзЧерНИРО Я.К. Гололобова, Н.Н. Данилевского, Н.П. Корнилова, М. Райко и др. Эта экспедиция должна была помочь албанским рыбопромысловым предприятиям наладить добычу рыбы и определить промысловые перспективы южной части Адриатического моря, а также организовать местную рыбохозяйственную станцию.

В 1958 г. Правительствами СССР, Болгарии и Румынии было подписано соглашение о рыболовстве в Черном море, целью которого явилось развитие морского рыболовства и координация мероприятий по регулированию промысла. Практическое выполнение положений соглашения со стороны СССР осуществлялось в основном силами головного института (АзЧерНИРО) при участии его отделений в Одессе и Батуми.

В 1970-1972 гг. на СРТМ «Ихтиолог» ученые АзЧерНИРО Ю.В. Асеев, В.А. Будниченко и др. работали в экспедициях в Средиземном и Красном морях совместно со специалистами Объединенной Арабской Республики, а затем Египта. Целью экспедиций стало оказание помощи этим странам в изучении биологии, распределения и оценки запасов рыб и креветок.

В 1950-1960-е гг. рыбохозяйственные исследования АзЧерНИРО в Индийском океане были сосредоточены преимущественно в шельфовых зонах прибрежных государств региона, большая часть которых недавно освободилась от колониальной зависимости и имела статус развивающихся государств. Поэтому результаты многих исследований института впоследствии стали основой для заключения двусторонних соглашений о сотрудничестве СССР со многими государствами региона, в том числе и в области рыболовства.

Были заключены соглашения с Мозамбиком, Сомали, Северным и Южным Йеменом, Ираком, Пакистаном, Индией, Цейлоном, Сейшелами, Францией (о. Кергелен). Результаты экспедиций АзЧерНИРО, выполненных в конце 1960 – начале 1970-х гг. в прибрежных водах перечисленных стран, показали наличие в этих водах значительных ресурсов рыб и промысловых беспозвоночных, что послужило обоснованием для организации советского экспедиционного и местного промышленного промысла.

Впоследствии, в 1980-1990-е гг., на АзЧерНИРО было возложено проведение систематических учетных комплексных рыбохозяйственных исследований в Народной Демократической Республике Йемен (НДРЙ), Мозамбике, Вьетнаме. В водах НДРЙ в экспедициях АзЧерНИРО при участии йеменских специалистов впервые в истории этого государства регулярно выполнялись комплексные учетные траловые съемки промысловых объектов шельфа и материкового склона на стандартных полигонах с целью определения возможного вылова крупных донных рыб, масляной рыбы, каракатицы, получения исходных данных для ведения флотом НДРЙ рационального рыболовства. В интересах советского промысла производился регулярный тралово-акустический учет скоплений южной скумбрии на шельфе северной части Аденского залива и о. Сокотра. В этих работах участвовали Л.А. Исаенко, С.Т. Ребик, Н.Н. Кухарев, Ю.В. Корзун, С.И. Усачев, В.В. Коркош, Ю.К. Трушин и другие специалисты ЮгНИРО. В этот же период велись активные работы по изучению ресурсов в экономзонах таких государств как Мозамбик, Вьетнам и Франция (острова Кергелен). Работы проводились на основе межправительственных договоров в ходе совместных научно-исследовательских экспедиций. Значительный вклад в эти исследования внесли сотрудники института – В.А. Будниченко, Б.С. Соловьев, В.Н. Химица, А.К. Зайцев и др.

В 1970-1980-х гг. по направлению Минрыбхоза СССР сотрудники института (В.Ф. Демидов, И.И. Серобаба, Е.П. Губанов, В.А. Будниченко, В.Л. Спиридонов, С.Т. Ребик, М.А. Пинчуков, М.С. Савич, В.А. Химица и др.) в качестве советских экспертов-консультантов непосредственно участвовали в подготовке кадров, научно-техническом сотрудничестве и совместных экспедициях по изучению биоресурсов прибрежных вод таких государств, как Албания, Болгария, Румыния, Турция, США, Канада, Куба, Аргентина, Франция, Италия, Мавритания, Египет, Судан, Сомали, ЮАР, Мозамбик, Мадагаскар, Йемен, Кувейт, Маврикий, Республика Сейшельские острова, Шри-Ланка, Индия, Вьетнам, Австралия. Экспедиционные научно-исследовательские и поисковые работы в морских водах этих государств проводили такие ученые АзЧерНИРО, как Б.С. Аверин, В.Г. Герасимов, Я.К. Гололобов, Е.С. Деньгин, В.С. Долбиш, С.С. Дробышева, Б.Н. Кузьмин, А.С. Ревин, А.А. Ровнин, В.Б. Ржонницкий, О.И. Саковец, Б.С. Соловьев, Б.Г. Троценко, И.Г. Тимохин, Н.Н. Кухарев, Ю.В. Корзун, С.И. Усачев и др.

Исследование биоресурсов открытых вод Индийского и Южного океанов в АзЧерНИРО начали с Индоокеанского сектора Антарктики. В 1967-1969 гг. экспедиции института на НИС СРТМ «Аэлита» и РТМА «Чатыр-Даг» выполнили первые поисковые работы в субантарктическом секторе Индийского океана, а в 1971 г. – на антарктическом шельфе.



Гололобов Яков Кузьмич (1909-1974),
к. х. н., директор АзЧерНИРО, 1964-1974 гг.



Ревин Александр Семенович (1917-1985),
к. т. н., директор АзЧерНИРО, 1954-1964 гг.

В 1971 г. и в последующие годы ученые АзЧерНИРО и Югрыбпромразведки (Б.С. Соловьев, В.С. Тот, Э.Э. Мейснер и др.) принимали участие в работе организованной Минрыбхозом СССР «Единой отраслевой Антарктической комплексной научно-промысловой рыбохозяйственной экспедиции», сыгравшей важнейшую роль в изучении и освоении биологических ресурсов антарктических вод. Этой экспедицией были обнаружены промысловые скопления мраморной и серой нототении, ледяных рыб и клыкача в районах островов Кергелен, Крозе, Принс-Эдуард, Херд, на банках Обь и Лена.

Важное место в исследованиях АзЧерНИРО в Антарктике заняло изучение ресурсов и биологии антарктического криля.

В Индоокеанском секторе Антарктики промысловые скопления криля были обнаружены в 1978 г. в заливе Прюдс во время экспедиции АзЧерНИРО на НИС РТМА «Чатыр-Даг», которой руководил В.В. Кракатица. На основе результатов работы данной экспедиции уже в 1979-1980 гг. на скоплениях криля в заливе Прюдс работали десятки советских промысловых судов. В 1981-1982 гг. советский вылов криля в заливе Прюдс достиг 120-135 тыс. т за сезон.

Пионерами в исследованиях запасов, биологии и распределения криля в Индоокеанском секторе Антарктики стали ученые АзЧерНИРО Ю.П. Асеев, В.А. Бибик, М.С. Савич, Э.З. Самышев и многие другие.

В 1978 г. в экспедициях АзЧерНИРО и Управления «Югрыбпромразведка» в заливе Прюдс (море Содружества) также были обнаружены промысловые скопления антарктической серебрянки. В дальнейшем ее скопления были выявлены в море Моусона, у полуострова Вернадского и в море Космонавтов.

До настоящего времени актуальны результаты донных траловых работ института на шельфе Антарктиды, в ходе которых были получены уловы антарктического клыкача в море Космонавтов у Земли Эндерби. В 1983 г. в Антарктике, на хребте Гуннерус (западная часть моря Космонавтов), были обнаружены промысловые скопления ледяной рыбы – белокровки Вильсона. В 1985 г. в экспедиции на НИС БМРТ «Мыс Островского» в море Космонавтов

(залив Алашеева) были получены промысловые уловы этого объекта и определен возможный вылов. Начиная с 1987 г., скопления белокровки Вильсона успешно осваивались промышленностью.

Совместно с ППП «Югрыбпоиск» институт усилил исследования ресурсов глубоководных подводных хребтов. В ряде комплексных экспедиций института с участием сотрудников Н.А. Иванина, А.С. Пиотровского, В.Н. Чикова и других был оценен промысловый потенциал Западно-Индийского и других хребтов Индийского океана, включающий запасы бериксов, красноглазок, полипрियो-



Бибик Владимир Андреевич (1935-2012), ст. н. с., зав. лабораторией биоресурсов Южного океана (1993-2002). Фото сотрудников лаборатории биоресурсов Мирового океана ЮгНИРО

нов, шедофов, тематомуса, белоглазой акулы, глубоководных лангустов и др., разработаны рекомендации для промысла.

В начале 1970-х гг. экспедиции АзЧерНИРО в пелагиали высоких широт и в приантарктических водах обнаружили и исследовали скопления макрелешуки, а в районе архипелага Кергелен – электроны Карлсберга, которые являются перспективными объектами промысла.

В комплексной экспедиции с участием сотрудников ЮгНИРО Ю.В. Корзуна и М.А. Пинчукова в северной части Аравийского моря был исследован механизм образования скоплений кальмаров. В этой экспедиции впервые в практике рыбохозяйственных исследований были получены промысловые уловы аравийского пурпурного кальмара и испытаны автоматические кальмароловные уды для облова его скоплений.

В 1975-1990 гг. океанические исследования института приобрели наибольший размах за всю его историю и стали беспрецедентными по масштабам и результатам в истории рыбохозяйственных исследований Индийского океана. Значительная роль в расширении сферы деятельности института в океане принадлежит директорам Я.К. Гололобову, Н.П.

Новикову, В.Л. Спиридонову, Н.П. Новиков, в частности, стал инициатором расширения исследований продуктивности глубоководных зон, подводных хребтов и поднятий Индийского океана, промысловый потенциал которых до того времени не был изучен.

По мере выявления новых объектов промысла в лабораториях АзЧерНИРО проводились исследования технологических свойств этих гидробионтов, разрабатывались рекомендации по их использованию. В 1970-1980-х гг. были изучены технологические свойства почти 200 видов рыб и нерыбных объектов Индийского океана, Антарктики и Азово-Черноморского бассейна, даны рекомендации по их рациональной переработке, разработаны новые технологии производства консервов, пресервов, сублимированной продукции, рыбных колбас, рыбных белковых гидролизатов, кормовых продуктов из гидробионтов, технология утилизации отходов рыбной промышленности.

Значительный вклад в развитие технологических исследований, связанных с изучением технико-мических свойств и биохимического состава рыб и нерыбных объектов Азово-Черноморского бассейна и Мирового океана, связан с именами Г.К. Ковальчук, Н.И. Егоровой, Г.А. Долбиш, З.А. Яковлевой, Г.С. Христоферзена, Л.П. Борисовой, А.А. Вородимовой, Д.Г. Зубченко, а также ученых Одесского отделения ЮгНИРО – Н.М. Бойдык, Р.Ф. Замбриборща и др.

Получило развитие новое направление в технологии получения лечебно-профилактической продукции на основе гидробионтов. Это разработки О.Е. Битютской, А.П. Борисовой, А.Г. Губановой и др., реализованные благодаря конструкторскому обеспечению Л.А. Борисова.

Сотрудники института внесли вклад и в подводные исследования. С начала 1980-х гг. ученые АзЧерНИРО И.Г. Рубинштейн, П.Н. Золотарев, Ю.В. Корзун, А.С. Ручкин и др., пройдя специальную подготовку, принимали непосредственное участие в подводных исследованиях в Черном море на обитаемых подводных аппаратах «ТИНРО-2». В.В. Попов и А.С. Левин участвовали в подводных работах «ТИНРО-2» во многих районах Мирового океана.

В 1981 г. при активном участии заместителя директора Е.П. Губанова и начальника ППП «Юг-рыбпоиск» В.И. Зинченко в институте был создан центр приема спутниковой информации. В середине 1980-х гг. ППП «Югрыбпоиск» в числе других бассейновых рыбообразов получил научно-



**Новиков Николай Петрович, д. б. н., директор
АзЧерНИРО, 1973-1978, 1984-1988 гг. Фото
сотрудников лаборатории биоресурсов
Мирового океана ЮгНИРО**

исследовательские океанские суда нового поколения, спроектированные в СССР и построенные в ГДР – «Дмитрий Стефанов» и «Игнат Павлюченков». Суда были оснащены наиболее передовыми на тот период гидрологическими, гидрохимическими и гидроакустическими комплексами, которые управлялись при помощи компьютеров, имели оборудованные лаборатории и бортовой вычислительный центр, благодаря чему рыбохозяйственные исследования океана были подняты на новый уровень. В некоторых НИИ подобные суда работают до настоящего времени.

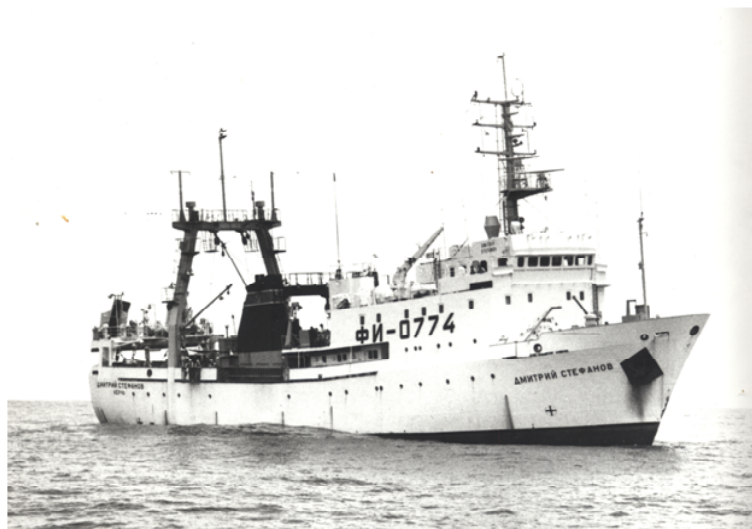
Исследования АзЧерНИРО в Азовском и Черном морях в 1980-е и до начала 1990-х гг. были направлены на обеспечение промысловыми прогнозами бассейновых рыбопромысловых организаций, преимущественно рыболовных кооперативов (рыбколхозов). На этот период приходится развитие тралового промысла шпрота и мерланга, начало промысла пиленгаса на зимовальных скоплениях, продолжается экспедиционный промысел черноморской хамсы. Для учета, оценки запасов и определения возможного вылова пелагических и донных объектов промысла использовались специализированные суда, применялись наиболее совершенные на тот период методики, включающие траловый и гидро-

акустический учет, учет молоди, оценку кормовой базы, условий среды.

Во многом благодаря результатам исследований АзЧерНИРО вылов СССР в Азово-Черноморском бассейне в 1980-е гг. находился на уровне 400-490 тыс. т, а в 1982 г. достиг своего исторического максимума – 522 тыс. т, в том числе 219 тыс. т составил вылов черноморской хамсы. В этот период наибольший вклад в ресурсные исследования в Азово-Черноморском бассейне внесли В.А. Шляхов, А.Н. Михайлюк, А.К. Чащин, Г.С. Домашенко, Г.С. Юрьев, И.П. Кириосова и др.

В 1988 г. приказом Минрыбхоза СССР АзЧерНИРО был переименован в Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) с отделениями в городах Одессе, Бердянске и Батуми.

К концу 1980-х гг. ученые ЮгНИРО, продолжая исследования в области марикультуры, разработали основы биотехнологии получения жизнестойкой молоди лобана и сингиля. Были составлены соответствующие инструкции по разведению этих объектов, созданы экспериментальные установки с замкнутой системой водоснабжения выростных бассейнов. Кроме рыб, важнейшими объектами марикультуры были и остаются двустворчатые моллюски – мидии и устрицы. А.П. Золотницким, В.И. Вижевским, В.Г. Крючковым, Т.В. Хребтовой и др. были разработаны биотехнологии и технические



**НИС «Дмитрий Стефанов»,
Керчь (ППП «Югрыбпоиск»), 1987-1990**



Губанов Евгений Павлович, д. б. н., директор ЮгНИРО, 1996-2002 гг. Фото сотрудников лаборатории биоресурсов Мирового океана ЮгНИРО

средства для выращивания мидий и черноморских устриц, а также для акклиматизации в Черном море гигантской тихоокеанской устрицы, обладающей более широкой экологической пластичностью и высоким продукционным потенциалом.

В 1975-1990 гг. проводились интенсивные исследования по различным аспектам биотехнологии культивирования еще двух акклиматизантов – полосатого окуня и стальноголового лосося. Этими работами руководил В.И. Романенко. В эти же годы в под руководством В.Н. Туркуловой разрабатываются обоснования на создание полносистемных хозяйств на базе Шаболатского и Молочного лиманов, озер Донузлав, Тобечик, Бакальского, строительство ряда специализированных рыбопитомников, на которых возможно воспроизводство кефалей и камбал в объеме более 80 млн. шт. жизнестойкой молоди.

С 1980-х гг. в исследованиях АзЧерНИРО (ЮгНИРО) важное место заняли вопросы оценки антропогенного влияния на гидробионты. Используются общепринятые и оригинальные методы, осуществляются биоценологические исследования. В последние десятилетия в ЮгНИРО получили развитие природоохранные исследования, в этом заслуга Л.К. Себах, Т.М. Авдеевой, С.С. Жугайло и др.

В комплексе рыбохозяйственных исследований значительная роль была отведена экономическим обоснованиям и проблемам прогнозирования развития рыбной промышленности, вопросам совершенствования методологии планирования и ценообразования, экономической эффективности научных разработок и производственных процессов.

В 1990-е гг., вследствие перехода ЮгНИРО под юрисдикцию Украины и уменьшения финансирования рыбохозяйственной науки, сократились все виды рыбохозяйственных исследований, в т. ч. прекратились специализированные экспедиционные исследования в океане, были снижены объемы работ в Азово-Черноморском бассейне, стал сокращаться интеллектуальный потенциал института. В рыбной отрасли Украины по разным причинам были выведены из эксплуатации 155 рыбопромысловых, поисковых, научно-исследовательских, приемно-транспортных и других судов, которые перешли под флаг Украины в 1991 г. В результате, к началу XXI века под флагом Украины в Мировом океане работало лишь 10-12 судов (в 2017 г. – 5 судов).

В Азово-Черноморском бассейне наблюдалось значительное снижение зарегистрированного вылова, что произошло вследствие увеличения интенсивности нерационального и нерегулируемого промысла, резкого удорожания промысловых затрат из-за роста стоимости топлива и снабжения. В 1990-х гг. наблюдалось резкое снижение численности хамсы под негативным воздействием атлантического вселенца, мелкого желетелого организма – гребневика. На выживание молоди рыб отрицательное влияние продолжает оказывать зарегулирование стока рек, загрязнение вод и донных отложений, сокращение площадей нерестилищ и т. п.

В этих условиях значимость исследований ЮгНИРО по оценке запасов и разработке величин общего допустимого улова (ОДУ) существенно возросла. ЮгНИРО был единственной в Украине организацией на Азово-Черноморском бассейне, которая по законодательству Украины определяла ОДУ промысловых объектов, в том числе наиболее ценных на тот период кефалей, пиленгаса, азовского судака, камбалы-калкан и иногда – хамсы.

В условиях отсутствия научно-исследовательских экспедиций в океан, благодаря активной позиции директора В.Н. Яковлева и энтузиазму сотрудников отдела биоресурсов Мирового океана, были



Яковлев Владимир Николаевич, д. г. н., директор ЮгНИРО, 1988-1996 гг. Фото сотрудников лаборатории биоресурсов Мирового океана ЮгНИРО

сохранены основные направления океанических исследований, активизирована деятельность, направленная на консолидацию научного потенциала института с различными национальными и международными организациями – ФАО, ГЕФ и др. По инициативе ЮгНИРО Украина вступила в НАФО и АНТКОМ.

В 1993 г. распоряжением Комитета по рыболовству Украины была сформирована группа в лице В.Н. Яковлева, Е.В. Романова и Н.Н. Кухарева по подготовке материалов и обоснований позиции страны для участия делегации Украины на Конференции ООН по трансграничным запасам и запасам далеко мигрирующих рыб (1993-1995 гг.). Сотрудники отдела биоресурсов Мирового океана участвовали в работе украинских рыбохозяйственных делегаций на двусторонних и межгосударственных переговорах, готовили необходимую документацию.

Кроме выполнения отраслевых обязательств по рыбохозяйственным программам НИР и ОКР, ЮгНИРО являлся инициатором, разработчиком и участником реализации ряда национальных и международных научных программ и проектов (ГОДАР, Черноморская экологическая программа), а также выполнял работы по прямым договорам с предприятиями различных форм собственности.

2001-2004 гг. стали наиболее сложными годами (если не учитывать военные и послевоенные годы) в истории деятельности института. В этот период государственное финансирование института сократилось в два раза (без учета инфляции). Одесскому, Азовскому (г. Бердянск) и Севастопольскому отделениям была предоставлена юридическая самостоятельность, в результате чего Севастопольское отделение практически перестало функционировать, а Одесское – находилось в крайне тяжелых материально-технических условиях. Другим предприятиям были переданы экспериментальные базы ЮгНИРО «Аршинцевская коса» и «Сиваш».

Несмотря на указанные сложности, в 2005-2006 гг. на экспериментальной базе «Заветное» по заказу Государственного агентства по рыболовству Украины выполнялись работы по пополнению запасов промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна путем выпуска в водоем жизнестойкой молоди кефалей, были возобновлены работы по искусственному воспроизводству кефалей и камбаловых видов рыб. Аттестованы и сертифицированы лаборатории охраны морских экосистем и разработки биологически активных препаратов. Сохранены и развивались основные направления исследований, институт стал учебно-производственной базой для студентов КГМТУ и филиала КЭГИ ТНУ (г. Керчь).

ЮгНИРО стал координирующей организацией по взаимодействию Украины с Антарктической Комиссией (CCAMLR) и Организацией по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (NAFO), предоставлению им статистической информации.

При ЮгНИРО продолжает работать экспозиция морской флоры и фауны, в фондах которой насчитывается более 4 тыс. (экспонируется около 2 тыс.) экспонатов, дающих представление о разнообразии растительного и животного мира Мирового океана, в частности Азово-Черноморского бассейна.

Научно-техническая библиотека института насчитывает свыше 85 тыс. печатных и более 9 тыс. рукописных трудов в области океанографии, морской биологии, экологии, рыбного хозяйства и других мореведческих наук. Институт располагает уникальным банком биологических, гидроме-



Современная экспозиция музея ЮгНИРО. Фото А. К. Зайцева

теоретических, океанографических и промысловых данных, собранных в Мировом океане и Азово-Черноморском бассейне.

Сохранение и развитие рыбохозяйственной науки стало возможным благодаря упорному труду и энтузиазму нескольких поколений отечественных ученых.

На основании результатов исследований ихтиологов института А.А. Майоровой, Н.Н. Данилевского, С.Г. Зуссер, Н.И. Ревинной, А.П. Голенченко, Т.И. Сафьяновой, Н.Ф. Тараненко, В.А. Костюченко, Р.М. Павловской, В.П. Поповой, М.Д. Сиротенко, А.Н. Новожиловой, Н.П. Новикова, Г.С. Юрьева, И.И. Серобабы, Г.П. Домашенко, В.А. Будниченко, Н.Г. Тимошек, И.П. Кириносковой, В.А. Шляхова, А.К. Чащина, А.И. Иванова, В.В. Кракатицы, Э.Г. Яновского и др. были сформированы фундаментальные представления о размножении, раннем онтогенезе, формировании популяции, питании, пространственно-временном распределении и миграциях, жизненном цикле и других важных особенностях биологии промысловых гидробионтов Азовского и Черного морей.



Троценко Борис Григорьевич (1954-2014),
к. г. н., зам. директора ЮгНИРО, 2004-2014 гг.

Большой вклад в организацию и развитие комплексных рыбохозяйственных исследований применительно к эксплуатируемым популяциям рыб и экологическим сообществам внесли В.П. Новицкий, Д.Я. Беренбейм, В.Н. Кочиков, В.Б. Ржонский, В.А. Химица, В.А. Брянцев, Б.Н. Панов, Б.Г. Троценко и др.

В 2014 г., после перехода Крыма под юрисдикцию России, украинский ЮгНИРО прекратил свое существование. Сотрудники института были приняты на работу в новый институт – ФГБНУ «ЮГНИРО», созданный в Керчи по распоряжению Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева № 2341-р от 24 ноября 2014 г. Эти документом было определено, что «основной целью деятельности института является комплексное изучение водных биологических ресурсов (далее – водные биоресурсы) и среды их обитания в том числе для:

- проведения государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания;
- поиска новых районов добычи (вылова) водных биоресурсов и видов водных биоресурсов, которые ранее не были отнесены к объектам рыболовства;

- определения общих допустимых уловов водных биоресурсов;
- оценки запасов видов водных биоресурсов, общие допустимые уловы которых не устанавливаются;
- разработки мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания во внутренних водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, а также в районах действия международных договоров Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов;
- развития аквакультуры (рыбоводства)».

Исходя из этого, будущее института по-прежнему неразрывно связано с исследованиями морских живых ресурсов, с решением проблем их долгосрочного сохранения и устойчивого использования.

За 95 лет своего существования АзЧерНИРО и в целом рыбохозяйственная наука на Азово-Черноморском бассейне претерпели множество реорганизаций, взлетов и падений. В декабре 2016 г. по распоряжению Росрыболовства ЮгНИРО был преобразован в Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ».

В настоящее время в институте проводят ресурсные исследования следующие подразделения: Отдел Азово-Черноморского бассейна и Мирового океана, включающий Лабораторию оценки запасов и рационального использования рыбных ресурсов, Лабораторию нерыбных ресурсов и гидробиологии, Лабораторию биоресурсов Мирового океана, Лабораторию промышленного рыболовства, Лабораторию промысловой океанографии. Многоплановые исследования проводятся в Лаборатории аквакультуры, Лаборатории гидрохимических и эколого-токсикологических исследований, Лаборатории технологических исследований, нормирования и технического регулирования, в Секторе научно-информационного обеспечения исследований.

Традиции славного прошлого, профессионализм, творческий порыв, повседневная работа каждого члена коллектива вселяют оптимизм и надежду на возрождение былых достижений и лучшее будущее института в качестве Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ». Морские дороги двух институтов объединились на благо рыбохозяйственной науки.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБНУ «ЮГНИРО» В 2015-2016 ГОДАХ

Б. Н. Панов, к. г. н., ст. н. с., **А. А. Солодовников**, ученый секретарь,
О. А. Ровнина, зам. рук. филиала

*Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: panov_b_n@azniirkh.ru*

Изложены основные результаты научной деятельности института в 2015-2016 гг. как в рамках Соглашения на выполнение Государственного задания с Федеральным агентством по рыболовству, так и по договорам с организациями различной формы собственности. Приведены данные, характеризующие различные аспекты деятельности института.

Ключевые слова: ФГБНУ «ЮгНИРО», итоги, мониторинг, прикладные исследования, аквакультура, рыбохозяйственные институты

ЮгНИРО, один из старейших институтов рыбной отрасли, получив в 2015 г. статус федерального государственного бюджетного научного учреждения (распоряжение Правительства Российской Федерации № 2341-р от 24.11.2014), вошел в число российских бассейновых институтов, подведомственных Федеральному агентству по рыболовству.

В настоящее время институт реализует единую стратегию рыбохозяйственной науки Российской Федерации в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане, направленную на выполнение Государственного задания по оценке биопромыслового потенциала Азово-Черноморского бассейна и ряда промысловых районов Мирового океана, оценке качества среды обитания водных биоресурсов, разработке методов прогнозирования динамики запасов водных биологических ресурсов и разработке научных рекомендаций по их устойчивому и эффективному использованию и воспроизводству.

В 2015-2016 гг. основной объем научной деятельности института занимало выполнение исследовательских работ в рамках Соглашения на выполнение Государственного задания с Федеральным агентством по рыболовству, направленного на реализацию Федерального закона от 8 мая 2010 г. № 83-ФЗ.

Работа «**Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов во внутренних водах, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях**» включала темы по исследованию состояния водных биоресурсов и среды их обитания в Черном и Азовском морях, на акваториях, прилегающих к Крыму, во внутренних водоемах Республики Крым, а также по оценке приемной емкости водных объектов рыбохозяйственного значения.

Работа «**Разработка материалов, обосновывающих общие допустимые уловы (ОДУ) водных биоресурсов и материалов, обосновывающих возможные объемы добычи (вылова) водных биоресурсов, ОДУ которых не устанавливается (рекомендованный вылов) во внутренних водах, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, промысловых районах Мирового океана, доступных российскому рыболовству на предстоящий год и на перспективу, материалы корректировки ОДУ**» была направлена на рациональное, природоохранное осуществление вылова водных биоресурсов.

Работа **«Проведение прикладных научных исследований»** включала семь тем, целью которых была оптимизация добычи водных биоресурсов, создание эффективных орудий лова, разработка современных технологий переработки гидробионтов, подготовка аналитических и нормативно-методических документов, создание информационных систем оценки состояния среды обитания гидробионтов, комплексные экосистемные и океанографические исследования с использованием дистанционных методов исследования в области аквакультуры.

Работу **«Осуществление ресурсных исследований водных биоресурсов в районах Мирового океана, расположенных за пределами зоны российской юрисдикции, где действуют международные договоры Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов»** выполняли в Антарктической части Атлантики, Антарктической части Тихого океана, Юго-Западной части Атлантики, а также анализировали материалы предыдущих рейсов в открытых водах Индийского океана. Для этих районов дана оценка возможных объемов вылова ряда водных биоресурсов.

Работа **«Административное обеспечение деятельности организации»** была направлена на оказание государственных услуг, подготовку изменений в Правила рыболовства, разработку Программ исследований и нормативных документов.

К наиболее важным исследованиям состояния и рациональной добычи водных биоресурсов в прилегающих к Крыму морских районах и во внутренних водных объектах Крымского полуострова можно отнести следующие результаты:

1. Внедрены в практику подготовки материалов к обоснованию рекомендуемых объемов вылова водных биоресурсов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (Азовское море и прилегающие к Крыму воды Черного моря) аналитические методы для оценки величин единиц запаса (когортный анализ структурированных по длине рыб промыслово-биологических данных, относящихся к шпроту, ставриде, камбале-калкан, барабуле, кефалям, пиленгасу и атерине; аналитический анализ данных по уловам на единицу промыслового усилия азовских бычков с использованием новейших разработок ФГБНУ «ВНИРО» – прикладного пакета программ Combi 3.0).
2. Разработаны биологические обоснования:
 - на включение камбалы-калкан (*Psetta maeotica*), креветки черноморской каменной (*Palaemon elegans*) и креветки черноморской травяной (*P. adspersus*) в перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство;
 - на включение тюльки в перечень видов водных биоресурсов Черного моря, общий допустимый улов которых не устанавливается.
 Эти обоснования позволяют существенно улучшить организацию промысла и увеличить степень реализации рекомендуемых объемов вылова ВБР в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.
3. Подготовлены рекомендации по расширению района промысла бычков механизированными драгами и по обоснованию ограниченного промысла мелких массовых рыб ставными неводами в западной части Азовского моря (у побережья Крыма), что позволило провести соответствующие решения на Российско-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море, открывающие новые возможности для рыбаков Российской Федерации.
4. Рекомендации по доработке действующих Правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна с учетом вхождения Крыма под юрисдикцию Российской Федерации и предложения к проекту правил любительского и спортивного рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, относящихся к крымскому региону, стали весомым вкладом в интеграцию рыбной отрасли Республики Крым и г. Севастополь в Российскую Федерацию.
5. Представлена биологическая и промысловая информация о состоянии 50 единиц запасов водных биоресурсов, которые отслеживались в ходе мониторинга на морских акваториях, прилегающих к Крыму, обобщены данные о размерной и возрастной структуре важнейших промысловых рыб, промысловых беспозвоночных, водорослей и морских трав в Азовском и Черном морях.

7. Результаты комплексных океанографических съемок, выполненных в акватории Черного моря, прилегающей к Крыму, показали, что изменения определяемых параметров (температуры, солености воды, содержания растворенного в воде кислорода, прозрачности и цветности морской воды) проходили соответственно сезонным колебаниям измеряемых величин.
8. Получены данные по распределению, численности и состоянию воспроизводства 19 единиц запасов водных биоресурсов, а также среды их обитания в соленых озерах Красноперекопского, Черноморского, Сакского и Ленинского р-нов Республики Крым, что позволило определить среднегодовой запас наиболее значимых для промысла видов водных биоресурсов – хирономид, гаммарид, артемии и артемии на стадии цист.

В области изучения сырьевой **базы рыболовства в конвенционных районах Мирового океана** следует отметить следующие результаты:

1. Обобщена ретроспективная информация о промысле, распределении и динамике численности патагонского клыкача и аргентинского кальмара в районе Патагонского шельфа и материкового склона.
2. Определены возрастные характеристики патагонского клыкача на банке Дейвиса, что позволяет в дальнейшем дать оценку структуры его популяции на Патагонском склоне и разработать рекомендации по оптимизации промысла в этом районе.
3. Обобщена ретроспективная информация, полученная при поиске и промысле ледяной рыбы Вильсона в открытых водах Индийского океана.
4. Собрана и проанализирована информация по результатам международного промысла наиболее ценных и перспективных объектов лова (антарктического клыкача и антарктического криля) в антарктических водах Атлантического и Тихого океанов в сезон 2014-2016 гг.
5. Даны рекомендации по возобновлению российского промысла антарктического криля, патагонского клыкача, ледяной рыбы Вильсона, аргентинского кальмара, а также по интенсификации промысла антарктического клыкача в высокоширотных водах Антарктики.

По результатам исследований, направленных **на развитие аквакультуры в Республике Крым**:

- подготовлены нормативно-технологические показатели для пастбищного и индустриального выращивания пресноводных и морских объектов аквакультуры, которые были включены в «Методику определения объема и видового состава объектов аквакультуры, подлежащих разведению и (или) содержанию, выращиванию, а также выпуску в водный объект и изъятию из водного объекта в границах рыбоводного участка»;
- рекомендованы перспективные для организации береговых и морских товарных ферм, питомников по получению молоди двустворчатых моллюсков и морских рыб районы Крымского побережья. Определены оптимальные объемы культивирования гидробионтов и экономические показатели деятельности товарных хозяйств и питомников;
- определены среднесезонные показатели численности и биомассы кормовых ресурсов водных объектов, на основании которых рассчитаны приемные емкости для зарыбления молодью черноморской камбалы-калкан предпроливной части Черного моря на акватории от м. Такиль до м. Опук, молодью пиленгаса, лобана и сингиля Керченского пролива от к. Тузла до м. Такиль, молодью растительноядных (белый и пестрый толстолобики, карп) пяти водохранилищ Крыма;
- разработано более 40 предварительных заключений о целесообразности определения границ рыбоводных участков вдоль всего Азово-Черноморского побережья Республики Крым;

Для внедрения разработанных технологий получения молоди морских рыб в условиях Республики Крым были подготовлены:

- четыре типовые технологические схемы и инструкции получения молоди кефалевых (пиленгас, сингиль, лобан), черноморской камбалы-калкан в индустриальных условиях для целей искусственного воспроизводства;
- четыре рекомендации по формированию и содержанию ремонтно-маточных стад этих видов рыб на технологическом этапе работы с производителями, отловленными из диких популяций;
- разработано рыбоводно-биологическое обоснование создания питомника морских видов рыб (камбаловых, кефалевых) в Республике Крым мощностью 3 млн. молоди в год.

В условиях **научно-исследовательской базы «Заветное» ФГБНУ «ЮгНИРО»** проведены исследования по выращиванию ремонтно-маточных стад ценных морских видов рыб (пиленгаса и камбалы-калкан) методом от «икры» до «икры». Разрабатывается технология формирования ремонтно-маточного стада комбинированным методом – с использованием установок УЗВ и прямооточного водоснабжения. Ведутся исследования по разработке методики ихтиопатологического контроля, диагностики и лечения болезней кефалевых и камбаловых видов рыб в условиях их искусственного воспроизводства и выращивания до половозрелости.

В целях промышленного развития марикультуры подготовлена проектная документация по морскому сооружению, используемому для выращивания в поликультуре двустворчатых моллюсков и морских рыб;

– в прибрежной акватории Керченского пролива и предпроливной зоны Черного моря установлены экспериментальные сооружения для изучения видового и количественного состава колоний обрастателей, что будет учтено при последующем проектировании гидробиотехнических сооружений для промышленного выращивания мидий и рыб.

Для оценки качества водных биоресурсов за 2015-2016 гг. выполнено 1110 анализов качества мышечной ткани и печени 13 видов водных биоресурсов Черного и Азовского морей по четырем технологическим показателям (белок, жир, азот летучих оснований и кислотное число) и содержанию тяжелых металлов (ртуть, медь, цинк, никель, хром, свинец, кадмий). Содержание свинца в бычке и гонадах 2 проб лобана согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 составило, соответственно, 1,2, 1,4 и 3,7 нормы, содержание ртути и кадмия в водных биоресурсах не превышало допустимых уровней.

С целью получения информации **о состоянии среды обитания морских водных биоресурсов и окружающей природной среды** выполнены исследования по 15 гидрометеорологическим параметрам.

Анализ гидрохимических и токсикологических параметров, выполненных в акватории Черного моря, прилегающей к Крыму, показал, что в целом они находились в пределах среднемноголетних величин, характерных для данных акваторий. Минимальная степень загрязнения нефтеуглеводородами водных масс Керченского пролива и предпроливья Черного моря определена в июне – 0,020 и 0,035 мг/дм³, соответственно, в августе и октябре их средняя концентрация увеличилась и в поверхностной воде составила 1,2-1,4 ПДК. В оз. Донузлав на протяжении всего времени исследования среднее содержание нефтеуглеводородов оставалось постоянным – 0,040 мг/дм³. Содержание нефтеуглеводородов и тяжелых металлов в донных отложениях было ниже зарубежных норм по т. н. «голландским листам».

В соответствии с работой **«Административное обеспечение деятельности организаций»** рассмотрено 54 материала по оценке воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания, и подготовлены предложения к проектам заключений по заявкам на согласование строительства и реконструкции объектов капитального строительства и осуществление иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания. Разработаны четыре программы проведения ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биологических ресурсов, внесено четыре предложения о введении ограничений рыболовства, выполнена разработка трех проектов и анализ обоснованности предложений о внесении изменений в правила рыболовства для рыбохозяйственных бассейнов, разработано три отраслевых и бассейновых нормы выхода продуктов и расхода сырья при переработке водных биоресурсов и объектов аквакультуры.

Технологические исследования были направлены на совершенствование нормативной базы по переработке и рациональному использованию водных биоресурсов, на производство комбикормов с использованием массовых и малоценных видов рыб.

С целью рационального использования рыбных ресурсов разрабатывается технология производства кормовых продуктов из мелких азово-черноморских рыб, обогащенных растительными добавками. В качестве сырья были использованы хамса, килька черноморская, тюлька, гидролизаты из них и кормовые рыборастительные продукты.

Была показана эффективность автопротеолиза мелких азово-черноморских рыб (тюльки и хамсы) для получения высокоусвояемого рыбного белка с целью его последующего использования в

составе поликомпонентных кормовых продуктов, определены оптимальные технологические режимы процесса автопротеолиза.

Разработаны технологические режимы процесса ферментализации рыбного сырья в сочетании с предварительным автопротеолизом и без него, оценена целесообразность включения предварительного автопротеолиза в технологическую схему.

На основании проведенных исследований разработаны ТУ и ТИ по изготовлению полнорационных комбикормов для сельскохозяйственной птицы с использованием рыбных ферментализатов.

В плане обеспечения рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий разработаны «Рекомендации по нормам расхода сырья при производстве мороженой тюльки, кильки и бычка». Разработан проект нормативного документа «Сборник норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве мороженой рыбопродукции из водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна», который устанавливает потери при замораживании неразделанной рыбы Азово-Черноморского бассейна для нескольких способов замораживания.

По теме **«Разработка экологически безопасной технологии добычи (вылова) бычков в Азово-Черноморском бассейне»** были проведены эксперименты по практическому применению донных ловушек, в результате которых уточнены параметры и доработана конструкция экспериментальных ловушек для использования их на судах.

В результате исследований по теме **«Разработка и внедрение численной модели течений в акватории Керченского пролива с возможностью расчета переноса вещества и тепла на ее основе»** была разработана компьютерная программа (пилотный проект, кодовое наименование – CA2DSIST), предназначенная для расчета характеристик загрязнения путем КА-имитации переноса взвеси (или тепла) ветровыми течениями с целью последующей оценки ущерба, наносимого гидробионтам загрязнением.

В рамках работ по теме **«Комплексные экосистемные и океанологические исследования с использованием дистанционных методов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне»** по результатам обработки спутниковой информации определены изменения площади акваторий и теплового фона вод соленых озер Крымского полуострова, с учетом которых рассчитываются запасы водных беспозвоночных в этих озерах.

Исследованиями межгодовой изменчивости интенсивности апвеллингов в прибрежной части Черного моря установлено, что в период с 1992 по 2015 г. годовой индекс холодозапаса апвеллингов находится в противофазе промышленным нагрузкам на промысле шпрота в этих районах.

Спутниковый мониторинг ледовой обстановки в Азовском море в зимний период 2015-2016 гг. позволил подготовить обзор ледовых условий и дать оценку их влияния на промысел рыбы.

В рамках **хоздоговорных исследований**, проводимых по заказу различных организаций, выполнено 140 работ, имеющих природоохранное значение, а также по оценке воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания, в том числе по такому важному объекту, как строительство транспортно-перехода через Керченский пролив. Проведена разработка ТУ и ТИ по производству ряда наименований продукции из гидробионтов, проектов межгосударственных стандартов на рыбную продукцию.

В плане **международной деятельности** институт принимал участие в реализации программы международной информационной системы по морским наукам и рыболовству АСФИС (ASFIS), а также в реализации программы международного научного наблюдения в водах Антарктики под эгидой международной организации АНТКОМ (CCAMLR), в работе Российско-Украинской комиссии по регулированию рыболовства в Азовском море, а также Российско-Абхазской комиссии по рыбному хозяйству.

В соответствии с Конвенцией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики сотрудники института работали в качестве международных и национальных научных наблюдателей на промысловых судах, одновременно проводя полевые исследования.

Ученый совет института осуществлял свою деятельность в соответствии с Планом работы на 2015-2016 гг. За этот период было проведено 32 заседания Ученого совета, на которых рассмотрено 66 вопросов повестки дня, касающихся различных аспектов научной деятельности

ФГБНУ «ЮгНИРО»: о внесении изменений в Правила рыболовства, о регулировании добычи водных биоресурсов и др.

В 2015 г. издан 53-й том сборника научных трудов ФГБНУ «ЮгНИРО», подготовлен к изданию 54-й том.

Комплекс научно-исследовательских работ, осуществленных в 2015-2016 гг. ФГБНУ «ЮгНИРО», является весьма актуальным для становления рыбного хозяйства Республики Крым и в целом для Азово-Черноморского региона; работы выполнены на высоком научном уровне и позволяют существенно улучшить организацию промысла, осуществлять мероприятия по воспроизводству и сохранению водных живых ресурсов, а также по сохранению среды их обитания.

В настоящее время ФГБНУ «ЮгНИРО» на основании приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России) от 29 августа 2016 года № 389 реорганизован в Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ».

Основной задачей деятельности Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» на 2017 и последующие годы остается выполнение Государственного задания по оценке биопромыслового потенциала Азово-Черноморского бассейна и ряда промысловых районов Мирового океана, оценка качества среды обитания водных биоресурсов, разработка методов прогнозирования динамики запасов водных живых ресурсов и разработка научных рекомендаций по их устойчивому и эффективному использованию и воспроизводству.

Поступила 24.03.2017 г.

The main results of FSBSI «YUGNIRO» activity in 2015-2016. B. N. Panov, A. A. Solodovnikov, O. A. Rovnina. *The main results of the institute's scientific activity in 2015-2016, both under the State Assignment Agreement with the Federal Agency for Fishery, and under the agreements with organizations of different forms of ownership, are presented. The data, describing different facets of the institute's activity, are given.*

Keywords: FSBSI «YUGNURO», final results, monitoring, applied research, aquaculture, fisheries institutes

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2015 Г.

А. Т. Кочергин, ст. н. с., Р. В. Боровская, к. г. н., ст. н. с.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: kochergin_a_t@azniirkh.ru

В летний и осенний период (июнь, июль и октябрь 2015 г.) в юго-восточной и западной части крымского побережья Черного моря были выполнены океанографические съемки, включающие определение в поверхностном и придонном слое следующих гидрологических и гидрохимических параметров: температуры, солености, содержания растворенного в воде кислорода, перманганатной окисляемости и прозрачности воды. По результатам съемок проанализированы океанографические условия исследуемой акватории. Показан диапазон изменчивости и средние значения параметров среды, проведено сравнение средних за период съемки и среднемноголетних месячных величин этих параметров. В результате исследования было установлено, что положительные аномалии температуры воды соответствовали тренду температурного фона периода 1980-2011 гг. Соленость в основном была близка к среднемноголетним значениям, лишь в июле в восточной части района имела отрицательные аномалии, согласуясь здесь с многолетним трендом понижения солености в районе. Содержание кислорода, близкое к среднемноголетнему значению, и низкая перманганатная окисляемость косвенно свидетельствовали о невысоком уровне продукционных процессов в рассматриваемый период. По материалам спутниковых наблюдений, в июле у западных берегов Крыма наблюдался подъем холодных глубинных вод с температурой менее 18 °С в очаге апвеллинга.

Ключевые слова: Крымское побережье, Черное море, океанографические условия, летне-осенний период, аномалии, искусственные спутники Земли, температура воды, соленость, прозрачность воды, цветность, содержание кислорода, перманганатная окисляемость

ВВЕДЕНИЕ

Согласно литературным данным [1], начиная с середины 1980-х гг. и до 2011 г., вдоль всего крымского побережья Черного моря наблюдался положительный временной тренд температуры поверхности моря, совпадающий с аналогичным трендом температуры воздуха в регионе. Особенно заметным рост температуры поверхности моря был в период с 2007 по 2010 г.

Межгодовая изменчивость солености поверхностного слоя в этот период имела противоположную направленность, характеризуясь отрицательным трендом, связанным с ростом осадков и уменьшением испарения при отсутствии значимого положительного тренда в объемах речного стока [1, 4].

В пространственном распределении среднемноголетнего содержания кислорода в летний сезон отмечалось увеличение прибрежных концентраций на поверхности в восточной части района.

Динамичная изменчивость океанографических условий крымских прибрежных вод диктует необходимость их ежегодного мониторинга.

Целью данной работы является определение современной тенденции изменчивости океанографических условий в прибрежной зоне Крыма, а именно в западной и восточной ее части в летне-осенний период 2015 г.

Кроме термохалинных характеристик, анализировалась изменчивость параметров, косвенно характеризующих продукционные процессы (содержание кислорода, перманганатная окисляемость, прозрачность вод как показатель органической и неорганической взвеси в воде).

В периоды развития апвеллинга в определенных зонах его характеристики анализировались на основе полученных спутниковых снимков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Материалами для анализа океанографических условий в летне-осенний период 2015 г. вдоль крымского побережья Черного моря послужили океанографические съемки, выполненные в июне, июле и октябре. В поверхностном и придонном (до 9,6 м) слоях определялись следующие параметры: температура воды (T , °C), соленость (S , ‰), растворенный в воде кислород (O_2), перманганатная окисляемость (ПО) и прозрачность вод (ПЗ). В июне океанографическая съемка проводилась от Керченского пролива до Каркинитского залива, в июле и октябре – в районе оз. Донузлав (западная часть района) и у Керченского полуострова (восточная часть района). Характеристики поверхностного и придонного слоев, а именно диапазон изменчивости, среднее за период съемки и отклонение от нормы для этих месяцев представлены в таблице.

Для определения аномальности океанографических условий в периоды съемок использованы среднемесячные нормы из литературных источников [1, 3].

Прозрачность вод в районе съемки определялась по диску Секки.

Для исследования температуры поверхности воды и характеристики наблюдавшегося подъема холодных глубинных вод (апвеллинга) в районе западного побережья Крыма в июле 2015 г. были привлечены материалы, полученные с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии NOAA в инфракрасном (ИК) и видимом (ТВ) диапазоне спектра с помощью станции приема и обработки спутниковой информации SU-8 (фирма FURUNO), установленной в ФГБНУ «ЮгНИРО».

Дешифрирование снимков проводилось согласно существующим методикам [2].

Для апвеллинга определялись следующие характеристики: наименьшая и наибольшая ширина; протяженность; температура поднимающейся воды и температура окружающих вод; площадь, занятая холодными глубинными водами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Июнь. В июне температура воды в прибрежной зоне крымских вод в результате значительной инсоляции достигала значений 22,6-22,8 °C на поверхности и 19,10 °C у дна, среднемесячные аномалии составили 2,82 °C и 1,09 °C, соответственно.

Соленость в слое воды изменялась в широких пределах (14,53-18,30 ‰), что на 0,25 ‰ выше нормы в западной части района и на 0,15-0,53 ‰ ниже нормы в восточной. Максимальные значения наблюдались в Каркинитском заливе, минимальные – у Керченского пролива, где заметно влияние трансформированных азовских вод.

Содержание кислорода в слое 0-дно составляло 7,55-9,15 мг/л, что меньше средних многолетних значений на 0,44-0,87 мг/л и объясняется повышенной температурой вод в районе исследования (таблица).

Окислительно-восстановительные процессы протекали слабо: перманганатная окисляемость не превышала 3,53 мг/л.

Прозрачность вод в районе съемки колебалась в широком диапазоне 2,6-7,5 м, среднее значение – на 5,0 м ниже нормы.

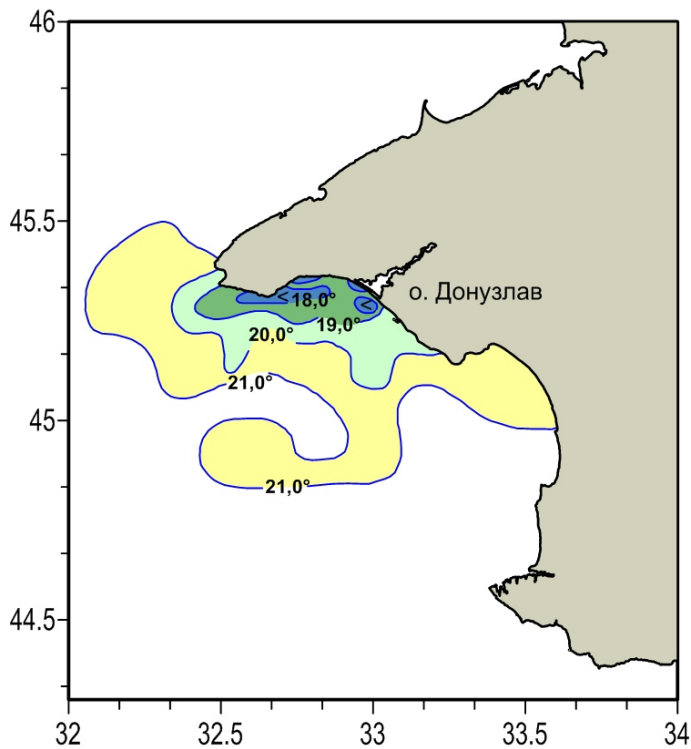
Июль. У западного побережья Крыма температура воды в результате сгонных явлений оказалась ниже нормы как на поверхности (аномалия -2,47 °C), так и у дна (аномалия -1,90 °C), изменяясь, соответственно, в пределах 18,6-19,1 °C и 17,6-17,8 °C, что ниже предшествующих июньских значений. Подтверждением этому явились снимки, полученные с ИСЗ (рисунок).

Апвеллинг в данном районе наблюдался с конца июня по 24 июля, занимая достаточно большую площадь ($S = 1440$ миль²), и распространялся вдоль берега от м. Тарханкут до южной части Каламитского залива. В день проведения океанографической съемки (15.07.2015 г.) температура воды в очагах подъема вод была ниже 18 °C, температура окружающих вод составляла 22-24 °C. Ширина

Океанографические параметры в западной и восточной частях крымского побережья Черного моря

Месяц	Район	Гори- зонг	T, °C	T, °C	S, ‰	S, ‰	S, ‰	O ₂ , мг/л	O ₂ , мг/л	O ₂ , мг/л	ПУ, мг/л	ПЗ, м	ПЗ, м	ПУ, мг/л	ПЗ, м
VI	Запад	0	21,30-22,60/21,90	2,50	18,02-18,30/18,15	0,25									
	Восток	0	19,0-22,80/20,52	2,82	14,53-17,97/16,97	-0,53	7,70-9,15/8,68	-0,44	1,54-3,53/2,14	2,6-7,5/5,1	-5,0				
VII	Запад	дно	17,50-19,10/18,89	1,09	16,48-18,04/17,45	-0,15	7,55-8,90/8,25	-0,87	1,69-3,53/2,33						
	Восток	0	18,60-19,10/18,83	-2,47	18,07-18,18/18,14	0,54	8,21-9,01/8,71	1,11	1,54-2,00/1,85	6,0-7,0/6,3	-5,7				
X	Запад	дно	17,60-17,80/17,73	-1,90	17,57-18,14/17,95	0,20	6,76-7,79/7,44	-0,16	1,31-1,69/1,48	2,1-6,3/4,2	-5,9				
	Восток	0	25,60-27,60/26,38	3,68	14,04-17,44/15,97	-1,43	8,12-8,45/8,26	0,45	0,46-2,92/1,54						
X	Запад	дно	14,20-16,30/14,90	-5,00	15,10-17,51/16,53	-1,01	8,15-8,45/8,28	0,47	0,61-2,30/1,33	7,2-9,6/8,8	-2,0				
	Восток	0	18,00-18,10/18,05	2,00	18,08-18,13/18,10	0,10	8,59-9,04/8,88	0,00	1,23-1,56/1,42	3,9-9,0/5,7	-4,1				
X	Запад	дно	17,20-17,40/17,30	1,50	18,11-18,26/18,16	0,16	8,68-8,98/8,85	0,05	1,54-1,69/1,64						
	Восток	0	23,10-24,00/23,53	7,00	17,99-18,16/18,10	0,30	7,59-7,94/7,80	-1,10	1,44-2,32/1,63						
X	Запад	дно	21,40-22,70/22,15	5,70	17,72-18,15/18,02	0	7,30-7,89/7,61	-1,30	1,44-1,92/1,61						
	Восток	0													

Примечание: числитель – диапазон, знаменатель – среднее; норма T, °C и S, ‰ придонного горизонта определена интерполяцией между 0 и 20 м; норма придонных значений O₂, мг/л – для слоя 0-10 м; а – аномалия



Распределение зон апвеллинга 15.07.2015 г.
по данным ИСЗ

апвеллинга изменялась в пределах 7-33 миль, протяженность зоны подъема холодных глубинных вод составляла 72 мили.

У восточного побережья наблюдались высокие значения температуры в поверхностном слое в пределах 25,6-27,6 °С (выше нормы на 3,7 °С), а в придонном слое низкие – 14,2-16,3 °С (ниже нормы на 5,0 °С). Разница температур 0-дно составляла 10,2-13,0 °С (см. таблица).

В западной части района соленость достигала 18,18 ‰ (выше нормы на 0,54 ‰) на поверхности и 18,14 ‰ (выше нормы на 0,20 ‰) – у дна, в восточной – опускалась до 14,04 ‰ (аномалия -1,43 ‰) на поверхности и до 15,10 ‰ (аномалия -1,01 ‰) у дна.

Содержание растворенного в воде кислорода в районе западного побережья Крыма во всем слое составляло 6,76-9,01 мг/л, для поверхности – на 1,11 мг/л выше нормы, для придонного горизонта

– около нормы. У восточного побережья концентрация кислорода в период съемки от поверхности до дна изменялась в узких пределах (8,12-8,45 мг/л) и лишь незначительно (на 0,45-0,47 мг/л) превышала норму.

Окислительно-восстановительные процессы как в районе западного, так и восточного побережья Крыма протекали в рассматриваемый период вяло, перманганатная окисляемость во всем слое не превышала 2,92 мг/л, экстремальные значения (минимум 0,46 и максимум 2,92 мг/л) отмечались на поверхности воды в восточной части района.

Прозрачность вод в западной и восточной части района была на низком уровне – 2,1-7,0 м, средние за периоды съемки значения были на 5,7-5,9 м ниже нормы. При невысокой биомассе фитопланктона (66-134 мг/м³), возможно, это результат повышенного содержания минеральной взвеси в прибрежной зоне.

Октябрь. В западной части района температура воды изменялась в пределах 18,0-18,1 °С на поверхности и 17,2-17,4 °С у дна, что, соответственно, выше нормы в среднем на 2,0 °С и 1,5 °С. В восточной части также наблюдались высокие значения температуры как в поверхностном слое в пределах 23,1-24,0 °С (выше нормы в среднем на 7,0 °С), так и в придонном – 21,4-22,7 °С (выше нормы в среднем на 5,7 °С). Значительные положительные температурные аномалии – результат проведения съемки в начале месяца при очень высокой температуре воды. Разница температур 0-дно не превышала 3 °С.

Соленость прибрежных вод в западной и восточной части района изменялась на поверхности в довольно узких пределах – 17,99-18,16 ‰, у дна – в более широком диапазоне – 17,72-18,26 ‰ с повышенными значениями у западного побережья. Средняя за период съемки соленость во всем слое в исследуемых районах имела небольшие положительные аномалии до 0,30 ‰.

Содержание кислорода в воде в районах западного и восточного черноморского побережья во всем слое изменялось незначительно, соответственно, в пределах 8,59-9,04 мг/л (около нормы) и 7,30-7,94 мг/л, что на 1,10-1,30 мг/л ниже нормы.

Окислительно-восстановительные процессы как в западной части района, так и в восточной протекали в рассматриваемый период слабо, перманганатная окисляемость во всем слое не превышала 2,32 мг/л.

Прозрачность вод в западной и восточной части района была, соответственно, 7,2-9,6 и 3,9-9,0 м, что ниже среднесуточного уровня на 2,0-4,1 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В летне-осенний период океанографические условия вдоль крымского побережья Черного моря характеризовались следующими особенностями:

- температура воды имела в основном положительные (до 7 °С) аномалии, за исключением западной части района в июле, где в период съемки наблюдались сгонные явления, и отрицательные (до -2,47 °С) аномалии, подтверждаемые спутниковыми снимками;
- соленость вод была близка к среднесуточным значениям, аномально низкие ее величины наблюдались лишь в июле в восточной части района;
- содержание кислорода во всем слое колебалось в пределах среднесуточных значений, имея небольшие (до -1,30 мг/л) отрицательные аномалии в июне и октябре в восточной части района, а положительные (до 1,11 мг/л) аномалии – в июле на поверхности в западной части;
- окислительно-восстановительные процессы протекали слабо, перманганатная окисляемость за весь период наблюдений не превышала 3,53 мг/л как на поверхности, так и у дна;
- прозрачность вод находилась на низком уровне (не более 9,6 м), что ниже нормы на 2,0-5,9 м, при средней биомассе фитопланктона (66-134 мг/м³), вероятно, в результате повышенного содержания неорганической взвеси при динамическом перемешивании в прибрежной зоне.

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории гидрохимических и эколого-токсикологических исследований за обработку проб по определению содержания растворенного в воде кислорода и перманганатной окисляемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины / Черное море. МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. – Севастополь, 2012. – Т. 2. – 421 с.
2. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей. Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 59-100.
3. *Океанографічний атлас* Чорного та Азовського морів. – К., 2009. – 356 с.
4. Ilyin, Y.P. Observed long term changes in Black Sea physical system and the possible environmental impacts // Climate forcing and its impact on Black Sea marine biota / CIEM workshop monography / F. Briand (ed). – Monaco: CIESM, 2010. – No 39. – P. 35-44.

Поступила 06.04.2016 г.

Oceanographic conditions of the Black Sea Crimean coast during the summer-autumn season of 2015. A. T. Kochergin, R. V. Borovskaya. *Oceanographic surveys in the south-eastern and western parts of the Black Sea coast of Crimea were carried out during the summer and autumn seasons (June, July and October) of 2015. The surveys identified the following parameters for the surface and bottom water layers: temperature, salinity, water-dissolved oxygen content, chemical oxygen demand with permanganate as the oxidant, and water transparency. Oceanographic conditions of the investigated area were analyzed based on the survey results. The variation range and the mean values of environmental parameters are shown. The mean values for the research period and mean monthly values for the long-term period were compared. As a result of those studies, it is found out that positive anomalies of water temperature corresponded to the background temperature trend of 1980-2011. The salinity was basically close to the mean long-term values; in July, though, there were negative anomalies in the eastern part of the area. Those anomalies corresponded to the long-term trend of decrease in salinity. The oxygen content close to the mean long-term value and low oxygen permanganate demand were indicative (as proxy*

indicators) of low level of production processes during the period under study. According to the data from satellite observations, upwelling with water temperature of less than 18 °C in its core area was observed at the western coast of the Crimean Peninsula in July.

Keywords: Crimean coast, Black Sea, oceanographic conditions, seasonal variations, anomalies, artificial earth satellites, water temperature, salinity, water transparency, water colour index, oxygen content, oxygen demand, permanganate, oxidant

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ И КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2015-2016 ГГ. И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ПРОМЫСЛОВУЮ ОБСТАНОВКУ И ПРОЦЕСС МИГРАЦИИ И НАГУЛ РЫБЫ

Р. В. Боровская, к. г. н., ст. н. с.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: borovskaya_r_v@azniirkh.ru

По материалам спутникового мониторинга выполнены исследования ледовых условий Азовского моря и Керченского пролива в зимний период 2015-2016 гг., в результате чего было установлено, что зима 2015-2016 гг. относится к типу мягких зим, что обусловлено преобладанием в атмосферной циркуляции циклонической деятельности. Продолжительность ледового периода составила 50 дней с 31 декабря 2015 г. (начало образования льда) по 18 февраля 2016 г. (дата полного очищения моря ото льда). Максимальное распространение льда к югу наблюдалось 25-27 января. На большей части акватории, занятой льдами, сплоченность льдов составляла 8-10 баллов. Вдоль северного и восточного побережья Таганрогского залива, а также в восточной части Белосарайского залива наблюдался припай. Наиболее сложные ледовые условия (скопления крупнобитого льда, малых и больших ледяных полей) отмечались севернее $46^{\circ}30'$ с. ш. от $36^{\circ}38'$ до $37^{\circ}36'$ в. д. и западнее косы Обиточной. Ледовые условия зимнего периода 2015-2016 гг. не препятствовали промыслу тюльки и пиленгаса, за исключением незначительных кратковременных ледовых ситуаций, складывающихся в Таганрогском заливе и на северо-востоке моря, и не оказывали негативного воздействия на процесс миграции и нагула рыб в Керченском проливе. В летний период 2016 г. при благоприятных гидрометеорологических условиях следует ожидать образования интенсивных зон гипоксии и заморов рыбы.

Ключевые слова: искусственные спутники Земли, Азовское море, Керченский пролив, ледовые условия, продолжительность ледового периода, сплоченность льдов, максимальное распространение льда, тюлька, пиленгас, зоны гипоксии, заморы

ВВЕДЕНИЕ

Азовское море, включая Керченский пролив, расположено в умеренных широтах и в целом относится к типу замерзающих морей с сезонным ледовым покровом. Практически ежегодно значительная его часть покрывается льдами в зимний период [4, 5, 7].

Ледовый режим моря определяется прежде всего характером и интенсивностью атмосферных процессов, различиями в теплосодержании водной массы, а также местными факторами, к которым относятся географическое положение, мелководность, низкая соленость, изрезанность берегов, особенности орографии [4, 5, 7].

Ледовый режим моря от года к году отличается значительным непостоянством ледовых условий. Их крайнюю неустойчивость определяет в первую очередь большая изменчивость атмосферных процессов.

Лед относится к наиболее важным в прикладном отношении параметрам морской среды и определенно влияет на биологическую продуктивность водоема в последующие сезоны, вызывает сложности для миграции и промысла рыбы, поэтому регулярный мониторинг льдов является одной из основных задач промысловой океанографии.

Целью настоящих исследований является характеристика особенностей ледовых условий Азовского моря в зимний период 2015-2016 гг. и оценка их влияния на промысловую обстановку в Азовском море и процесс миграции и нагул рыбы в Керченском проливе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходных материалов использован массив снимков с искусственных спутников Земли (ИСЗ) серии NOAA в видимом и инфракрасном диапазоне, принятых японской станцией «Su-8» фирмы «Furuno», установленной в ФГБНУ «ЮгНИРО» (г. Керчь), за период с декабря 2015 г. по февраль 2016 г.

По последовательным наборам спутниковых снимков составлялись ледовые карты-схемы, отражающие основные фазы ледового режима – формирование, продолжительность, дрейф, сплоченность, фазу таяния льда. Построение карт осуществлялось в программе «Surfer 8».

Снимки видимого диапазона использовались также в качестве дополнительной информации для анализа атмосферных процессов в районе исследования.

Дешифровка льдов на спутниковых снимках проводилась согласно существующим методикам [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В зимний период 2015-2016 гг. формирование ледового покрова в Азовском море началось достаточно поздно (31 декабря 2015 г.) в результате затока холода (рис. 1).

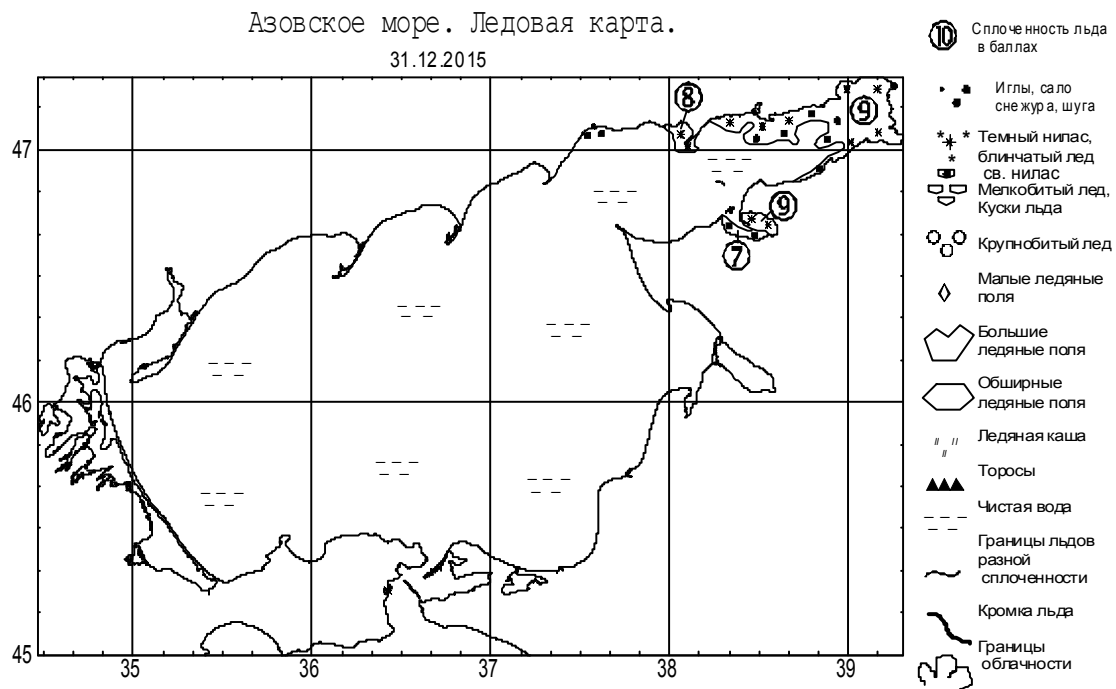


Рис. 1 Начало образования льда в Азовском море в декабре 2015 г.

Поля первичных форм льда в виде снежур и сала, а также темного ниласа появились в северной и восточной части Таганрогского залива, Ейском заливе и в районе Мариуполя.

Однородная холодная воздушная масса арктического воздуха 1-4 января 2016 г., сместившаяся с Баренцева моря в тыл уходящего циклона, способствовала дальнейшему льдообразованию, в результате чего восточная часть Таганрогского залива и Ейский залив покрылись льдом сплоченностью 10 баллов. Сплоченность льда в восточной части Белосарайского, Бердянского, Обиточного заливов (за исключением прибрежных северных районов, где наблюдались полыньи), а также в

Утлюкском заливе (за исключением северо-западной прибрежной части – полыньи) составляла 9 баллов; в западной части Таганрогского и Белосарайского заливов – 7-8 баллов.

В вышеуказанных районах отмечались формы льда в виде темного и светлого ниласа, на востоке Таганрогского и Белосарайского заливов на отдельных участках прослеживались также малые и большие ледяные поля. Вдоль кромки сплоченного 7-9 балльного льда прослеживались первичные формы в виде снежуры, игл и сала. На отдельных участках по северу Таганрогского залива, а также в его крайней восточной части образовался припай в виде узкой полосы вдоль берега (рис. 2).

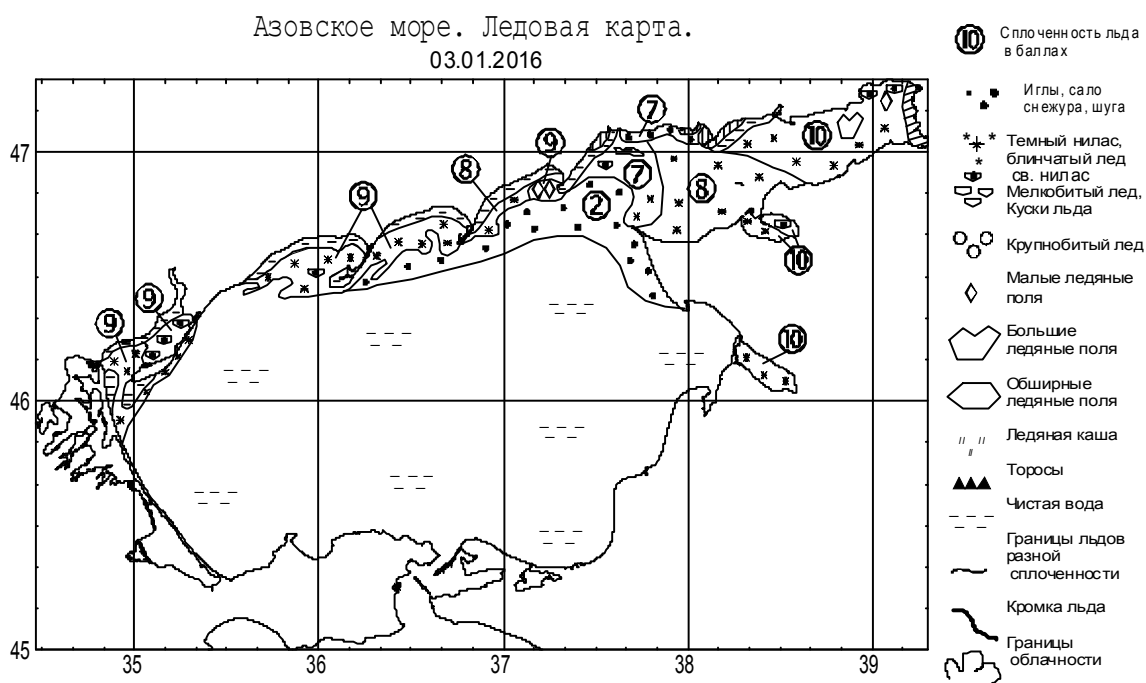


Рис. 2 Распределение льда в Азовском море в начале января 2016 г.

С середины первой и до конца второй декады января погоду исследуемой акватории формировала серия южных циклонов, а также циклон, смещавшийся с Северного моря, заполнившийся над Ленинградской областью, и сопровождающий его фронт. Практически весь этот период отмечались положительные температуры воздуха. Над южной частью моря (г. Керчь) воздух в конце второй декады (18 января) прогрелся до $9,7^{\circ}\text{C}$. Преобладали ветры южного и юго-западного направления, в результате лед начал интенсивно таять и смещаться к северу, северо-востоку.

В конце второй декады января южная часть Таганрогского залива практически полностью очистилась ото льда. На выходе из залива южнее Белосарайской косы прослеживалось скопление больших ледяных полей, перемежающееся обширными полыньями. Лед сплоченностью 9-10 баллов сохранялся на востоке Ейского залива, по северу Бердянского залива, в Белосарайском заливе. Менее сплоченные льды (4-6 баллов) прослеживались в центральной части Утлюкского залива, вдоль косы Бирючий Остров и косы Федотова, а также на юго-западе Обиточного залива.

В связи с активным выносом теплого воздуха в передней части средиземноморского циклона и затоком холодного воздуха в его тыл с 21 по 27 января, над акваторией установилась холодная погода. Температура воздуха в Керчи в ночное время понижалась до $-13,4^{\circ}\text{C}$, что способствовало интенсивному образованию льда.

Максимальное распространение льда к югу наблюдалось 25-27 января (рис. 3).

Сплоченность льдов составляла 8-10 баллов, за исключением небольших участков Ейского залива и южнее косы Обиточной, где отмечались льды сплоченностью, соответственно, 5 и 7 баллов. Вдоль северного и восточного побережья Таганрогского залива, а также в восточной части Белосарайского залива наблюдался припай. Наиболее сложные ледовые условия (скопления крупнобитого льда, малых и больших ледяных полей) отмечались севернее $46^{\circ}30'$ с. ш. от $36^{\circ}38'$ до $37^{\circ}36'$ в. д. и западнее косы Обиточной.

На северо-западе моря, на отдельных участках северной части Таганрогского залива, а также от косы Долгой до Бейсугского лимана под воздействием ветра северных румбов образовались полыньи.

28-31 января над акваторией моря прослеживались ложбины циклонов, смещающихся с запада. Температура воздуха повысилась до положительных значений. Началось таяние льдов. С 1 по 7 февраля отмечался интенсивный дрейф льда: 3-4 февраля под воздействием южного, юго-западного ветра к северу, северо-востоку; с 5 по 7 февраля под воздействием северного, северо-восточного ветра – к югу, юго-западу. В результате 7 февраля практически весь лед в Таганрогском заливе сместился в южную его половину (рис. 4).

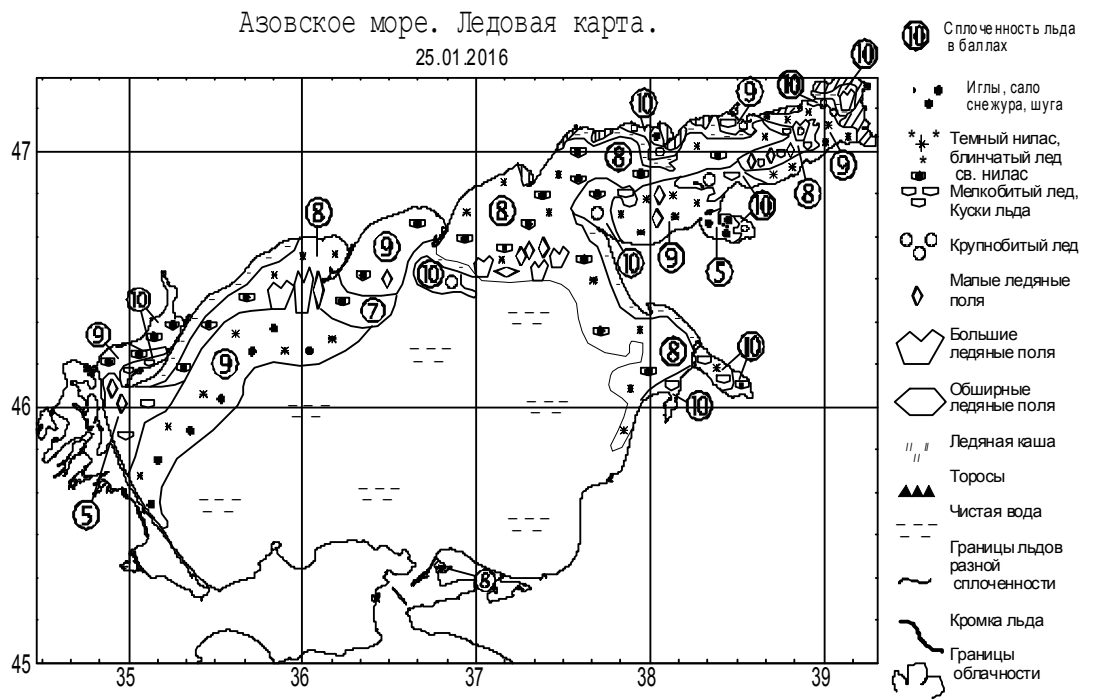


Рис. 3 Наибольшее распространение льда в зимний период 2015-2016 гг.

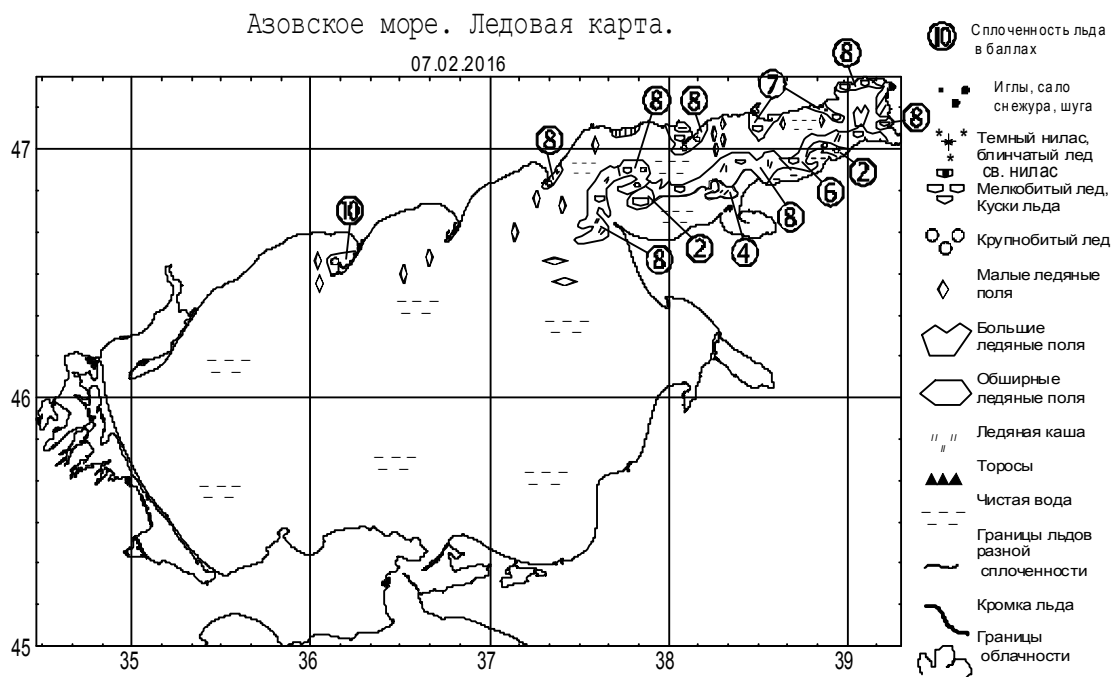


Рис. 4 Распределение льда в Азовском море 07.02.2016 г.

8-9 февраля над акваторией установился гребень холодного антициклона. Ветер был неустойчивый, его направление менялось с северо-восточного на юго-восточное. Лед в виде больших и малых полей вынесло практически на всю акваторию Таганрогского залива (рис. 5).

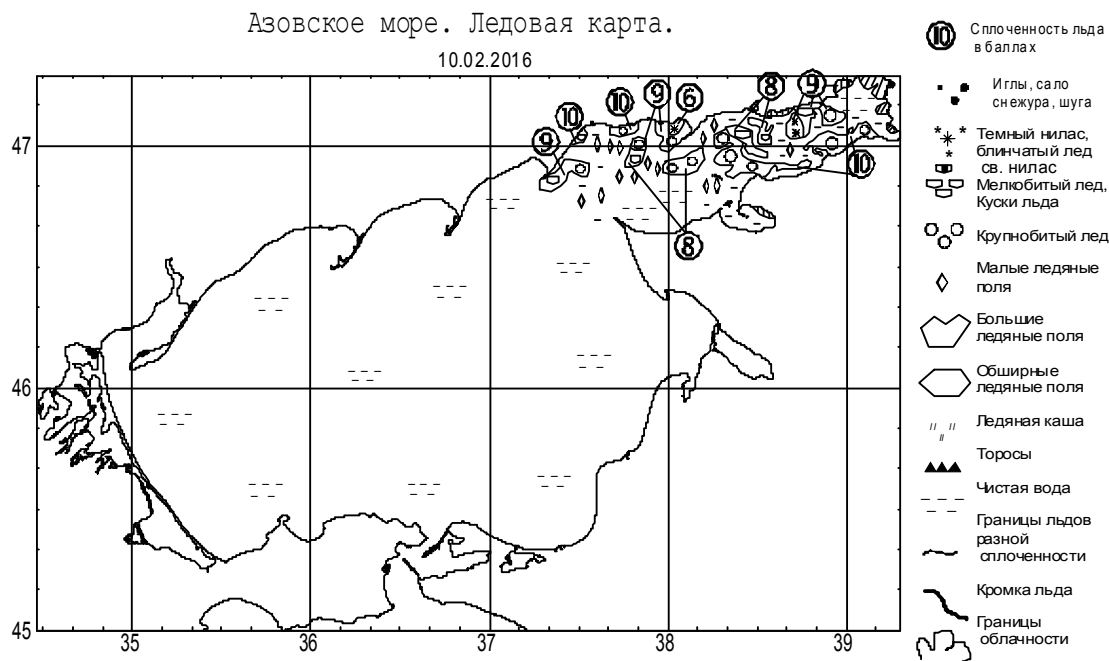


Рис. 5 Распределение льда в Азовском море 10.02.2016 г.

С 10 по 16 февраля погоду определяли ложбины атлантических циклонов. Наблюдалась адвекция тепла. Лед начал интенсивно таять, и 18 февраля произошло полное очищение моря ото льда.

В целом по продолжительности ледового периода зима 2015-2016 гг. относится к типу мягких зим. Ледовый период составил 50 дней (с 31 декабря 2015 г. по 18 февраля 2016 г.). Количество дней со льдом соответствует продолжительности ледового периода. В таблице приведены основные характеристики ледового режима Азовского моря в мягкую зиму в сравнении с климатическими характеристиками.

**Характеристика ледового режима Азовского моря в мягкую зиму
в сравнении с климатическими данными**

Характерная дата	Первое появление начальных форм льда	Максимальное распространение к югу	Последнее полное очищение	Продолжительность ледового периода	Число очищений за год
климатическая ранняя	08.11	10.01	11.01	90	1
климатическая поздняя	31.01	22.02	23.03		
зимний период 2015-2016 гг.	31.12	25.01	18.02	50	1

Ледовые условия являются одним из основных факторов, определяющих величину вылова тюльки и других промысловых объектов (пиленгаса) в период промысла.

Ледовые условия зимнего периода 2015-2016 гг. не являлись препятствием для промысла тюльки и пиленгаса, поскольку большая часть моря (в том числе и промысловые районы) была свободна ото льда. Незначительные кратковременные препятствия для судов рыбной отрасли создавались в Таганрогском заливе и на северо-востоке моря.

Мягкие зимы сопровождаются интенсивным образованием органического вещества и бурным развитием фитопланктона. После мягких зим летняя биомасса фитопланктона значительно выше той, которая формируется в годы с умеренными или суровыми зимами. Аналогично в зависимости от суровости зим изменяется и биомасса зоопланктона, кормовая база рыб, рыбопродуктивность моря и промысловая обстановка [2, 6]. Так как зима 2015-2016 гг. относится к типу мягких зим, следовательно, в последующее за ней лето следует ожидать увеличения биомассы фитопланктона, а также благоприятных условий для развития зоопланктона, что в свою очередь будет способствовать повышению рыбопродуктивности моря.

В летний период после мягких зим при благоприятных гидрометеорологических условиях следует ожидать образования интенсивных зон гипоксии и заморозов рыбы [3].

Через Керченский пролив из Азовского моря в Черное и обратно мигрируют важнейшие промысловые виды рыб (азовская хамса, сельдь, кефали). Мелководная зона в восточной части Керченского пролива и прилегающий к ней Таманский залив являются нагульными угодьями для пиленгаса и азово-черноморских кефалей [1, 8, 10].

Аномальные ледовые условия, особенно раннее образование льда, могут нарушать процессы миграции и нагула, что негативным образом повлияет на водные объекты. Ледовые условия зимы 2015-2016 гг. не оказали негативного воздействия на процесс миграции и нагула рыб, так как Керченский пролив (за исключением кратковременного появления темного ниласа 26-27 января в Динском заливе) был свободен ото льда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зима 2015-2016 гг. относится к типу мягких зим. Формирование ледового покрова в Азовском море началось 31 декабря 2015 г., полное очищение моря ото льда произошло 18 февраля 2016 г. Продолжительность ледового периода составила 50 дней.

Максимальное распространение льда к югу наблюдалось 25-27 января. На большей части акватории, занятой льдами, сплоченность льдов составляла 8-10 баллов. Вдоль северного и восточного побережья Таганрогского залива, а также в восточной части Белосарайского залива наблюдался припай. Наиболее сложные ледовые условия (скопления крупнобитого льда, малых и больших ледяных полей) отмечались севернее 46°30' с. ш. от 36°38' до 37°36' в. д. и западнее косы Обиточной.

Кратковременное образование темного ниласа 26-27 января отмечалось в Динском заливе, остальная акватория Керченского пролива в течение всего зимнего периода была свободна ото льда.

Ледовые условия зимы 2015-2016 гг. не препятствовали промыслу тюльки и пиленгаса, за исключением незначительных кратковременных ледовых ситуаций, складывающихся в Таганрогском заливе и на северо-востоке моря, и не оказали негативного воздействия на процесс миграции и нагула рыб в Керченском проливе.

В летний период 2016 г. при благоприятных гидрометеорологических условиях следует ожидать образования интенсивных зон гипоксии и заморозов рыбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абиотические условия* формирования рыбопромысловой продуктивности Азовского и Черного морей : отчет о НИР ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2004. – С. 32-43.
2. *Березина Н.А.* Гидробиология. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – С. 177-190.
3. *Боровская Р.В., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Лексикова Л.А.* Связь придонной гипоксии и заморозов рыбы в прибрежной части Азовского моря // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 5. – С. 320-328.
4. *Гидрометеорологический справочник* Азовского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – С. 431-480.
5. *Гидрометеорологические условия* шельфовой зоны морей СССР / Азовское море. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Т. 3. – С. 35-76.
6. *Зайцев Ю.П.* Морская нейстонология. – К.: Наукова думка, 1970. – С. 76.

7. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины / Азовское море. – Севастополь: Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института МЧС и НАН Украины, 2009. – Т. 1. – С. 276-304.
8. Календарь распределения основных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна / Костюченко Р.А., Еремеев Е.А., Назаренко В.В., Зверев В.Н.; Центральный НИИ информации и технико-экономических исследований рыбного хозяйства, Азово-Черноморская научно-промысловая перспективная разведка АзЧерНИРО. – М., 1971. – С. 5-17.
9. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 59-100.
10. Наукова еколого-експертна оцінка впливу дамби в районі острова Тузла на міграції промислових риб, їх чисельність і загальний стан популяцій : наук.-техніч. звіт. – Керч: ПівденНИРО, 2004. – С. 50-64.

Поступила 13.04.2016 г.

Studies of ice conditions in the Azov Sea and Kerch Strait in the winter season of 2015-2016, and the assessment of their impact on fishing conditions, fish migration and feeding. R. V. Borovskaya.

Based on the data of satellite monitoring, studies of ice conditions in the Azov Sea and Kerch Strait in the winter season of 2015-2016 were carried out. As a result, it was found out that the winter of 2015-2016 is of a mild type, which was caused by predominance of cyclonic activity in atmosphere circulation. The ice season lasted 50 days from December 31, 2015 (when ice started to form) till February 18, 2016 (when the sea was entirely free of ice). Maximum ice extent southwards was observed on 25-27 January. In the most area occupied with ice, ice concentration equalled from 8/10ths to 10/10ths. Fast ice was observed along the northern and eastern coast of the Taganrog Bay, as well as in the eastern part of the Belosaray Bay. The most complicated ice conditions (aggregations of patch ice, small and big floes) were recorded northwards of 46°30' N from 36°38' to 37°36' E, and to the west of Obitochnaya Spit. Ice conditions during the winter season of 2015-2016 did not impede Sea sprat and so-iuy mullet fishing; apart from insignificant short-term ice events in the Taganrog Bay and in the north-eastern part of the sea; they did not affect the process of fish migration and feeding in the Kerch Strait. During the summer of 2016, fish kill and extreme hypoxia areas are to be expected in case of favourable hydrometeorological conditions.

Keywords: artificial Earth satellites, Azov Sea, Kerch Strait, ice conditions, ice season, ice concentration, maximum ice extent, Azov Sea sprat, so-iuy mullet, hypoxia, fish kill

ВОЗМОЖНОСТИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВНОГО ПРОМЫСЛА ХАМСЫ И ШПРОТА В ЧЕРНОМ МОРЕ

Б. Н. Панов¹, к. г. н., ст. н. с., **Е. О. Спиридонова²**, к. г. н., доцент,
А. М. Матвеев³, гл. инспектор, **П. Ю. Горюнова²**, магистрант

¹Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

²ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

³Агентство рыбного хозяйства Республики Крым

e-mail: panov_b_n@azniirkh.ru

Выполнен анализ ежедневной информации с промысловых судов о вылове хамсы за 2009-2013 гг., а также шпрота в 2013 г. в черноморских прибрежных водах Крыма. Сведения об уловах коррелировались с ежедневными показателями атмосферных переносов для соответствующих промыслу периодов. Полученные статистически достоверные связи свидетельствуют об увеличении уловов хамсы и шпрота вдоль южного побережья Крыма при усилении восточных атмосферных переносов, а вдоль западного побережья – при усилении южных переносов. Выполненный анализ позволяет, кроме приведенных выводов о характере зависимости вылова от атмосферной циркуляции, также заключить, что регулярный синхронный мониторинг условий окружающей среды и промысла хамсы и шпрота в Черном море может в кратчайшие сроки (в течение одного-двух лет) обеспечить создание рыбопромыслового комплекса, использующего возможности краткосрочного прогнозирования для эффективного управления промыслом. Рассматривается возможность использования полученных связей результатов промысла с показателями атмосферных переносов за предшествующие промыслу 3-5 суток в прогнозировании эффективности промысла.

Ключевые слова: прогнозирование, промысловые суда, атмосферный перенос, хамса, шпрот, Черное море, мониторинг, управление промыслом

ВВЕДЕНИЕ

Основным элементом научного обеспечения эффективного лова рыбы и управления промыслом является краткосрочное (на 1-15 суток) прогнозирование [1, 5].

Результатом краткосрочного прогнозирования становятся решения таких задач, как выбор района и периода лова, выбор стратегии гидроакустического поиска скоплений, организация сдачи улова и другие, при оптимальном решении которых сокращаются непроизводительные затраты промыслового времени.

Актуальность краткосрочного прогнозирования особенно возросла в последние 10 лет ввиду необходимости рационального использования водных биоресурсов, их охраны, максимально эффективной реализации квот и координации деятельности рыбопромысловых судов [14].

Несмотря на возрастающее значение краткосрочного прогнозирования, оно все еще остается самым «узким» местом в общей системе прогностического обеспечения рыболовства в РФ и абсолютно неразработанным вопросом в Азово-Черноморском бассейне. Однако именно для Азово-Черноморского бассейна как района перспективного рекреационного развития актуально «применение экосистемного подхода в отношении морских территорий». Научной основой краткосрочного прогнозирования являются закономерности формирования промысловых скоплений рыб, их перемещения и распада в традиционных районах промысла под воздействием биотических и абиотических факторов окружающей среды в прогнозируемый период.

Связи показателей состояния окружающей среды с промысловыми характеристиками могут исследоваться как на уровне попыток установления эмпирических закономерностей, так и на уровне математического моделирования.

Исследованиям, связывающим абиотические показатели с поведением хамсы и шпрота, а также с ходом промысла в Черном море, посвящен ряд работ, основанных прежде всего на материалах мониторинга условий промысла научно-поисковыми судами. В одних случаях поведение рыбы связывали с ветровой деятельностью и температурой воды [3, 4, 11, 13], в других – в качестве определяющего фактора рассматривалась динамическая структура вод [6, 12].

Концепция разномасштабного абиотического воздействия на поведение черноморской хамсы была сформулирована и по результатам исследований ЮгНИРО, которые проводились в научно-исследовательских рейсах в водах Грузии с 1983 по 1992 г. и были опубликованы [7, 10].

Закономерности формирования промысловых скоплений шпрота исследовались ЮгНИРО в северо-западном и северо-восточном районах моря в научно-исследовательских рейсах с 1985 по 1989 г. [8, 9].

Однако в этих исследованиях не предпринимались попытки анализа ежедневных промысловых показателей в связи с изменениями абиотических факторов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ввиду отсутствия прямого комплексного мониторинга, осуществляемого научно-исследовательскими судами, отправными материалами исследования стали ежедневные данные о промысле хамсы в период путин 2009-2013 гг. и о промысле шпрота у берегов Крыма в период путины 2013 г. Этот год на промысле шпрота был выбран для анализа как один из наиболее проблемных. Данные по каждому объекту промысла рассматривались с разбивкой по промысловым судам и основным районам лова.

На промысле хамсы, согласно правилам, принятым в рыбопромысловой статистике, хамса, выловленная у берегов Крыма к западу от меридиана м. Аю-Даг, считается черноморской, к востоку – азовской.

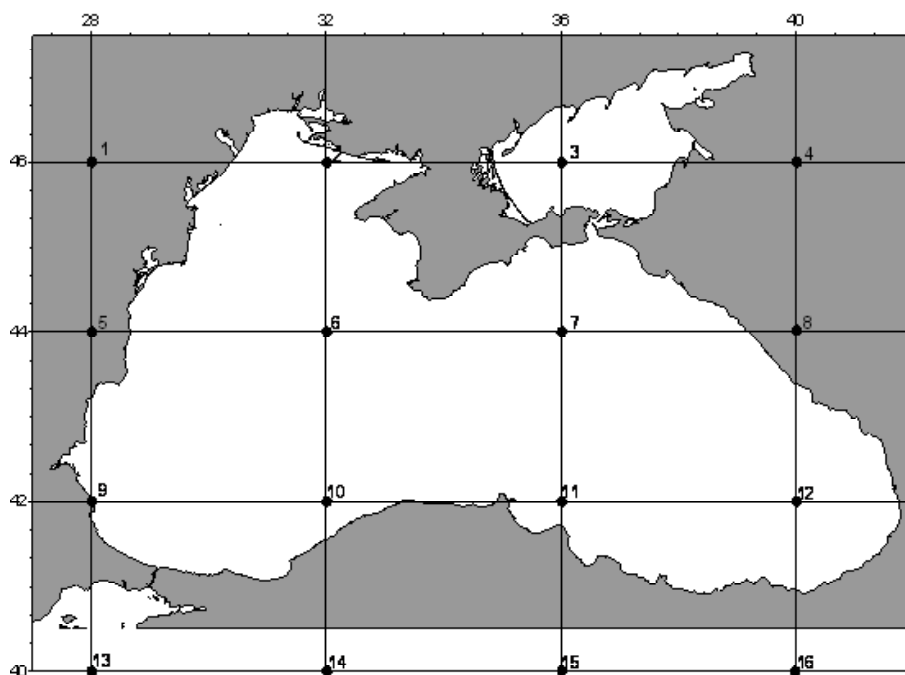
Предваряя результаты анализа, следует отметить, что в ежедневных данных о вылове, поступающем с промысловых судов, существует ряд условностей (к примеру, визуальная оценка улова или несоответствие вылова плотности промыслового скопления), которые делают ежедневные сводки одного судна малоприменимыми для анализа распределения и плотности промысловых скоплений. Более корректной представляется обобщенная информация группы судов и анализ деятельности нескольких судов, работающих в одном районе.

Следует также отметить, что как в обобщенных ежедневных данных, так и в данных по уловам отдельных судов район ведения промысла обозначался обобщающим термином «восток» или «запад», что, к сожалению, не позволяет использовать эти данные для регулярной оценки смещения скоплений.

Для периодов промысла всех рассмотренных путин (как хамсы, так и шпрота) были рассчитаны ежедневные показатели атмосферных переносов для западной и восточной частей северного Причерноморья.

Предполагается, что именно данные об атмосферных переносах могут быть использованы как основной фактор, определяющий особенности циркуляции и температуры вод в прибрежной зоне. Кроме того, данные об атмосферной циркуляции наиболее доступны регулярному мониторингу как с целью диагностики, так и для прогноза процессов в гидросфере.

Данные об атмосферных переносах над районом исследований представлены разностью атмосферного давления между значениями в узлах сетки (рисунок – точки 2, 3, 6, 7 для западного района и точки 3, 4, 7, 8 для восточного района), предложенной В.А. Брянцевым для мониторинга атмосферных переносов в Азово-Черноморском регионе [2]. Атмосферные переносы в западном районе использовались при анализе промысла черноморской хамсы и шпрота, в восточном – при анализе промысла азовской хамсы.



Сетка мониторинга приземного поля атмосферного давления над Азово-Черноморским бассейном

Зональные изменения атмосферного давления (P) характеризуют интенсивность меридиональных переносов: северных ($-M$) и южных ($+M$); меридиональные изменения давления – интенсивность зональных переносов: западных ($+Z$) и восточных ($-Z$).

Показатель PM определялся как среднее значение между изменениями давления на северной и южной границах трапеций (в западном и восточном районах), PZ – как среднее значение между изменениями давления на западной и восточной границах двух рассматриваемых трапеций.

Ряды ежедневных данных о вылове и атмосферных переносах (PM и PZ) коррелировались синхронно. Кроме этого, для корреляции с уловами в качестве предикторов формировались ряды значений:

- $PM3$ и $PZ3$ – средние значения показателей, соответственно, меридионального и зонального атмосферных переносов за день вылова и предшествующие двое суток;
- $PM5$ и $PZ5$ – средние значения показателей, соответственно, меридионального и зонального атмосферных переносов за день вылова и предшествующие четверо суток;
- $PM4$ и $PZ4$ – средние взвешенные значения показателей, соответственно, меридионального и зонального атмосферных переносов за день вылова и предшествующие трое суток (весовые коэффициенты: дня вылова – 1,00; дня, предшествующего вылову, – 0,75; за два дня до вылова – 0,50; за три дня до вылова – 0,25).

Размер коррелируемых рядов изменялся в пределах 30-70 значений для обобщенного суточного вылова группы судов и 10-50 значений для отдельных промысловых судов.

Статистически достоверными принимались связи с уровнем доверительной вероятности $p \geq 90\%$ для более значительных выборок при анализе общих суточных уловов группы судов, а также $p \geq 85\%$ – для выборок с разбивкой по конкретным промысловым судам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализируя промысел хамсы в четырех рассматриваемых путях, следует отметить, что в трех путях ресурсом промысла была как азовская, так и черноморская хамса, поэтому отсутствие скопления азовской хамсы компенсировалось сравнительно успешным выловом черноморской хамсы, и наоборот. Это позволяет предположить, что эффективность промысла этих подвидов, соответственно, в восточном и западном районах определяется различными условиями внешних воздействий.

В период путины 2009-2010 гг. основной промысел черноморской хамсы велся с конца ноября 2009 г. до середины февраля 2010 г. В целом за путину было выловлено 6675 т хамсы. Суточный вылов группы судов в начале промысла достигал 300 т, в январе-феврале не превышал 200 т, находясь в среднем на уровне 100 т в сутки.

Формальная корреляция ежедневного вылова черноморской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2009-2010 гг. статистически достоверной связи не дала (табл. 1).

Таблица 1

Статистически значимые ($p \geq 90\%$) коэффициенты корреляции суточного вылова черноморской хамсы в Черном море у берегов Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части полуострова

Путина	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
2009-2010	-	-	-	-	-	-	-	-
2010-2011	-	-0,35	-0,31	-0,25	-	-0,27	-0,32	-0,27
2011-2012	-	-0,20	-	-0,29	-	-0,38	-	-0,30
2012-2013	Промысел велся всего 7 суток							

Промысел азовской хамсы велся непродолжительное время (преимущественно во второй и третьей декадах ноября) у берегов Керченского полуострова. Суточные уловы группы судов не превышали 100 т, находясь в среднем на уровне 30-40 т. С конца ноября азовская хамса практически не ловилась. Небольшие уловы азовской хамсы (до 30 т в сутки) наблюдались также непродолжительное время в районе г. Судак в первой половине марта. Общий вылов составил 1411 т.

Формальная корреляция ежедневного вылова азовской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2009-2010 гг. показала наличие статистически достоверной связи роста уловов при усилении северо-западных переносов за трех-, четырех- и пятисуточный период, предшествующий вылову (табл. 2).

Таблица 2

Статистически значимые ($p \geq 90\%$) коэффициенты корреляции суточного вылова азовской хамсы в Черном море у берегов Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе полуострова

Путина	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
2009-2010	-	-	-0,29	0,23	-0,21	-	-0,28	0,21
2010-2011	-	-	-	-	-	-	-	-
2011-2012	-0,20	-0,29	-	-0,24	-	-	-	-0,25
2012-2013	-0,32	-0,20	-	-0,27	-	-0,21	-	-0,27

В период путины 2010-2011 гг. велся преимущественно промысел азовской хамсы, вылов которой с ноября 2010 г. по февраль 2011 г. составил 3620 т. Максимальные суточные уловы в ноябре-декабре достигали 100-120 т, в первой половине января – 200 т. Во второй половине января-феврале максимальные суточные уловы азовской хамсы снизились до 50-70 т. В ноябре промысел велся вдоль всего восточного побережья Крыма – от м. Такиль до Алушты. С декабря по февраль он был сосредоточен вблизи Керченского пролива на участке побережья от м. Такиль до г. Опук.

Формальная корреляция ежедневного вылова азовской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2010-2011 гг. статистически достоверной связи не дала (табл. 2).

Лов черноморской хамсы велся в январе 2011 г. эпизодически (при ухудшении промысловой обстановки на промысле азовской хамсы) на участке акватории от м. Фиолент до м. Лукулл. Суточный вылов не превышал 50-60 т. После завершения промысла азовской хамсы, в середине февраля 2011 г., промысел черноморской хамсы был возобновлен и велся в марте на акватории от м. Лукулл до м. Тарханкут. В начале марта суточный вылов достигал 140-150 т, в конце марта – не превышал 80-90 т. Общий вылов черноморской хамсы за путину составил 2125 т.

Формальная корреляция ежедневного вылова черноморской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2010-2011 гг. показала наличие статистически достоверной связи (табл. 1) роста уловов и синхронного усиления восточных переносов, а также роста уловов при усилении северо-восточных переносов за трех-, четырех- и пятисуточный период, предшествующий вылову.

В период путины 2011-2012 гг. (с начала ноября 2011 г. до третьей декады марта 2012 г.) в основном осуществлялся лов азовской хамсы. В целом за путину было выловлено 5074 т хамсы. Суточный вылов группы судов в начале промысла достигал 150-160 т, в марте снизился до 120-130 т, в среднем находясь на уровне 100 т в сутки.

Формальная корреляция ежедневного вылова азовской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2011-2012 гг. показала наличие статистически достоверной связи роста уловов синхронно с усилением северо-восточных переносов, а также роста уловов при усилении восточных переносов за трех- и четырехсуточный период, предшествующий вылову (табл. 2).

Лов черноморской хамсы в путину 2011-2012 гг. велся в периоды отсутствия промысла азовской хамсы (эпизодически в ноябре, декабре и марте). Устойчивый промысел состоялся в январе и феврале 2012 г., также при отсутствии промысла азовской хамсы. Средний суточный вылов не превышал 110 т при средней величине, равной 70-80 т, то есть меньше, чем на промысле азовской хамсы.

Общий вылов за путину составил 2536 т. Промысел был распределен преимущественно по акватории от м. Фиолент до м. Лукулл.

Формальная корреляция ежедневного вылова черноморской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2011-2012 гг. показала наличие статистически достоверной связи роста уловов в дни усиления восточных переносов, а также роста уловов при усилении восточных переносов за трех-, четырех- и пятисуточный период, предшествующий вылову (табл. 1).

Успех хамсовой путины 2012-2013 гг. определился исключительно промыслом азовской хамсы, который велся с середины ноября до конца февраля. Общий вылов составил 5310 т.

Отличительной особенностью суточных уловов азовской хамсы в эту путину были их резкие колебания. Наибольшие уловы (140-150 т) отмечались в течение 1-2 дней. Далее следовало резкое кратковременное снижение вылова до 20-50 т и вновь резкое его увеличение. Вероятно, запасы зимующей хамсы были ограничены, скопления были небольшими, и промысловые суда их часто теряли. К началу февраля суточные уловы сократились до минимального вылова (порядка 10 т). До середины января промысел велся на ограниченной акватории от м. Такиль до г. Опук. Позже лов распределился к западу от м. Чауда до ЮБК.

Формальная корреляция ежедневного вылова азовской хамсы и показателей атмосферных переносов в путину 2012-2013 гг., как и в путину 2011-2012 гг., показала наличие статистически достоверной связи роста уловов синхронно с усилением северо-восточных переносов, а также роста уловов при усилении восточных переносов за трех-, четырех- и пятисуточный период, предшествующий вылову (табл. 2).

Промысел черноморской хамсы велся только 7 суток в период затяжного снижения уловов на промысле азовской хамсы в середине января 2013 г. Уловы были незначительными, общий вылов за всю путину составил 134 т.

Для путин, в которых не была выявлена формальная связь общего суточного вылова группы судов с показателями атмосферной циркуляции (путины 2009-2010 и 2010-2011 гг.), была предпринята попытка определить зависимость средних суточных промысловых нагрузок (вылов за одно травление) отдельных судов с теми же характеристиками атмосферной циркуляции (PM, PZ, PM3, PZ3, PM5, PZ5, PM4, PZ4).

Данные табл. 3-5 демонстрируют наличие связей промысловых нагрузок судов типа СРТМ с показателями атмосферных переносов в период хамсовой путины 2009-2010 гг.

На промысле азовской хамсы (табл. 3) прослеживается достаточно тесная связь показателей работы СРТМ «Байбаков» и СРТМ «Виноградное» с меридиональными переносами (синхронное увеличение уловов при усилении северных переносов, а также рост уловов при усилении северных переносов в течение 3-5 суток, предшествующих вылову), а для средних промысловых нагрузок этой группы судов – с зональной составляющей переносов (увеличение уловов при усилении запад-

ных переносов). Это подтверждает связь увеличения общего суточного вылова азовской хамсы при усилении северо-западных переносов в путину 2009-2010 гг., отмеченную выше в табл. 2.

Таблица 3

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) азовской хамсы в Черном море у берегов Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе полуострова в период путины 2009-2010 гг.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Сичеслав Юг»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Байбаков»	-0,72	-	-	-	-0,60	-	-	-
СРТМ «Виноградное»	-	-	-0,30	-	-	-	-0,31	-
СРТМ «Дмитрий»	-	-	-	-	-	-	-	-
Ср. промнагрузка СРТМ	-	0,22	-	-	-	0,21	-	0,22

При рассмотрении промысловых нагрузок некоторых судов на лове черноморской хамсы были отдельно исследованы связи с показателями атмосферных переносов вдоль ЮБК (табл. 4) и вдоль западного побережья Крыма (табл. 5).

Таблица 4

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) черноморской хамсы у ЮБК и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части Крыма в период путины 2009-2010 гг.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Сичеслав Юг»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Байбаков»	-	-	-0,53	-0,77	-0,82	-0,52	-0,71	-0,64
СРТМ «Виноградное»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Дмитрий»	-	-	-	-	-	-	-	-
Ср. промнагр. СРТМ	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) черноморской хамсы у западного побережья Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части полуострова в период путины 2009-2010 гг.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Сичеслав Юг»	0,25	0,77	0,40	0,44	0,37	0,33	0,38	0,39
СРТМ «Байбаков»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Виноградное»	-	-	-	0,59	-	0,58	-	0,59
СРТМ «Дмитрий»	-	-	-	-	-	0,55	-	0,41
Ср. промнагр. СРТМ	-	0,34	0,21	0,52	0,29	0,44	0,25	0,47
МРТР «Багерovo»	-	0,42	0,27	0,43	0,41	0,40	0,34	0,41

На промысле черноморской хамсы вдоль западной части ЮБК для промнагрузок СРТМ «Байбаков» (табл. 4) выявлена статистически достоверная связь с показателями атмосферных переносов, аналогичная связям, установленным в другие годы на промысле черноморской хамсы для общего суточного вылова группы судов (рост уловов при усилении северо-восточных переносов в течение 3-5 суток, предшествующих вылову).

А для судов, работавших на промысле черноморской хамсы вдоль западного побережья Крыма, определена устойчивая связь суточных промысловых нагрузок с показателями атмосферной циркуляции, согласно которой рост уловов наблюдался при усилении юго-западных атмосферных переносов. Такой связи при анализе обобщенных данных о суточном вылове черноморской хамсы выявлено не было.

В путину 2010-2011 гг. анализ изменчивости промысловых нагрузок по отдельным судам (табл. 6) вместо показателя общего суточного вылова группы судов на промысле азовской хамсы (см. табл. 2) позволил выявить устойчивую зависимость эффективности промысла преимущественно от зональных атмосферных переносов (рост уловов при усилении восточных переносов).

Таблица 6

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) азовской хамсы в Черном море у берегов Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе полуострова в период путины 2010-2011 гг.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Сичеслав Юг»	-	-	-	-	-	0,20	-	-
СРТМ «Лунга»	-	-0,28	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Виноградное»	-	-0,34	-0,17	-0,41	-	-0,46	-	-0,42
СРТМ «Дмитрий»	-	-0,45	-	-0,51	-	-0,40	-	-0,52
Ср. промнагр. СРТМ	-	-0,20	-	-0,23	-	-0,23	-	-0,23
МРТР «Благовое»	-	-0,31	-	-	-	-	-	-

Анализ связи промысловых нагрузок по отдельным судам с атмосферными переносами на промысле черноморской хамсы (табл. 7) никакой дополнительной информации к ранее выявленным связям (см. табл. 1) не дал (возможно, ввиду сравнительно коротких рядов анализируемых данных).

Таблица 7

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) черноморской хамсы у западного побережья Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части полуострова в период путины 2010-2011 гг.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Сичеслав Юг»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Лунга»	-	-	-	-	-	-0,94	0,98	-0,92
СРТМ «Виноградное»	-	-	-	-	-	-0,35	-	-
СРТМ «Дмитрий»	-	-	-	-	-0,58	-	-	-
Ср. промнагр. СРТМ	-	-	-	-	-	-	-	-

Таким образом, выполненный анализ ежедневной информации о суточном вылове азовской и черноморской хамсы вдоль крымского побережья Черного моря и характера атмосферных переносов в соответствующих районах промысла позволяет сделать следующие выводы:

1. Существует статистически достоверная корреляционная связь – как для азовской хамсы (восточнее м. Сарыч), так и для черноморской (к западу от м. Сарыч) – роста суточных уловов с усилением восточных и, в меньшей степени, северных атмосферных переносов.
2. Эта связь более устойчива для азовской хамсы при синхронной корреляции вылова и показателей атмосферных переносов, для черноморской – при корреляции уловов с показателями атмосферной циркуляции, усредненными за предшествующие вылову 3-5 суток.
3. В исследованиях возможностей краткосрочного прогнозирования промысла черноморской хамсы у крымского побережья следует отдельно рассматривать ее промысел у ЮБК и промысел у западного побережья.
4. На промысле черноморской хамсы вдоль западного побережья Крыма существует связь увеличения суточных промысловых нагрузок с усилением юго-западных атмосферных переносов.
5. При разработке краткосрочных прогнозов эффективности промысла хамсы в первую очередь необходимо использовать промысловые нагрузки конкретного судна.

Промысел шпрота у берегов Крыма в 2013 г. складывался достаточно сложно. Промысловые суда часто не обнаруживали скопления, периодически довольно продолжительное время простаивали в ожидании улучшения промысловой обстановки. Периоды ведения промысла характеризовались крайне изменчивой результативностью.

Промысел велся вдоль ЮБК преимущественно судами типа СРТМ и судном МРТР «Квант» в основном вдоль западного побережья Крыма. С 1 апреля по 3 августа тремя СРТМ у ЮБК было выловлено около 810 т шпрота, с 8 мая по 18 сентября МРТК «Квант» выловил около 280 т вдоль западного берега Крыма.

Результаты корреляционного анализа промысловых нагрузок и показателей атмосферных переносов позволяют заключить, что в акватории ЮБК улучшение промысловой обстановки наблюдается при усилении восточных атмосферных переносов (табл. 8), а в акваториях, расположенных к западу от Крыма, – при усилении южных (табл. 9).

Таблица 8

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) на промысле черноморского шпрота у ЮБК и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части полуострова в период путины 2013 г.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
СРТМ «Черемош»	-	-	-	-0,33	-	-0,35	-	-0,36
СРТМ «Мария»	-	-	-	-	-	-	-	-
СРТМ «Рыболов-1»	-	-	-	-0,31	-0,30	-0,45	-	-0,31
Ср. промнагр. СРТМ	-	-0,23	-	-0,36	-	-0,45	-	-0,39

Таблица 9

Статистически значимые ($p \geq 85\%$) коэффициенты корреляции суточных промысловых нагрузок (улов за траление) на промысле черноморского шпрота у западного побережья Крыма и показателей приземных атмосферных переносов в районе западной части полуострова в период путины 2013 г.

Судно	PM	PZ	PM3	PZ3	PM5	PZ5	PM4	PZ4
МРТР «Квант»	-	-	0,29	-0,28	0,27	-	0,28	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный анализ позволяет, кроме приведенных выше выводов о характере зависимости вылова от атмосферной циркуляции, также заключить, что регулярный синхронный мониторинг условий окружающей среды, промысла хамсы и шпрота в Черном море может в кратчайшие сроки (в течение одного-двух лет) обеспечить создание рыбопромыслового комплекса, использующего возможности краткосрочного прогнозирования для эффективного управления промыслом.

Полученные связи вылова с показателями атмосферных переносов за предшествующие промыслу 3-5 суток могут быть использованы в краткосрочном прогнозировании для повышения эффективности промысла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров Л.Н. Краткосрочное рыбопромысловое прогнозирование на Дальневосточном бассейне // Рыбное хозяйство. – 1986. – № 12. – С. 18-22.
2. Брянецев В.А. Методические рекомендации по гидрометеорологическому прогнозированию для основных объектов промысла в Черном море. – Керчь: АзЧерНИРО, 1987. – 168 с.
3. Брянецев В.А., Ковальчук Л.А., Новиков Н.П., Панов Б.Н., Чащин А.К. Формирование зимовальных скоплений черноморской хамсы // Рыбное хозяйство. – 1987. – № 4. – С. 49-52.
4. Данилевский Н.Н. Миграции черноморской хамсы и факторы, их обуславливающие // Труды АзЧерНИРО. – 1958. – Вып. 17. – С. 51-71.
5. Коновалов С.М. Структура прогнозов в рыбной промышленности // Проблемы краткосрочного рыбопромыслового прогнозирования и управления : тез. докл. I Всесоюз. совещ. (г. Владивосток, май 1982 г.). – Владивосток, 1982. – С. 3-7.
6. Новицкий В.П. Влияние динамики вод на характер распределения показателей биологической продуктивности и морских организмов в северо-западной части Черного моря // Труды АзЧерНИРО. – 1968. – Вып. 24. – С. 3-17.

7. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Гидрометеорологические предпосылки формирования промысловых скоплений и миграций черноморской хамсы в юго-восточной части Черного моря // Океанология. – 1998. – Т. 38, № 4. – С. 573-584.
8. Панов Б.Н., Троценко Б.Г. К вопросу о формировании промысловых скоплений черноморского шпрота // Океанология. – 1987. – Т. 27, № 4. – С. 670-671.
9. Панов Б.Н., Троценко Б.Г., Жигуненко А.В. Гидрометеорологические предпосылки формирования промысловых скоплений черноморского шпрота // Океанология. – 1989. – Т. 29, вып. 4. – С. 668-669.
10. Панов Б.Н., Чащин А.К. Особенности динамической структуры вод в юго-восточной части Черного моря как предпосылки формирования зимовальных скоплений хамсы кавказского побережья // Океанология. – 1990. – Т. 30, вып. 2. – С. 328-334.
11. Тараненко Н.Ф. Поведение хамсы в местах ее зимовки в Черном море // Труды АзЧерНИРО. – 1958. – Вып. 17. – С. 111-140.
12. Фащук Д.Я. Образование промысловых скоплений шпрота под влиянием условий среды // Рыбное хозяйство. – 1987. – № 6. – С. 37-40.
13. Шер В.В. Связь распределения черноморского шпрота с абиотическими факторами // Рыбное хозяйство. – 1979. – № 11. – С. 25.
14. Шибанов В.Н., Шевелев М.С., Лепесевич Ю.М., Лукманов Э.Г. О проблемах рыбопромыслового прогнозирования на Северном бассейне // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 6. – С. 30-35.

Поступила 01.03.2017 г.

Possibilities of short-term forecast of fishing efficiency for the anchovy and sprat in the Black Sea.
B. N. Panov, E. O. Spiridonova, A. M. Matveev, P. Yu. Goryunova. *Analysis of daily information from fishing vessels on the anchovy catches for the period of 2009-2013 as well as sprat catches in 2013 in the Crimean coastal waters of the Black Sea is made. Fish catch data correlated with daily measurements of atmospheric transfers for the time periods, which corresponded with the fishery operations. The obtained statistically valid relations indicate that the anchovy and sprat catches increase along the southern Crimean coasts under conditions of eastern atmospheric transfer intensification, and along the western coasts - under conditions of southern atmospheric transfer intensification. Beside the research results on the dependence type of catches on atmospheric circulation, it is possible to conclude that systematic synchronous monitoring of environmental conditions and anchovy and sprat fisheries in the Black Sea can initiate such a fishery facility, which would use the advantages of short-term forecasts for efficient fisheries management, in one or two years. The possibility of using identified relations between fishing results and atmospheric transfer measurements 3-5 days prior to fishing operations in order to make forecasts on fishing efficiency, is considered.*

Keywords: forecast, fishing vessels, coastal waters, atmospheric transfer, fishing season, fishery management, environmental monitoring, Black Sea, sprat, anchovy

ПРОМЫСЛОВО-ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНДИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЮЖНОГО ОКЕАНА

В. И. Ланин, к. г. н., доцент

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
e-mail: 0806Lanin@mail.ru

*Проанализированы и суммированы основные результаты промыслово-океанологических исследований, проводившихся в Индийском секторе Южного океана с начала 1970-х по конец 1980-х гг. Установлено, что интерес для освоения представляют некоторые ценные в пищевом отношении виды рыб (серая нототения *Lepidonotothen squamifrons* и мраморная нототения *Notothenia rossii*, щуковидная белокровка *Champscephalus gunnari* и патагонский клыкач *Dissostichus eleginoides*), обитающие вблизи северной границы вод антарктической структуры (Полярной фронтальной зоны), на отдельных подводных горах (банки Обь и Лена), склонах и шельфовых банках архипелага Кергелен, а также обитающая в шельфовой зоне моря Космонавтов ледяная рыба Вильсона *Chaenodraco wilsoni*. Важным ценным пищевым объектом является антарктический криль, большие запасы которого сосредоточены в море Содружества. Выявлены океанографические предпосылки формирования рыбопродуктивности, связанные с особенностями вертикального развития топографических вихрей в антарктической структуре вод. Быстрое вертикальное развитие вихрей и образование над поднятиями конусов Тейлора-Хогга и столбов Тейлора-Праудмена обусловлено разрушением тонкой структуры пограничного слоя, разделяющего поверхностную и глубинную водные массы, и вкладом в этот процесс внутрислойного конвективного перемешивания. Установлены причины синоптической и межгодовой изменчивости промысловой обстановки. Обоснованы особенности формирования высокопродуктивной экосистемы моря Содружества, связанные с поступлением сюда большого количества глубинных вод, отклоняемых на юг подводным хребтом Кергелен. Межгодовая изменчивость интенсивности Антарктического Циркумполярного Течения (АЦТ) проявляется в количестве поступающих в район моря глубинных вод, от чего зависит состояние гидроструктуры моря Содружества в разные годы и в конечном счете межгодовые колебания его продуктивности.*

Ключевые слова: подводные горы, топографические вихри, структура вод, продуктивность, объекты промысла, синоптическая и межгодовая изменчивость промысловой обстановки, внутрислойное конвективное перемешивание, конусы Тейлора-Хогга, столбы Тейлора-Праудмена

ВВЕДЕНИЕ

Активное изучение биологических, в том числе промысловых, ресурсов в Индийском секторе Южного океана продолжалось почти 20 лет, с начала 70-х по конец 80-х гг. прошлого века в многочисленных научно-исследовательских и научно-поисковых экспедициях бассейнового института ЮгНИРО и Управления «Югрыбпоиск». За этот период был собран обширный океанографический и биологический банк данных в ранее практически не изученном районе Мирового океана, приоритет в исследовании которого по праву принадлежит отечественной рыбохозяйственной науке. В открытых водах сектора, на банках Обь и Лена, на островных шельфах и банках архипелага Кергелен были обнаружены значительные запасы ценных промысловых рыб (серой нототении *Lepidonotothen squamifrons*, мраморной нототении *Notothenia rossii*, патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides*, щуковидной белокровки *Champscephalus gunnari*); в морях Содружества и Космонавтов – большие запасы антарктического криля; на шельфовых банках моря Космонавтов – значительные запасы ледяной рыбы Вильсона. В Высокоширотной Пришельфовой фронтальной зоне (ВПФЗ), отделяю-

щей Антарктическую структуру вод (АСВ) от шельфовых вод (ШВ) [1], на некоторых участках материкового склона и бровке шельфа были обнаружены плотные скопления антарктической серебрянки *Pleuragramma antarcticum* [4]. В то же время, при ведении поисковых работ и промысловом освоении выявленных ресурсов, была отмечена нестабильность промысловой обстановки, синоптическая, внутрисезонная и межгодовая изменчивость запасов промысловых организмов, особенностей их поведения и распределения. Принимая непосредственное участие в нескольких антарктических экспедициях, планируя и выполняя эксперименты с нетрадиционным подходом к сбору данных, а также проанализировав результаты многочисленных экспедиций, автору удалось решить ряд указанных проблем и дать рекомендации, которые при возобновлении исследовательских и промысловых работ в этом регионе позволят сориентироваться в сложившейся ситуации и дадут существенный экономический эффект.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На банках Обь и Лена основу уловов составляли серая и мраморная нототения, а в прилове – патагонский клыкач *Dissostichus eleginoides*. Суммарные запасы этих рыб на обеих банках оценивались примерно в 40 тыс. т, а рекомендованная величина изъятия – около 9 тыс. т [12], но ведение промысла осложнялось синоптической изменчивостью промысловой обстановки. Причем в период скапливания и промысла эти рыбы, относящиеся к придонному комплексу, активно питались пелагическим макрозоопланктоном (сальпами, гипереидами и другими его видами), а при распаде скоплений переходили на питание бентосными организмами, что позволило одному из исследователей, Чечуну И.С., высказать предположение о подъеме рыб для нагула вверх, к сезонному пикноклину, где скапливался планктон [13]. Однако это предположение никоим образом не объясняло происходящее впоследствии ухудшение промысловой обстановки, рассредоточение донных рыб по поверхностям и склонам банок и переход их на питание бентосом.

Выполненные автором в летний сезон 1981 г. в научно-исследовательском рейсе НПС «Скиф» экспериментальные работы позволили объяснить эти противоречия. Было установлено, что в периоды благоприятной промысловой обстановки нагульные скопления рыб облавливались в пределах градиентной зоны, контактирующей со склоном банки. Над вершинной поверхностью банки в это время образовывался и быстро, со скоростью до 50-100 м/сут, развивался вверх однородный столб, внутри которого происходило разрушение холодной прослойки, являющейся неотъемлемой составной частью антарктической поверхностной водной массы в «летний» период года [3, 5, 6].

При прохождении штормов и усилении ветров западных румбов до 20 м/с и более и развитии дрейфовых течений, совпадающих по направлению с основным потоком Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и накладывающихся на него, происходил «отрыв» однородного столба от вершины банки и восстановление над ней нетрансформированной антарктической структуры вод с хорошо выраженной холодной прослойкой. Градиентная зона, ранее контактирующая со склоном банки, исчезала, а скопления рыб рассредотачивались, переходя на питание бентосом.

При ослаблении западных ветров и дрейфовых течений, через сутки-двое, начиналось новое образование однородного слоя над банкой и формирование касающейся склонов банки градиентной зоны, отделяющей этот слой от омывающих склоны банки Антарктических глубинных водных масс (АГВМ) АЦТ: рыбы начинали скапливаться и активно питаться. По мере роста однородного слоя над банкой градиентная зона становилась более выраженной и спускалась вниз, по склону банки, а вместе с ней смещались вниз и скопления продолжающей активно питаться рыбы [3]. Таким образом, становилась очевидной связь между происходящими над банкой процессами вертикального перемешивания, образованием градиентной зоны и скапливанием рыбы для нагула в месте контакта этой зоны со склонами банки.

Ответ на вопрос, каким образом пелагический макрозоопланктон оказывается в придонном слое и скапливается в узком диапазоне глубин, в контактирующей со склонами банок градиентной зоне, дает выявленная экспериментальным путем высокая (до 50-100 м в сутки) скорость вертикального развития однородного слоя над банками, несопоставимая с привычными общепринятыми верти-

кальными скоростями в океане, составляющими обычно от 0,01 до 0,0001 см/с, тем более что в данном случае наблюдалась не скорость подъема или опускания вод, а процесс вертикального перемешивания, при котором реальные скорости должны быть выше рассчитанных по скоростям роста однородного столба над вершиной банки, составляющим 0,5-1,5 см/с, т. е. скорости вертикального перемешивания становятся сопоставимы с горизонтальными скоростями морских течений, переносящих макрозоопланктон. Таким образом, становится возможной активная транспортировка вниз макропланктона, максимальные концентрации которого в Антарктической структуре вод наблюдаются в период антарктического лета на верхней границе холодной прослойки, в сезонном пикноклине, а зимой – на границе раздела Антарктической поверхностной (АПВМ) и Антарктической глубинной (АГВМ) водных масс. Скапливание планктона в пикноклине, контактирующем со склоном банки, формирует благоприятную для нагула донных рыб кормовую базу. Как установлено ранее [3, 5], столь высокие скорости вертикального перемешивания могут быть объяснены, исходя из особенностей Антарктической структуры вод, в пределах которой граница раздела между АПВМ и АГВМ за счет разнонаправленного вклада градиентов температуры и солёности в градиент плотности слабостратифицирована и, складываясь в условиях «двойной диффузии», имеет сложную ступенчатую структуру, состоящую из однородных конвективных слоев, разделенных микроскачками плотности.

Вихреобразование над банкой, независимо от характера циркуляции, играет роль своего рода толчка, запускающего по «принципу домино» последовательное разрушение микроскачков плотности и образование внутри пограничного слоя однородного столба, вертикальная устойчивость вод внутри которого близка к нулю или отрицательна, что подтверждается результатами расчетов. При этом по мере роста столба до верхней границы холодной прослойки сезонный пикноклин ослаблялся, вплоть до полного его исчезновения над банкой, сохраняясь, однако, над ее склонами. Об этом наглядно свидетельствуют океанографические данные разрезов, неоднократно выполнявшихся над банками с выходом на глубины до 2000 м и более [7].

Такие топографические вихри, являющиеся как бы продолжением подводных гор, изолированные от набегающего потока и обтекаемые им, были предсказаны теоретиками и получили название «конусов Тейлора-Хогга», а при распространении от вершины банки до поверхности океана – «столбов Тэйлора-Праудмена». Над исследуемыми банками наблюдались оба явления, причем чаще наблюдались «конусы Тейлора-Хогга» со скоростью роста 50-100 м/сут, а 300-метровый «столб Тэйлора-Праудмена» образовался в течение трех суток [5].

Многие ученые, занимавшиеся исследованием особенностей вихреобразования над подводными горами, не находили такие вихри в океане. Причина могла быть в том, что исследования проводились или в стратифицированном океане, где энергии вихря недостаточно для вертикального развития, или недостаточно детально. Возможность развития вихря в условиях слабостратифицированной границы раздела водных масс и включения дополнительного фактора в виде внутрислойного конвективного перемешивания вообще не рассматривалась.

В данном конкретном случае, в Южном океане вообще и на антарктических банках Обь и Лена в частности, объяснялось это, как правило, недостаточной детализацией данных океанографических съемок, большим расстоянием между станциями и разрезами, а также отсутствием зондирующей аппаратуры. Использование батометров со сбором данных согласно методике на стандартных горизонтах (0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 м) не позволяло получить репрезентативные данные, реально отражающие происходящие над вершинами и склонами гор процессы. Отход от стандартных методик, выразившийся в сборе данных на дополнительных горизонтах при выполнении океанографических притраловых станций от горизонта 100 м до дна через 10-20 м, а также в сокращении расстояния между станциями над склонами банки с привязкой к глубине места позволили получить принципиально новую информацию, показавшую реальную картину происходивших над вершиной и склонами банки гидрофизических и гидродинамических процессов и в итоге обосновать закономерность существования на банках значительных популяций донных рыб, в периоды вертикального развития вихрей активно питающихся пелагическим макрозоопланктоном, а при отрыве вихрей и до образования новых – рассредотачивающихся по склонам банки и перехо-

дящих на питание бентосом. Таким образом, зная причины синоптической изменчивости промысловой обстановки на антарктических банках, можно рационально вести промысел, прогнозируя ее ухудшение и улучшение на основании краткосрочных прогнозов особенностей атмосферной циркуляции.

При ведении исследовательских и промысловых работ в районе архипелага Кергелен была отмечена не только синоптическая изменчивость промысловой обстановки, но и значительная межгодовая изменчивость запасов промысловых рыб – от 70-90 до 250-280 тыс. т [11], а также полное отсутствие скоплений рыбы в традиционных местах промысла в отдельные годы, как это наблюдалось в 1987 г.

Установлено, что в 1987 г. отмечено смещение к югу Полярной Фронтальной зоны [1], в результате чего архипелаг оказался в Субантарктической структуре вод, в поверхностной водной массе которой холодная прослойка отсутствует и, соответственно, пограничный слой, разделяющий поверхностную и глубинную водные массы, не имеет своей тонкой структуры, разрушающейся под воздействием топогенного эффекта со всеми рассмотренными выше последствиями.

Причиной меандрирования ПФЗ может быть межгодовая изменчивость интенсивности Антарктического циркумполярного течения, отклоняемого к югу подводным хребтом Кергелен. Наличие такой изменчивости, имеющей квазитрехлетнюю периодичность, подтверждено межгодовой изменчивостью теплосодержания глубинных вод, поступающих за счет этого отклонения в центральную часть сектора и в море Содружества, определяя в итоге особенности формирования, функционирования и межгодовой изменчивости состояния высокопродуктивных экосистем морей Содружества и Космонавтов.

В море Содружества основным промысловым объектом являлся антарктический криль, скопления которого образовывались как в открытой части моря, в зоне Антарктической дивергенции, так и над материковым склоном Антарктиды, в ВПФЗ. В разные годы запасы криля колебались от 80 до 300 млн. т, а допустимый вылов оценивался в 10 % от его суммарной биомассы [9]. Межгодовая изменчивость наблюдалась также и в особенностях распределения и поведения скоплений криля.

Более подробно условия формирования, функционирования и межгодовой и внутрисезонной изменчивости состояния экосистемы моря Содружества рассматривались ранее [6]. Остановимся лишь на основных моментах. Само формирование высокой продуктивности экосистемы моря обусловлено постоянным поступлением сюда большого количества глубинных вод, вследствие которого граница раздела между АПВМ и АГВМ в море Содружества расположена выше, чем в смежных с ним морях, а сами теплые глубинные воды достигают материкового склона, формируя более выраженную ВПФЗ над материковым склоном, и даже поступают в шельфовую зону в виде придонного слоя вод с повышенной температурой.

В годы интенсификации АЦТ граница раздела АПВМ и АГВМ приподнимается еще выше, и стационарирование атмосферных циклонов приводит к формированию мезомасштабных циклонических вихрей в гидросфере, из которых и складывается зона Антарктической дивергенции (АД), причем циклоническая циркуляция охватывает не только слой АПВМ. В этот процесс вовлекаются и глубинные воды, верхняя граница которых поднимается. Подъем глубинных вод дестабилизирует тонкую структуру пограничного слоя, и в нем развиваются процессы вертикального перемешивания, сходные с наблюдавшимися над антарктическими банками, только вместо топогенного эффекта действует атмосферная циркуляция. В итоге в пограничном слое возникают и развиваются вверх и вниз внутритермоклинные вихри, в верхней части разрушающие холодную прослойку, а в нижней – распространяющиеся до глубин 1000-1200 м. При этом в слой поверхностных вод поступает большое количество биогенных веществ с больших глубин, создавая благоприятные условия для развития первичной продукции непосредственно в годы интенсификации АЦТ и тем самым влияя в конечном счете на продукцию зоопланктона и, по-видимому, на межгодовую изменчивость запасов антарктического криля.

Являясь мощными квазистационарными динамическими и внутривидовыми образованиями, существующими в течение всего антарктического лета, эти вихри, вероятно, являются центрами биотопа экосистемы моря Содружества. Об этом свидетельствует не только высокий уровень про-

дуктивности фито- и зоопланктона, но и массовый нерест криля, икра которого в процессе вертикального перемешивания в пределах двумерных внутритермоклинных вихрей сначала опускается, спасаясь тем самым от выедания хищным зоопланктоном, а затем, по мере выклева личинок и их дальнейшего развития, они поднимаются в деятельный слой.

Что касается рыбных ресурсов морей Содружества и Космонавтов, то наибольший интерес представляет ледяная рыба Вильсона, суммарные запасы которой в шельфовой зоне моря Космонавтов оценивались в 80-100 тыс. т, а рекомендованная величина изъятия составляла около 20 тыс. т [10]. Плотные нагульные скопления этой рыбы, активно питавшейся антарктическим крилем, облавливались на некоторых банках шельфовой зоны моря, но в отдельные годы на тех же банках скопления отсутствовали, рыба была рассредоточена и питалась бентосом.

Таким образом, и на банках открытого океана, и на шельфовых банках моря Космонавтов хорошая промысловая обстановка обусловлена наличием кормовой базы, представленной пелагическим макрозоопланктоном, в массовом количестве поступающим к вершинам банок. Только в первом случае, на банках открытого океана, наблюдалась синоптическая изменчивость промысловой обстановки, а во втором – на одних и тех же шельфовых банках моря Космонавтов скопления в отдельные годы отсутствовали в течение всего антарктического лета, т. е. изменчивость была межгодовой. Причина этой изменчивости связана с наблюдавшейся межгодовой изменчивостью структуры вод в зоне шельфа. Обычно структура ШВМ летом складывается из относительно тонкого и прогретого верхнего слоя толщиной в несколько десятков метров, сезонного пикноклина и подстилающей его однородной ШВМ, температура которой близка к точке замерзания (-1,8)-(-1,9) °С.

В годы активного поступления АГВМ в центральную часть сектора эти воды распространяются в трансформированном виде и в шельфовой зоне, что хорошо прослеживается по повышению температуры в придонном слое. Именно наличием или отсутствием трансформированной АГВМ в зоне шельфа объясняется возможность или невозможность вертикального развития топографических вихрей над одними и теми же шельфовыми банками и, соответственно, ослабление сезонного пикноклина, вовлечение в вертикальное перемешивание скапливавшегося в сезонном пикноклине антарктического криля, опускание его вниз, к вершинам шельфовых банок, и образование нагульных скоплений ледяной рыбы Вильсона, активно питающейся крилем [8], т. е. механизм образования скоплений донных рыб на шельфовых банках моря Космонавтов аналогичен рассмотренному на банках Обь и Лена. Необходимым и достаточным условием рыбопродуктивности шельфовых банок моря Космонавтов является проникновение в шельфовую зону теплых глубинных вод в придонном слое, и этот критерий следует учитывать при планировании ведения промысла ледяной рыбы Вильсона.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены условия образования промысловых скоплений ценных донных рыб на антарктических банках Обь и Лена, связанные с быстрым вертикальным развитием топографических вихрей, обусловленным разрушением над банками тонкой структуры пограничного слоя, разделяющего АПВМ и АГВМ, благодаря чему обеспечивается массовое поступление макропланктона сверху вниз и скапливание его на периферии вихря, что создает благоприятные условия для нагула рыбы.
2. Установлены причины синоптической изменчивости промысловой обстановки, связанной с «отрывом» вихрей от банок при стационаровании и прохождении атмосферных циклонов и длительном, более суток, воздействии сильных западных ветров со скоростями более 20 м/сек, возбуждающих в поверхностных водах дрейфовые течения, накладывающиеся на основной поток АЦТ.
3. Поскольку при ослаблении западных ветров и, соответственно, течения над банкой ситуация с быстрым вертикальным развитием топографического вихря спустя 24-48 часов повторяется, представляется возможным осуществлять прогнозирование синоптической изменчивости про-

мысловой обстановки и, используя краткосрочные прогнозы атмосферной циркуляции, рационально вести промысел рыбы.

4. Нахождение архипелага Кергелен в АСВ обуславливает тождественность условий формирования скоплений донных рыб на его банках и островных склонах рассмотренным выше, и, соответственно, синоптическую изменчивость промобстановки можно объяснить особенностями атмосферной циркуляции. Отсутствие промысловых скоплений рыб в традиционных местах промысла в районе архипелага в отдельные годы обусловлено макроклиматическими процессами, влияющими на межгодовую изменчивость АЦТ и приводящими к наблюдавшемуся смещению к югу разделяющей антарктическую и субантарктическую структуры вод ПФЗ в районе архипелага Кергелен и нахождению его в эти годы в водах Субантарктики, где гидрофизические предпосылки быстрого вертикального перемешивания под воздействием топогенного эффекта изначально отсутствуют, со всеми вытекающими последствиями. Наличие межгодовой изменчивости интенсивности АЦТ хорошо подтверждается количеством тепла, поступающего в центральную часть сектора и, соответственно, в море Содружества с глубинными водами АЦТ, которые подводным хребтом Кергелен отклоняются к югу, определяя многие особенности происходящих там продукционных процессов.
5. Формирование относительно изолированной от смежных морей высокопродуктивной экосистемы моря Содружества обусловлено интенсивным поступлением сюда глубинных вод, отклоняемых к югу подводным хребтом Кергелен, приводящим в итоге к более близкому к поверхности залеганию границы раздела поверхностных и глубинных вод. В результате стационарирования атмосферных циклонов генерация циклонических вихрей в гидросфере захватывает и глубинные воды, приводя к разрушению пограничного слоя, затем холодной прослойки и, в дальнейшем, к образованию квазистационарных мезомасштабных двумерных вихрей со сложной внутренней структурой, в которых происходит интенсивное вертикальное перемешивание до глубин 1000-1200 м. Интенсивное развитие продукционных процессов в верхней части вихрей, скапливание и массовый нерест криля в их пределах позволяет рассматривать их в качестве центров биотопа экосистемы моря. Наблюдающаяся межгодовая изменчивость в интенсивности поступления глубинных вод в море Содружества, по-видимому, и определяет межгодовые колебания в оценке запасов антарктического криля и особенностей его распределения. Массовые скопления криля образуются также над материковым склоном, в пределах ВПФЗ, причем в годы интенсификации АЦТ фронтальная зона более выражена, скопления плотнее и местоположение их устойчивее во времени и пространстве.
6. Необходимым и достаточным условием рыбопродуктивности шельфовых банок моря Космонавтов является возможность поступления АГВМ к материковому склону и распространения их в придонном слое вод шельфа, хорошо прослеживающегося по повышению температуры у дна. Только в такие годы генерируемые банками топографические вихри получают вертикальное развитие и становятся «гидродинамическими ловушками», способными транспортировать к вершинам банок макрозоопланктон и криль, создавая благоприятную для нагула ледяной рыбы Вильсона кормовую базу.
7. Учитывая выявленные особенности формирования и функционирования промысловых районов, зависимость поведенческих реакций объектов промысла от гидродинамических и гидроструктурных предпосылок разного пространственного и временного масштаба, при возобновлении исследований и промысла в Индийском секторе Южного океана представляется целесообразным ежегодно в начале летнего сезона выполнять реперный океанографический разрез по 70 или 75 меридиану, от 40 параллели и до материкового склона Антарктиды. Полученная при этом информация позволит судить о положении основных фронтальных зон в центральной части сектора, интенсивности поступления глубинных вод в район моря Содружества и, соответственно, получить привязку к конкретным особенностям предстоящего сезона и рационально спланировать работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кляусов А.В. О положении Южного полярного фронта в районе островов Кергелен и Херд осенью // Океанология. – 1990. – Т. 30, вып. 2. – С. 195-203.
2. Кляусов А.В., Ланин В.И. Положение и некоторые особенности структуры пришельфовой фронтальной зоны в море Содружества // Океанология. – 1987. – Т. 27, № 3. – С. 384-390.
3. Ланин В.И. Гидрологические предпосылки образования и распада промысловых скоплений рыбы на банках Обь и Лена // Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 1983. – С. 14-26.
4. Ланин В.И., Боровская Р.В. Гидрологические предпосылки обитания и образования скоплений антарктической серебрянки // Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. (Керчь, 1983). – Керчь: ЮгНИРО, 1983. – С. 111-113.
5. Ланин В.И. Океанографические предпосылки формирования рыбопродуктивности и состава ихтиоцены в районах островов и подводных гор Южного океана // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 90-96.
6. Ланин В.И. Океанографические основы формирования, функционирования и межгодовой изменчивости состояния экосистем антарктических морей // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 63-80.
7. Ланин В.И. Промысловая продуктивность подводных гор, закономерности формирования и рационального использования // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – Т. 53. – С. 184-192.
8. Ланин В.И., Пелевин А.С. Условия обитания и образования скоплений ледяной рыбы Вильсона в море Космонавтов // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 83-90.
9. Промысловое описание моря Содружества и прилегающих вод. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1983. – 41 с.
10. Промысловое описание моря Космонавтов. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1990. – 79 с.
11. Промысловое описание северной части хребта Кергелен. – СПб.: Главное управление навигации и картографии, 1992. – 81 с.
12. Соловьев Б.С. Сырьевая база и перспективы промысла в Индийском океане за пределами 200-мильной экономической зоны // Промысловые ресурсы открытой части Индийского океана и их использование. – М.: ВНИРО, 1998. – Т. 139а. – С. 89-100.
13. Чечун И.С. Питание серой нототении *Notothenia squamifrons* (Nototheniidae). – М.: ВНИРО, 1974. – Т. 96. – С. 95-100.

Поступила 22.04.2016 г.

Fishing and oceanological investigations in the Indian part of the Southern Ocean. V. I. Lanin. Results of the fishing and oceanological investigations carried out in the Indian part of the Southern Ocean from the early 1970s till the late 1980s have been analyzed. It was found out that several commercial fish species (grey rockcod *Lepidonotothen squamifrons* and marbled rockcod *Notothenia rossii*, mackerel icefish *Champocephalus gunnari* and Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides*), inhabiting the area adjacent to the northern border of the waters of the Antarctic structure (polar-front zone), several sea mounts (Ob and Lena banks), the slopes and shelf banks of the Kerguelen Islands, as well as spiny icefish *Chaenodraco wilsoni*, dwelling in the shelf waters of the Cosmonaut Sea, are viable for exploitation. Antarctic krill, which major stocks are concentrated in the Cooperation Sea, is an important and valuable food object. Oceanographic prerequisites for fish productivity formation, related to peculiarities of vertical development of topographic vortices in the Antarctic water structure, have been determined. Rapid vertical development of vortices and formation of Taylor-Hogg cones and Taylor-Proudman columns over seamounts is preconditioned by destruction of fine structure of the boundary layer, dividing surface and deep water masses, and by the intralayer convective overturn, contributing to that process. Causes for synoptic changeability and interannual variability of fishing conditions have been identified. The formation peculiarities for the high-productive ecosystem of the Cooperation Sea, associated with the major intake of deep waters, diverted southwards by the Kerguelen submerged ridge, are scientifically grounded. Interannual variability in the intensity of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) can be traced in the amount of deep water masses incoming to the sea area, which influences the state of water structure in the Cooperation Sea and ultimately determines interannual variability of its productivity.

Keywords: sea mounts, topographic vortex, water structure, productivity, fishing targets, synoptic changeability, interannual variations, fishing conditions, intralayer convective overturn, Taylor-Hogg cones, Taylor-Proudman columns

ВОЗМОЖНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЭКОСИСТЕМУ И БИОРЕСУРСЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

О. А. Петренко, к. г. н., С. С. Жугайло, зав. лаб., О. В. Евченко, н. с.,
Т. М. Авдеева, ст. н. с., Н. Б. Заремба, н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: zhugaylo_s_s@azniirkh.ru

Оценено возможное воздействие нефтяного загрязнения водной среды на состояние планктонного и бентосного сообществ в районе добычи углеводородов в западной части Азовского моря в период 2001-2009 гг. Показано, что биологические сообщества в анализируемые годы формировались в условиях снижения солености и аномально высоких показателей температуры азовоморских вод. Во все исследуемые годы биомасса фитопланктона была высокой и превышала среднемноголетний показатель, изменяясь в пределах от 1754,3-7303,8 мг/м³. Биомасса донных животных изменялась от 1 до 1383,23 г/м² и в среднем за период исследования составила 266,3 г/м². По уровню загрязненности нефтепродуктами отмечено превышение ПДК в воде в течение 2001-2006 гг. Наименьшая концентрация поллютанта в донных отложениях отмечалась в начальный период освоения месторождений, в 2009 г. его содержание увеличилось в среднем в 1,4 раза за счет фракции углеводородов, при этом количество смол и асфальтенов осталось на уровне предшествующих лет. Достоверных связей между концентрацией нефтепродуктов в водной среде Азовского моря и биологическими показателями планктона не выявлено; между содержанием нефтепродуктов и биомассой бентоса определена отрицательная корреляция. На основании проведенного анализа предположено, что изменения в бентосе, наблюдаемые в 2006-2009 гг. в районе эксплуатируемых газоконденсатных платформ, в первую очередь произошли в результате действия более мощного фактора – заморов.

Ключевые слова: нефтепродукты, нелетучие углеводороды (НУ), смолы и асфальтены (СМ+АС), фитопланктон, бентос, биомасса, коэффициент корреляции, Азовское море

В последние десятилетия особенности и тенденции эколого-токсикологического состояния западной части Азовского моря были обусловлены влиянием интенсивной хозяйственной деятельности. Загрязнение водоема различными химическими веществами оказывает влияние на гидробиологический режим, что влечет за собой изменение его биологической продуктивности, обеднение кормовой базы рыб, прямое токсическое воздействие на гидробионты. Сегодня немаловажную роль в формировании качества среды обитания водных биоресурсов играет интенсификация морской газодобычи.

Водные организмы наиболее четко реагируют на резкие изменения абиотических факторов среды. Основные аспекты влияния загрязняющих веществ на гидробионты широко известны. В частности, нефть, кроме непосредственного влияния на отдельные организмы, может полностью изменять структуру природного равновесия в окружающей среде [7]. Однако, в отличие от лабораторных исследований, в реальном водоеме при комбинированном воздействии на биологические системы многих факторов могут наблюдаться отклики, отличные от изолированно найденных связей между отдельными характеристиками экосистемы.

В связи с этим целью данной работы явилась оценка уровня нефтяного загрязнения водной среды западной части Азовского моря и его влияния на состояние биоты (фитопланктон, бентос) в условиях разведки и разработки месторождений углеводородов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования в Азовском море осуществлялись в период 2001-2009 гг. по схеме станций, представленной на рис. 1.

Анализ содержания нефтепродуктов в морской среде позволил оценить как легкотрансформируемую фракцию – нелетучие углеводороды (НУ), так и малотрансформируемую – смолы и асфальтены (СМ+АС). Последние при хроническом характере загрязнения особенно интенсивно накапливаются в донных отложениях. При этом количество НУ определялось методом ИК-спектрофотометрии, смолистый компонент – флюориметрически.

Одновременно отбирались пробы планктона и бентоса, обработка проб производилась счетно-весовым методом. Регистрируемыми параметрами функционального состояния этих объектов служили численность, биомасса и количество видов. Исследования состояния фитопланктона и бентоса западной части Азовского моря проводились в позднелетний период (август-сентябрь).

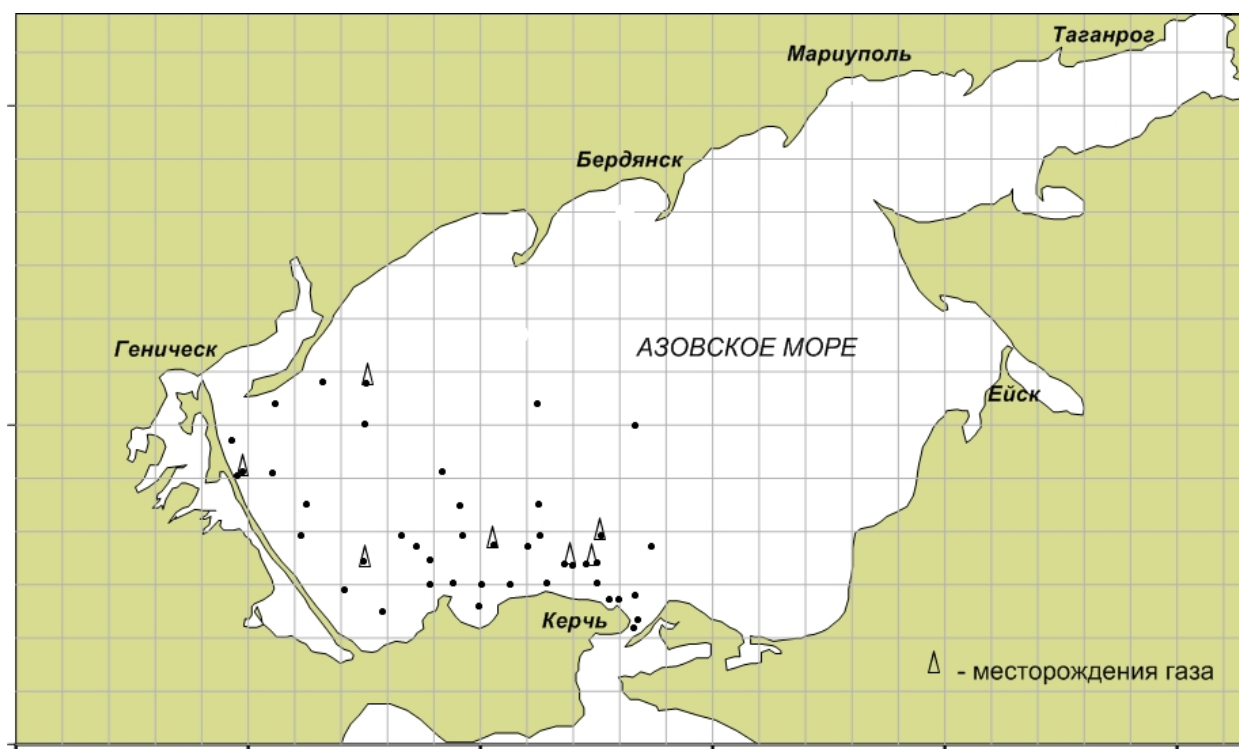


Рис. 1 Карта-схема мониторинговых исследований ЮгНИРО в западной части Азовского моря в период 2001-2009 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ фракционного состава нефтепродуктов показал, что в течение всего периода исследований в водной среде Азовского моря нефтепродукты были представлены в основном углеводородной фракцией, составляющей в среднем 93-95 % от суммарных нефтепродуктов. Содержание смолистых компонентов было достаточно низким и практически всегда постоянным – 0,002-0,003 мг/л. Анализ межгодовой динамики концентраций нефтепродуктов (фракция НУ) представлен на рис. 2.

В воде превышение ПДК фиксировалось в период 2001-2006 гг., в том числе и до начала разведочного бурения в 2001 г. Максимальное содержание НУ, равное 2,0-2,2 ПДК, определено в 2003-2004 гг., минимальное (0,7 ПДК) – в 2009 г.

В донных отложениях наблюдается более высокое, чем в водных массах, процентное содержание смол и асфальтенов, составляющее в среднем 36 %. Их содержание варьировало в пределах 0,280-1,046 мг/г сухого вещества, составляя в среднем 0,425 мг/г сухого веса [9]. Наименьшая кон-

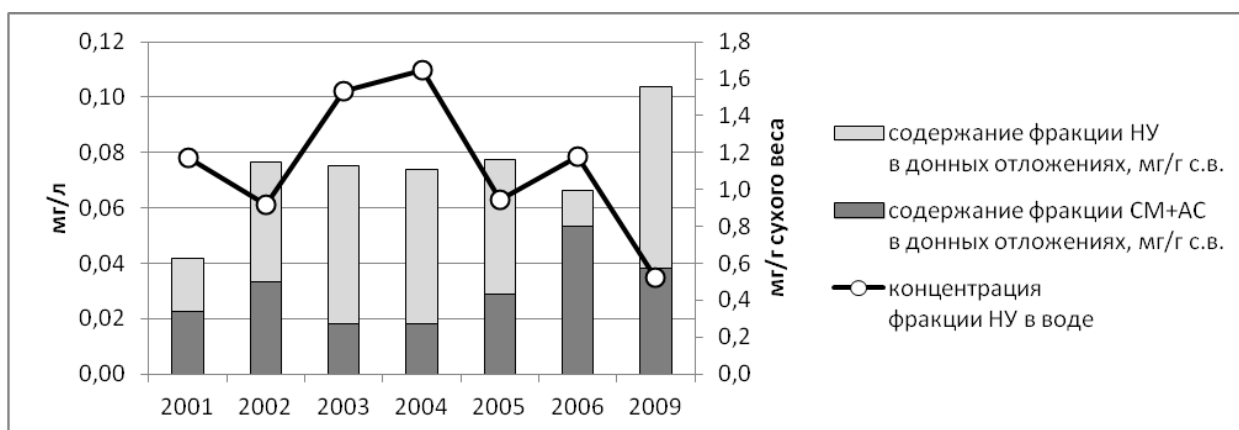


Рис. 2 Межгодовая динамика концентраций нефтепродуктов в водной толще и донных отложениях (в т. ч. фракционный состав) западной части Азовского моря

центрация нефтепродуктов, составляющая в среднем 0,63 мг/г с. в. т (до 2001 г.), определена в начальный период освоения месторождений, и далее с 2002 г. она увеличилась в среднем в 1,8 раза и до 2006 г. варьировала в небольшом диапазоне – 1,11-1,15 мг/г с. в. В 2009 г. содержание поллютанта увеличилось в среднем в 1,4 раза за счет фракции углеводородов, при этом количество смол и асфальтенов осталось на уровне предшествующих лет.

В пространственном распределении нефтепродуктов четкой корреляционной связи с расположением МСП (морские стационарные платформы) не отмечено. В донных отложениях наибольшие концентрации токсиканта фиксировались, как правило, в районах с наиболее мелкодисперсным грунтом (илистые грунты) [8].

Биологические сообщества в анализируемые годы формировались в условиях снижения солёности азовоморских вод и аномально высоких показателей температуры воды, что в известной мере обусловило благоприятные условия для интенсивного развития фитопланктона. Во все исследуемые годы биомасса фитопланктона была высокой и превышала среднемноголетний показатель (за период 1988-1998 гг.), изменяясь в пределах от 1754,3 (2005 г.) до 7303,8 мг/м³ (2006 г.). Качественные и количественные показатели планктона соответствовали сезонной динамике развития [3]. Так, в августе 2003-2005 гг. высокие биомассы фитопланктона формировали диатомовые и перидиниевые водоросли. Доминирующую роль при этом играли типичные представители летнего планктона *Rh. calcaravis*, *Pr. micans* и *Ex. cordata*, удельный вес которых в общей биомассе составлял 79-83 %. Сине-зеленые водоросли в анализируемые годы играли незначительную роль в планктоне. На их долю приходилось всего 1-3 %. В 2006 г. преобладали сине-зеленые водоросли, в частности *L. limnetica* и *Aph. flosaquae*, на их долю приходилось 58 % общей биомассы. Диатомовые водоросли выступали субдоминантами (39 % от общей биомассы): это умеренно холодноводные виды *C. bergonii*, *Th. nitzschoides* (29 %). Осенний период 2009 г. характеризовался повышенным температурным фоном, определившим благоприятные условия для развития теплолюбивых и эвритермных видов водорослей. В планктоне интенсивно развивались диатомовые (80 % биомассы), что характерно для осеннего сезона. Высокие биомассы формировали в основном крупноклеточные виды *Consinodiscus gigas*, *C. granii*, *Rh. calcaravis*, *L. limnetica*.

Достоверных связей между концентрацией нефтепродуктов в водной среде Азовского моря и биологическими показателями планктона не выявлено [1].

Макрозообентос западной части Азовского моря был представлен 32 видами макрозообентоса, принадлежащими к 6 систематическим группам – Nemertina, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Crustacea. Основу бентоса во все годы исследования составляли: *Abra ovata*, *Balanus improvisus*, *Cerastoderma clodience*, *C. glaucum*, *Cunearca cornea* (Scapharca), *Hydrobia acuta*, *Mya arenaria*, *Mytilaster lineatus*, *Nereis succinea*, *Nephtys hombrgii*.

В видовом разнообразии преобладали двустворчатые моллюски (43-50 % видового разнообразия) и полихеты (18-35 %). Доля ракообразных изменялась от 17 до 23 %, брюхоногих моллюсков –

от 5 до 9 %. Максимальное количество видов (23 вида) было отмечено в 2009 г., минимальное (12 видов) – в 2006 г.

По встречаемости доминировали полихеты *N. hombergii* (частота встречаемости составляла 50-100 %) и *N. succinea* (17-70 %), из моллюсков – церастодерма (67-86 %), гидробия (14-86 %) и абра (50-83 %). Мидии отмечались в 2004-2005 гг. на небольшой акватории в предпроливной зоне и существенной роли в донном сообществе не играли.

Биомасса донных животных изменялась от 1 до 1383,23 г/м² и в среднем за период исследования составила 266,3 г/м². Высокая биомасса отмечалась в 2001 г. (601 г/м²), а самая низкая – в 2006 г. (101,4 г/м²). По данному параметру доминировали двустворчатые моллюски *C. glaucum* и *C. cornea* (87-97 %). Средняя биомасса второстепенных видов изменялась: у абры – от 0,6 до 8 г/м², мии – 1,4-24 г/м², митилястра – 0,5-15,6 г/м². На исследованной акватории западной части Азовского моря было выделено 3 биоценоза: *Hydrobia*, *Cerastoderma* и *Cunearca*. Границы биоценозов не были постоянными и смещались в зависимости от условий года.

Известно, что при повышении концентрации углеводородной фракции нефтепродуктов в донных отложениях биомасса и численность зообентоса снижаются [2, 6]. Согласно данных экологического мониторинга ЮгНИРО, полученных в период 2001-2009 гг. в западной части Азовского моря, выявлена отрицательная корреляция между содержанием нефтепродуктов и биомассой бентоса, при этом коэффициент корреляции был невысоким – 0,2 (рис. 3а). Однако в более ранних исследованиях (1996-2004 гг.) между содержанием НУ в грунтах и показателями состояния бентоса получена отрицательная связь с более высоким коэффициентом, равным 0,67 [4]. Такая связь наблюдалась до 2005 г. (рис. 3б). В 2005 г. увеличение среднего содержания НУ грунта на 0,06 г/мг сопровождалось увеличением средней биомассы в 1,3 раза. В 2006 г., при снижении содержания поллютанта в донных отложениях в 1,2 раза по отношению к предшествующему году, биомасса бентоса сократилась более чем в 2 раза. А в 2009 г., с увеличением концентрации нефтепродуктов в 1,5 раза, биомасса увеличилась в 3 раза. Снижение биомассы бентоса в 2006 г. в районе эксплуатируемых газоконденсатных платформ произошло в первую очередь в результате действия более мощного фактора, которым, по нашему мнению, были заморы [3]. Заморы донной фауны в Азовском море формировались на фоне повышенных температур, ослабления ветровой деятельности, цветения фитопланктона.

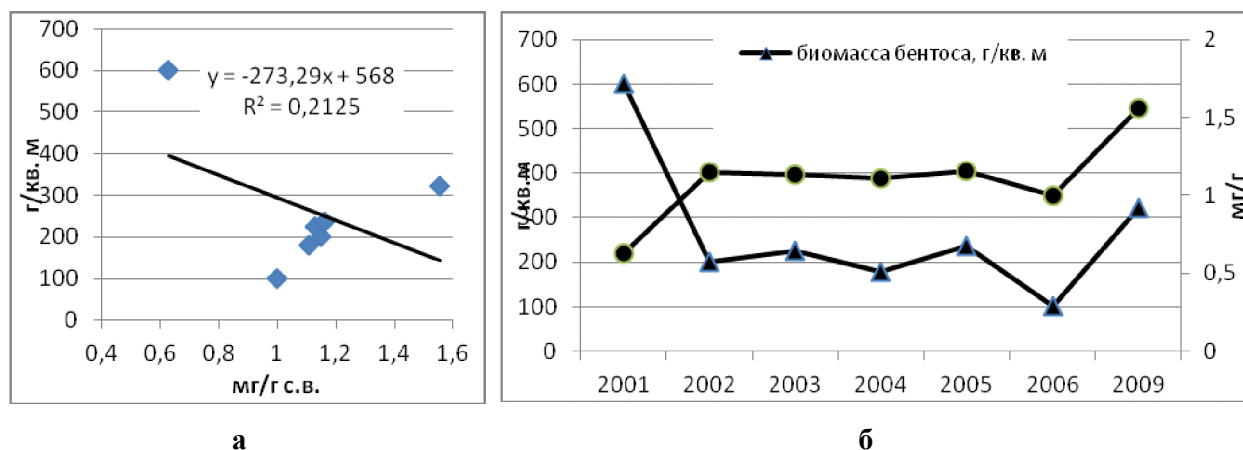


Рис. 3 Воздействие нефтепродуктов на донные организмы: а) межгодовая динамика биомассы бентоса и суммарных нефтепродуктов в донных отложениях западной части Азовского моря; б) зависимость биомассы бентоса от содержания нефтепродуктов в донных отложениях

Сведения о достаточно высокой стойкости донных животных к токсиканту представлены и в работе [5]: исследование зависимости между накоплением нефтепродуктов в мягкой ткани бентосных организмов (*Cerastoderma lamarki*, *M. lineatus*, *Mytilus galloprovincialis*, *C. cornea*, *A. ovata*) и содержанием нефтепродуктов в донных отложениях показало, что для всех полученных данных коэффициент корреляции был довольно низким $\approx 0,5$.

ВЫВОДЫ

В период 2001-2009 гг. наибольшая средняя концентрация нефтепродуктов в водной среде, составляющая 2-2,2 ПДК, определена в 2003-2004 гг., наименьшая – 0,7 ПДК в 2009 г. В донных отложениях среднее содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 0,630-1,556 мг/г с. в., максимальным оно было в 2009 г. Отмечена тенденция снижения содержания токсиканта в воде и накопления в донных отложениях.

Во все исследуемые годы биомасса фитопланктона была высокой и превышала среднемноголетний показатель предшествующих лет (за период 1988-1998 гг.), изменяясь в пределах от 1754,3 до 7303,8 мг/м³. Биомасса макрозообентоса колебалась в пределах 101,4-601 г/м² и в среднем составила 266,3 г/м².

Методом корреляционного анализа установлена связь между содержанием нефтепродуктов в донных отложениях и биомассой бентоса. Коэффициент корреляции невысокий. В связи с этим можно предположить, что в период 2001-2009 гг. наибольшее воздействие на биологическое сообщество (фитопланктон, бентос) в западной части Азовского моря оказывали климатические факторы. Однако следует отметить, что интенсификация морской газодобычи неизбежна. Вполне возможно, что в недалеком будущем акценты окончательно сместятся в сторону освоения ресурсов морских углеводородов. Тогда, безусловно, газодобыча выйдет на первое место по степени влияния на экосистему Азовского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Т.М., Петренко О.А., Жугайло С.С., Шепелева С.М. Эколого-токсикологические предпосылки нормирования загрязняющих веществ в морской среде (на примере юго-западной части Азовского моря) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2009. – Вып. 18. – С. 10-18.
2. Евченко О.В., Жугайло С.С. Уровень развития донного сообщества прибрежной части Керченской бухты в период 2004-2008 годов // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – Т. 51. – С. 44-49.
3. Евченко О.В., Заремба Н.Б., Боровская Р.В. Состояние биоты юго-западной части Азовского моря в 2003-2006 гг. // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 50. – С. 113-122.
4. Закономерности трансформации состояния экосистемы Азовского моря. Рекомендации по повышению рыбопродуктивности Азово-Черноморского бассейна : отчет о НИР / рук. Троценко Б.Г. – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – 68 с.
5. Ларин А.А. Накопление нефтяных углеводородов в бентосе Азовского моря // Понт Евксинский-V : тез. 5-й Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых по проблемам водных экосистем (24-27 сент., 2007 г.). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – С. 49-50.
6. Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22, № 6. – С. 76-78.
7. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря / пер. с англ. С.И. Бакума, Б.М. Затучной. – М.: Прогресс, 1977. – 302 с.
8. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Литвиненко Н.М. Трансформация современного состояния экосистемы западной части Азовского моря за период 1996-2004 гг. // Системы контроля окружающей среды : сб. науч. тр. НАН Украины. – Севастополь: МГИ, 2005. – С. 313-319.
9. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Себах Л.К., Загайная О.Б. Оценка зон потенциального экологического риска Азовского моря по уровню загрязненности нефтепродуктами // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – Т. 51. – С. 16-21.

Поступила 25.05.2016 г.

Possible impact of hydrocarbon deposits exploration and development on the ecosystem and biological resources in the Western Azov Sea. O. A. Petrenko, S. S. Zhugaylo, O. V. Evchenko, T. M. Avdeeva, N. B. Zarembo. Potential impact of oil pollution in the aquatic environment on the state of planktonic and benthic communities in the area of hydrocarbon extraction in the Azov Sea was assessed during the

studies of oil pollution in its western part (2007-2009). It is shown that biological communities in the years under analysis were developing in the context of decreasing salinity and abnormally high values of the water temperature in the Azov Sea. It was observed that phytoplankton biomass was high and exceeded mean multiannual value, fluctuating within the range of 1754.3-7303.8 mg/m³. Biomass of bottom organisms varied from 1 to 1383.23 g/m² and equalled 266.3 g/m² on average. In 2001-2006, the content of petroleum products in the water exceeded maximum allowable concentration. The lowest concentration of the pollutant in bottom sediments was recorded during the initial period of oilfield development; in 2009, its content increased in 1.4 times on average on account of hydrocarbon fraction, and, at the same time, the amount of gums and asphaltenes remained at the level of the previous years. No verifiable connections between oil product concentration in the Azov Sea aquatic environment and plankton biological parameters were discovered; negative correlation between petroleum product content and benthos biomass was established. Based on the carried out analysis, it was suggested that the changes in benthos, recorded in the area of operating gas-condensate platforms in 2006-2009, originated, foremost, from a more powerful factor – fish suffocation.

Keywords: petroleum products, non-volatile hydrocarbons (NH), gums and asphaltenes, phytoplankton, benthos, biomass, correlation index, Azov Sea

ПРОДУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА (*SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS*)

А. Н. Гришин, к. б. н., вед. н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: grishin_a_n@azniirkh.ru

Выявлена форма связи между основными индикаторами перелова черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) – средним размером, биомассой (запасом), общим допустимым уловом (ОДУ) и продукцией рыб. При расчете годовых приростов использовались данные из траловых уловов у побережья Крыма летом и зимой 2000-2010 гг. Данные о биомассе и численности рыб отдельных возрастов были получены из модельных расчетов. Проанализированы соотношения продукции, прогнозируемой биомассы (запаса), общего допустимого улова (ОДУ) и вылова шпрота. Показано несоответствие между годовой продукцией, выловом и ОДУ. Результаты сопоставления многолетней динамики вылова с величиной ОДУ (35,5 % от биомассы) и годовой продукцией показывают, что если бы промыслом было реализовано рекомендованное изъятие в размере ОДУ, то оно превысило бы величину ежегодной продукции. Исключением были только 2005-2007 гг., когда величина общего допустимого улова была сравнима с продукцией. Подобные несоответствия между годовой продукцией и общим допустимым уловом свидетельствуют, что регулирование промысла шпрота на основе концепции общего допустимого улова может привести к превышению общего вылова над годовым приростом биомассы.

Ключевые слова: *Sprattus sprattus phalericus*, запас, продукция, вылов, ОДУ, возрастной состав, перелов, Крым, Черное море

ВВЕДЕНИЕ

За почти полувековую историю промысла черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) стремительный рост его уловов пришелся на последнее десятилетие. Если в 1965 г. было выловлено около 5 тыс. т, то в 1979 г. улов составил 74 тыс. т, а в 2011 г. – 121 тыс. т [4, 5, 7]. На фоне роста общего вылова произошло значительное сужение диапазона размерного состава шпрота на черноморском шельфе Украины [3]. Попытки разных авторов объяснить изменения, произошедшие в размерно-весовой структуре траловых уловов шпрота, привели к противоположным выводам. Одни считают, что «нетипичность» возрастного состава в уловах шпрота свидетельствует о неблагоприятном состоянии популяции, обитающей у крымского побережья в результате перелова [1, 2], другие – о перераспределении промысловой нагрузки на мелководную часть его промыслового ареала, где обычно обитает большая часть мелкого шпрота [3]. Такое противоречие между выводами исследователей, работающих на одном объекте и изучающих одну природную ситуацию, помимо анализа исходных данных требует согласования ключевых взаимосвязей, определяющих перелов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования было изучить формы связи между основными индикаторами перелова черноморского шпрота (средней длиной, общей биомассой, общим допустимым уловом (ОДУ), и продукцией рыб).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данные о годовых приростах (продукции) получены в результате изучения размерно-возрастной структуры промысловых уловов шпрота в теплый (IV-IX) и холодный (X-III) периоды тралами на глубинах 20-80 м у побережья Крыма в течение 10 промысловых сезонов (2000-2010 гг.). Оценена ежегодная продукция $P_f = N_0 \cdot \Delta W$, где оценка P_f рассматривается как прирост биомассы выживших к концу года рыб (чистая продукция), N_0 – общая численность выживших рыб, ΔW – среднегодовой прирост массы. Аналитическим путем, используя данное уравнение, можно определить величину продукции шпрота за сезон (табл. 1). Данные о численности рыб отдельных возрастов были получены непосредственно из модельных расчетов [4].

Таблица 1

Расчет биомассы производителей и пополнения шпрота

Годы	N_{ret}^* , численность выживших рыб, тыс. экз.	L, Средняя длина, см		ΔW , среднего- довой прирост массы, г	P_f , годовая продукция, т	Вылов, т
		теплый период (IV-IX)	холодный период (X-III)			
2000	235263530	7,26	6,76	нет прироста	нет прироста	41765
2001	220550713	7,28	7,39	0,111	69213	62587
2002	155765557	7,79	8,11	0,534	65178	69894
2003	129772846	6,69	7,16	0,551	71504	62716
2004	119083895	6,68	7,28	0,712	84788	54574
2005	122799348	6,17	7,12*	0,93	132721	56854
2006	152677537	5,92	6,86	0,94	123435	39048
2007	221517822	6,32	6,88	0,599	143653	39008
2008	224638366	6,53	6,96	0,483	108500	51463
2009	231069541	6,65	6,99	0,385	88965	91376
2010	255651044	6,30	7,38	1,236	140904	91594

* Здесь и далее используются данные из модельных расчетов [4].

Таблица 2

Расчет биомассы пополнения и общей биомассы шпрота

Годы	SSB^* , биомасса производителей, т	N_{re}^* , пополнение, тыс. экз.	W_{re}^* , средний вес пополнения, кг	B_{re} , биомасса пополнения, т	B_o , общая биомасса, т
1999	380505	185738300	0,001	185738	566123
2000	568424	169680800	0,001	169681	738105
2001	626886	138628230	0,001	138628	765514
2002	536876	84128370	0,001	84128	621004
2003	395722	79019160	0,001	79019	474741
2004	321159	80372320	0,001	80372	401531
2005	322998	85308970	0,001	85309	408307
2006	349047	115344950	0,001	115345	464123
2007	474436	169901890	0,001	169902	644348
2008	545982	160112110	0,001	160112	706094
2009	568624	155384560	0,001	155385	724009
2010	530294	207636610	0,001	207637	737931

Величина биомассы пополнения была рассчитана по формуле $B_{re} = N_{re} \cdot W_{re}$. Другим важным элементом, от которого зависит сезонная продукция вида, является общая биомасса рыб (B_o), кото-

рая представлена нами как сумма между биомассой производителей и биомассой пополнения: $B_0 = SSB + B_{re}$. Используя данные равенства, была рассчитана общая биомасса и биомасса пополнения шпрота (табл. 2).

Поскольку продукция рыб – это сумма приростов рыб отдельных возрастов, выживших к концу сезона, то перед авторами стояла задача определить общую убыль пополнения и общую убыль рыб из нерестового стада. Для расчетов общей убыли пополнения использовалось уравнение:

$$N_{ret} = N_{re(t-1)} \cdot (1 - e^{-(M+F)}),$$

где N_{ret} – численность рыб в конце сезона, $N_{re(t-1)}$ – начальная численность, M – коэффициент естественной смертности, F – коэффициент промысловой смертности. Данные о коэффициентах и численности рыб отдельных возрастов были получены непосредственно из модельных расчетов [4, 6]. Рассчитанная таким образом общая убыль пополнения и нерестового стада представлена в табл. 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Принимая во внимание результаты расчетов в табл. 2, можно перейти к более конкретной интерпретации параметров уравнения $P_f = N_0 \cdot \Delta W$, где оценка P_f рассматривается как прирост биомассы только выживших к концу года рыб (чистая продукция), N_0 – общая численность выживших рыб, ΔW – среднегодовой прирост массы. По рассчитанному уравнению возможно аналитическим путем определить величину продукции шпрота за сезон (см. табл. 1).

Было изучено соотношение продукции, общей биомассы и вылова шпрота в Черном море за период с 2000 по 2010 г. (рис. 1). Поскольку биомасса и продукция определяют общий вылов, то между изменениями этих показателей можно предположить значительное соответствие. Однако ход кривых на протяжении всего периода исследований зеркально противоположен. В относительно благополучные по значениям продукции годы изъятие было минимальным – около 25-30 % от продукции. Такая стратегия освоения запаса не менялась на протяжении всего периода. Чем выше продукция, тем меньше вылавливается шпрота. В результате такого промыслового режима на протяжении 2000-2010 гг. промысел находился в состоянии недолова. Исключением стали лишь отдельные

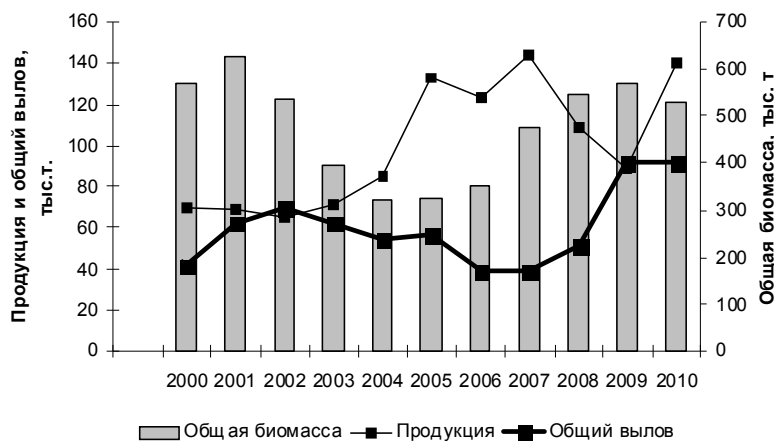


Рис. 1 Межгодовая динамика промысловых характеристик шпрота

значениями годового прироста биомассы, в последующие три года (2003-2006) ОДУ стал быстро снижаться на фоне значительного роста продукции. Переломным стал 2008 г., когда необоснованно быстро по отношению к продукции вырос ОДУ. К примеру, если принять в 2006 г. ОДУ по отношению к продукции равным 100 %, то в 2000-2003 гг. он составил ~250 %, в 2004-2007 гг. ~100 %, а в 2008-2010 гг. ~180 %. Основания для такого роста не ясны.

годы (2001-2003 и 2009), когда улов вплотную приблизился к допустимому уровню, соответствующему величине годовой продукции.

Параллельно с анализом интенсивности промысла и продукционных возможностей популяции изучали соответствие ежегодной продукции с величиной ОДУ (35 % общей биомассы). За исследуемый период стратегия освоения запаса шпрота менялась дважды (рис. 2). В 2000-2003 гг. высокие значения и рост общего допустимого улова не были обеспечены соответствующими

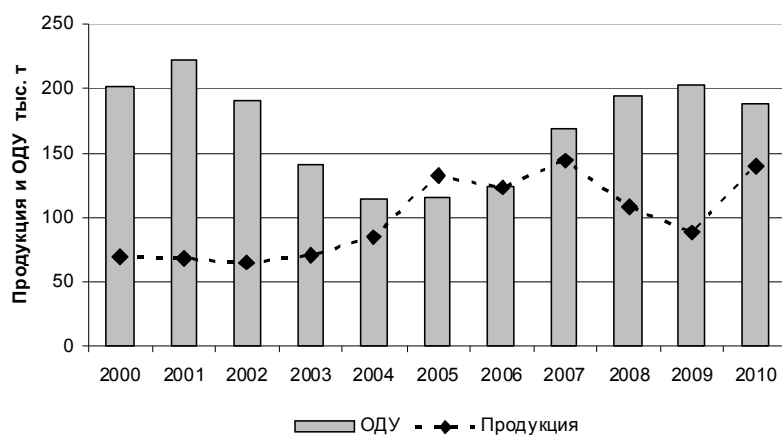


Рис. 2 Межгодовая динамика продукции и ОДУ шпрота

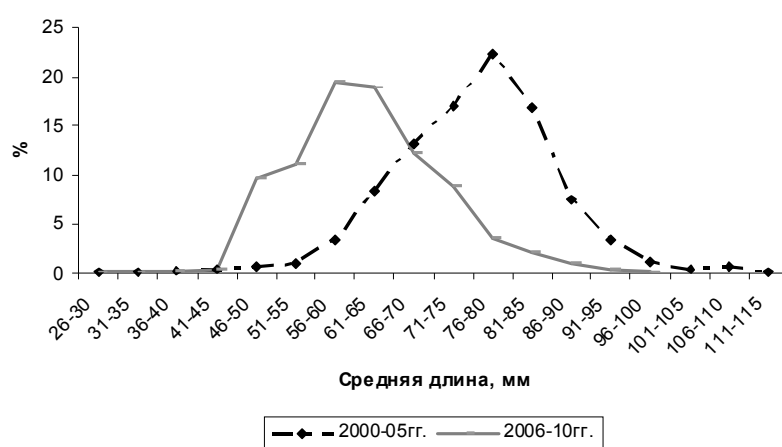


Рис. 3 Динамика размерного состава годовых траловых уловов шпрота на черноморском шельфе Российской Федерации

показателями их среднего размера, основу численности размерного ряда составляли особи длиной 70-90 мм при средней длине 74 мм. Во второй половине средняя длина составила 61 мм, поскольку доля крупных особей существенно снизилась, а основу численности составили рыбы длиной 50-70 мм.

Для выяснения причин данной ситуации необходимо изучить механизм формирования этих показателей. Ключевым моментом при этом может быть характер взаимосвязи среднего размера рыб в популяции с ее биомассой и продукцией.

Представленная на рис. 4 зависимость продукции и биомассы от среднего размера показывает, что при малых средних размерах (до 6,5 см) отмечается синхронное увеличение как продукции, так и абсолютных значений биомассы, однако при последующем росте среднего размера кривые расходятся, поскольку биомасса продолжает расти, а ее годовая продукция снижается. В результате при средней длине рыб около 6,5 см популяция шпрота в Черном море имеет максимальную годовую продукцию 150 тыс. т, в то время как биомасса не превышает 350-400 тыс. т. При средней длине около 8,0 см популяция шпрота к концу сезона будет иметь максимальную биомассу и минимальную продукцию. Точка перегиба кривой биомассы совпадает с достижением максимального значения продукции. Замедление нарастания продукции наступает в точке перегиба кривой нарастания биомассы.

Чтобы понять причину замедления нарастания продукции, необходимо рассмотреть характер изменения с возрастом удельной продукции рыб. В нашем случае это соотношение между P_f и B_0 .

Если рассматривать цифры изъятия, то, несмотря на их рост в последние годы, они, тем не менее, ниже величины продукции. Однако при регулировании промысла на основе концепции ОДУ и 100 % реализации общего допустимого улова, имел бы место перелов, который существенно понизил бы воспроизводительную способность популяции шпрота.

Особый интерес представляет анализ соотношения динамики продукции и биомассы шпрота. За десятилетний период характер этих взаимоотношений не был постоянным. До 2005 г. состояние популяции характеризовалось высокой биомассой и низкой продукцией, затем сменилось на противоположное. Параллельный анализ межгодовой изменчивости и динамики размерной структуры популяции (рис. 3) отчетливо показал тенденцию к прогрессирующему снижению средней длины особей в украинских водах. Первая половина десятилетия (2000-2005 гг.) характеризовалась высокими

Характер изменения абсолютной и относительной продукции прослеживается на рис. 4. Как видно, значение удельной продукции уменьшается по мере снижения среднего размера особей в популяции, в отличие от продукции, которая сначала нарастает, а затем, достигнув максимума, снижается. Точка перегиба кривой относительного роста наступает несколько раньше точки перегиба кривой продукции. По-видимому, молодь, несмотря на интенсивный рост, имеет еще недостаточную массу, чтобы обеспечить ощутимый абсолютный прирост биомассы. Очевидно, замедление относительного и абсолютного весового приростов связано с наступлением половой зрелости, что отмечено для различных видов рыб. В этот период потребленная энергия направляется организмом не только на соматический, но и на генеративный рост.

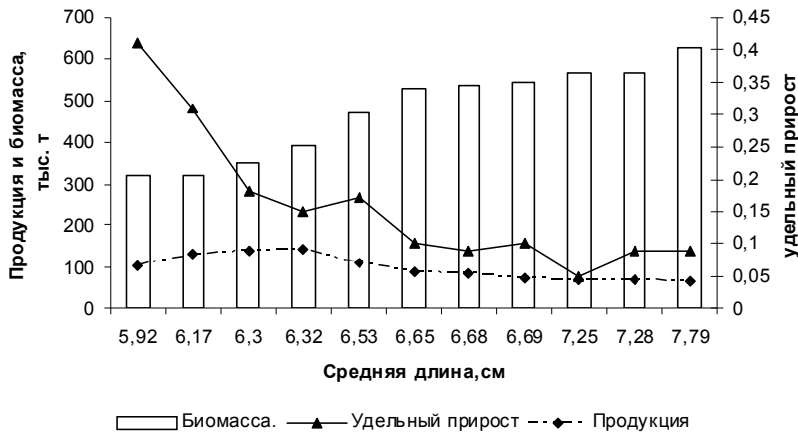


Рис. 4 Зависимость продукции и биомассы шпрота от его средней длины

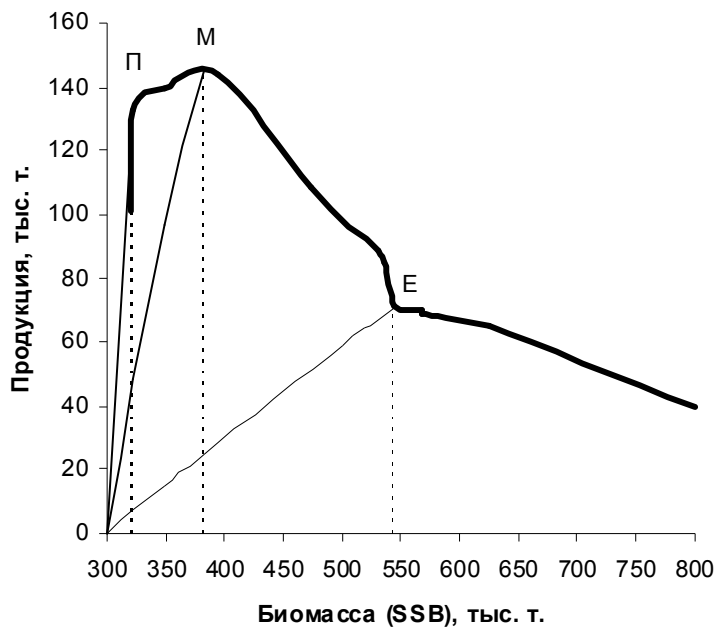


Рис. 5 Зависимость величин биомассы и прироста биомассы шпрота

Следовательно, вылов в точке М, соответствующий максимальной продукции, можно назвать максимально устойчивой величиной вылова. Интенсивность промысла, при котором вылов превышает максимальную продукцию, можно назвать переловом.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что между биомассой и продукцией шпрота имеются достаточно выраженные количественные связи, позволяющие говорить о закономерных количественных отношениях между общим допустимым уловом, сравнимым с его продукцией и биомассой.

Если изобразить графически величину запаса и продукцию популяции, получится график, изображенный на рис. 5. В случае, если промысел присутствует, а интенсивность промысла отражается углом наклона вектора из центра координат, величина вылова и продукция уравниваются в любой точке на графике, к примеру, в точке Е, а запас останется стабильным. Так как запас в этом положении неизменен, то и величина вылова останется неизменной и ее можно назвать длительно возможной величиной вылова. Из графика видно, что при слабой интенсивности вылова (до 60 тыс. т) промысел слабо влияет на биомассу популяции. Нарастание промысла до максимальной отметки 140 тыс. т сопровождается и ростом биомассы популяции. Дальнейшее нарастание промысла приводит к резкому снижению запаса и продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ многолетних данных о динамике ежегодной продукции и вылова шпрота в Черном море показал, что в течение 2000-2010 гг. промысел находился в состоянии недолова. В относительно благополучные по значениям продукции годы изъятие было минимальным – около 25-30 % от продукции. Такая стратегия освоения запаса не менялась на протяжении всего периода. Исключением стали лишь отдельные годы (2001-2003 и 2009), когда уловы вплотную приблизились к допустимому уровню, соответствующему величине годовой продукции.

Результаты сопоставления многолетней динамики вылова с величиной ОДУ (35 % от биомассы) и годовой продукцией показывают, что если бы промыслом было реализовано рекомендованное изъятие в размере ОДУ (35 % от биомассы), то это превысило бы величину ежегодной продукции. Исключением были только 2005-2007 гг., когда величина общего допустимого улова была сравнима с продукцией. Подобные несоответствия между годовой продукцией и общим допустимым уловом свидетельствуют, что регулирование промысла шпрота на основе концепции общего допустимого улова может привести к превышению общего вылова над годовым приростом биомассы.

При интенсивности вылова до 60 тыс. т промысел слабо влияет на биомассу популяции. Нарастание промысла до максимальной отметки 150 тыс. т сопровождается снижением биомассы и ростом продукции популяции. Вылов, соответствующий максимальной продукции, можно назвать максимально устойчивой величиной вылова. Интенсивность промысла, при котором вылов превышает максимальную продукцию, можно назвать переловом. Черноморский шпрот имеет максимальный годовой прирост 150 тыс. т при средней длине рыб 6,5 см и среднегодовой биомассе 350-400 тыс. т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зуев Г.В., Бондарев В.А. Размерно-возрастная структура популяции черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) у побережья Крыма // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VIII Междунар. конф. (Керчь, 26-27 июня 2013 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 67-75.
2. Зуев Г.В., Мельникова Е.Б. Внутривидовая неоднородность шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) // Морський екологічний журнал. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 31-41.
3. Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2011. – Т. 49. – С. 12-33.
4. Daskalov, G., Aymen, C. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries // Review of Scientific and Technical Research series. – Joint Research Centre. Ispra (Italy), 2012. – 249 p. – URL: <http://stecf.jrc.ec.europa.eu> (дата обращения 01.10.2014).
5. Daskalov, G., Gümüs, A., Maximov, V., Panayotova, M., Radu, G., Raykov, V., Shlyakhov, V., Zengin, M., Rätz, H.-J., Scott, R., Druon, J.-N. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries // Review of scientific advice for 2010 – part 3b. Advice on Stocks of Interest to the European Community in the Black Sea. EUR – Scientific and Technical Research series. Joint Research Centre – ISSN 1831-9424. – 2010. – 167 pp. – URL: <http://stecf.jrc.ec.europa.eu> (дата обращения 02.10.2014).
6. Daskalov, G., Raykov, V., Panayotova, M., Radu, G., Maximov, V., Shlyakhov, V., Duzgunez, E. and Rätz, H.-J. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Report of the SGMED-09-01 working group on the review of advice on Black Sea Stocks for 2009. EUR – Scientific and Technical Research series. Joint Research Centre – ISSN 1018-5593. – 2009. – 158 pp. – URL: <http://stecf.jrc.ec.europa.eu> (дата обращения 05.10.2014).
7. Prodanov, K., Mikhailov, K., Maxim, K., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V., Ozdamar, E. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation // Studies and Reviews. – FAO, Rome, 1997. – GFCM. 68. – 198 p.

Поступила 01.02.2017 г.

Production and regulation features of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* catches.
A. N. Grishin. *Forms of relations between the main indicators of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) overfishing (average size, biomass (stock), total allowable catches (TACs) and fish*

products) were identified. When calculating the annual growth, data from trawl catches off the Crimean coasts during summer and winter of 2000-2010 were used. Data on biomass and abundance of fish of certain ages were obtained based on the model calculations from literature sources. Relations of production, estimated biomass (stock), TAC and sprat catches were analyzed. Discrepancy between the annual production, catches and TACs is found out. Comparison of the long-term catch dynamics with the value of the TAC (35.5 % of the biomass) and annual production showed that if the sprat fishing implemented the amount equaling the recommended withdrawal of the TAC (35.5 % of biomass), it would exceed the value of annual production. The only exception was the period of 2005-2007, when the value of the total allowable catch was comparable to production. Similar discrepancies between annual production and the total allowable catches suggest that regulation of sprat fishing based on the concept of total allowable catch may lead to exceeding of the total catch over the annual biomass growth.

Keywords: *Sprattus sprattus phalericus*, stock assessment, production, yield, total allowable catch (TAC), age composition, overfishing

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ, ПРИ КОТОРОЙ НАСТУПАЕТ ПОЛОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ У ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА (*SCOPHTHALMUS MAEOTICA MAEOTICA*)

М. М. Пятинский, инж. I кат.

*Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: pyatinskiy_m_m@azniirkh.ru*

*Исследуются особенности полового созревания черноморского калкана *Scophthalmus maeotica maeotica* (Pallas, 1814). Определена длина, при которой калкан достигает половой зрелости, при помощи пробит-метода на основе функции максимального правдоподобия в программной среде R. Пробит-анализу были подвергнуты две выборки размером 199 и 102 особи. Между выборками не были обнаружены статистические различия, данные были объединены. Длина самок, при которой 50 % особей достигли половой зрелости, составила 39,8 (37,5 ÷ 41,2) см. Самцы созревают раньше самок при длине меньшей, чем 35 см. Полученные результаты статистически значимы (при уровне значимости $P = 0,95$), проверка выполнена при помощи критерия χ^2 . Действующая мера промыслового размера (40 см) является адекватной и препятствует вылову неполовозрелых особей.*

Ключевые слова: черноморский калкан, *Scophthalmus maeotica*, пробит, статистика, нормальное распределение, длина, созревание, регрессионный анализ, Черное море

ВВЕДЕНИЕ

Черноморский калкан *Scophthalmus maeotica maeotica* (Pallas, 1814) [9] является одним из ценных видов рыб Черного моря. Этот вид является важным объектом промысла в Черном море и вследствие высокого многолетнего пресса рыболовства [4] нуждается в изучении и регулировании промысла. Основная цель данной работы – определение длины, при которой черноморский калкан достигает половой зрелости.

Зависимость длины и наступления полового созревания у рыб давно вызывает интерес у исследователей ввиду практического и научного интереса. Обычно исследователи принимали за длину созревания минимальную длину половозрелой особи. Однако такая характеристика не является надежной, полученные таким способом данные имеют большое расхождение и не обладают статистической точностью. Burd A.C. [14] впервые использовал такую характеристику, как длина, при которой созревает 50 % особей. Такой подход имел ряд преимуществ, например, единая методика определения длины созревания и пригодность полученных результатов для сравнения. Для определения длины, при которой созревает 50 % особей, было предложено использовать пробит-метод [5] в упрощенной графической модификации, а позже и полный аналитический пробит-метод на основе функции максимального правдоподобия [6].

В настоящее время оценка коэффициентов уравнения пробит-регрессии может быть выполнена при помощи свободного программного обеспечения. В данной работе используется среда программирования R как инструмент для выполнения расчетов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ

Исходные материалы, анализируемые в данной работе, были собраны в экспедициях ЮгНИРО в 1976-1977 гг. в Черном море (рис. 1).

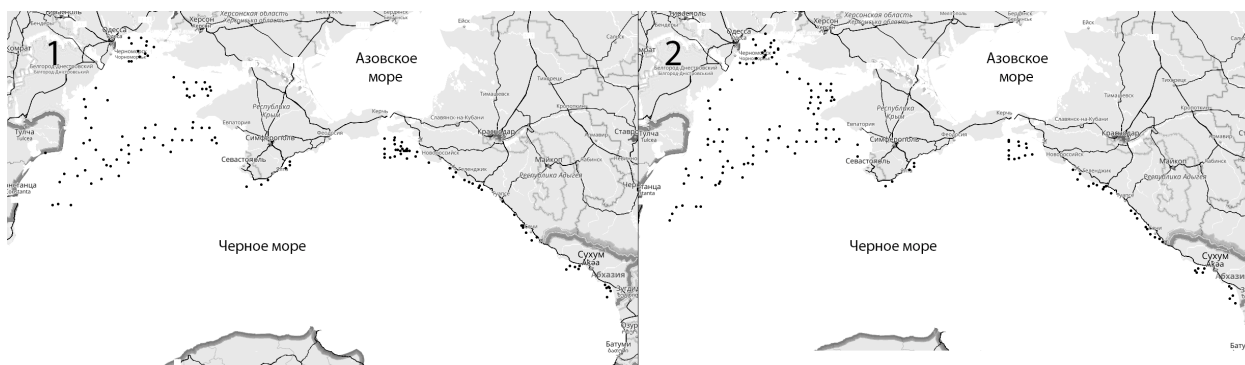


Рис. 1 Карта-схема тралений черноморского калкана: 1 – 1976 г., 2 – 1977 г.

Для сбора исходных материалов использовался донный трал (23 м), каждое траление длилось 1 час. Материал собирался с 7 по 27 апреля в 1976 г. и с 7 апреля по 1 мая в 1977 г. Было выполнено, соответственно, 135 и 141 тралений в 1976 и 1977 гг., собрано 199 особей калкана в 1976 г. и 102 особи в 1977 г. Анализ состояния зрелости гонад проводился у рыб длиной 35 см и более. Состояние гонад было проанализировано у 185 особей в 1976 г. и у 96 особей в 1977 г.

В качестве характеристики длины особей измерялось расстояние от начала рыла до начала лучей хвостового плавника (SL) с точностью до 1 см. Траления выполнялись на разных глубинах – от 8 до 125 м, что соответствует глубинам распространения черноморского калкана в данный период [2, 11, 12, 17].

Сбор исходных материалов выполнялся в пик нерестового периода черноморского калкана, приходящийся на апрель-май [3, 7, 10, 18, 21]. Не достигшими половой зрелости считались особи, гонады которых находились в состоянии покоя. При анализе все особи были разделены на 2 группы по половому признаку (самки, самцы) из-за существенных различий в темпе роста и возрасте созревания [10, 13, 19, 22].

Для выполнения расчетов пробит по методу максимального правдоподобия [16] использовалась программная среда R , в которую был загружен алгоритм из публикации [20]. Код алгоритма расчета был изменен автором: убрано логарифмирование параметра x , так как параметр длины особей и так имеет распределение, близкое к нормальному [5]. Основой расчетов в данном алгоритме является функция $LD()$, на вход которой необходимо подать 3 параметра и задать уровень значимости: r – количество зрелых особей в группе, n – общее количество особей в группе, x – середина интервала длин, 0,95 – уровень значимости. В результате расчетов была получена оценка различных параметров, основным среди которых является SL_{50} – длина, при которой 50 % особей достигают половой зрелости.

Данный программный алгоритм позволяет выполнить проверку нулевой гипотезы о соответствии параметров теоретического уравнения регрессии фактическим данным при помощи критерия χ^2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе анализа самки были размещены в группы с шагом интервала 4 см, начиная с длины 35 см: 35-38, 39-42 и т. д. Для каждой группы было посчитано количество зрелых, незрелых и общее количество особей, результаты приведены в табл. 1.

Среди подвергнутых анализу самцов почти все особи были зрелыми, что делает невозможным пробит-анализ. В дальнейшем в рамках пробит-анализа будут рассматриваться только самки калкана.

Таблица 1

**Группировка данных по параметру длины в зависимости от наступления зрелости
для самок черноморского калкана**

Интервал	Середина	1976			1977		
		Зрелые	Незрелые	Всего	Зрелые	Незрелые	Всего
35-38	36,5	1	3	4	0	5	5
39-42	40,5	6	2	8	8	7	15
43-46	44,5	11	1	12	9	1	10
47-50	48,5	21	0	21	9	1	10
51-54	52,5	23	0	23	5	0	5
55-58	56,5	26	0	26	12	0	12
59-62	60,5	8	0	8	2	0	2
63-66	64,5	3	0	3	5	0	5
67-70	68,5	1	0	1	0	0	0
Всего		100	6	106	50	14	64

Для пробит-анализа использовались группы с ненулевым отношением зрелых и незрелых самок и одна группа только со зрелыми особями (группа со всеми незрелыми особями не использовалась, так как особи меньше 35 см не анализировались). Были получены следующие оценки SL_{50} и доверительных границ: по данным 1976 г. – 38,6 (32,2 ÷ 40,85) см, по данным 1977 г. – 40,8 (37,7 ÷ 42,7) см. Полученные оценки SL_{50} очень близки и не имеют статистических различий, так как доверительные интервалы широко перекрывают друг друга.

Учитывая результаты отдельного анализа, данные будут объединены в одну выборку. Это позволит повысить уровень точности расчетов за счет увеличения объема исходных данных. Объединенные данные, используемые для анализа, приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Интервальные значения группировки самок калкана по параметру длины
в зависимости от наступления зрелости**

Интервал	Середина	Вместе 1976 и 1977 гг.		
		Зрелые	Незрелые	Всего
35-38	36,5	1	8	9
39-42	40,5	14	9	23
43-46	44,5	20	2	22
47-50	48,5	30	1	31
51-54	52,5	28	0	28
Всего		93	20	113

Для объединенных данных был выполнен пробит-анализ по той же методике. Результаты приведены в табл. 3.

Ниже на графике регрессии (рис. 2) отображены 4 точки и прямая линейной регрессии, уравнение которой приведено в табл. 3. Каждая точка соответствует соотношению зрелых особей к обще-

Таблица 3

Результаты пробит-анализа по объединенным данным	
Уравнение пробит-регрессии	$Y = -4,94 + 0,249x$
SL_{50}	39,8
Доверительные интервалы, 95 %	37,5 ÷ 41,2
χ^2 (степени свободы)	1,37 (3 d.f.)

му количеству особей, отложенному на специальной шкале напротив середины интервала длин. Группа со всеми зрелыми особями не может быть отображена на графике, так как значение пробит для нее будет стремиться к бесконечности.

Все точки на графике расположены очень близко к прямой линии, что свидетельствует о близости исходного распределения нормальному и корректности применения пробит-метода.

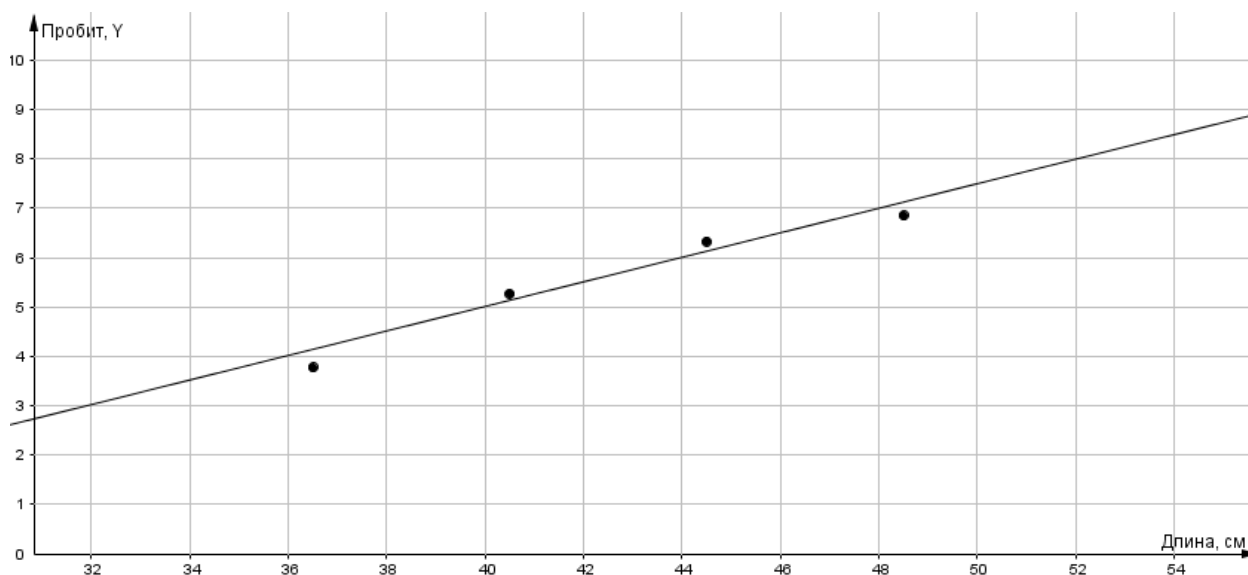


Рис. 2 График пробит-регрессии для объединенных данных

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Так как проводился анализ зрелости гонад только для особей, чья длина превышала 35 см, практически все самцы калкана были зрелыми. Это не позволило выполнить пробит-анализ для самцов калкана, однако дает все основания утверждать, что самцы калкана достигают половой зрелости при меньшей длине, чем 35 см. Такой результат подтверждает утверждения других исследователей о том, что самцы калкана достигают половой зрелости при меньшей длине, чем самки [8, 10, 19, 22].

Попова В.П. [10] обнаружила зрелых самок калкана при длине 42 см, что хорошо согласуется с результатами данной работы: вероятность достижения зрелости при такой длине составляет 71 %. Гирагосов В.Е. [1] отмечал зрелую самку уже при длине 33,5 см, вероятность чего по результатам данной работы составляет 6 %, исследователь вполне мог наблюдать такую особь. Поскольку Попова В.П. и Гирагосов В.Е. не использовали статистическую оценку параметра, их результаты невозможно использовать для статистического сравнения. Кроме того, оценка длины созревания по минимально наблюдаемой длине особи [1] очень сильно зависит от размера выборки.

Отдельного внимания заслуживает работа Eryilmaz L. и Dalyan S. [15], в которой для изучения длины, при которой калкан достигает половой зрелости, использовался схожий метод – логит. Данный метод является схожим с методом пробит, и их оценки должны быть очень близкими. Авторы получили следующие результаты: 50 % самок достигает половой зрелости при длине 20,38 см, а 50 % самцов – при длине 24,64 см. Полученные длины являются слишком малыми и противоречат всем исследованиям, в том числе результатам этой работы. Еще большие сомнения вызывает утверждение авторов о том, что самцы достигают половой зрелости при большей длине, чем самки.

Полученное значение χ^2 для объединенной выборки составило 1,37 при 3 степенях свободы. Критическим значением при 3 степенях свободы на уровне значимости $P = 0,95$ является 7,81. Полученное значение существенно меньше критического, что позволяет с 95 % уверенностью утверждать, что полученные результаты являются статистически значимыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы подтверждают утверждение исследователей о том, что самцы созревают при меньшей длине, чем самки.

Величина, при которой созревает 50 % самок черноморского калкана, составляет 39,8 (37,5 ÷ 41,2) см. Для определения длины, при которой созревает 50 % самцов, необходимы выборки с измерениями длин особей меньше 35 см.

Использование программной среды R для пробит-анализа позволяет существенно упростить задачу исследователя, так как готовый программный алгоритм автоматизирует выполнение расчетов без участия в них исследователя, что отбрасывает необходимость проведения расчетов вручную или при помощи электронных таблиц.

В действующих Правилах рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна установлен минимальный промысловый размер добываемого калкана на уровне 40 см. Оценка длины, при которой созревает 50 % самок, полученная в данной работе, почти совпадает с этой величиной. Кроме того, при этой длине (40 см) созревают практически все самцы.

Благодарность

Автор выражает благодарность Михайлюку А.Н. за помощь в освоении методики исследования, обсуждение и замечания к данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиригосов В.Е., Ханайченко А.Н., Ельников Д.В. Характер и причины изменчивости основных показателей состояния нерестовой популяции камбалы-калкан на Юго-западном шельфе Крыма // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона : матер. III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Керчь, 10-11 окт. 2007 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 3-9.
2. Гордина А.Д. О нересте камбалы-калкан – *Psetta maeutica* (Pallas) (Scophthalmidae, Pisces) в Черном море в мае-июне 1987 г. // Экология моря. – 1990. – № 35. – С. 40-43.
3. Калинина Э.М. Особенности порционного икрометания черноморского калкана *Rhombus maeuticus* Pall // Вопросы ихтиологии. – 1960. – Т. 16 – С. 137-143.
4. Куманцов М.И. Черноморская камбала-калкан: состояние запасов и пути их сохранения и восстановления // Труды ВНИРО. – 2013. – Т. 150. – С. 21-34.
5. Михайлюк А.Н. Применение пробит-метода для изучения зависимости полового созревания рыб от их длины // Вопросы ихтиологии. – 1985. – Т. 25, вып. 2. – С. 237-241.
6. Михайлюк А.Н., Солод Р.А. Определение длины, при которой наступает половая зрелость у пиленгаса *Liza haematocheilus* (Mugiliformes: Mugilidae) в Азовском море // Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 82-87.
7. Надолинский В.П., Перевалов О.П. Сроки нереста морских рыб и распределение ихтиопланктона в российских территориальных водах Азово-Черноморского бассейна // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов н/Д.: АзНИИРХ, 2014. – С. 161-182.
8. Овен Л.С., Шевченко Н.Ф., Битюкова Ю.Е., Болтачев А.Р., Пантелева О.В. Размерно-возрастной состав и репродуктивная биология черноморского калкана *Psetta maxima maeutica* // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 631-636.
9. Парин Н.В., Евсенько С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 733 с.
10. Попова В.П. Распределение камбалы в Черном море // Труды ВНИРО. – 1954. – Т. 28. – С. 151-159.
11. Попова В.П. Особенности биологии размножения черноморской камбалы-калкан *Scophthalmus maeuticus maeuticus* (Pallas) // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т. 12, № 6. – С. 1057-1063.
12. Смирнов А.И. Калкан черноморский – *Psetta maeutica maeutica* // Фауна Украины. – 1986. – Т. 8. – С. 219-240.
13. Aydin, I., Sahin, T., Kolotoglu, L., Ozogun, M. The effect of sexual dimorphism on growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* // Journal of Fisheries Sciences.com. – 2011. – Т. 5, No 1. – P. 47-51.
14. Burd, A.C. Growth and recruitment in the herring of the southern North Sea // Fish. Invest. – 1962. – Ser. 2. – Vol. 23, No 5. – P. 1-71.
15. Eryilmaz, L., Dalyan, C. Age, growth, and reproductive biology of turbot, *Scophthalmus maximus* (Actinopterygii: Pleuronectiformes: Scophthalmidae), from the south-western coasts of Black Sea, Turkey // Acta ichthyologica et piscatoria. – 2015. – Vol. 45, No 2. – P. 183-184.

16. Finney, D.J. Probit Analysis, 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 1971. – 333 p.
17. Giragosov, V., Khanaychenko, A. The state-of-art of the Black Sea turbot spawning population of Crimea // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2012. – Vol. 12. – P. 377-383.
18. Hara, S., Ozongun, M., Gunes, E., Ceylan, B. Broodstock rearing and spawning of Black Sea turbot, *Psetta maxima* // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2002. – Vol. 2. – P. 9-12.
19. Imsland, A.K., Folkword, A., Grung, G.L., Stefanson, S.O., Tranger, G.L. Sexual dimorphism in growth and maturation of turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque, 1810) // Aquaculture Research. – 1997. – Vol. 28, No 2. – P. 101-114.
20. Reed, M., Lizette, D., Blair, D., Marrion, D. Acaricide, Fungicide and drug interactions in honey bees (*Apis mellifera*) // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, No 1. – P. 1-10.
21. Sahin, T., Gunes, E. A preliminary study on population characteristics of turbot, *Psetta maxima*, in the Eastern Black Sea, Turkey // Turkish Journal of Science & Technology. – 2011. – Vol. 6, No 1. – P. 1-9.
22. Samsun, N., Kalayci, F., Samsun, O. Seasonal variation in length, weight, and sex distribution of turbot (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) in the Sinop Region (Black Sea) of Turkey // Turk J. Zool. – 2007. – Vol. 31, No 4. – P. 371-378.

Поступила 29.01.2017 г.

Determination of length, at which the Black Sea turbot (*Scophthalmus maeotica maeotica*) reaches sexual maturity. M. M. Pyatinskiy. *Sexual maturation of the Black Sea turbot Scophthalmus maeotica maeotica (Pallas, 1814) was investigated. Length, at which the turbot reaches maturity, was determined using the probit method based on the function of maximum likelihood in R language. Probit analysis was applied to two samples with 199 and 102 specimens, correspondingly. The samples' data were merged, because no statistical difference was found between them. It was revealed that 50 % of female turbot reach sexual maturity at the length of 39.8 (37.5 ÷ 41.2) cm. The male turbot reach maturity faster than females at the length less than 35 cm. Results are statistically significant, passed validity test by χ^2 in confidence level 0.95. The current catch measure limit of 40 cm agrees with the obtained results and prevents catch of immature turbot.*

Keywords: Black Sea turbot, *Scophthalmus maeotica*, probit, fish catch statistics, distribution, length, maturation, regression analysis, Black Sea

ЗООПЛАНКТОН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2015 Г.

Н. Б. Заремба, н. с.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: zaremba_n_b@azniirkh.ru

Результаты исследований, проведенных в летне-осенний период 2015 г. в юго-восточной части Керченского полуострова, показали существенные изменения в количественном развитии зоопланктона, а также смену руководящих видов, обусловленную сезонной динамикой развития организмов в период исследования. Зоопланктон был представлен обычными видами, характерными для Черного моря. Всего обнаружено 29 видов, из них 8 видов представляли копеподы. В небольшом количестве была обнаружена крупная копепода *Anomalocera patersoni*, которая до вселения гребневика *Mnemiopsis leidyi* довольно часто встречалась в приповерхностных водах побережья Крыма. На отдельных станциях единично встречалась копепода *Monstrilla* sp. Средняя биомасса кормового зоопланктона в июне равнялась 63,0 мг/м³. В июле и октябре интенсивность развития зоопланктона была значительно выше. Развитие кормового зоопланктона находилось практически на одном уровне. Средняя биомасса в июле равнялась 165,2 мг/м³, в октябре – 157,8 мг/м³. В июне доминирующей группой кормового зоопланктона являлись копеподы, в июле – личинки донных беспозвоночных. В июне значительный вклад в количественные показатели развития кормового зоопланктона вносила *Acartia tonsa*, в июле – личинки двустворчатых моллюсков. В октябре доминирующей группой кормового зоопланктона являлись копеподы. Из копепод существенное значение в численности и биомассе кормового зоопланктона имела *Oithona brevicornis*. Некормовой зоопланктон был представлен четырьмя видами (гребневиками, медузой и ночесветкой). В июне из некормовых форм существенную роль в формировании численности, а особенно биомассы, зоопланктона играла ночесветка *Noctiluca miliaris*. В июле ночесветка *N. miliaris* отмечалась в незначительных количествах, в октябре – не обнаружена. Кроме ноктилюки, встречались личинки гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*, а также гидромедуза *Coryne tubulosa*. Их доля в количественном развитии зоопланктона была незначительной.

Ключевые слова: кормовой зоопланктон, некормовой зоопланктон, численность, биомасса, видовой состав, доминантные виды, сезонные изменения, Керченский полуостров

ВВЕДЕНИЕ

В Черном море кормовой зоопланктон за годы «господства» мнемииопсиса (конец 80-х и 90-е гг. XX столетия) претерпел глубокие изменения: существенно изменился его видовой состав, а также численность и биомасса. Из планктона исчезла *Oithona nana*, *Anomalocera patersoni*, *Pontella mediterranea*, *Labidocera brunescens*, которые в прибрежных водах Крыма до 1990-х гг. были массовыми [1, 2]. Снизилось количество *Centropages ponticus*, *Paracalanus parvus* и ветвистоусых раков. Наблюдалось замещение копепод на менее ценные в кормовом отношении виды – личинки донных животных. Появление в конце 1990-х гг. в Черном море гребневика *Beroe ovata*, осуществляющего биоконтроль популяции мнемииопсиса, благоприятно отразилось на качественном составе и количественных характеристиках зоопланктона. Заметно возросло видовое разнообразие летне-осеннего комплекса. Появились крупные копеподы *A. patersoni*, *P. mediterranea*, *L. brunescens*. Увеличилась доля теплолюбивого *C. ponticus* и ветвистоусых раков. Возросла численность и биомасса кормового зоопланктона [3, 4], что подтверждается и нашими исследованиями в юго-восточной части Керченского полуострова.

Исследованный район занимает юго-восточное побережье Керченского полуострова, расположен в зоне водообмена Азовского и Черного морей, а также влияния апвеллинга и преобладания черноморского течения, они являются основными факторами, влияющими на формирование видового разнообразия и биопродуктивности этого района.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Зоопланктон был собран малой планктонной сетью Джели (диаметр входного отверстия – 25 см, ячей сита – 112 мкм) на глубинах 2-12 м, столб воды облавливался от дна до поверхности. Всего было собрано и обработано 58 проб зоопланктона. Пробы фиксировали 4 % нейтрализованным формалином. Подсчет организмов проводили в счетной камере Богорова. Малочисленные формы просчитывали во всей пробе, а массовые – после концентрирования пробы до 50-100 мл в одном миллилитре при трехкратной повторности. Таксономическую обработку проводили по определителю фауны Черного и Азовского морей [4].

Пробы обработаны счетно-весовым методом. Для расчета биомассы использован стандартный вес планктонных организмов [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон исследованной акватории был представлен обычными черноморскими видами и соответствовал сезонной динамике развития организмов в период исследования. Всего было обнаружено 29 видов, 8 из которых были представлены веслоногими раками. Наряду с круглогодичными видами (*Oithona similis*, *Sagitta euxina*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Pleopis polyphemoides*) встречались летние теплолюбивые виды: *Centropages ponticus*, *Acartia tonsa*, *Oithona brevicornis*, *Pleopis tergestina*, *Evadne spinifera*, *Penilia avirostris*. В небольшом количестве была обнаружена *Anomalocera patersoni*, которая ранее довольно часто встречалась в приповерхностных водах побережья Крыма. На отдельных станциях единично встречалась копепода *Monstrilla* sp. В связи с массовым размножением веслоногих раков и донных беспозвоночных, в пробах планктона в больших количествах обнаружены науплиусы и ювенальные стадии копепод, личиночные формы донных животных *Balanus*, *Polychaeta*, *Mollusca*, *Decapoda*, *Phoronis* и *Bryozoa*. Кроме них, в пробах встречались прибрежные формы Награтикоида, а также аппендикулярия *Oikopleura dioica*, сагитта *Sagitta setosa*, коловратки *Synchaeta* sp., гребневики *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*, гидромедуза *Coryne tubulosa* и ночесветка *Noctiluca miliaris*. В целом видовой состав зоопланктона в летне-осенний период был практически одинаковым во всем районе исследования. Однако наблюдалась смена руководящих видов, что обусловлено сезонной динамикой развития зоопланктона, а также изменения его количественных характеристик (табл. 1).

Численность зоопланктона колебалась в широких пределах: в июне средняя численность равнялась 20232 экз./м³, в июле она выросла более чем в два раза и составила 52365 экз./м³; в октябре снизилась до 34714 экз./м³. Колебания биомассы зоопланктона в период исследования были незначительными.

Поскольку не весь зоопланктон потребляется рыбами, то его делят на «кормовой» и «некормовой». К некормовым организмам относят гребневику, медуз и ночесветку. В период исследования отмечались существенные изменения в количественном развитии кормового зоопланктона (табл. 2).

В июне средняя численность кормового зоопланктона равнялась 19205,6 экз./м³, а биомасса – 63,0 мг/м³. В кормовом зоопланктоне как по численности, так и по биомассе лидировали копеподы. На их долю приходилось 69 % численности и 48 % биомассы. Среди копепод доминировала *A. tonsa*, которая составила 68 % численности и 46 % биомассы. Среди других представителей кормового зоопланктона субдоминантами выступали личинки усонных раков рода *Balanus* (14 % численности и 27 % биомассы). Всего на долю кормового зоопланктона в среднем приходилось 95 % численности и 44 % биомассы общего зоопланктона.

Видовой состав зоопланктона юго-восточной части Керченского полуострова в летне-осенний период 2015 г. и средние показатели численности (экз./м³) и биомассы (мг/м³) отдельных видов

Вид	Июнь		Июль		Октябрь	
	численность	био-масса	численность	био-масса	численность	био-масса
Копеподы						
<i>Acartia clausi</i>	1,29	0,054	0,52	0,022	0	0
<i>Anomalocera patersoni</i>	0	0	2,80	3,464	0,93	1,038
<i>Centropages ponticus</i>	27,08	0,198	511,36	1,138	1880,07	14,449
<i>Acartia tonsa</i>	13128,31	29,124	2886,33	7,698	1875,13	3,656
<i>Harpacticoida</i>	4,97	0,114	4,40	0,101	8,34	0,191
<i>Oithona brevicornis</i>	41,64	0,108	277,49	0,519	20342,67	50,261
<i>Oithona similis</i>	1,82	0,006	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	59,23	0,471	0,83	0,004	0	0
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0,21	0,002	0	0	0	0
Ветвистоусые раки						
<i>Penilia avirostris</i>	0,20	0,009	0,23	0,011	687,92	33,020
<i>Pleopis tergestina</i>	0,10	0,004	0,17	0,007	96,02	3,841
<i>Evadne spinifera</i>	0	0	0	0	26,20	1,048
<i>Pleopis polyphenioides</i>	652,14	5,869	1,68	0,014	48,69	0,438
Ракушкообразные раки						
Ostracoda	0,37	0,022	0	0	0,98	0,059
Коловратки						
Rotatoria	411,92	0,947	0	0	0,49	0,001
Оболочники						
<i>Oikopleura dioica</i>	250,13	1,751	0	0	1913,59	13,395
Щетинкочелюстные						
<i>Sagitta setosa</i>	4,99	0,120	3,07	0,059	191,28	7,459
Личинки бентосных животных						
Gastropoda	880,17	2,200	595,26	1,488	264,28	0,661
Decapoda	12,86	1,286	53,63	5,363	4,24	0,424
Polychaeta	351,01	2,106	155,54	0,933	679,21	0,473
Foraminifera	2,91	0,007	1,17	0,002	4,72	0,012
Cirripedia	2785,72	16,805	431,81	2,681	1035,87	6,507
Lamellibranchiata	567,76	7,703	46965,38	140,896	5434,75	16,305
<i>Bryozoa sp. (Chyphonautes)</i>	3,17	0,007	252,62	0,581	58,66	0,135
<i>Larva Phoronis euxinicola</i>	17,55	0,040	84,67	0,195	0	0
Динофитовые						
<i>Noctiluca miliaris</i>	980,87	78,470	1,12	0,090	0	0
Гидромедузы						
<i>Coryne tubulosa</i>	3,06	0,122	0,15	0,006	75,62	3,02
Гребневники						
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	42,41	-	48,51	-	0	-
<i>Beroe ovata</i>	0,30	-	86,40	-	16,89	-
Общая сумма	20232,21	141,549	52365,11	165,274	34713,89	160,843

В июле количественные показатели развития кормового зоопланктона на исследованной акватории были значительно выше: средняя численность возросла в 2,7, а биомасса – в 2,6 раза и, соответственно, равнялись 52228,9 экз./м³ и 165,2 мг/м³. Однако, если в июне в кормовом зоопланктоне доминантами были копеподы, то в период исследования лидировали личинки донных беспозвоночных, а среди них – личинки двустворчатых моллюсков. На их долю приходилось 90 % численности и 85 % биомассы. Копеподы выступали субдоминантами (7 % численности и 8 % биомассы суммар-

ного зоопланктона), причем среди них, как и в июне, доминировала теплолюбивая *A. tonsa*. В незначительных количествах встречалась *A. patersoni* (2,8 экз./м³). Зоопланктон был представлен практически кормовыми формами.

Таблица 2

Количественные показатели развития кормового зоопланктона в слое 0-дно в юго-восточной части Керченского полуострова в летне-осенний период 2015 г.

Месяц	Численность, экз./м ³			Биомасса, мг/м ³		
	min	среднее	max	min	среднее	max
Июнь	7528	19205,6	45719	21,8	63,0	138,8
Июль	3301	52228,9	404118	11,4	165,2	1307,3
Октябрь	7708	34621,4	99643	43,0	157,8	323,7

В сравнении с июлем, в октябре средняя численность зоопланктона уменьшилась в 1,5 раза и равнялась 34621,4 экз./м³. Средняя биомасса оставалась практически на уровне июля и составила 157,8 мг/м³. Среди кормового зоопланктона как по численности, так и по биомассе доминировали копеподы (70 и 45 %, соответственно), среди них – *O. brevicornis* (59 и 32 %). Субдоминантными видами были *C. ponticus* и *A. tonsa*, причем их доля в численности кормового зоопланктона была практически одинаковая. В биомассе доля *C. ponticus* составляла 9 %, *A. tonsa* – 2 %. Отмечалось снижение численности *A. patersoni* с 2,8 экз./м³ в июле до 0,9 экз./м³ в октябре. Личинки донных беспозвоночных в кормовом зоопланктоне в этот период выступали субдоминантами. Среди них, как и в июле, доминировали личинки двустворчатых моллюсков (16 % численности и 10 % биомассы). Из других групп кормового зоопланктона по численности лидировали аппендикулярии *O. dioica* (16 %), а по биомассе – ветвистоусые раки *P. avirostris* (21 %). В суммарной численности зоопланктона доля кормового в среднем составила около 100 %, в биомассе – 98 %.

Некормовой зоопланктон был представлен гребневиками, медузами и ночесветкой. В июне в формировании численности, а особенно биомассы, зоопланктона играла ночесветка *N. miliaris*. В общей численности зоопланктона ее доля была невелика (5 %), а по биомассе она достигала 56 %. Кроме ноктилюки, встречались личинки гребневиков *M. leidyi* (42,4 экз./м³) и *B. ovata* (0,3 экз./м³). В июле ночесветка *N. miliaris* отмечалась в незначительных количествах, составляя в общей численности и биомассе менее 1 %. Численность личинок гребневика *M. leidyi* была практически такой же, как и в июне (48,5 экз./м³), доля *B. ovata* возросла с 0,3 экз./м³ в июне до 86,4 экз./м³ в июле. В октябре ночесветка *N. miliaris* и личинки гребневика *M. leidyi* не были обнаружены. Наблюдалось снижение личинок гребневика *B. ovata* до 16,9 экз./м³, против 86,4 экз./м³ в июле. Среди некормовых организмов доминировала *C. tubulosa* (92 % численности).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, за весь период исследования видовой состав зоопланктона юго-восточной части Керченского полуострова был практически одинаковым. Отмечалась смена руководящих видов, обусловленная сезонной динамикой развития зоопланктона, а также количественных характеристик кормового зоопланктона. В планктоне было обнаружено 29 видов животных, 8 из которых представлены копеподами. В незначительном количестве встречалась *Anomalocera patersoni*. Средняя биомасса кормового зоопланктона в июне равнялась 63,0 мг/м³. В июле и октябре развитие кормового зоопланктона находилось практически на одном уровне, средние биомассы, соответственно, равнялись 165,2 и 157,8 мг/м³. В июне доминировали копеподы, среди которых – *Acartia tonsa*. В июле преобладали личинки донных беспозвоночных, доминантами выступали личинки двустворчатых моллюсков. В октябре, как и в июне, доминирующей группой были копеподы, среди них *Oithona brevicornis*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загородняя Ю.В., Павловская Т.В., Морякова В.К. Современное состояние зоопланктона у берегов Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 50-60.
2. Ковалев А.В. Таксономический состав зоопланктона Черного моря // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 44-49.
3. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Вязун Е.В. Тенденции формирования кормовой базы планктоноядных рыб в Азовском и Черном морях в современный период // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем : мат. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 9-12 окт. 2006 г.). – Ростов-н/Д., 2006. – С. 271-273.
4. *Определитель фауны Черного и Азовского морей* (в трех томах) // Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – К.: Наукова думка, 1969. – Т. 2. – С. 536.
5. Петина Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона в Черном море // Тр. Севастопольской биологической станции. – 1957. – Т. 9. – С. 39-57.

Поступила 14.04.2016 г.

Zooplankton of the south-eastern part of the Kerch Peninsula in the summer and autumn seasons of 2015. N. B. Zaremba. Results of the research studies, carried out in summer and autumn of 2015 in the south-eastern part of the Crimean Peninsula have shown significant changes in quantitative development of zooplankton, as well as a change in dominant species, preconditioned by seasonal dynamics of organisms development during the investigated period. Zooplankton was represented by common species, indicative for the Black Sea. Altogether, 29 species have been recorded, and copepods constituted 8 of them. Big copepod *Anomalocera patersoni* that had been frequently observed in the surface layer of the Crimean coastal waters before introduction of ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, was found in small numbers. Copepod of *Monstrilla* sp. was occasionally reported at some stations. Mean biomass of fodder zooplankton was 63.0 mg/m³ in June. In July and October, development rates of zooplankton organisms were significantly higher. Development of fodder zooplankton was almost on the same level. Mean biomass was 165.2 mg/m³ in July and 157.8 mg/m³ in June. Copepods prevailed in fodder zooplankton in June, larvae of bottom invertebrates – in July. In June, *Acartia tonsa* was a major contributor to quantitative values of fodder zooplankton development, in July major contributors were larvae of bivalve molluscs. In October, copepods were dominant in fodder zooplankton again. Out of all copepods, *Oithona brevicornis* was a significant part of fodder zooplankton abundance and biomass. Non-fodder zooplankton was represented by four species (ctenophores, jellyfish, and sea sparkle). Among non-fodder species, sea sparkle *Noctiluca miliaris* was crucial for zooplankton biomass and abundance formation in June. In July, sea sparkle *N. miliaris* was found in small amounts; in October, it was not recorded. Apart from *Noctiluca*, larvae of ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* as well as a hydroid *Coryne tubulosa* were found. Their percentage rate in zooplankton quantitative development was insignificant.

Keywords: *Anomalocera patersoni*, *Mnemiopsis leidyi*, *Acartia tonsa*, *Oithona brevicornis*, *Monstrilla*, *Noctiluca miliaris*, zooplankton, food organisms, species composition, check lists, abundance, biomass, dominant species, Crimean Peninsula, Black Sea, Azov Sea

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ЗООБЕНТОСА НА РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

А. С. Терентьев, н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: terentiev_a_s@azniirkh.ru

В Керченском предпроливье Черного моря в диапазоне глубин 10-100 м обнаружено 132 вида донных животных. Максимальное видовое богатство зафиксировано на глубине 20-30 м: здесь отмечено 80 видов донных животных. На глубине 90-100 м оно уменьшилось до 16 видов. Весь зообентос предпроливья можно разделить на 2 большие страты, граница между которыми проходит в районе 50 м изобаты. Они выделяются как для всего зообентоса в целом, так и для многих больших таксономических групп. Граница между этими стратами совпадает с верхней границей распространения фазеолиновых илов. Мелководная страта отличается большим видовым разнообразием, чем глубоководная. На мелководье выделяется несколько более мелких страт, особенно заметных при рассмотрении отдельных таксономических групп (губки, ракообразные, двустворчатые моллюски). Изменения видового богатства глубоководной страты происходят в основном за счет его обеднения. На глубине 40-60 м расположен экотон при переходе от сообщества заиленной мидийной ракушки к сообществу фазеолинового ила. Расчеты показывают, что видовое богатство на 11-22 % зависит от глубины, на 20-32 % – от типа грунта и на 13-29 % – от совместного влияния глубины и типа грунта. Появление более мелких страт выше фазеолинового ила во многом зависит от распределения грунтов. Если глубоководная страта расположена в основном на фазеолиновом иле, то мелководная лежит на песчанистых, ракушевых и илистых грунтах, причем сами грунты достаточно тесно связаны с глубиной. Разнообразие грунтов на глубинах менее 50 м во многом объясняет образование мелких, различающихся между собой по видовому богатству разрезов.

Ключевые слова: видовое разнообразие, Керченское предпроливье, Черное море, зообентос

ВВЕДЕНИЕ

Видовое богатство продолжает быть одним из наиболее приоритетных направлений исследования. Керченское предпроливье расположено в северо-восточной части Черного моря, возле пролива, соединяющего Черное и Азовское моря. Оно простирается вдоль Керченского и Таманского полуостровов. Это район, где происходит нагул многих ценных в промысловом значении видов рыб и их миграция между Черным и Азовским морями. В то же время этот район подвержен сильному антропогенному воздействию, такому как промышленный лов, активное судоходство, дампинг грунта. Ранее здесь проводился запрещенный в настоящее время донный промысел рыбы. Изучение видового состава зообентоса, его структуры и распределения по глубине является необходимым для решения задач по охране природы Черного моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в мае-июле 1986-1990 гг. Бентосные пробы отбирались дночерпателями «Океан» площадью охвата 0,25 м² на глубинах от 10 до 100 м. В течение всего периода исследований выполнено 340 станций на площади 5,3 тыс. км² (рис. 1).

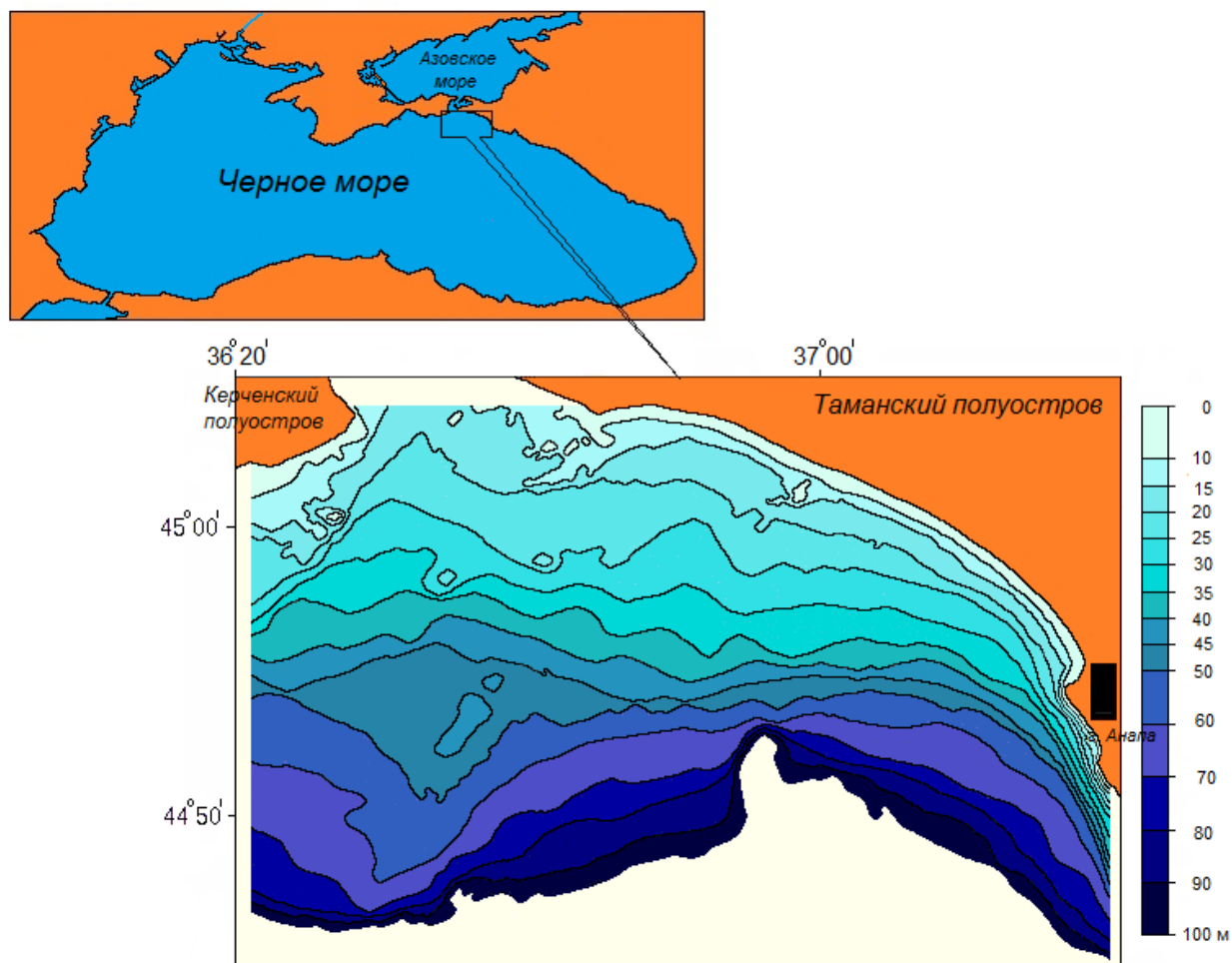


Рис. 1 Район исследований и его рельеф

Сбор материала осуществлялся по общепринятым методикам [4]. Таксономическая обработка проб осуществлялась по определителю фауны Черного и Азовского морей [9-11]. Постоянство видов (C) рассчитывалось по формуле $C = 100p/P$, где p – число проб, содержащих данный вид; P – общее количество проб. В зависимости от значения (C) выделялись следующие категории видов: более 50 % – постоянные ($И$), 25-50 % – добавочные ($Д$), менее 25 % – редкие ($Р$) [13, 14]. Виды, отмеченные единично, выделялись в категорию очень редких видов ($Ор$). В качестве меры сходства между отдельными сообществами использовались широко распространенные индексы Чекановско-Серенса $I_{cs} = \frac{2c}{a+b}$ и Синкевича-Симпсона $I_{ss} = \frac{c}{a}$, при $b \geq a$, где a и b – количество видов в первом и втором списке, c – количество общих видов. Индекс Чекановско-Серенса показывает отношение количества общих видов к среднему арифметическому количеству видов в двух списках, а индекс Синкевича-Симпсона – отношение числа общих видов к числу видов в меньшем списке. Эти индексы хорошо дополняют друг друга при описании сходства и различия сообществ. Степень влияния различных факторов оценивалась с помощью дисперсионного анализа [8, 12]. В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элригхом [15]. Достоверность различий оценивалась с помощью параметрических и непараметрических критериев при 5 % уровне значимости ($P > 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На акватории Керченского предпроливья было обнаружено 132 вида донных животных. Большая часть видового разнообразия приходилась на полихеты и двустворчатые моллюски (рис. 2).

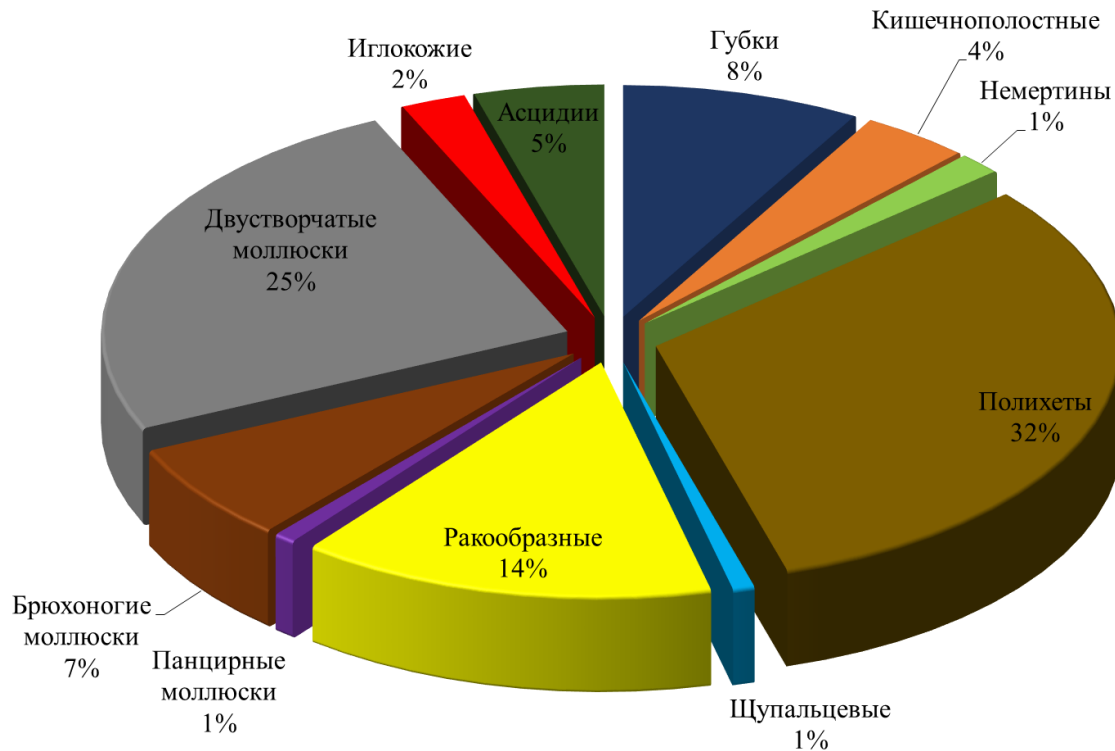


Рис. 2 Видовое разнообразие биоценоза Керченского предпролива Черного моря

Полихеты были представлены 42 видами, двустворчатые моллюски – 33 видами. Обнаружено 19 видов ракообразных, губок – 11, брюхоногих моллюсков – 9, асцидий – 6, кишечнополостных – 5, иглокожих – 3, щупальцевых и панцирных моллюсков – по одному виду. Немертины до вида не определялись.

Губки отсутствовали в прибрежной зоне и на глубинах более 70 м, на остальных глубинах они также встречались довольно редко. Наибольший видовой состав этой группы животных наблюдался в диапазоне 40-50 м, где они были представлены 7 видами (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав зообентоса на различных глубинах Керченского предпролива Черного моря в 1986-1990 гг.

Вид	Глубина, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Тип: Porifera										
Класс: Porifera										
<i>Dysidea fragilis</i>		Op	Op	Op	Op					
<i>Haliclona angulata</i>				Op						
<i>Haliclona ascidia</i>				Op						
<i>Haliclona gracilis</i>				P	Op	Op				
<i>Haliclona pallida</i>				Op						
<i>Haliclonissa digitata</i>		Op	Op	P						
<i>Mycale syrinx</i>					Op	Op				
<i>Petrosia dura</i>		Op	P							
<i>Suberites carnosus</i>				Op	Op					
<i>Suberites prototipus</i>				Op						
<i>Sycon ciliatum</i>				Op	Op	Op				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип: Coelenterata									
Класс: Hydrozoa									
<i>Hydractinia carnea</i>		Op							
<i>Obelia longissima</i>		Op							
Класс: Anthozoa									
<i>Actinothoe clavata</i>	P	Op	Op	Op					
<i>Edwardsia claparedii</i>		Op							
<i>Pachycerianthus solitarius</i>			Op	Op	Op	P	Д	Д	П
Тип: Nemertini									
Класс: Nemertini									
<i>Lineus lacteus</i>	Op								
<i>Nemertini g. sp.</i>	Op	P	P	P					
Тип: Annelida									
Класс: Polychaeta									
<i>Amphitrite gracilis</i>	P	Д	P	Op	Op	Op			
<i>Capitella capitata</i>	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op
<i>Capitomastus minimus</i>	Op	Op	Op	Op					
<i>Clymene collaris</i>		Op							
<i>Clymene patermitata</i>	Op								
<i>Eteone picta</i>	Op								
<i>Eunice vitata</i>	P	Op							
<i>Glycera alba</i>	Op	Op							
<i>Glycera gigantea</i>	Op								
<i>Glycera tridactyla</i>	P	P	P						
<i>Harmothoe imbricata</i>	Op								
<i>Harmothoe reticulata</i>		P	Op	Op					
<i>Heteromastus filiformis</i>				Op					
<i>Leiochone clypeata</i>	Op								
<i>Melinna palmata</i>	Д	Op	Op	Op	P	P	Op	Op	Op
<i>Mercierella enigmatica</i>	Op								
<i>Nephtys cirrosa</i>		P	P	Op	Op	Op	Op	Op	Op
<i>Nephtys hombergii</i>	Д	П	Д	Д	Д	P	Op	Op	P
<i>Nephtys longicornis</i>	Op	P	P	P	P	P	P	Op	Op
<i>Nereis diversicolor</i>				Op					
<i>Nereis longissima</i>	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op		
<i>Nereis rava</i>		Op							
<i>Nereis succinea</i>		Op							
<i>Nereis zonata</i>		Op							
<i>Nerinides tridentata</i>	Op								
<i>Notomastus latericeus</i>			Op	Op	P	P	Op	Op	P
<i>Notomastus profundus</i>	Op								
<i>Pectinaria koreni</i>	P	Д	Op						
<i>Perinereis cultrifera</i>	P	Д	Op						
<i>Petaloproctus terricola</i>	Op	Op							
<i>Pholoe synophthalmica</i>		Op							
<i>Phyllodoce lineata</i>						Op			
<i>Phyllodoce maculata</i>		Op	Op	P	P	P	Op	Op	Op
<i>Phyllodoce paretii</i>			Op						
<i>Phyllodoce tuberculata</i>		Op	Op	Op					
<i>Phyllodoce vittata</i>	Op	Op	Op	Op	Op				
<i>Platynereis dumerilii</i>	Op								
<i>Policirrus pallidus</i>		Op							
<i>Pomatoceros triqueter</i>		Op							
<i>Spio filiformis</i>	Op								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Terebellides stroëmi</i>	Д	П	П	П	П	П	П	Д	П
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>			Op						
Тип: Tentaculata									
Класс: Phoronidea									
<i>Phoronis psammophila</i>	Op	Op	Op	Op	Op	Op			
Тип: Arthropoda									
Класс: Crustacea									
<i>Ampelisca diadema</i>	Op	P	Op	Op					
<i>Apseudopsis ostroumovi</i>			Op						
<i>Balanus improvisus</i>	P	P	P	Op	Op	Op			
<i>Cardiophilis baeri</i>	P								
<i>Caprella acanthifera</i>	P								
<i>Colomastix pusila</i>					Op				
<i>Diogenes pugilator</i>	Д	Op							
<i>Euridice spinigera</i>	P								
<i>Gammarus subtypicus</i>					Op				
<i>Gmelina costata</i>				Op					
<i>Iphinoë maeotica</i>	Op	Op	Op	Op					
<i>Melita palmata</i>	Op								
<i>Microdeutopus damnoniensi</i>	Op								
<i>Phthisica marina</i>			Op						
<i>Pilumnus hitrellus</i>		Op							
<i>Pseudocuma cercaroides</i>	Op								
<i>Sphaeroma pulchellum</i>		P	Op	Op	Op	Op	Op		
<i>Sphaeroma serratum</i>			Op						
<i>Synisoma capito</i>		Op	P	P	Op	Op			
Тип: Mollusca									
Класс: Loricata									
<i>Lepidochitona cinerea</i>	Op	P							
Класс: Gasropoda									
<i>Bela nebula</i>	Op	Op							
<i>Bittium reticulatum</i>		P	Op	Op					
<i>Calyptraea chinensis</i>	Д	П	Д	P					
<i>Cerithidium pusillum</i>	Op	Op	Op	Op					
<i>Gibbula albida</i>	Op								
<i>Hydrobia acyta</i>	P								
<i>Retusa truncatella</i>	P								
<i>Tritia reticulata</i>	Д	Д	Д	P					
<i>Trophonopsis breviata</i>			P	P	Op	Op			
Класс: Bivalvia									
<i>Abra alba</i>	Op	Op							
<i>Abra nitida</i>		Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	
<i>Abra ovata</i>	Op	Op							
<i>Abra renieri</i>	P	P	P	P	Op	Op	P	Op	Op
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	P	P	P	P	Op	P	P		
<i>Acanthocardia tuberculata</i>		P	P						
<i>Cerastoderma glaucum</i>	P	P	Op	Op	Op	Op			
<i>Chamelea gallina</i>	П	Д	Op						
<i>Cunearca cornea</i>	Op								
<i>Donax semistriatus</i>	Op								
<i>Flexopecten ponticus</i>		P							
<i>Galactella lactea</i>	Op								
<i>Gastrana fragilis</i>		Op							
<i>Gouldia minima</i>	Д	П	Д						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Lentidium mediterraneum</i>	Op								
<i>Loripes lucinalis</i>		Op	Op	Op					
<i>Lucinella divaricata</i>	Op								
<i>Moerella donacina</i>	Op								
<i>Moerella tenuis</i>	Op								
<i>Modiolus adriaticus</i>	Д	П	Д	Op					
<i>Modiolus phaseolinus</i>		Op	Д	П	П	П	Д	П	П
<i>Mya arenaria</i>	Op								
<i>Mysella bidentata</i>		Op							
<i>Mytilaster lineatus</i>	Р	Р	Op						
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Р	Д	П	Д	Op	Op			
<i>Parvicardium exiguum</i>	Д	Р							
<i>Pitar rudis</i>	П	П	Д	Op	Op				
<i>Plagiocardium papilosum</i>		Op	Р	Р	Р	Op	Р	Op	Op
<i>Plagiocardium simile</i>	Op	Op	Op	Р	Р	Р	Р		
<i>Polititapes aurea</i>	Op	Op	Op	Р	Р	Р	Р		
<i>Polititapes petalina</i>	Р	Д	Р						
<i>Spisula subtruncata</i>	Д	Д	Р	Op	Op				
<i>Spisula triangula</i>	Op	Op	Op						
Тип: Ecinodermata									
Класс: Holothurioidea									
<i>Leptosynapta inchaerens</i>		Op	Op	Op					
<i>Stereoderma kirchbergi</i>			Д	Р	Р	Р			
Класс: Ophiuroidea									
<i>Amphiura stepanovi</i>	Op	Р	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Тип: Chordata									
Класс: Ascidiacea									
<i>Asciidiella aspersa</i>	Р	Д	Р	Op					
<i>Botryllus schlosseri</i>	Op	Op	Op	Op					
<i>Ciona intestinalis</i>			Р	Op					
<i>Ctenicella appendiculata</i>	Р	Op	Р	Р	Op	Р	Op	П	Д
<i>Eugira adriatica</i>		Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op
<i>Molgula euprocta</i>	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op	Op

Примечание: Поскольку данный список составлен на основании дночерпательных сборов, то его нельзя считать полным потому, что дночерпатель улавливает преимущественно малоподвижные виды и виды, представленные сравнительно большим количеством особей [3]. Если принять экспоненциальную модель зависимости между количеством проб и числом встреченных видов [7], то разница между теоретически рассчитанным экспоненциальным значением и фактически обнаруженным количеством видов равнялась 40 %. Недоучет видового разнообразия, по-видимому, приходился в основном на редкие и очень редкие виды.

Обращает на себя внимание полная несхожесть видового состава губок в наиболее мелководной и глубоководной стратах их обитания (табл. 2).

Наиболее сходны участки, лежащие на глубинах менее 40 м. Причем, на глубинах 20-30 м отсутствуют встречающиеся глубже *S. prototipus* и *S. ciliatum*. Фактически более или менее четко выделяются 3 страты: 20-40, 40-60 и 60-70 м (рис. 3).

В мелководную страту входит 5 видов, причем *P. dura* и *S. prototipus* не встречаются помимо нее. Наибольшим видовым разнообразием отличается средняя страта: в ее состав входит 9 видов, или 82 % видового разнообразия всех губок предпроливья. Причем с увеличением глубины видовое богатство уменьшается. Только в этой страте встречаются *H. angulata*, *H. ascidia*, *H. pallida* и *S. carnosus*. В наиболее глубоководной страте были отмечены только *H. gracilis* и *M. syrins*, причем оба эти вида не встречаются на мелководье. *M. syrins* присутствует только на наиболее глубоководных участках средней страты.

**Сходство видового состава губок на различных глубинах
в Керченском предпроливье Черного моря**

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса				
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
20-30		0,75	0,36	0,25	0,00
30-40	1,00		0,46	0,40	0,00
40-50	0,67	0,60		0,46	0,20
50-60	0,33	0,40	0,60		0,57
60-70	0,00	0,00	0,50	1,00	

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

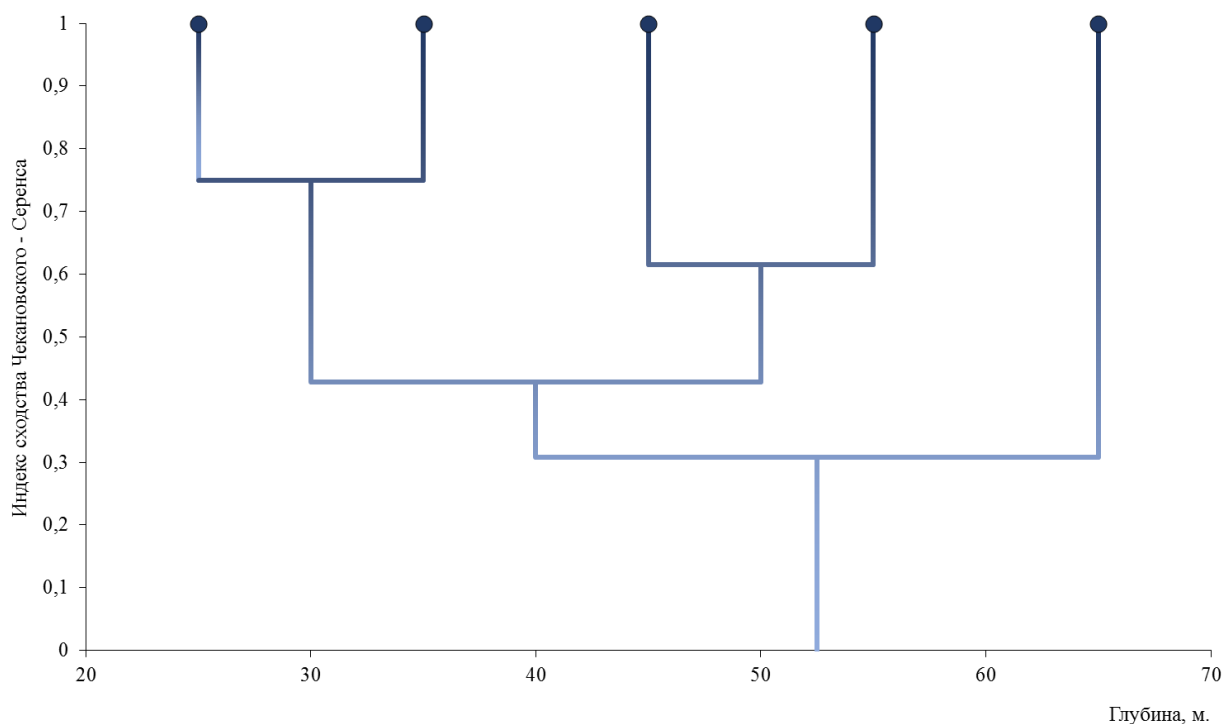


Рис. 3 Дендрограмма сходства видового состава губок на различных глубинах

Кишечнополостные были представлены двумя классами. Гидрозои изредка отмечались в диапазоне 20-30 м. Коралловые полипы насчитывали 2 вида актиний, обитавших до 50 м глубины, и одиночного шестилучевого коралла *P. solitarius*, обитавшего на глубине более 30 м, причем его встречаемость с глубиной увеличивается.

Сходство видового состава кишечнополостных на различных глубинах представлено в табл. 3.

Наиболее богатым видовым составом отличаются глубины 20-30 м. Здесь обнаружено 80 % всего видового разнообразия. Следует отметить, что 75 % кишечнополостных этой страты не были обнаружены за ее пределами. На более мелких глубинах присутствует только *A. clavata*. На больших глубинах появляется *P. solitarius*. До глубины 50 м его сопровождает *A. clavata*, однако на больших глубинах она исчезает и остается только *P. solitarius*. Нужно учесть, что по видовому составу кишечнополостных наиболее мелководные и глубоководные страты оказались совершенно несхожими.

Полихеты встречаются во всем диапазоне глубин. Наибольшим видовым разнообразием отличается мелководная часть: до глубины 30 м было обнаружено 34 вида полихет. С ее увеличением их видовой состав уменьшается, и глубже 80 м эта таксономическая группа представлена всего 8 видами. Во всем диапазоне глубин присутствуют *C. capitata*, *M. palmata*, *N. hombergii*, *N. longicornis* и *T. stroemi*. Среди полихет наиболее распространенными оказались *N. hombergii* и *T. stroemi*.

Таблица 3

**Сходство видového состава кишечнорастных на различных глубинах
в Керченском предпроливье Черного моря**

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса								
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
10-20	0,40	0,67	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-30	1,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-40	1,00	0,50	1,00	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
40-50	1,00	0,50	1,00	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
50-60	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60-70	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
70-80	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80-90	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90-100	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

Сообщество полихет отличается высоким сходством видového разнообразия на разных глубинах. Индекс Чекановского-Серенса в среднем равнялся $0,66 \pm 0,03$, а Синкевича-Симпсона – $0,88 \pm 0,02$ (табл. 4).

Таблица 4

**Сходство видového состава полихет на различных глубинах
в Керченском предпроливье Черного моря**

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса								
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
10-20	0,59	0,55	0,44	0,44	0,39	0,35	0,30	0,30	0,30
20-30	0,60	0,71	0,62	0,59	0,49	0,46	0,41	0,41	0,41
30-40	0,63	0,84	0,80	0,73	0,67	0,64	0,59	0,59	0,59
40-50	0,56	0,81	0,88	0,81	0,74	0,72	0,67	0,67	0,67
50-60	0,73	0,91	1,00	1,00	0,91	0,90	0,84	0,84	0,84
60-70	0,64	0,82	0,91	0,91	0,91	0,90	0,84	0,84	0,84
70-80	0,67	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,94	0,94
80-90	0,62	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90-100	0,62	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

Заметно повышение видového сходства с увеличением глубины. Больше всего отличается самая мелководная страта, лежащая на глубине 10-20 м. Ее средний уровень сходства с остальными стратами по Чекановскому-Серенсу равнялся $0,42 \pm 0,04$, при этом не менее 60 % видového состава было общим для более глубоких страт (рис. 4).

Для мелководной страты были характерны *C. patermitata*, *E. picta*, *G. gigantea*, *H. imbricata*, *L. chlypeata*, *M. enigmatica*, *N. tridentata*, *N. profundus*, *P. dumerilii* и *S. filiformis*. На страте в пределах 20-30 м видového разнообразие было максимальным: здесь обнаружено 26 видов полихет. Однако следует отметить, что ей практически не уступает видového богатство наиболее мелководной страты, причем такие виды, как *C. collaris*, *N. rava*, *N. succinea*, *N. zonata*, *P. synophthalmica*, *P. pallidus*, *P. triqueter* на других глубинах отмечены не были.

На больших глубинах наблюдается постепенное сокращение видového состава. В среднем здесь на каждые 10 м глубины теряется 13 % видов полихет. Начиная с 40 м глубины, изменение видového состава происходит только за счет сокращения видového разнообразия. Новые виды на больших глубинах практически не появляются. Страту 40-100 м можно считать одним комплексом. Средний уровень сходства по Чекановскому-Серенсу в ней равнялся $0,84 \pm 0,03$, а по Синкевичу-Симпсону – $0,99 \pm 0,01$, что является очень высокими значениями. Отдельные находки таких видов, как *P. lineata*

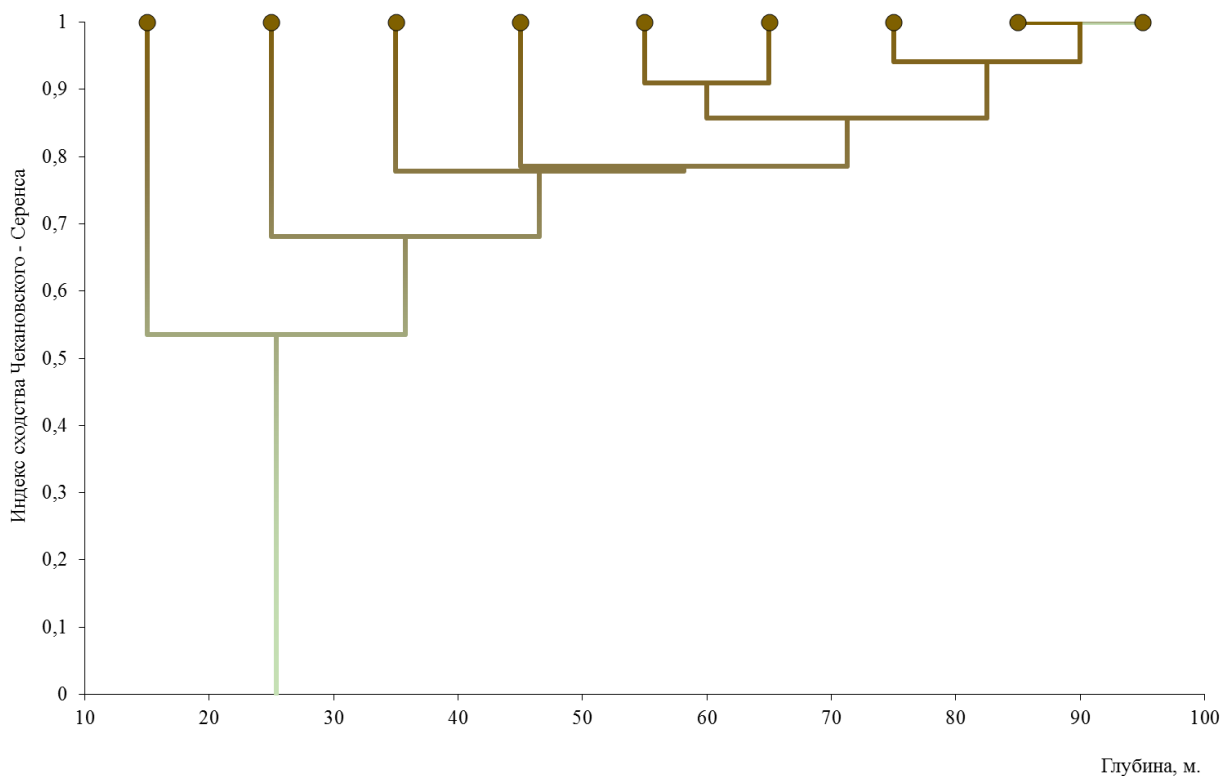


Рис. 4 Дендрограмма сходства видового состава полихет на различных глубинах

редки и в целом полученную картину не меняют. Таким образом, страта 30-40 м может считаться переходной. Ее среднее сходство с более мелководными стратами по Чекановскому-Серенсу равнялось $0,63 \pm 0,11$, по Синкевичу-Симпсону – $0,74 \pm 0,14$. Для более глубоководных страт эти значения, соответственно, равняются $0,67 \pm 0,04$ и $0,96 \pm 0,03$. В этой страте много видов, входящих в более мелководные страты, но в то же время почти все виды, встречающиеся глубже 40 м, входят и в эту страту. Характерными для нее были только *P. paretii* и *V. infundibulum*, но они встречались достаточно редко.

Форониды изредка встречались на глубине до 70 м.

Ракообразные были обнаружены на глубине до 80 м. Наиболее глубоко опускалась *S. pulchellum*. По мере увеличения глубины видовое разнообразие ракообразных уменьшалось. Видовой состав наиболее мелководной и глубоководной частей оказался совершенно несхожим. На данных глубинах полностью отсутствуют общие виды (табл. 5).

Таблица 5

Сходство видового состава ракообразных на различных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса						
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
10-20	0,57	0,47	0,33	0,75	0,13	0,15	0,00
20-30	0,57	0,67	0,77	0,50	0,60	0,25	
30-40	0,38	0,71	0,71	0,46	0,36	0,22	
40-50	0,50	0,83	0,83	0,55	0,22	0,29	
50-60	0,20	0,60	0,60	0,60	0,75	0,33	
60-70	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	
70-80	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Индекс сходства Синкевича-Симпсона							

Все донное население ракообразных по глубине можно разделить на две большие страты – мелководную и глубоководную. Граница между ними проходит в районе 50 м изобаты. Они довольно сильно различаются между собой по видовому составу, индекс сходства по Чекановскому-Серенсу равен 0,27, причем около 60 % видового разнообразия было общим (рис. 5).

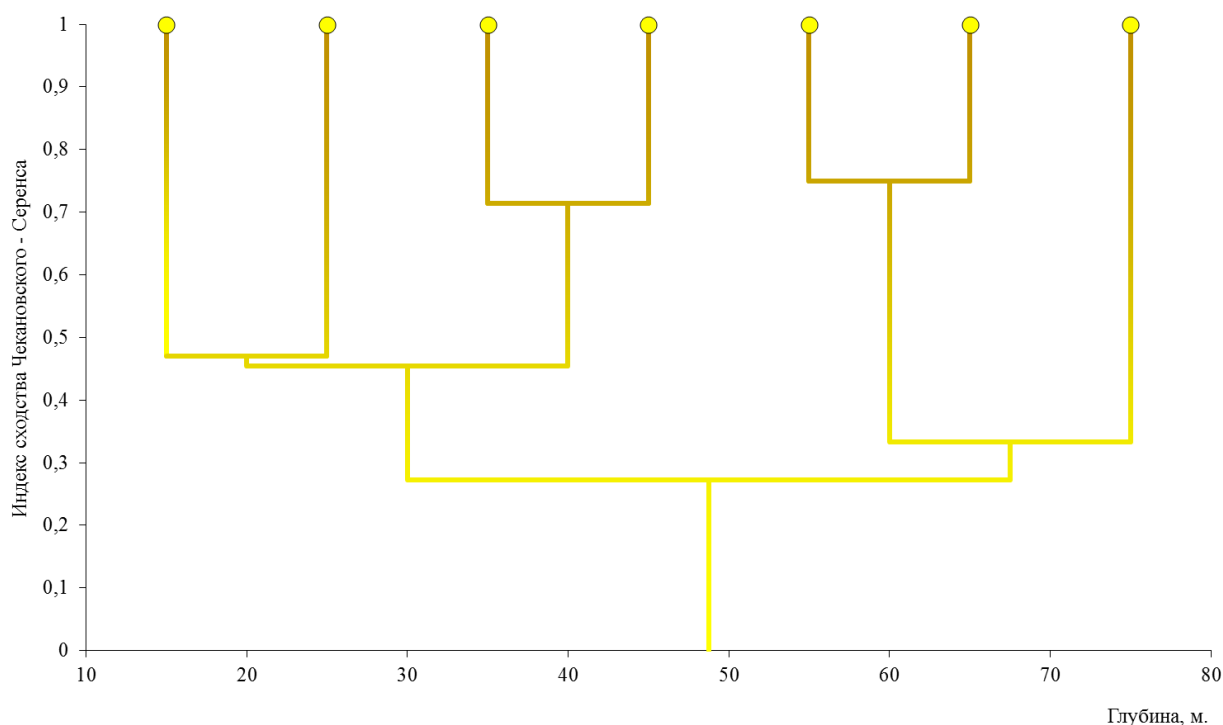


Рис. 5 Дендрограмма сходства видового состава ракообразных на различных глубинах

Мелководная страта расположена на глубинах от 10 до 50 м. Она насчитывает 17 видов ракообразных. В ней также четко выделяются 2 страты: собственно мелководная, располагающаяся до глубины 30 м, и средняя, лежащая на глубинах от 30 до 50 м.

Мелководная страта насчитывает 13 видов. На мелководье обнаружено 10 видов, а глубже – 7.

Средняя страта насчитывает 9 видов ракообразных. Ее сходство по Чекановскому-Серенсу с мелководной стратой было 0,45, а с глубоководной – 0,33. Общим было, соответственно, 56 и 60 % видового разнообразия.

Глубже 50 м располагается глубоководная страта. В ее видовом составе насчитывается всего 5 видов: *B. improvisus*, *C. pusila*, *G. subtipicus*, *S. pulchellum* и *S. capito*. Причем глубже 60 м остается только *S. pulchellum*.

В целом видовой состав ракообразных глубоководной части являлся обедненным видовым составом мелководной.

Панцирные моллюски изредка встречались до 30 м изобаты.

Брюхоногие моллюски не встречались глубже 70 м. Наибольшим видовым разнообразием они отличались в мелководной части: на глубине 10-20 м было обнаружено 7 видов. Глубже 50 м изредка попадался только *T. breviata*. Среди брюхоногих моллюсков наиболее распространенными были *C. chinensis* и *T. reticulata*.

Видовой состав этой таксономической группы на разных глубинах довольно сильно различался (табл. 6).

В среднем для всего диапазона глубин значение индекса Чекановского-Серенса равнялось $0,44 \pm 0,09$, а Синкевича-Симпсона – $0,64 \pm 0,11$. Четко выделяются 2 страты: первая располагается на глубинах 10-50 м, вторая на глубине 50-70 м (рис. 6).

В первой страте насчитывается 9 видов, т. е. сюда входят все брюхоногие моллюски, обнаруженные в предпроливье. В этой страте выделяется 2 части. Первая расположена на глубине 10-20 м и

**Сходство видового состава брюхоногих моллюсков на различных глубинах
в Керченском предпроливье Черного моря**

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса					
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
10-20	0,80	0,67	0,50	0,50	0,00	0,00
20-30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00
30-40	0,60	0,80	1,00	1,00	0,33	0,33
40-50	0,60	0,80	1,00	1,00	0,33	0,33
50-60	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60-70	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

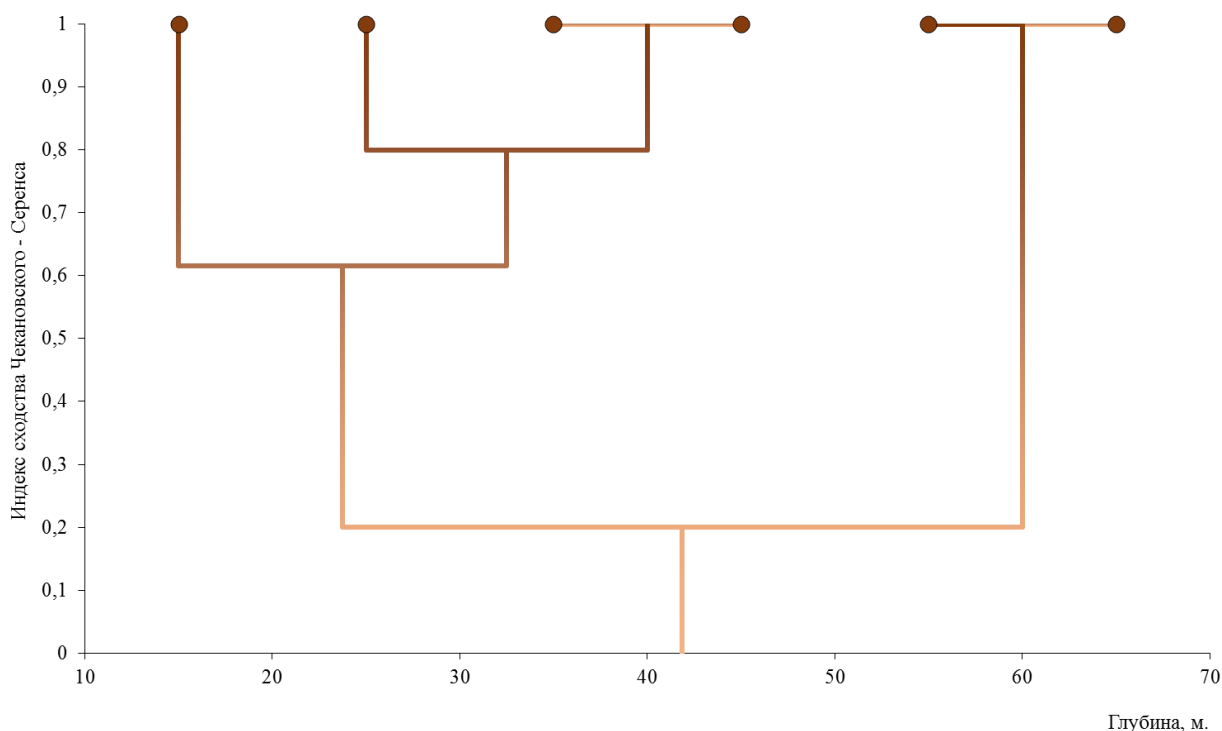


Рис. 6 Дендрограмма сходства видового состава брюхоногих моллюсков на различных глубинах

насчитывает 7 видов. Для нее характерными были *G. albida*, *H. acuta* и *R. truncatella*. Во второй обнаружено 6 видов. Фактически она является обедненной по видовому составу первой частью. Общими видами были: *B. nebula*, *C. chinensis*, *C. pusillum* и *T. reticulata*. То, что на мелководье не был обнаружен *B. reticulatum*, скорее, было случайностью, поскольку в других частях моря этот вид не является редким.

Во вторую страту входит единственный вид – *T. breviata*. Этот же моллюск изредка встречается в глубоководной части первой страты.

Обращает на себя внимание абсолютная несхожесть видового состава брюхоногих моллюсков в наиболее мелководной и наиболее глубоководной стратах.

Двустворчатые моллюски встречались по всей акватории предпроливья. Наибольшим видовым разнообразием отличалась мелководная часть до глубины 30 м, где общее количество видов достигало 33. Далее их видовой состав стремительно уменьшался, и глубже 90 м было обнаружено всего 3 вида. Во всем диапазоне глубин зарегистрирована только *A. renieri*, однако на всех глубинах она встречалась редко. Для небольших глубин массовыми видами были *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *P. exiguum*, *P. rudis*, *P. petalina* и *S. subtruncata*. Мидия *M. galloprovincialis* была массовым видом на глубинах от 20 до 50 м. На глубинах более 40 м массовым был *M. phaseolinus*.

В среднем уровень сходства видового состава двустворчатых моллюсков на разных глубинах равнялся по Чекановскому-Серенсу $0,56 \pm 0,04$, по Синкевичу-Симпсону – $0,91 \pm 0,03$. Необходимо отметить, что после 30 м значение индекса сходства по Сенкевичу-Симпсону становится равным 1 и в дальнейшем не изменяется (табл. 7).

Таблица 7

Сходство видового состава двустворчатых моллюсков на различных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Глубина, м	Индекс сходства Чекановского-Серенса								
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
10-20	0,68	0,64	0,47	0,44	0,35	0,25	0,07	0,07	0,07
20-30	0,68	0,86	0,68	0,61	0,53	0,44	0,28	0,21	0,21
30-40	0,74	1,00	0,81	0,73	0,64	0,54	0,35	0,27	0,27
40-50	0,69	1,00	1,00	0,92	0,82	0,70	0,47	0,38	0,38
50-60	0,73	1,00	1,00	1,00	0,90	0,78	0,53	0,43	0,43
60-70	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,62	0,50	0,50
70-80	0,57	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,60	0,60
80-90	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86
90-100	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

Между глубиной и видовым составом двустворчатых моллюсков существует устойчивая отрицательная связь ($r = -0,98 \pm 0,33$). В среднем на каждые 10 м глубины теряется 23 % их видового богатства. При этом глубже 30 м количество видов этой таксономической группы только уменьшается, новые виды не появляются. Этим и объясняется такое высокое значение индекса Синкевича-Симпсона, сопровождаемое снижением индекса Чекановского-Серенса.

Видовой состав двустворчатых моллюсков на глубине 80-100 м сильно отличается от такового на меньших глубинах (рис. 7).

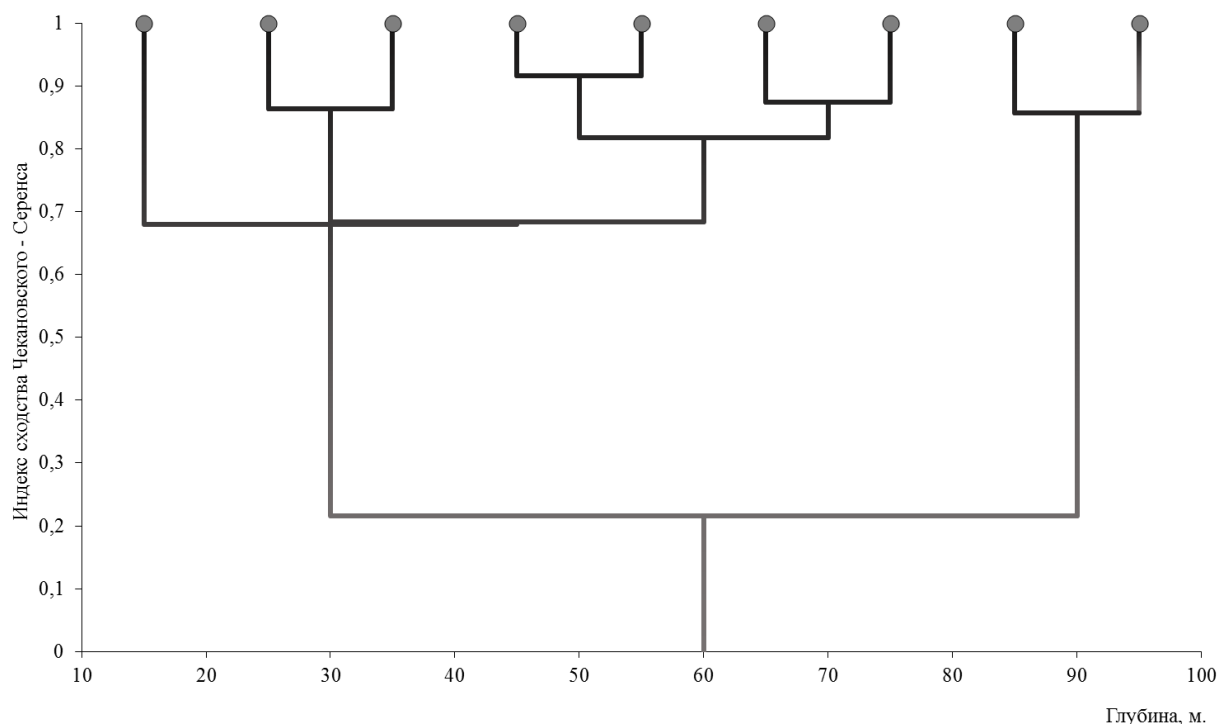


Рис. 7 Дендрограмма сходства видового состава двустворчатых моллюсков на различных глубинах

Всего здесь насчитывается 4 вида: *A. nitida*, *A. renieri*, *M. phaseolinus* и *P. papilosum*. Причем, кроме *M. phaseolinus*, все остальные виды относятся к категории очень редких.

В то же время наблюдается несхожесть между наиболее мелководной (10-20 м) и наиболее глубоководной (80-100 м) стратами. Значение индекса Чекановского-Серенса равнялось 0,07, при этом общей была только четверть видового состава. Мелководная страта довольно близка по своему видовому богатству средней страте, особенно участку 20-40 м. Характерными для нее были *C. cornea*, *D. semistriatus*, *G. lactea*, *L. mediterraneum*, *L. divaricata*, *M. donacina*, *M. tenuis*, *M. arenaria*. Данные виды не встречались на больших глубинах.

Иглокожих представляли 2 вида голотурий и 1 вид змеехвосток. Голотурии встречались в диапазоне глубин от 20 до 70 м, причем на глубинах 30-40 м *S. kirchbergi* была довольно обычным видом. Змеехвостка *A. stepanovi* была обычным видом на глубинах более 30 м. От 20 до 30 м она встречается редко, а на более мелких участках ее находки, скорее всего, следует отнести к случайным.

Наибольшее видовое разнообразие асцидий наблюдается в диапазоне 30-50 м. Здесь были найдены все 6 видов. На всех глубинах встречались *C. appendiculata* и *M. euprocta*, причем глубже 80 м *C. appendiculata* была массовым видом. Такие виды, как *A. aspersa*, *B. schlosseri* и *C. intestinalis* не встречались глубже 50 м. Следует учесть, что диапазон обитания *C. intestinalis* был довольно узким – всего 30-50 м. На глубине 20-30 м массовым видом была *A. aspersa*.

В целом видовое разнообразие зообентоса неравномерно распределяется по глубине (рис. 8).

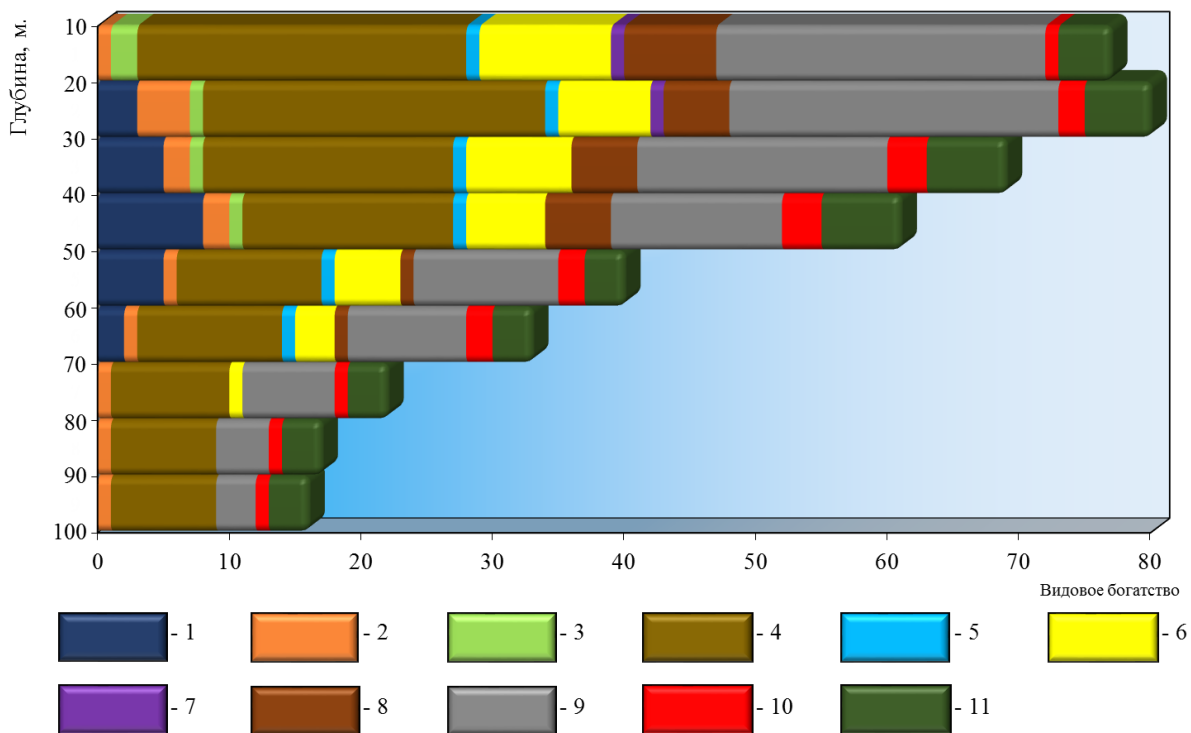


Рис. 8 Зависимость видового состава зообентоса от глубины.

Условные обозначения: 1 – губки, 2 – кишечнорастворимые, 3 – немуртины, 4 – полихеты, 5 – щупальцевые, 6 – ракообразные, 7 – панцирные моллюски, 8 – брюхоногие моллюски, 9 – двустворчатые моллюски, 10 – иглокожие, 11 – асцидии

На глубине 10-20 м насчитывалось 77 видов. На глубинах 20-30 м наблюдается максимальное видовое разнообразие – 80 видов. В дальнейшем оно сокращается в среднем на 20 % каждые 10 м, и на глубине 90-100 м макрозообентос был представлен только 16 видами. Сходная зависимость уже неоднократно отмечалась в литературе [2, 5, 6].

На всех глубинах в видовом составе преобладали полихеты и двустворчатые моллюски. На их долю в зависимости от глубины приходилось, соответственно, от 26 до 50 % и от 19 до 32 % всего видового богатства зообентоса. Причем наиболее высокая доля полихет в видовом богатстве наблю-

далась в наиболее глубоководной, а двустворчатых моллюсков – в наиболее мелководной части предпроливья. При этом наибольшего видового богатства как полихеты, так и двустворчатые моллюски достигают на глубине до 30 м. Максимальная доля губок в видовом разнообразии доходила до 13 % на глубине 40–60 м. С увеличением глубины роль ракообразных в видовом составе постепенно снижалась. Если в мелководной части на их долю приходилось 13 % видового богатства, то на глубине более 80 м они практически полностью исчезли. Брюхоногие моллюски заметную роль играли до глубины 50 м: здесь на их долю приходилось от 6 до 9 % видового разнообразия зообентоса. На глубинах от 50 до 70 м оно уменьшилось до 3 %, на еще больших глубинах они не встречались вообще. На долю асцидий в зависимости от глубины приходилось от 5 до 19 % видового разнообразия; с глубиной оно увеличивалась, но это связано, прежде всего, с общим снижением видового богатства зообентоса. Наибольший видовой состав асцидий наблюдался на глубинах 30–50 м, где были обнаружены все 6 видов, найденных в предпроливье. На долю кишечнополостных, как и иглокожих приходилось от 1 до 6 % видового богатства зообентоса. Их доля в видовом разнообразии также увеличивается с глубиной, что также связано с уменьшением общего видового состава зообентоса.

Уровень сходства зообентоса по Чекановскому-Серенсу на различных глубинах колебался от 0,19 до 0,97 (табл. 8).

Таблица 8

Сходство зообентоса на различных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Глубина, м.	Индекс сходства Чекановского-Серенса								
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
10-20	0,62	0,55	0,46	0,36	0,33	0,26	0,19	0,19	
20-30	0,64	0,77	0,67	0,50	0,46	0,39	0,31	0,29	
30-40	0,58	0,83	0,82	0,64	0,59	0,48	0,40	0,38	
40-50	0,52	0,77	0,87	0,73	0,66	0,53	0,44	0,42	
50-60	0,53	0,75	0,88	0,92	0,88	0,71	0,60	0,57	
60-70	0,55	0,79	0,91	0,94	0,97	0,88	0,80	0,68	0,65
70-80	0,59	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,84	
80-90	0,53	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	
90-100	0,56	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Индекс сходства Синкевича-Симпсона

Более детальный анализ показывает наличие двух больших страт, граница между которыми лежит в районе 50 м изобаты (рис. 9).

Средний уровень сходства видового состава внутри относительно мелководной страты по Чекановскому-Серенсу равнялся $0,65 \pm 0,16$, по Синкевичу-Симпсону – $0,70 \pm 0,06$. Средний уровень сходства глубоководной страты по Чекановскому-Серенсу – $0,76 \pm 0,04$ при среднем значении индекса по Синкевичу-Симпсону – $0,99 \pm 0,01$. Таким образом, видовой состав зообентоса внутри этих страт показывает высокое сходство, однако сами страты достаточно отличаются друг от друга по видовому составу. Сходство между ними по Чекановскому-Серенсу равнялось 0,44, при этом около 90 % видового богатства было общим. Таким образом, различие в видовом составе во многом объясняется видовым богатством зообентоса на разных глубинах. В мелководной страте обнаружено 128 видов животных, в то время как в глубоководной – всего 41 вид. При этом в 2 раза сократилось видовое разнообразие асцидий и губок, в 3 раза – двустворчатых моллюсков и в 3,4 раза – полихет. Из 17 видов ракообразных, отмеченных в мелководной страте, в глубоководной осталось только 5. Из 9 видов брюхоногих моллюсков сохранилась только *T. breviata*, а из 5 видов кишечнополостных – только *P. solitarius*.

В мелководной страте выделяется участок, лежащий между 20 и 50 м изобатами, и наиболее мелководная часть, расположенная на глубине менее 20 м. Сходство между ними по Чекановскому-Серенсу достигает 0,55, при этом 64 % видового богатства было общим. На мелководье отсутство-

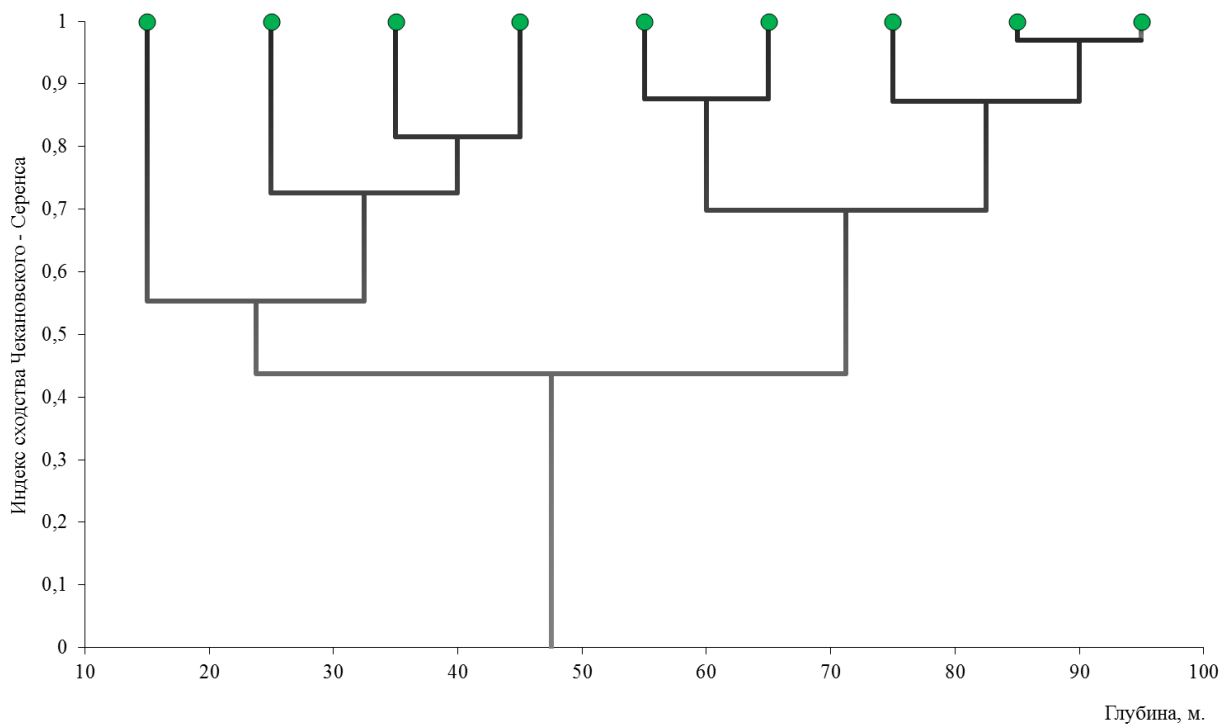


Рис. 9 Дендрограмма сходства зообентоса на различных глубинах

вали губки. Из кишечнополостных присутствовала только *A. clavata*. Было меньше видов асцидий. Практически отсутствовали иглокожие.

В глубоководной страте участок, лежащий на глубинах 50-70 м, заметно отличается по видовому составу от участка, расположенного на больших глубинах. Прежде всего, в более глубоководной части отсутствуют губки и щупальцевые. Из ракообразных сохранилась только *S. pulchellum*. Полихеты и двустворчатые моллюски также отличались меньшим видовым разнообразием.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что изменение видового состава глубоководной страты проходило практически только за счет его обеднения по мере увеличения глубины.

Наиболее сильное разделение видового состава произошло на глубине 40-50 м. Этот переход, по всей видимости, связан с изменением грунта: заиленная ракушка мидии в этом диапазоне замещается фазеолиновыми илами. Полностью переход от фауны заиленной ракушки к фауне фазеолинового ила завершается на глубине 60-70 м. Также примечателен переход, происходящий на глубинах 20-30 м: здесь фауна песчаных грунтов сменяется фауной заиленной ракушки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Керченском предпроливье Черного моря в диапазоне глубин 10-100 м обнаружено 132 вида донных животных. Наибольшим видовым разнообразием отличались полихеты, двустворчатые моллюски и ракообразные. В целом наблюдалась тенденция к уменьшению видового богатства по мере увеличения глубины. Максимальное видовое богатство обнаружено на глубине 20-30 м: здесь отмечено 80 видов донных животных. На глубине 90-100 м оно снижается до 16 видов.

Весь зообентос предпроливья можно разделить на 2 большие страты, граница между которыми проходит в районе 50 м изобаты. Причем эти страты выделяются как для всего зообентоса в целом, так и для многих больших таксономических групп, таких как ракообразные и брюхоногие моллюски. Граница между этими стратами совпадает с верхней границей распространения фазеолиновых илов. Изменения видового состава глубоководной страты происходят в основном за счет его обеднения. На глубине 40-60 м расположен экотон при переходе от сообщества заиленной мидийной ракушки к сообществу фазеолинового ила. Мелководная страта отличается большим видовым разнообра-

зием, чем глубоководная. В мелководной страте выделяется несколько более мелких страт, особенно заметных при рассмотрении отдельных таксономических групп (губки, ракообразные, двустворчатые моллюски). Расчеты показывают, что видовое богатство на 11-22 % зависит от глубины, на 20-32 % – от типа грунта и на 13-29 % – от совместного влияния глубины и типа грунта. Появление более мелких страт выше фазеолинового ила во многом зависит от распределения грунтов. Если глубоководная страта расположена в основном на фазеолиновом иле, то мелководная лежит на песчаных, ракушевых и илистых грунтах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровская Р.В. Результаты океанографических и рыбохозяйственных исследований Черного и Азовского морей на базе спутниковой информации : автореф. дис. канд. геогр. наук. – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – 22 с.
2. Виноградов К.А., Лосовская Г.В., Каминская Л.Д. Краткий обзор видового состава фауны беспозвоночных северо-западной части Черного моря (по систематическим группам) // Биология северо-западной части Черного моря. – К.: Наукова думка, 1967. – С. 177-201.
3. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. – Симферополь: Крымиздат, 1949. – Вып. 13. – 193 с.
4. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – 191 с.
5. Заика В.Е. Общая характеристика изменений в черноморском бентосе // Многолетние изменения зообентоса Черного моря. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 4-9.
6. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. – К.: Наукова думка, 1981. – 165 с.
7. Крылов В.В. О зависимости между объемом обрабатываемого материала и числом встреченных видов // Зоологический журнал. – 1970. – Т. XLIX, вып. 5. – С. 773-777.
8. Любичев А.А. Дисперсионный анализ в биологии. – М.: МГУ, 1986. – 200 с.
9. Определитель фауны Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – К.: Наукова думка, 1968. – Т. 1. – 437 с.
10. Определитель фауны Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Ракообразные. – К.: Наукова думка, 1969. – Т. 2. – 536 с.
11. Определитель фауны Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – К.: Наукова думка, 1972. – Т. 3. – 340 с.
12. Плохинский А.Н. Биометрия. – 2-е изд. – М.: МГУ, 1970. – 368 с.
13. Balogh, J. Lebensgemeinschaften der Landtiere. – Berlin-Budapest: Akademie Verlag GmbH, 1958. – 560 p.
14. Bodenheimer, F.S. *Precis d'ecologie animal.* – Paris, 1955. – 315 p.
15. Eltringham, S.K. *Life in Mud and Sand.* – London: The English Universities Press Ltd., 1971. – 218 p.
16. Kon-Kee, Liu at al. Fluxes of Nutrients and Selected Organic Pollutants Carried by Rivers // Watersheds, Bays, and Bounded Seas: The Science and Management of Semi-Enclosed Marine Systems. – Washington Covelo. – London: Islandpress, 2008. – Pp. 141-167.

Поступила 04.04.2016 г.

Zoobenthos species diversity at the various depth levels in the Kerch pre-strait area of the Black Sea. A. S. Terentyev. 132 bottom species have been identified at the depth range from 10 to 100 meters in the Kerch pre-strait area of the Black Sea. The highest species diversity was recorded at the depth of 20-30 m: 80 bottom species have been found there. This number reduced to 16 species at the depth of 90-100 m. All pre-strait zoobenthos can be divided into two big strata; the border between them goes close to 50 m isobathic line. These strata are distinguished both for zoobenthos in general and for the majority of big taxonomic groups. The border between the strata corresponds to the upper border of phaseoline silts distribution. Shallow-water stratum is noted for the species diversity that is higher, than in the deep-water one. Shallow-water stratum is subdivided into several smaller strata, which are especially evident in dealing with individual taxonomic groups (sponges, crustaceans, bivalve molluscs). Changes in the species diversity of the deep-water stratum are usually presented in the form of its impoverishment. At the depth of 40-60 m, an ecotone signifies the transition from the silted mussel shellground community to the community of phaseoline silt. Calculations have shown that species diversity depends on the depth (11-

22 %), on the ground type (20-32 %) and on the combined impact of depth and ground type (13-29 %). The appearance of smaller strata at the layer above phaseoline silt depends mostly on the distribution of grounds. While deep-water stratum is located mostly on phaseoline silt, the shallow-water one lies on sand, shelly and silt grounds, all of which are closely connected to the depth. The diversity of grounds at the depths less than 50 m can explain the appearance of small strata, differing from each other in terms of species diversity.

Keywords: species diversity, Kerch pre-strait area, Black Sea, zoobenthos

К ВОПРОСУ О НАХОЖДЕНИИ ЛИЧИНОК ПРОМЫСЛОВЫХ ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ (DESCARODA, NATANTIA) В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ И ПРЕДПРОЛИВНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Е. А. Замятина, м. н. с.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: zamyatina_e_a@azniirkh.ru

На основании мониторинга в 2014-2015 гг. приводятся данные о видовом составе личинок десятиногих раков (*Decapoda*, *Natantia*) в планктоне Керченского пролива и предпроливной зоне Черного моря. Сбор зоопланктона в Керченском проливе проводили на трех разрезах: по изобате 3, 5 и 8 м. Всего собрано и обработано 100 проб зоопланктона. Дана информация о сезонных изменениях видового состава личинок ракообразных и их распределении на исследуемых акваториях. Всего выявлено пять видов личинок креветок: черноморская травяная креветка *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837), черноморская каменная креветка *Palaemon elegans* (Rathke, 1837), шелкун черноморский *Athanas nitescens* (Leach, 1814), *Hippolyte* sp., процесса съедобная *Processa edulis* (Risso, 1816). На акватории Черного моря черноморская травяная и каменная креветки встречаются почти повсеместно, а их личинки являются постоянной и многочисленной формой летнего планктона, встречаясь с мая до середины октября. Частота встречаемости личинок травяной и каменной креветок в Керченском проливе составили 72 и 16,7 %, соответственно. На станциях предпроливной зоны Черного моря встречаемость травяной креветки была несколько ниже (60 %), в то время как частота встречаемости каменной креветки была почти вдвое выше и составила 30 %.

Ключевые слова: *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*, *Athanas nitescens*, личинки, десятиногие, планктон, частота встречаемости, Керченский пролив, предпроливная зона Черного моря

ВВЕДЕНИЕ

Из десятиногих ракообразных промысловый интерес представляют представители родов *Palaemon* – черноморская каменная (*Palaemon elegans*) и травяная (*Palaemon adspersus*) креветки. Травяная креветка – самая многочисленная из нескольких видов креветок, обитающих в Черном море. У берегов Крыма встречается повсеместно – от Перекопского залива до Керченского пролива. Ее длина 7-8 см, вес до 3,3 г. Этот вид заселяет обширные мелководные заливы, где держится у дна в зарослях водорослей и морской травы – зостеры. Рачок способен менять окраску в зависимости от окружающего фона. Питается растительными остатками, водорослями, мелкими ракообразными. Размножается с мая по август, пик нереста приходится на май-июнь. Самка откладывает от 160 до 3600 яиц и вынашивает их на себе от одного до полутора месяцев [2].

В начале весны и осенью креветки совершают сезонные миграции (нерестовые, кормовые и зимовальные), имеющие генеральное направление из открытого моря к берегам, вдоль берегов или же от берегов в открытое море. В зимний период они откочевывают на глубины 30-35 м.

В настоящей статье мы попытались определить нахождение личинок промысловых десятиногих ракообразных в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря по экспедиционным сборам в 2014-2015 гг. Попутно определяли личиночные стадии других видов десятиногих ракообразных, отмеченных на исследуемой акватории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили сборы зоопланктона в Керченском проливе (на трех разрезах) и предпроливной зоне Черного моря (два разреза) (рис. 1) в 2014-2015 гг. Пробы отбирались totally от дна до поверхности планктонной сетью Джеди (газ № 49). Материал фиксировали 4%-ным раствором формалина. Камеральная обработка проб проводилась в лаборатории по стандартным методикам [1]. Для выявления видовой принадлежности личинок декапод использовали определители [2, 4]. По возможности определяли личинок гидробионтов до вида. Всего собрано и обработано 100 проб зоопланктона.

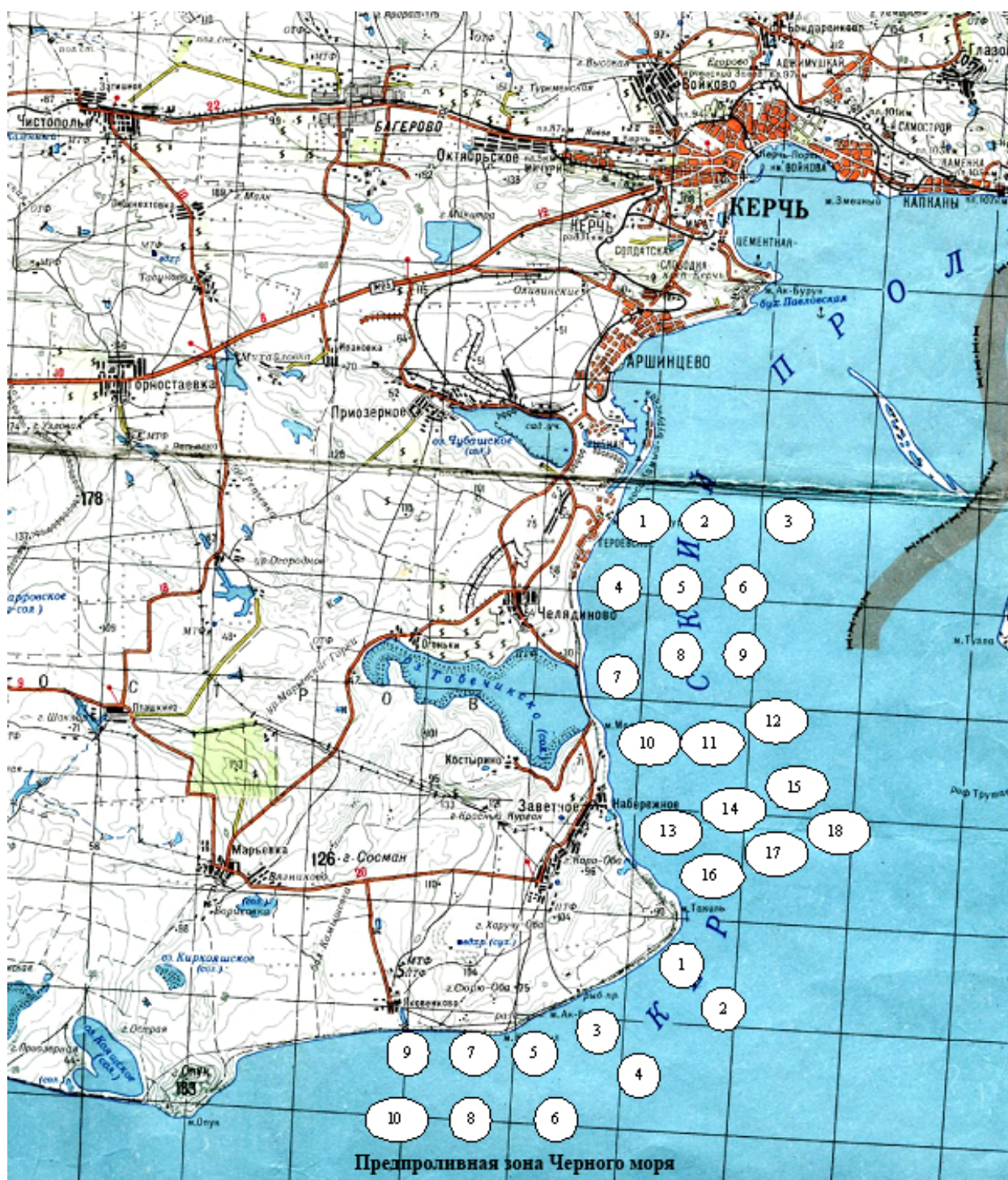


Рис. 1 Схема станций отбора планктонных проб

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2014-2015 гг. в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря выявлено пять видов личинок креветок: черноморская травяная креветка *P. adspersus* (Rathke, 1837), черноморская каменная креветка *P. elegans* (Rathke, 1837), щелкун черноморский *Athanas nitescens* (Leach, 1814), гипполите – *Hippolyte sp.*, процесса съедобная *Processa edulis* (Risso, 1816).

Всего в Черном море за последнее столетие зарегистрировано 38 видов представителей отряда Decapoda [3], соответственно на исследуемой нами акватории количество видов составило 13,2 % черноморской фауны десятиногих раков.

В 2014 г. первое появление личинок черноморской травяной креветки отмечено 9 июня в Керченской бухте. Их численность составила 42 экз./м³, а биомасса – 5,71 мг/м³. Личинки находились на стадии I-II.

В июле количество личинок травяной креветки снизилось в 2,5 раза, а с августа и до конца года в планктоне они отсутствовали.

В июне 2015 г. в планктоне Керченского пролива отмечено три вида личинок креветок: *P. adspersus*, *P. elegans* и *A. nitescens*. Их удельная численность составила 9, 1 и 5 экз./м³, биомасса – 0,89, 0,10 и 0,45 мг/м³, соответственно. Доминировали личинки травяной креветки, доля которых составила 60,0 %. Вторыми по численности были личинки *A. nitescens* (33,3 %), находившиеся на I-II стадии развития.

Распределение личинок креветок по акватории Керченского пролива было неоднородным. Меньше всего плотность личиночных стадий креветок отмечена в прибрежных районах пролива (первый разрез по изобате 2,6-5,5 м) – в среднем 7 экз./м³, наибольшую плотность наблюдали на третьем разрезе (по изобате 7-8 м) – 21 экз./м³.

В предпроливной зоне Черного моря в июне в планктоне находились только личинки травяной креветки, удельная численность которых составила 1 экз./м³, биомасса – 0,13 мг/м³. Распределение личинок креветки было неравномерным, на втором разрезе (ст. 2, 4, 6, 8, 10) их количество было в 2 раза больше, чем на первом (ст. 1, 3, 5, 7, 9). Личинки креветок находились на II-V стадиях развития.

В июле 2015 г. в Керченском проливе выявлены личинки двух видов креветок – травяной и каменной. Их удельная численность в планктоне на отдельных станциях варьировала от 5 до 8 экз./м³.

Соотношение травяной и каменной креветок составило 4:1. Личинки креветок распределялись на втором (ст. 11, 14) и третьем разрезе (ст. 15). Средняя численность на данных разрезах составила 3 и 2 экз./м³, соответственно.

В предпроливной зоне Черного моря в июле отмечено нахождение двух видов креветок – травяной и каменной. Их удельная численность на этой акватории составила 87 экз./м³ при биомассе 8,73 мг/м³. Доминировали личинки травяной креветки – 62,5 %. Плотность личинок креветок на втором разрезе (ст. 2, 4, 6, 8, 10) была в 16 раз выше, чем на первом.

В октябре в планктоне Керченского пролива присутствовали личинки двух видов креветок – *P. adspersus* и *Hippolyte sp.* Средняя удельная численность личинок креветок по акватории составила 1 экз./м³. Личинки травяной креветки отмечены на станциях 11, 12, 13 и 14 – ближе к выходу в Черное море, личинки *Hippolyte sp.* зарегистрированы только на станции 8 (напротив оз. Тобечикское).

В предпроливной зоне Черного моря в октябре в составе зоопланктона присутствовало 3 вида личинок креветок – *P. adspersus*, *A. nitescens* и *P. edulis*. Наибольшее количество видов личинок креветок обнаружено на 6-й станции – 3, наименьшее (по одному виду) – на станциях 1 и 10 (рис. 1).

Нами был проведен анализ частоты встречаемости личинок креветок в течение всего периода исследований в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря.

На акватории Черного моря черноморская травяная и каменная креветки встречаются почти повсеместно, а их личинки являются постоянной и многочисленной формой летнего планктона с мая до середины октября. В наших пробах частота встречаемости личинок травяной и каменной креветок в Керченском проливе составила 72 и 16,7 %, соответственно (рис. 2). На станциях предпролив-

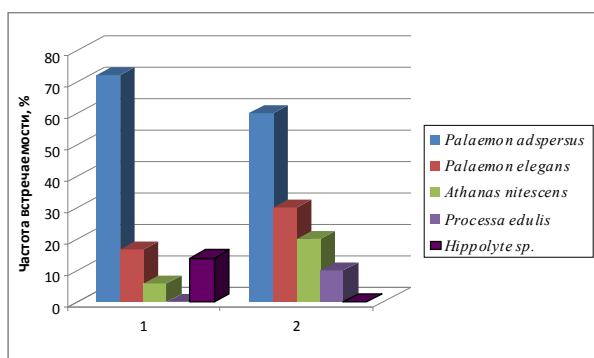


Рис. 2 Частота встречаемости личинок Декапода в Керченском проливе (1) и предпроливной зоне Черного моря (2) в июне-октябре 2014-2015 гг.

нами были зарегистрированы личинки редкого для Черного моря вида креветки процессы съедобной – *P. edulis* (Risso, 1816) [3]. В 2015 г. этот вид выявлен в планктонных пробах Керченского пролива и предпроливной зоны Черного моря. Частота встречаемости процессы в Керченском проливе составила 5,6 %, в предпроливной зоне – 20 % (рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного мониторинга в 2014-2015 гг. в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря выявлено пять видов личинок креветок: черноморская травяная креветка *P. adspersus* (Rathke, 1837), черноморская каменная креветка *P. elegans* (Rathke, 1837), щелкун черноморский *A. nitescens* (Leach, 1814), *Hippolyte sp.*, процесса съедобная *P. edulis* (Risso, 1816).

Максимум численности и биомассы личинок креветок приходится на июль. Фоновым видом на исследованных акваториях является черноморская травяная креветка. Частота встречаемости ее варьирует от 60 до 72 %.

Встречаемость личинок черноморской каменной креветки почти в 2 раза выше в предпроливной зоне Черного моря, чем в Керченском проливе.

В планктоне исследуемых акваторий в небольших количествах выявлены личинки *A. nitescens*, *Hippolyte sp.* и *P. edulis*.

Довольно редкий вид *P. edulis* отмечен как для акватории Керченского пролива, так и для предпроливья. Частота встречаемости личинок этого вида составила 5,6 и 20 %, соответственно. Нахождение процессы съедобной в Керченском проливе позволяет судить о расширении ареала данного вида в Черном море.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – 191 с.
2. Макаров Ю.Н. Десятиногие ракообразные // Фауна Украины: Высшие ракообразные. – НАН Украины, Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена. – К.: Наукова думка, 2004. – Т. 26, вып. 1/2. – 430 с.
3. Замятина Е.А. Находка личинок процессы съедобной (*Processa edulis* Risso, 1816) в планктоне северо-западной части Каркинитского залива // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. – С. 71-73.
4. Определитель фауны Черного и Азовского морей (в 3-х томах) / Свободноживущие беспозвоночные. – К.: Наукова думка, 1969. – Т. 2. – 535 с.

Поступила 06.04.2016 г.

On the issue of finding of the commercial Decapods larvae (Decapoda, Natantia) in the Kerch Strait and the pre-strait area of the Black Sea. E. A. Zamyatina. Data on the species composition for decapods larvae developmental stages (Decapoda, Natantia) in the plankton of the Kerch Strait and pre-strait area

of the Black Sea are presented based on the monitoring carried out in 2014-2015. Zooplankton samples in the Kerch Strait were collected in three sections: along 3, 5 and 8-meter isobathic lines. Altogether, 100 zooplankton samples were processed. The information on seasonal variations in species composition of the decapods larvae and their distribution is given. From the investigated area, five species of Decapods larvae have been identified: the Baltic prawn *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837), the Black Sea rock shrimp *Palaemon elegans* (Rathke, 1837), the Black Sea hooded shrimp *Athanas nitescens* (Leach, 1814), *Hippolyte* sp., Nika shrimp *Processa edulis* (Risso, 1816). In the Black Sea, Baltic prawn and Black Sea rock shrimp are commonly found, and their larvae are a constant and abundant form of the summer plankton, from May till mid October. Frequency of occurrence for the Baltic prawn and Black Sea rock shrimp larvae made up 72 and 16.7 %, respectively. In the pre-strait area of the Black Sea, frequency of occurrence for the Baltic prawn was lower (60 %), whereas this parameter for the Black Sea rock shrimp was almost twice as high and reached 30 %.

Keywords: *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*, *Athanas nitescens*, larvae, decapods, plankton, frequency, Kerch Strait, pre-strait area, Black Sea

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ АНАДАРЫ – *ANADARA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIÈRE, 1789), АККЛИМАТИЗИРОВАННОЙ В ЧЕРНОМ МОРЕ

А. М. Жаворонкова, ассист., А. П. Золотницкий, д. б. н., проф.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
e-mail: ann4356@yandex.ua

Исследована интенсивность дыхания двустворчатого моллюска – анадары (*Anadara inaequivalvis*), акклиматизированной в Азово-Черноморском бассейне. Показано, что скорость потребления кислорода (R) тесно связана с массой тела (W) и описывается уравнением степенной функции вида: $R = a \cdot W^k$. Изучены изменения интенсивности дыхания при температуре воды 12 и 25 °С. Обнаружено, что с повышением температуры воды происходит возрастание интенсивности дыхания (a) анадары.

Ключевые слова: *Anadara inaequivalvis*, скорость потребления кислорода, интенсивность дыхания, температурный коэффициент Вант-Гоффа

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне появилось несколько стихийных вселенцев (аутоакклиматизантов), которые могли бы быть перспективными объектами промысла и марикультуры. К ним можно отнести представителя семейства арковых (*Argidae*) – анадару *Anadara inaequivalvis* (Bruguière, 1789), которую в ряде публикаций называют кровяной ракушкой, а также кунсаркой или скафаркой [7]. Этот вид характерен для побережья морей Юго-Восточной Азии и широко распространен в Индийском и Тихом океанах. Появление этого вида в Черном море связывают с переносом личинок моллюска судами с балластной водой. В 1980-х гг. этот моллюск стал встречаться в донных биоценозах Черного моря: сначала в прибрежных районах Болгарии, затем на шельфе Румынии [6, 10]. Позднее этот вид обнаружили в Керченском проливе [2, 11], а затем он был зарегистрирован в Азовском море [11, 12, 14].

Анадара обычно встречается как субдоминантный вид в биоценозах абры (*Abra ovata*), церастодермы (*Cerastoderma lamarcki*), гидробии (*Hydrobia salinasi*) [10]. Предельный возраст анадары в Азово-Черноморском бассейне – 9 лет. В Черном море этот вид вырастает до 80 мм, в Азовском – до 52-54 мм, достигая массы 46 г. На родине его длина может достигать 120 мм [2, 12, 13]. Представители этого семейства хорошо известны на Кубе, Фиджи, в Колумбии, Индии, Индонезии, Японии, Корее, Малайзии, Мексике, Филиппинах, Шри-Ланке, Тайване, Таиланде, Венесуэле и Западной Африке. По данным ФАО, объем промысла различных видов данного семейства составляет 0,7 % (97,2 тыс. т). В ряде зарубежных стран (Китае, Японии, Малайзии, Таиланде) различные виды арковых широко используются в качестве объекта культивирования [17, 24, 25].

В результате аутоакклиматизации анадары в Азово-Черноморском бассейне рядом исследователей получены важные данные о биологии и экологии этого вида [2, 7, 8, 11-15, 23]. В то же время, многие вопросы, представляющие интерес для марикультуры, остались малоизученными или со-

всем не исследованными. В частности, при разработке биологических основ культивирования тех или иных гидробионтов необходимо проведение детальных эколого-физиологических исследований приспособительных реакций (адаптаций) водных организмов к различным факторам среды. Без этого невозможно достичь оптимизации условий выращивания для разных онтогенетических стадий и добиться максимальной реализации биологических функций того или иного вида водных животных [5].

Одним из таких вопросов является определение уровня энергетического баланса (бюджета) моллюсков, где важнейшей характеристикой метаболических процессов является скорость потребления кислорода. Этот показатель является важнейшим компонентом энергетического баланса организма и отражает его расходную часть, указывая на изменения физиологического состояния под влиянием различных экологических факторов. Такие исследования на *A. inaequalvis* в нашей стране ранее не проводились, поэтому они представляют несомненный интерес для марикультуры этого вида.

В задачу настоящей работы входило изучение интенсивности дыхания анадары в зависимости от массы тела и температуры воды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили разноразмерные особи анадары, собранные в 2014-2015 гг. в Керченском проливе. Длина моллюсков варьировала в пределах 15-49 мм, живая масса (со створкой) составляла от 1,26 до 39,6 г. Температура воды во время опытов изменялась в пределах 7-25 °С, соленость колебалась в незначительных пределах – 13,0-13,2 ‰.

Изучение скорости потребления кислорода моллюсками проводили методом замкнутых сосудов [1]. Перед опытом животных в течение 2 суток выдерживали в лотке с проточной водой, затем переносили в респирометры с профильтрованной морской водой. После того, как моллюски открывали створки и начинали фильтровать воду, зондом брали пробу для определения начального содержания кислорода в воде. Затем респирометры закрывали и экспонировали в течение 3-4 часов. Во время опыта вода в респирометрах перемешивалась с помощью магнитной мешалки. Содержание начального и потребленного моллюсками кислорода определяли йодометрическим методом Винклера.

Количество потребленного кислорода (R , мг $O_2 \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз.}^{-1}$) определяли по уравнению:

$$R = \frac{(R_1 - R_2)}{n \cdot t} \cdot V,$$

где R_1 и R_2 – соответственно, исходное и конечное содержание кислорода в опытном респирометре, n – число животных в опыте, t – продолжительность опыта (ч), V – объем сосуда (л). Параллельно проводили контрольные опыты, в которых определяли изменение скорости выделения кислорода без моллюсков. После завершения опыта моллюсков подвергали биологическому анализу (определяли длину животного, общую массу, массу мягких тканей, пол, стадию зрелости).

Определение сухой массы проводили на высушенных в течение трех суток мягких тканях моллюсков (W , г) при температуре 65 °С по эмпирическому уравнению:

$$W = 0,052 \cdot W_j - 0,047, r^2 = 0,918, \quad (1)$$

где W_j – общая (живая) масса моллюсков.

Величину температурного коэффициента Вант-Гоффа (Q_{10}) между двумя различными температурами определяли по формуле [1]:

$$Q_{10} = \left(R_2 / R_1 \right)^{10 / (t_2 - t_1)},$$

где R_1 и R_2 – скорости потребления кислорода моллюсками при температуре t_1 до t_2 .

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по общепринятым методам, с помощью компьютерной статистической программы «Statistica-10» и электронных таблиц «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение скорости потребления кислорода (R) моллюсками в зависимости от сухой массы тела в разные сезоны года показало, что, как и у других видов двустворчатых моллюсков, эти показатели тесно связаны между собой хорошо аппроксимируются степенной функцией:

$$R = a \cdot W^k,$$

где R – скорость дыхания ($\text{мг O}_2 \text{ час}^{-1} \text{экз.}^{-1}$); W – сухая масса мягких тканей тела моллюсков, (г); a – коэффициент пропорциональности, численно равный скорости потребления кислорода при W равном 1 г; k – коэффициент регрессии, характеризующий удельную скорость дыхания устриц при изменении массы тела [1, 3, 9, 16].

В двойной логарифмической системе координат эта зависимость выражается прямой линией с определенным углом наклона (рис. 1).

$$R = 0,320 \cdot W^{0,72 \pm 0,082}, r^2 = 0,793 \quad (2)$$

При повышении температуры до 25°C скорость потребления кислорода возросла и описывалась уравнением:

$$R = 0,864 \cdot W^{0,65 \pm 0,073}, r^2 = 0,813. \quad (3)$$

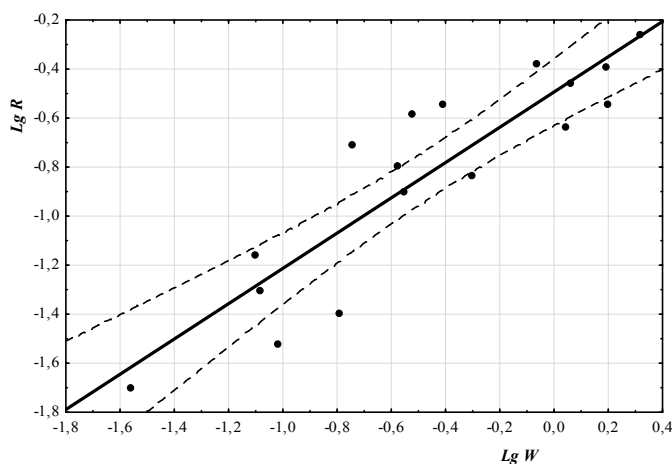


Рис. 1 Скорость дыхания анадары (R , $\text{мг O}_2 \text{ час}^{-1} \text{экз.}^{-1}$) в зависимости от сухой массы тела (W , г) в Керченском проливе ($T = 12^\circ\text{C}$, $S = 13,1\%$); штриховые линии – 95% доверительный интервал)

температуре 25°C и солёности 32% скорость дыхания этого вида выражалась следующим уравнением:

$$R = 0,583 \cdot W^{1,02}, \quad (5)$$

где R выражалась в $\text{мл O}_2 \text{ час}^{-1} \text{экз.}^{-1}$ (т. е. значение коэффициента пропорциональности составляло $0,83 \text{ мг O}_2 \text{ час}^{-1} \text{г}^{-1}$). Следует также отметить работу [21], где авторы на двух группах – мелкой (длиной $20,60 \pm 0,85 \text{ мм}$ и массой $4,41 \pm 2,30 \text{ г}$) и крупной (длиной $34,58 \pm 2,23 \text{ мм}$ и массой $12,43 \pm 0,44 \text{ г}$) – этого моллюска обнаружили, что с возрастанием температуры от 10 до 25°C и солёности с 20 до 40% обнаружен устойчивый положительный тренд каждой из указанных переменных. Причем скорость дыхания при начальных значениях температуры 10°C и солёности 20% в конце опыта возрастала (соответственно, при 25°C и 40%) на $0,40$ - $0,55 \text{ мг O}_2 \text{ час}^{-1} \text{г}^{-1}$. Наиболее высокая интенсивность дыхания получена японскими учеными [19], где коэффициент (a) составлял $2,33 \text{ мл O}_2 \text{ час}^{-1} \text{г}^{-1}$. Таким образом, полученные нами данные, за исключением последней работы, довольно близки с имеющимися литературными материалами.

Следует, однако, иметь в виду, что в опытах с анадарой, проведенных в других географических зонах Юго-Восточной Азии, солёность воды была значительно выше (20 - 40%), чем в наших опытах (13%), причем в работе Канг с соавт. [20] отмечалось, что с возрастанием только солёности воды с 25 до 35% скорость потребления кислорода увеличивалась на $0,4$ - $0,5 \text{ мг O}_2 \text{ час}^{-1} \text{г}^{-1}$ (в зависимости от средней массы группы).

Представляло интерес сравнить полученные нами данные с материалами других авторов. Как нами отмечалось ранее, литературные данные по дыханию этого вида отсутствуют, хотя на других видах рода *Anadara* такие данные существуют. Так, тайландские исследователи [22] нашли, что скорость потребления кислорода особями *Anadara granosa* Linn при температуре 28°C и солёности 30% описывалась уравнением:

$$R = 0,540 \cdot W^{0,604}, \quad (4)$$

где размерность R и W были такими же, как и в наших опытах.

Другие авторы [18] на близкородственном виде *Anadara similis* получили несколько иные данные. В частности, при температуре

Поскольку опыты проводились при разных значениях температуры и солености, коэффициенты пропорциональности и регрессии в полученных уравнениях существенно различались, что не допускает их строгого сравнения, но возможно лишь при равенстве константы регрессии или по величине R/W у животных одинаковой массы [1, 15]. В настоящее время для сравнения интенсивности дыхания разных экспериментальных групп широко используется формула, предложенная Бейном и Ньюеллом [16]:

$$R_{st} = \left[\frac{W_{st}}{W_e} \right]^k \cdot R_e,$$

где R_e и W_e – экспериментальное значение скорости дыхания и массы тела, R_{st} и W_{st} – стандартизованное значение скорости дыхания и массы тела, k – коэффициент регрессии, связывающий скорость потребления кислорода с массой тела при данной температуре воды.

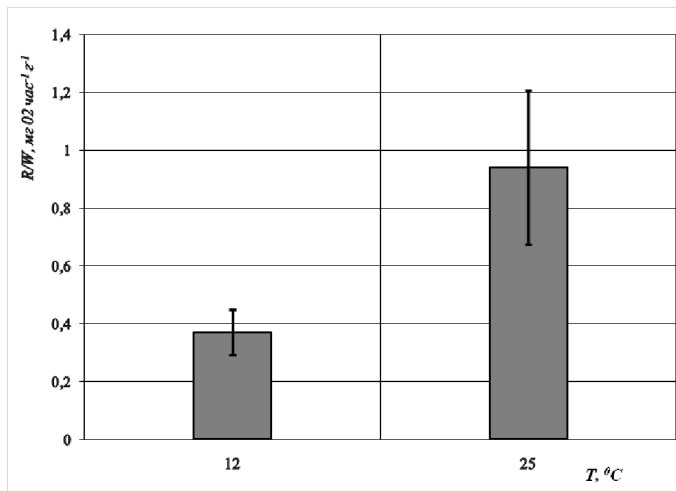


Рис. 2 Стандартизированные значения интенсивности дыхания анадары (R/W , мг O_2 час⁻¹г⁻¹) при температуре (T , °C) 12 и 25 °C; вертикальные линии – 95 % доверительный интервал

На основе этой формулы на рис. 2 приведены стандартизированные данные по интенсивности дыхания анадары с сухой массой мягких тканей, равной 1 г.

Как видно из приведенных на рис. 2 данных, у анадары между 12 и 25 °C наблюдаются весьма значительные различия в интенсивности дыхания. Анализ показал, что значение Q_{10} , указывающее, во сколько раз возрастает скорость реакции при повышении температуры воды на 10 °C, составило 2,05. Это значение хорошо соответствует материалам Г.Г. Винберга [4], который показал, что для оценки влияния температуры на скорость протекания метаболических процессов у различных гидробионтов наиболее приемлемым для использования следует считать Q_{10} , значение которого близко к величине 2,25.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы процессы дыхания анадары (*Anadara inaequalis*) в Керченском проливе в различные сезоны года. Показано, что скорость потребления кислорода тесно связана с массой тела и описывается степенным уравнением: $R = a \cdot W^k$.
2. Обнаружено, что с возрастанием температуры воды с 12 до 25 °C происходит значительное увеличение уровня потребления кислорода моллюсками: коэффициент пропорциональности a увеличился с 0,320 до 0,864 мг O_2 час⁻¹г⁻¹, хотя коэффициент регрессии несколько уменьшился – до 0,65.
3. Определены изменения температурного коэффициента Q_{10} анадары при температуре 12-25 °C; показано, что значение Q_{10} в указанном интервале интенсивности дыхания составляет 2,05.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вест. зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505-511.

3. *Брайко В.Д., Дерешкевич С.С.* Сезонные изменения в дыхании мидий // *Экология моря*. – 2003. – Вып. 64. – С. 72-77.
4. *Винберг Г.Г.* Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // *Журн. общ. биол.* – 1983. – Т. 1. – С. 31-42.
5. *Гербильский Н.А.* Теория биологического прогресса вида и ее использование в рыбном хозяйстве // *Теоретические основы рыбоводства*. – М.: Пищевая промышленность. – 1972. – С. 101-111.
6. *Заика В.Е.* Балансовая теория роста животных. – К.: Наукова думка, 1985. – 192 с.
7. *Золотарев В.Н., Золотарев П.Н.* Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // *Докл. АН СССР*. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501-503.
8. *Иванов Д.А.* Аутоклиматизация промыслового моллюска *Cunearca cornea* в Керченском проливе // *Биология моря*. – 1991. – № 5. – С. 95-98.
9. *Ивлева И.В.* Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. – К.: Наукова думка, 1981. – 232 с.
10. *Седова Л.Г., Викторовская Г.И.* Зависимость интенсивности обмена от репродуктивной активности морского гребешка *Mizuhopectenys soensis* (Joy) // *Известия ТИНРО*. – 2000. – Т. 127. – С. 469-474.
11. *Фроленко Л.Н.* Зообентос Азовского моря в условиях антропогенных воздействий : автореф. дис. канд. биол. наук. – Ростов-н/Д., 1996. – 22 с.
12. *Фроленко Л.Н., Двинянинова О.В.* Формирование биоценоза вселенца кунearки *Cunearca cornea* в Азовском море // *Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна*. – Ростов-н/Д., 1998. – С. 115-118.
13. *Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии* / под ред. Г.Е. Шульмана, А.А. Солдатов; ИНБЮМ НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – 323 с.
14. *Чикина М.В., Колючкина Г.А., Кучерук Н.В.* Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // *Экология моря*. – 2003. – Вып. 64. – С. 72-77.
15. *Щербань С.А., Ревков П.К.* Современное состояние эколого-биологических исследований двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Токунага, 1906) как перспективного объекта культивирования в Черном море // *Промысловые беспозвоночные : матер. докл. VIII Всерос. науч. конф. по промысл. беспозвоночным* (г. Калининград, 2-5 сентября 2015 г.). – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 259-261.
16. *Bayne, B.L., Newell, R.C.* Physiological energetic of marine mollusks. The Mollusca // Wilburg, K.M., Saleuddin, A.S.M. (Eds.). – Acad. Press-London. – 1983. – Vol. 4. – P. 407-515.
17. *Culland, C.A.* The fish resources of the oceans // *FAO Fish. Techn. Paper*. – 1998. – No 97. – 425 p.
18. *Djangmah, J.S., Davenport, J. and S.E. Shumway.* Oxygen consumption of the West African blood clam *Anadara similis* // *Marine Biology*. – 1980. – Vol. 56. – P. 213-217.
19. *Food availability for particle-feeding bivalves, Anadara spp. in Fiji* // A.E.S. Yousef, M. Buhadi, T. Kobari, K. Kawai, T. Yamamoto, H. Suzuki, S. Nishimura, T. Tori and J. Veitayaki. – *Pacific Science*. – 2013. – Vol. 67, No 4. – P. 1-27.
20. *Hemmingsen, A.H.* Energy metabolisms related to body size and respiratory surfaces and its evolution // *Rep. sten. Mem. Hosp. Nord. Insulin lab. – Copengagen*. – 1960. – Vol. 9, No 2. – P. 7-100.
21. *Kang, K.H., Kim, J.-M. and Y.H. Kim.* Influence of water temperature and salinity on oxygen consumption and filtration rate of ark shell, *Anadara granosa bisenensis* // *Korean Journal of Malacology*. – 2004. – Vol. 20, No 2. – P. 107-110.
22. *Nabhitabhata, J., Soodmee, Y. and S.K. Rayong.* Oxygen consumption of blood cockle, *Anadara granosa* Linn // *AGRIS Since*. – 2012. – URL: <http://thaiagris.lib.ku.ac.th/eng> (дата обращения 15.12.2016).
23. *Sahin, C., Düzgün, E. and İ. Okumu.* Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle *Anadara inaequalvis* (Bruguière, 1789) in the Southeastern Black Sea coast // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2006. – Vol. 6. – P. 155-163.
24. *The Potential of blood ark (Anadara ovalis) and Ponderous Ark (Noetia ponderosa) aquaculture in Florida. results of spawning, larval rearing, nursery, and grow out trials* / L.N. Sturmer, J.M. Nuñez, R. L-R. Creswell, S.M. Baker // *Sea grant*. – 2009. – 76 p.
25. *Yurimoto, T., Kassim, F.M., Man, A. and R. Fuseya.* Spawning season and larval occurrence of blood cockle (*Anadara granosa*) off the Selangor coast, Peninsular Malaysia // *International J. Aquatic Biol.* – 2014. – Vol. 2(6). – P. 299-304.

Поступила 12.10.2016 г.

Respiration intensity of bivalve blood cockle – *Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789) acclimatized in the Black Sea. A. M. Zhavoronkova, A. P. Zolotnitsky. *The respiration of the bivalve blood cockle (*Anadara inaequalis*) acclimatized in the Azov and Black Seas was investigated. It was shown that the rate of oxygen consumption (R) is closely related to body mass (W) and is described by the equation of the exponential function in the form: $R = a \cdot W^k$. Changes of the respiration rate at the water temperature from 12 to 25 °C were studied. It was discovered that with the temperature increase the respiration rate (a) of the blood cockle increases as well.*

Keywords: *Anadara inaequalis*, oxygen consumption, respiration rate, temperature coefficient

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ЛИНЕЙНОГО РОСТА МОЛЛЮСКА АНАДАРЫ (*ANADARA INAEQUALVIS* BRUGUIÈRE, 1789) КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

А. М. Жаворонкова, ассист., М. А. Брода, магистрант

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
e-mail: ann4356@yandex.ua

Исследованы сезонные изменения линейного роста двустворчатого моллюска – анадары (*Anadara inaequalvis*) в Керченском проливе. Работу проводили в 2014-2015 гг. в Керченском проливе. Для анализа роста в мае 2014 г. было отобрано 40 экз. анадары размерной группы 5-10 мм (средняя длина 7,7 мм), которые поместили в сетные садки. Экспериментальное выращивание моллюсков проводили с мая 2014 по ноябрь 2015 г. Показано, что рост моллюска можно описать уравнением Берталанфи: $L_t = 40,6 [1 - e^{-0,042t}]$. Отмечено, что теоретическая кривая весьма упрощенно передает особенности роста анадары, не учитывая влияние размера тела и сезонных изменений температуры воды. Обнаружено, что абсолютная скорость линейного роста (P_p , мм сут⁻¹) этого вида моллюска была наиболее высока на первом году жизни, после чего она начинает снижаться. Показано, что данная характеристика моллюска тесно коррелирует с температурой воды и достаточно хорошо описывается линейным уравнением $P_p = 0,0038 \cdot T - 0,0078$. В отличие от абсолютной скорости, удельная скорость линейного роста анадары (q_p , сут⁻¹) характеризуется устойчивым отрицательным трендом: с возрастанием размера тела ее значение уменьшается. Температура воды также влияет на скорость линейного роста, но ее удельный вес значительно меньше, чем размер (и масса) тела.

Ключевые слова: *Anadara inaequalvis*, линейный рост, абсолютная скорость роста, удельная скорость роста, температура воды

Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis*, также известный как кровавый моллюск, или арка, принадлежит к семейству Arcidae. Виды этого семейства имеют красный цвет крови из-за высокого уровня гемоглобина, содержащегося в их теле, что позволяет им образовывать колонии в местах обитания с низким содержанием кислорода [16].

Моллюск *A. inaequalvis* широко распространен в Индийском и Тихом океанах, может достигать максимальной длины 9,5 см [19]. Как правило, анадара предпочитает места с избытком планктона, рядом с устьями рек, а также мягкий субстрат, к примеру, глину и песок, где моллюск может легко закапываться [17]. Для Азово-Черноморского бассейна *A. inaequalvis* является аутоакклиматизантом, проникшим путем завоза ее личинок с балластными водами морских судов [2, 6].

Впервые анадара обнаружена в Черном море в 1968 г. [8], а в 1980-х гг. этот моллюск стал встречаться в бентали северо-западной части Черного моря. Затем он появился в юго-восточной части моря, после чего был обнаружен в Керченском проливе [6], через который проник в Азовском море [2, 11, 13].

Представители этого семейства имеют высокую экономическую ценность в Индо-Тихоокеанском регионе (Малайзия, Западная Индия). Род *Anadara* является важным объектом марикультуры в Китае, Малайзии, Таиланде и Корее [18]. В настоящее время имеет место массовое оседание личинок на субстраты и коллекторные установки мидийных и устричных ферм в Черном море, в связи с чем анадара является потенциальным объектом прибрежного промысла и культивирования у берегов Крыма [13].

В результате разнообразных исследований, проведенных рядом ученых в Азово-Черноморском бассейне, были получены данные о биологии и экологии этого вида, однако многие вопросы, представляющие интерес для культивирования анадары, остались малоизученными. Изучение экологических и физиологических особенностей необходимо для достижения оптимизации условий промышленного выращивания этого моллюска [5]. Одним из таких вопросов является определение скорости роста анадары. Этот показатель является важнейшим компонентом энергетического баланса организма и отражает его расходную часть, указывая на изменения физиологического состояния под влиянием различных экологических факторов. Подобные исследования на анадаре проводились у побережья Крыма [4, 7, 10] и Турции [14].

В задачу настоящей работы входило изучение линейного роста анадары в зависимости от массы тела и температуры воды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работу проводили в 2014-2015 гг. в Керченском проливе. Необходимо отметить, что изучение роста анадары было связано с определенными трудностями, особенно с получением данных на ранних стадиях онтогенеза. Как известно, размножение этого вида в Черном море происходит в летний период при температуре воды выше 20 °С [12, 14]. По материалам, полученным в северо-восточной части Черного моря, показано, что созревание и нерест этого вида проходят с июня по конец августа-начало сентября [12], по другим данным – с июня по сентябрь [14]. Осенью начинается пелагический период жизни, заканчивающийся оседанием спата и последующим ростом моллюсков на субстрате. Таким образом, периоды раннего онтогенеза нами не изучены, поэтому изучение роста анадары можно было начать лишь тогда, когда произошло оседание и сформировался спат. Поскольку весной группа размером 5-10 мм была доминирующей, мы приняли ее за основу, а возраст молодежи был принят равным 6,5 месяцев.

Для анализа роста в мае 2014 г. было отобрано 40 экз. анадары размерной группы 5-10 мм (средняя длина 7,7 мм), которые поместили в сетные садки; экспериментальное выращивание моллюсков проводили с мая 2014 по ноябрь 2015 г. на экспериментальной базе КГМТУ в Керченском заливе. Кроме того, было отобрано 142 особи этого вида, на которых определяли выживаемость моллюсков. Погибшие особи в процессе их выращивания заменялись. Температура во время выращивания варьировала в пределах от 2,1 до 25,7 °С, соленость колебалась в диапазоне 13,1-14,8 ‰.

Для характеристики роста анадары с помощью штангенциркуля проводили измерение длины (L), высоты (H) и толщины (выпуклости – D) моллюсков с интервалом 1,5-2 мес. В процессе выращивания популяции происходил небольшой отход (гибель) отдельных особей моллюсков. Количество и размер элиминированных моллюсков фиксировали отдельно и, вместо погибших животных, в садки вносились особи такой же размерной группы, что и у погибших моллюсков. Кривую линейного роста анадары рассчитывали по уравнению Л. Берталанфи [1, 3, 9, 15]:

$$L_t = L_\infty \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}],$$

где L_t – масса моллюска за время t ; L_∞ – максимальная масса моллюска; k – константа роста.

Удельную (q_1 , сут⁻¹) и абсолютную (P_p , мм сут⁻¹) скорости роста моллюсков определяли по следующим уравнениям [1, 5, 10]:

$$q_1 = (\ln \cdot (L_{t+1} / L_t)) / 30 \cdot (t_2 - t_1); P_1 = q_1 \cdot L_s,$$

где L_t и L_{t+1} – длина моллюсков между двумя последовательными интервалами измерения размера моллюсков, L_s – средняя длина моллюска $(L_{t+1} + L_t) / 2$. Математическую обработку осуществляли с помощью компьютерных статистических программ Origin 8.5 и электронных таблиц Excel-2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлены данные по линейному росту анадары в Керченском проливе. Из него видно, что у исследованного вида, как и для большинства других видов двустворчатых моллюсков,

кривую роста можно описать уравнением Л. Берталанфи, которое в численной форме имеет следующий вид:

$$L_t = 40,6 \cdot [1 - e^{-0,042t}] \quad (1)$$

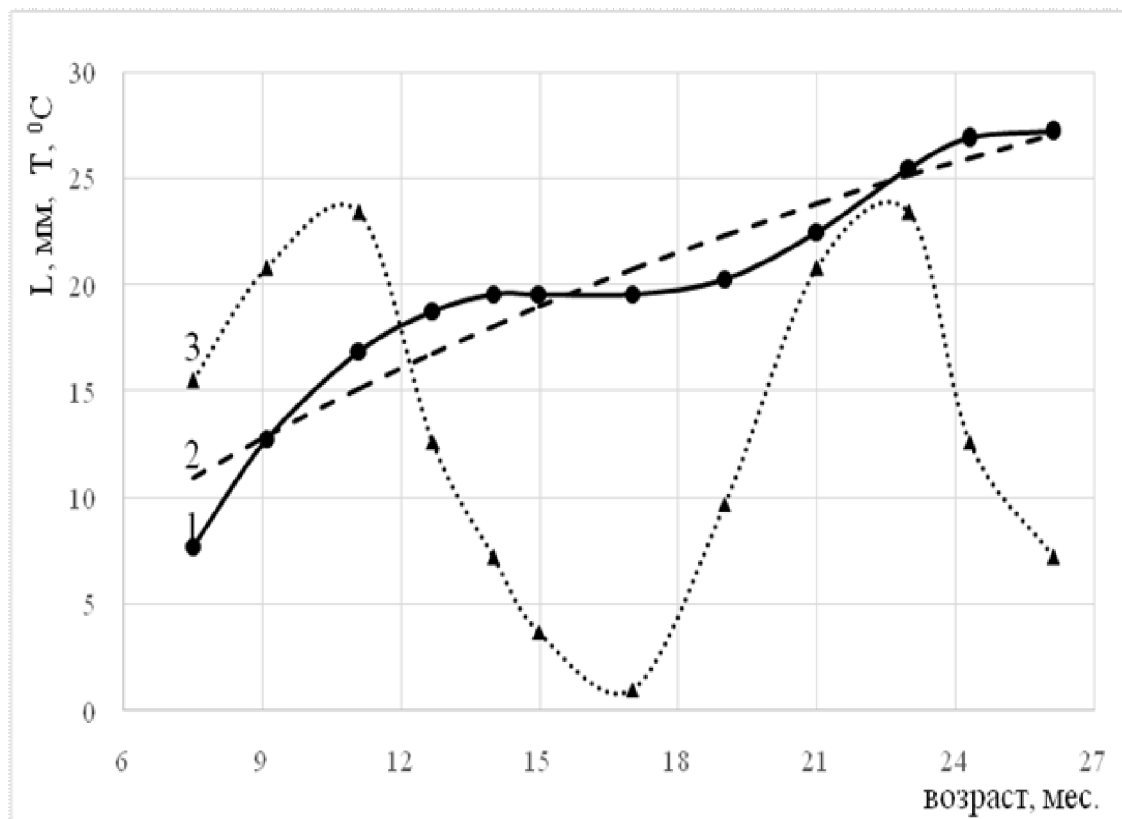


Рис. 1 Изменение кривой линейного роста анадары в процессе индивидуального развития: 1) эмпирические данные; 2) теоретическая кривая; 3) температура воды

Хотя теоретическая кривая в целом достаточно хорошо передает общую тенденцию изменений линейного роста, из нее видно, что она весьма упрощенно передает ее особенности. В частности, эмпирические данные свидетельствуют о характерных процессах ускорения, замедления и полной остановки роста моллюсков в различные сезоны года. В связи с этим проанализированы особенности изменения абсолютной (P_t) и удельной скорости (q_t) линейного роста этого вида.

Анализ данных показал существенные различия в динамике абсолютной и удельной скоростей линейного роста анадары (рис. 2).

На представленном рисунке видно, что максимальные значения суточного прироста длины анадары (P_p , мм сут⁻¹) наблюдались на первом году жизни, после чего происходило устойчивое снижение этого показателя. Кроме того, анализ показал, что в процессе роста наблюдалась тесная корреляция скорости роста с температурой воды: с возрастанием последней суточный прирост моллюсков возрастает, тогда как с понижением температуры скорость роста заметно уменьшалась.

В частности, наибольшая скорость линейного роста наблюдалась в июле-августе при температуре 23-24,6 °C, где она достигала максимума (0,10 мм сут⁻¹). С понижением температуры воды (сентябрь-октябрь) до 18-13 °C прирост заметно уменьшался, что в ноябре (7-8 °C) приводило к полной остановке роста моллюска (рис. 2).

В течение всей зимы до марта включительно изменения ростовых процессов у анадары не обнаружены, однако в апреле, с прогревом воды до 11,3 °C, наблюдалась слабая активизация линейного роста моллюсков. После этого в мае-июне, с повышением температуры до 16-21 °C, скорость ростовых процессов заметно возросла, достигнув максимума в июле-августе (0,05 мм сут⁻¹). Следовательно, последующее снижение температуры воды приводит к уменьшению абсолютной скорости роста моллюсков. Связь P_t с температурой воды (T) достаточно хорошо описывалась линейным уравнением:

$$P_l = 0,0038 \cdot T - 0,0078, n = 12, r^2 = 0,695.$$

(2)

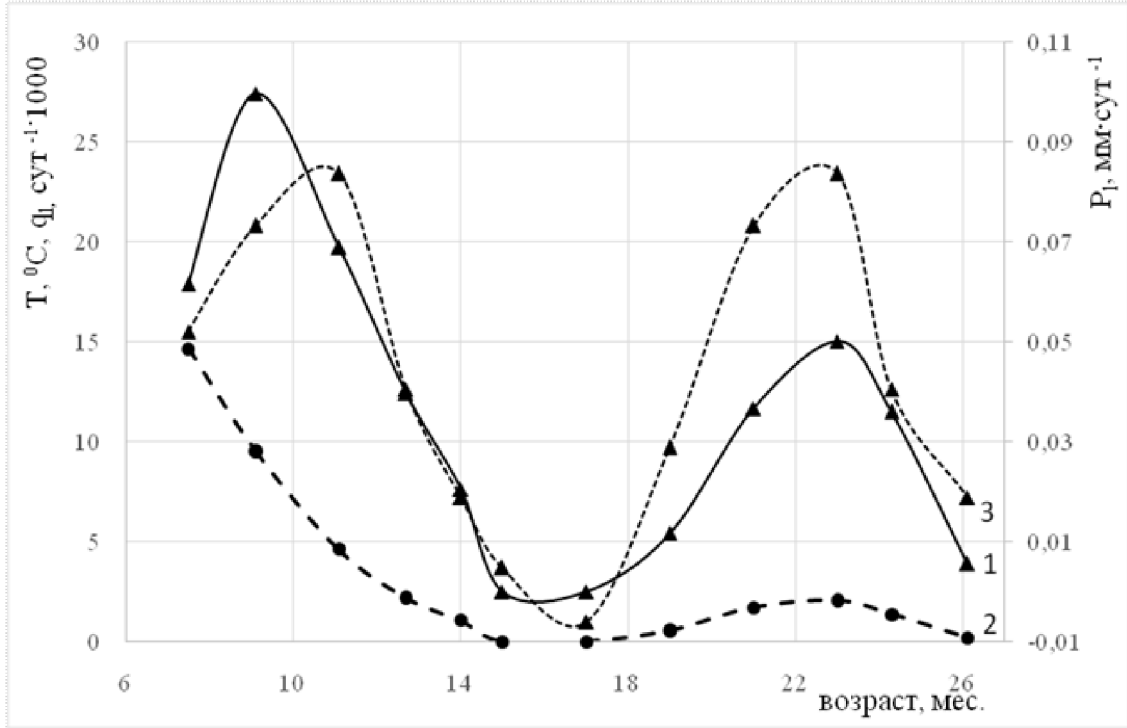


Рис. 2 Динамика абсолютной (1) и удельной (2) скорости линейного роста анадары, выращиваемой в Керченском проливе (3 – температура воды за исследуемый период)

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что абсолютные скорости линейного роста в значительной степени синхронизированы с температурой воды – с возрастанием последней суточный прирост увеличивается, и наоборот, падает при ее снижении (рис. 3).

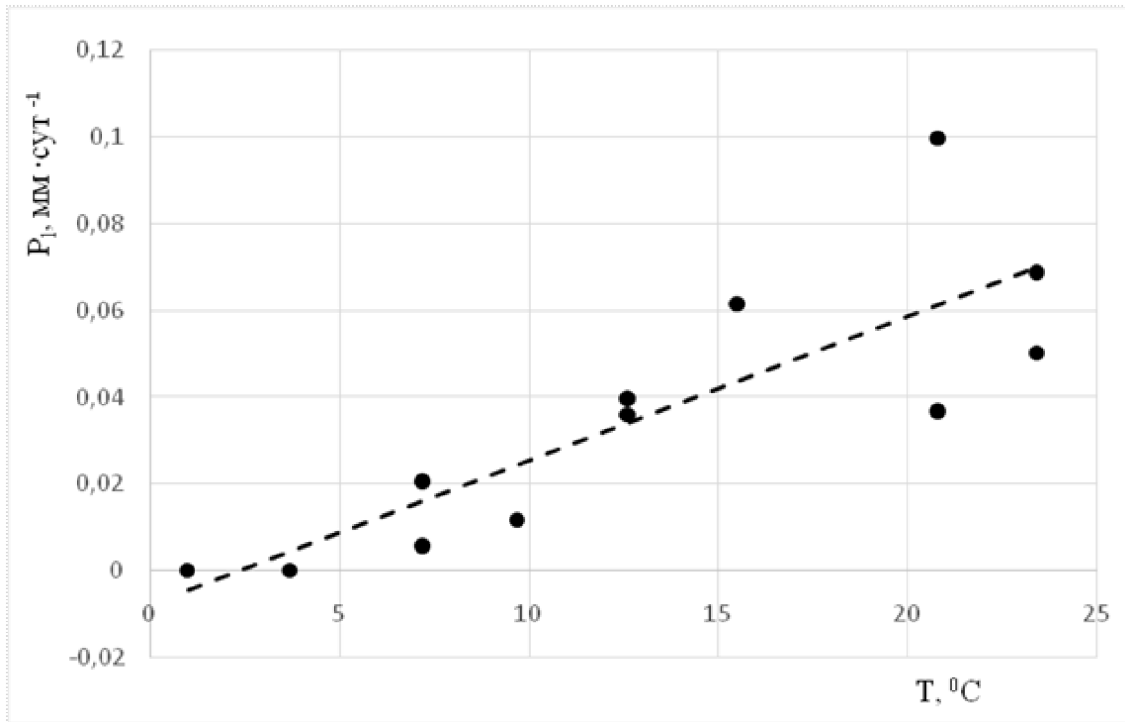


Рис. 3 Связь абсолютной скорости роста (P_l , мм сут⁻¹) анадары с температурой воды (T , °C) в процессе индивидуального развития

Температура биологического нуля (остановка ростовых процессов) у анадары, по-видимому, находится в диапазоне 10-12 °С, что хорошо согласуется с имеющимися в литературе данными. В частности, в работе турецких исследователей [14] было показано, что остановка роста этого вида наблюдается, когда температура воды становится ниже 10 °С.

В то же время удельная скорость роста моллюска (q_p , сут⁻¹) характеризуется несколько иным трендом (рис. 2). В процессе онтогенеза значение q_p устойчиво снижается, т. е. уменьшение удельной скорости роста в первую очередь определяется размерами (и массой тела). Следует отметить, что температура воды заметно влияет на величину q_p . С возрастом и увеличением размера и массы тела при изменении температуры воды наблюдается как возрастание, так и снижение удельной скорости линейного роста.

При проведении продукционных исследований полученные данные по линейному росту анадары можно трансформировать в материалы по весовому росту моллюска. Используя ранее полученное уравнение [4], связывающее длину с массой тела этого вида, можно определить массу тела животного:

$$W = 3,36 \times 10^{-4} \cdot L^{2,966 \pm 0,058}, r^2 = 0,982. \quad (3)$$

На основе уравнения (3) можно определить кривую весового роста и охарактеризовать траты энергии на прирост висцеральной массы тканей и раковины в онтогенезе данного вида моллюсков.

ВЫВОДЫ

1. Исследован линейный рост двустворчатого моллюска анадары в течение 3-летнего периода роста в Керченском проливе. Показано, что кривую линейного роста можно описать уравнением Л. Бергаланфи: $L_t = 40,6 [1 - e^{-0,042 \cdot t}]$.
2. Показано, что абсолютная скорость линейного роста (P_p , мм сут⁻¹) этого вида моллюсков была наиболее высока на первом году жизни, после чего она начинала снижаться.
3. Обнаружено, что скорость линейного роста анадары тесно коррелирует с температурой воды и описывается линейным уравнением: $P_t = 0,0038 \cdot T - 0,0078$.
4. В отличие от абсолютной скорости, удельная скорость линейного роста моллюска (q_i ; сут⁻¹) характеризовалась устойчивым отрицательным трендом – с возрастанием размера тела ее значение устойчиво снижалось. Температура также влияет на скорость линейного роста, но ее вклад в этот процесс значительно меньше, чем возрастание размера (и массы) тела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – М.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Анистратенко В.В., Халиман И.А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505-511.
3. Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных // Успехи современной биологии. – 1966. – Т. 61, № 2. – С. 274-293.
4. Жаворонкова А.М., Золотницкий А.П. Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска анадары (*Anadara inaequalvis*, Bruguière, 1789) Керченского пролива // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь, 2014. – Вып. 10 (29). – С. 128-134.
5. Заика В.Е. Балансовая теория роста животных. – К.: Наукова думка, 1985. – 252 с.
6. Золотарев В.Н., Золотарев П.Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // Доклады АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501-503.
7. Золотницкий А.П., Вижевский В.И. Некоторые данные по росту и аллометрии двустворчатого моллюска куннарки (*Cunearca cornea* Reeve) как возможного объекта черноморской марикультуры // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 3/4. – С. 19-21.
8. Киселева М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа // Многолетние изменения зообентоса Черного моря / под ред. В.Е. Заики. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 84-99.

9. Мина М.В., Клевезаль Н.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
10. Пиркова А.В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 52. – С. 73-78.
11. Фроленко Л.Н. Зообентос Азовского моря в условиях антропогенных воздействий : автореф. дис. канд. биол. наук. – Ростов-н/Д., 1996. – 22 с.
12. Чикина М.В., Колочкина Г.А., Кучерук Н.В. Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 72-77.
13. Чихачев А.С., Фроленко Л.Н., Ревков Ю.И. Двустворчатый моллюск *Anadara* sp. – новый вселенец в Азовское море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. – Ростов-н/Д., 1996. – С. 165-168.
14. Acarli, S., Lok, A., Yigitkurt, S. Growth and survival of *Anadara inaequalvis* (Bruguière, 1789) in Sufa Lagoon, Izmir, Turkey // The Israeli Journal of Aquaculture. – Bamidgah, 2012. – Vol. 64. – P. 1-7.
15. Bayne, B.L. Marine mussels: their ecology and physiology / Ed. B.L. Bayne. – Camb. Univ. Press, 1976. – P. 385-410.
16. Kawamoto, N. Oxygen capacity of the blood of certain invertebrates which contains hemoglobin. – Sci. Rep. Tohoku Univ., 1998. – 4th Ser. – P. 561-575.
17. Sahin, C. The benthic exotic species of the Black Sea: blood cockle (*Anadara inaequalvis*, Bruguière, 1789: Bivalve) and rapane whelk (*Rapana thomasi*, Crosse, 1861: mollusc) / H. Emiral, I. Okumus, A.M. Gozler, F. Kalaycu, N. Hacimurtezaoglu // J. Animal and Veterinary Advances. – 2009. – Vol. 8, No 2. – P. 240-245.
18. FAO. Fisheries Statistics // Aquaculture Production. – Rome, 2004. – 98 (2). – 104 pp.
19. Fischer, W., Bauchot, M. L., Schneider, M. Fiches FAO d'identification especes pour les besoins de la pe (Revisiion 1). Mediterranee et mere Noire, Zone de peche 37. – Revisiion 1. – Vegetauxet Invertebres. – Rome, 1987. – Vol. 1. – 631 p.

Поступила 13.02.2017 г.

Some regularities of linear growth of bivalve *Anadara inaequalvis* (Bruguière, 1789) of the Kerch Strait. A. M. Zhavoronkova, M. A. Broda. Seasonal changes in linear growth of the bivalve blood cockle *Anadara inaequalvis* in the Kerch Strait were investigated. The materials were collected in 2014-2015 in the Kerch Strait (Black Sea). In May 2014, 40 specimens of the blood cockle (its age group equaled 5-10 mm with the average length 7.7 mm) were selected for further culture from May 2014 to November 2015. It was shown that during the culture process the growth of this mollusc can be described by Bertalanffy equation: $L_t = 40,6 \cdot [1 - e^{-0,042 \cdot t}]$. The theoretical curve is only able to report the growth characteristics of the blood cockle in a very simple way, without taking into account the influence of body size and seasonal changes of water temperature. It was found out that the absolute rate of the blood cockle linear growth (P_p , mm·day⁻¹) was highest during the first year of its life, afterwards it begins to decline. The growth rate of the mollusc's length is closely correlated with water temperature and is described by the equation: $P_t = 0,0038 \cdot T - 0,0078$. In contrast to the absolute speed, the specific rate of *A. inaequalvis* linear growth (q_p , day⁻¹) is characterized by a stable negative trend – with the body size increase its value decreases. Water temperature also affects the rate of linear growth but its effect is much less than the effect of its body size (and weight).

Keywords: *Anadara inaequalvis*, linear growth, absolute growth rate, specific growth rate, water temperature

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИПЕРСОЛЕННЫХ ОЗЕР КРЫМА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ЭКОЛОГО- ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

С. С. Жугайло, зав. лаб., Т. М. Авдеева, ст. н. с., М. Н. Пугач, зам. зав. лаб.,
С. Н. Аджиумеров, инженер, Э. Н. Аджиумеров, м. н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: zhugaylo_s_s@azniirkh.ru

Исследовано качество водной среды ряда гиперсоленых рыбохозяйственных водоемов Крыма по гидрохимическим и химико-токсикологическим показателям. В течение 2015 г. были выполнены 3 комплексные экологические съемки в озерах Ленинского, Краснопереконского и Сакского районов Республики Крым (озера Кирлеутское, Акташское, Айгульское, Ойбурское, Аджибайчикское). Показано, что исследуемые озера по содержанию в водных массах нитритов и фосфатов, а оз. Аджибайчикское еще и по кислородному режиму, отнесены к высокому уровню загрязнения. Тем не менее состояние обитающих в них биоресурсов (хирономид, артемии, гаммаруса и т. д.) удовлетворительное, что подтверждает высокую адаптивность гидробионтов данных водоемов. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях исследованных гиперсоленых озер не превышало таковых в земной коре, за исключением свинца в оз. Айгульское. Уровень загрязненности озер тяжелыми металлами по отношению к их содержанию в земной коре убывал в ряду: свинец-никель-ртуть-хром-марганец-медь-цинк-железо. Наибольшее содержание суммарных нефтепродуктов отмечено в оз. Кирлеутском, наименьшее – в оз. Акташском, однако здесь зафиксирован максимум наиболее токсичной фракции нефтепродуктов – смол и асфальтенов. В целом степень загрязнения донных отложений исследованных гипергалинных озер тяжелыми металлами и нефтепродуктами была достаточной низкой.

Ключевые слова: гиперсоленые озера, Крым, гидрохимический режим, уровень загрязнения, донные отложения, тяжелые металлы, нефтепродукты, кислородный режим, нитриты, фосфаты, смолы, асфальтены

ВВЕДЕНИЕ

Согласно классификации соленых озер, к гиперсоленным относятся озера с соленостью выше 40 ‰. Исследования, проведенные в них, позволили выделить наиболее важные в биологическом аспекте черты, характеризующие данные водоемы. К ним относятся: большие сезонные колебания солености, столь же сильные колебания уровня воды и наличие тенденции к пересыханию в сухой период года.

Гиперсоленые озера являются наиболее экстремальными водоемами. Высокое содержание солей в этих водоемах приводит к росту осмотического давления, что может вызвать обезвоживание клеток водного организма, их повреждение или гибель. В то же время здесь обитают организмы, обладающие механизмами адаптации к вышеуказанным условиям среды и имеющие большое практическое значение – ракообразные и личинки насекомых.

Все исследователи указывают на бедность видового состава таких озер. Так, в водоемах с соленостью 50-100 ‰ максимальное число видов ракообразных достигает 4-5, при 100-150 ‰ – не более 3, при очень высокой солености (около 190-200 ‰) встречается всего 1 вид [1].

В 2015 г. ФГБНУ «ЮгНИРО» начал систематические исследования состояния водных биоресурсов и среды их обитания в водохранилищах и соленых озерах Республики Крым, в том числе в ряде

озер Крыма, имеющих важное рыбохозяйственное значение для добычи водных биоресурсов (артемии, хирономид, гаммаруса и т. д.). Целью данной работы является анализ состояния среды гиперсоленых озер Крыма по гидрохимическим и химико-токсикологическим показателям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В рамках исследования состояния среды обитания водных биоресурсов в течение 2015 г. были выполнены 3 комплексные экологические съемки в озерах Ленинского, Красноперекопского и Сакского районов Республики Крым.

Краткая характеристика исследованных гиперсоленых озер на основании данных, изложенных в работе [7], представлена ниже (табл. 1). Происхождение всех вышеприведенных озер – лиманное.

Таблица 1

Краткая характеристика озер [7]

Название	Группа, ближ. нас. пункт	Площадь зеркала	Средняя глубина	Источник наполнения
Айгульское	Перекопская с. Красноармейское	37,5	1,5	Подземные, поливные и дренажные воды, не загрязнено в результате деятельности химической промышленности
Кирлеутское	Перекопская с. Источное	20,8	1,5	Подземные, поливные и дренажные воды, не загрязнено в результате деятельности химической промышленности
Ойбурское	Евпаторийская, соединено с Черным морем севернее с. Штормовое	5,0	2,0	Поверхностные и подземные воды
Аджибайчикское	Евпаторийская с. Штормовое	1,2	0,6	Поверхностные и подземные воды
Акташское	Керченская, южнее пгт. Щелкино	26,8	2,0	Поверхностные и подземные воды

Ввиду мелководности водоемов пробы отбирались с поверхностного горизонта. Отбор проб воды осуществлялся батометром объемом 1 л, донных отложений – дночерпателем с площадью захвата 0,025 м². Анализ проб по гидрохимическим показателям осуществлялся в тот же день в экспедиционных условиях по стандартным методикам [8, 11], по эколого-токсикологическим – в стационарных лабораторных условиях с использованием методов атомно-абсорбционной спектроскопии (тяжелые металлы) и комбинированного оптического на основе ИК-спектроскопии и люминесценции (нефтепродукты) [6, 9]. Оценка уровня загрязненности водоемов выполнялась в сравнении с рыбохозяйственными ПДК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На протяжении всего периода исследований в озерах Акташское и Ойбурское соленость изменялась в относительно узком диапазоне, составляющем по средним величинам 94,0-106,3 ‰ и 95,9-119,6 ‰, соответственно. В озерах Аджибайчикское, Айгульское и Кирлеутское соленость изменялась в более широком интервале. Так, в озере Аджибайчикском в мае и июле соленость составила 94,1 ‰ и 93,1 ‰, в октябре – 208,5 ‰; в оз. Айгульском – 240 ‰ (май) и 157 ‰ (июль); Кирлеутском

– 240 % (май) и 171 % (июль). Величина водородного показателя водных масс озер изменялась в пределах, характерных для природных вод (6,5-8,5 ед.).

Водная среда исследуемых озер характеризовалась относительно низким содержанием растворенного кислорода, что, по всей видимости, обусловлено в первую очередь высокой концентрацией солей. Наибольшее содержание растворенного в воде кислорода отмечалось в оз. Акташское, составляя в среднем 3,92-5,24 мг/л, наименьшее – в оз. Аджибайчикском (1,02-1,55 мг/л). Относительно биохимического потребления кислорода следует отметить, что особенностью распределения этого параметра во времени явилось максимальное значение БПК₅, определенное в воде исследуемых акваторий в июле. В это время величина БПК₅ составила в среднем 13,8-21,9 мгО₂/л, что в 1,5-25 раз выше, чем в остальной период исследований. Если максимальное количество легко окисляемого органического вещества определено в июле, то наибольшее содержание органических восстановителей зафиксировано не только в июле, но и в апреле-мае. В октябре величина перманганатной окисляемости снизилась в 2-5 раз (табл. 2).

Следствием большого количества органического вещества явился достаточно высокий уровень загрязнения водной среды озер биогенными элементами. Абсолютный максимум по нитрат-иону (15,44 мг/л) зафиксирован в оз. Аджибайчикском в октябре, здесь же отмечены высокие показатели аммония и нитритов. В отношении нитрит-иона следует отметить, что его содержание практически всегда было в среднем в 3 раза выше ПДК.

Известно, что нитритные ионы – неустойчивые соединения, которые легко окисляются в нитратные, и их концентрация, как правило, достаточно низкая, однако процесс нитрификации может протекать только в аэробных условиях. Высокая соленость и, как следствие, низкое содержание растворенного кислорода, по всей видимости, и является причиной достаточно больших концентраций нитритов в гиперсоленых озерах. Наибольшее содержание фосфат-ионов, составляющее 5,87 мг/л, определено в оз. Акташское в октябре.

Принимая во внимание критерии, определяющие степень загрязнения природной среды [3], следует отметить, что вода исследуемых озер по содержанию в ней нитритов и фосфатов, а оз. Аджибайчикского еще и по абсолютному содержанию растворенного кислорода, характеризуется высоким уровнем загрязнения.

В то же время известно, что места обитания личинок хирономид отличаются низким содержанием кислорода: наиболее благоприятным для них является содержание кислорода в пределах 1,7-3,0 мг/л. В илах водоемов количество кислорода редко достигает 3 мг/л, часто оказывается близким к нулю. Личинки хирономид также выдерживают широкий диапазон изменений концентрации водородных ионов (рН) [10].

В исследуемых озерах, несмотря на достаточно высокие концентрации биогенных элементов, в целом прослеживается их сезонная динамика: минимальное количество минеральных форм азота и фосфора наблюдалось летом, что свидетельствует о потреблении биогенов фитопланктоном и другими водными растениями; при понижении температуры значительно снижается интенсивность фотосинтеза и усиливаются деструктивные процессы.

На биологическую продуктивность также влияют загрязняющие вещества, оказывая как прямое токсическое действие на живые организмы, так и опосредованное. Известно, что на появление морфологических нарушений хирономид с наибольшей вероятностью влияют ассоциации тяжелых металлов [5]. В связи с этим, наряду с гидрохимическим состоянием водоемов, были выполнены эколого-токсикологические исследования донных отложений, которые играют важную роль в биогеохимическом цикле, являясь местом депонирования загрязняющих веществ: здесь определялось содержание тяжелых металлов и компонентов нефти.

При оценке качества донных отложений возникают определенные трудности, связанные с тем, что в настоящее время не существует нормативно закрепленных характеристик их состояния по уровню загрязнения. В связи с этим в качестве критерия было использовано среднее содержание тяжелых металлов в земной коре (табл. 3) [4].

Анализ полученных результатов показал, что средняя концентрация определяемых тяжелых металлов в донных отложениях исследуемых озер не превышала их среднее количество в земной коре.

Таблица 2

Средние величины гидрологических и гидрохимических показателей в гиперсолёных озерах Крыма

Наименование озера	Сезон отбора проб	Т воды, °С	O ₂ , мг/л	БПК ₅ , мгO ₂ /л	Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /л	pH, ед.	NH ₄ , мг/л	NO ₂ , мг/л	NO ₃ , мг/л	PO ₄ , мг/л
Акташское	апрель	14,4	3,92	2,78	24,26	8,21	0,85	0,177	0,36	0,78
	июль	28,5	5,18	13,8	19,55	8,25	0,79	0,133	0,789	0,663
	октябрь	13	5,24	5,07	10,93	8,03	1,59	0,327	3,704	5,87
	май	22,2	4,97	3,2	19,89	8,47	-	-	-	-
Ойбурское	июль	27	3,86	20,05	30,72	7,95	0,931	0,092	0,187	0,06
	октябрь	13,7	1,46	1,33	5,92	7,99	0,215	0,057	0,919	0,065
	май	19,5	1,02	0,86	24,3	7,7	-	-	-	-
Аджибайчское	июль	26,9	1,55	2,19	31,41	7,9	0,514	0,188	0,77	0,048
	октябрь	15,1	1,46	1,33	5,92	7,8	0,941	0,426	15,44	0,39
	май	20,5	2,44	1,73	17,47	8,12	-	-	-	-
Кирлеутское	июль	22,9	6,36	2,96	5,93	7,97	0,514	0,188	0,77	0,048
	май	20	1,96	1,61	21,14	8,34	-	-	-	-
Айгульское	июль	23,9	3,02	20	81,44	7,2	1,16	0,024	0,448	0,165

Исключение составило содержание свинца в оз. Айгульское, зафиксированное в июле 2015 г. (рис. 1). В целом уровень загрязненности озер тяжелыми металлами по отношению к их содержанию

Среднее содержание некоторых тяжелых металлов в земной коре, мкг/г с. в.

Hg	Cu	Fe	Pb	Zn	Mn	Ni	Cr
0,08	47	46500	16	170	1000	58	83

Таблица 3

в земной коре убывал в ряду: свинец-никель-ртуть-хром-марганец-медь-цинк-железо.

Что касается нефтепродуктов, то их наименьшее содержание определено в донных отложениях оз. Акташское, наибольшее – оз. Кирлеутское (рис. 2).

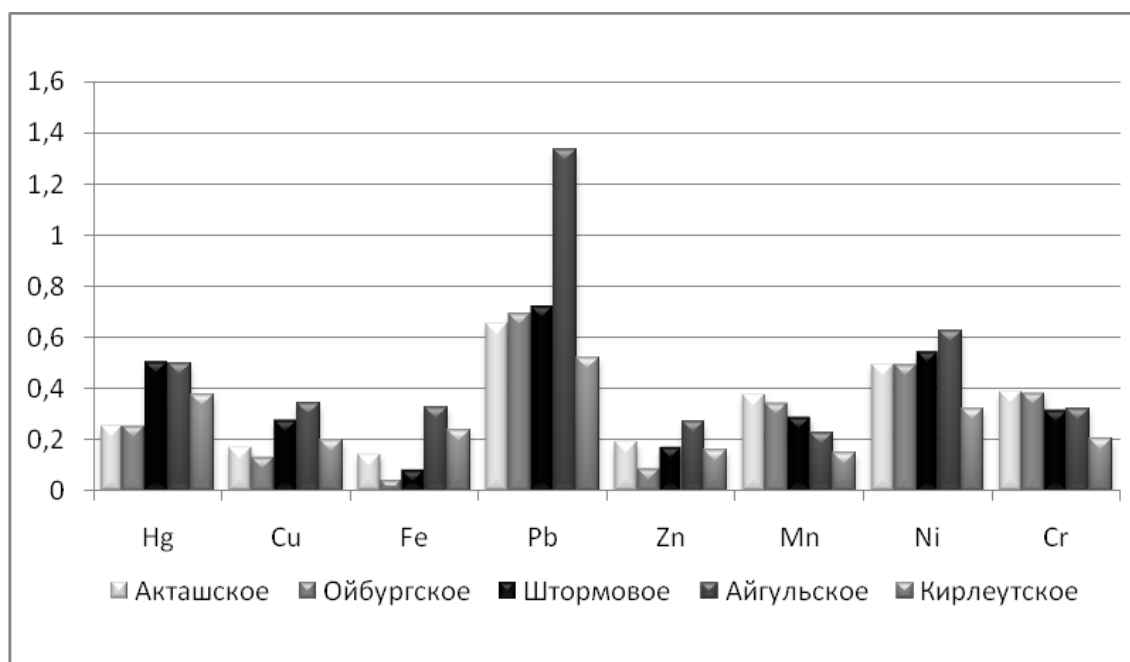


Рис. 1 Относительные средние концентрации тяжелых металлов в донных отложениях гиперсолесных озер Крыма в 2015 г. (концентрации металлов в донных отложениях приведены по отношению к их содержанию в земной коре)

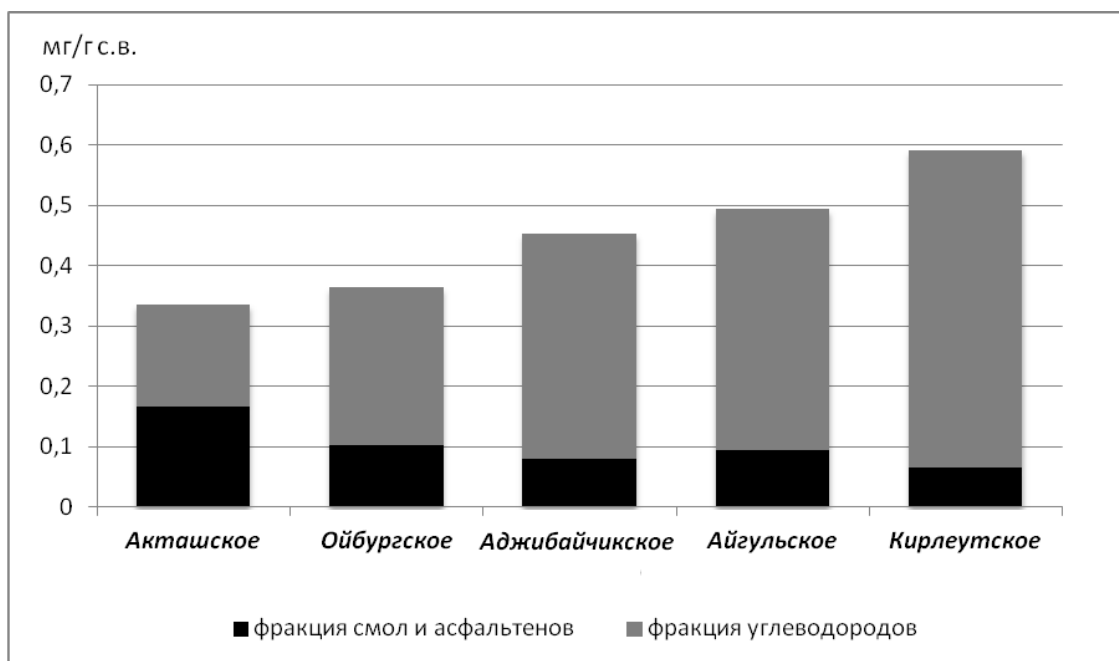


Рис. 2 Концентрации суммарных нефтепродуктов (мг/г с.в.) в донных отложениях гиперсолесных озер Крыма в 2015 г.

Однако, принимая во внимание фракционный состав нефтепродуктов, следует отметить, что в озерах Ойбурское, Аджибайчикское, Кирлеутское содержание сильнотрансформированной фракции (смола и асфальтенов) составило менее 30 %, в отличие от оз. Акташское, в донных отложениях которого соотношение мало- и сильнотрансформированных фракций было 1:1.

В отношении смол и асфальтенов следует отметить, что, во-первых, они более токсичны для живых организмов, во-вторых, практически не подвергаются биологической и химической деградации [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2015 г. водная среда гиперсоленых озер Крыма характеризовалась низкой концентрацией кислорода и высоким содержанием органического вещества и, следовательно, биогенных элементов. Несмотря на неблагоприятный гидрохимический режим водоемов, здесь отмечалось удовлетворительное состояние биоресурсов, имеющих важное рыбохозяйственное значение (хинономид, артемии, гаммаруса и т. д.), что подтверждает высокую адаптивность гидробионтов исследованных озер.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях исследованных гиперсоленых озер не превышало таковое в земной коре, за исключением свинца в оз. Айгульское. Уровень загрязненности озер тяжелыми металлами по отношению к их содержанию в земной коре убывал в ряду: свинец-никель-ртуть-хром-марганец-медь-цинк-железо. Наибольшее содержание суммарных нефтепродуктов отмечено в оз. Кирлеутском, наименьшее – в оз. Акташском, однако здесь зафиксирован максимум наиболее токсичной фракции нефтепродуктов – смола и асфальтенов. В целом степень загрязнения донных отложений исследованных гиперсоленых озер тяжелыми металлами и нефтепродуктами была достаточной низкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова М.Б.* О зоопланктоне гипергалинных озер // Гидробиологический журнал. – 1999. – Т. 26, № 5. – С. 3-9.
2. *Израэль Ю.А., Цыбань А.В.* Антропогенная экология океана – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 527 с.
3. *Качество морских вод по гидрохимическим показателям // Ежегодник, 2012 год / ГОИН [под ред. А.Н. Коршенко].* – Обнинск: Артефакс, 2013. – 199 с.
4. *Кленкин А.А., Корпакова И.Г., Павленко Л.Ф., Темердашев З.А.* Экосистема Азовского моря: антропогенное загрязнение. – Краснодар, 2007. – 324 с.
5. *Назарова Л.Б.* Развитие представлений о тератогенном воздействии антропогенных факторов на личинок хинономид : автореф. дис. канд. биол. наук. – Казань, 1999. – 17 с.
6. *ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011.* Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовых долей металлов в осадках сточных вод, донных отложениях, образцах растительного происхождения спектральными методами.
7. *Поверхностные водные объекты Крыма (справочник) / под ред. Тимченко З.В.* – Симферополь: Реском-водхоз АРК, 2004. – 113 с.
8. *РД 52.10.243-92.* Руководство по химическому анализу морских вод.
9. *РД 52.24.505-2010.* Массовая доля нефтяных компонентов в донных отложениях. Методика выполнения измерений с идентификацией их состава и происхождения ИК-фотометрическим, люминесцентным и газохроматографическим методами.
10. *Садчиков А.П.* Экология хинономид и их роль в повышении кормовой базы водоемов. – URL: <http://www.ruscalifornia.com/factmagazine/?a=1031> (дата обращения 04.05.2016).
11. *Шишкина Л.А.* Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 167.

Поступила 16.05.2016 г.

Current state of the hypersaline lakes of Crimea according to hydrochemical and ecotoxicological parameters. S. S. Zhugaylo, T. M. Avdeeva, M. N. Pugach, S. N. Adzhumerov, E. N. Adzhumerov.
Water quality of several hypersaline fishery water bodies of Crimea was studied according to hydrochemical

and chemico-toxicological parameters. In 2015, three complex environmental surveys were carried out in the lakes of Lenin, Krasnoperekopsk, and Saki regions of the Crimean Republic (Kyrleut, Aktash, Aygul, Oybur, Adji-Baychi L.). It has been identified that the studied lakes, based on their nitrite and phosphate content, and the Adji-Baychi L. as well, on the basis of its oxygen regimen, have high pollution levels. However, the state of biological resources (chironomids, brine shrimps, gammarids, etc.) is satisfactory, which confirms high adaptability of aquatic living organisms in these water bodies. Heavy metal content in the bottom sediments of the studied hypersaline lakes did not exceed the one in the Earth crust, except for lead in the Aygul L. The level of heavy metal contamination of lakes in relation to their content in the Earth crust decreased in the range: lead-nickel-mercury-chrome-manganese-copper-zinc-iron. The highest content of cumulative petroleum products was recorded in Kyrleut L., the lowest in Aktash L.; however, in the latter one, the maximum of the most toxic oil group, gums and asphaltenes, was recorded. In general, contamination level of the bottom sediments in the studied hypersaline lakes with heavy metals and petroleum products was sufficiently low.

Keywords: hypersaline lakes, Crimea, hydrochemical regimen, contamination level, bottom sediments, heavy metals, oil products, oxygen regimen, nitrites, phosphates, tars, asphaltenes

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА СОЛЕНОГО АКТАШСКОГО ОЗЕРА

А. М. Сёмик¹, зав. лаб., А. О. Ушакова², магистрант

¹Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

²ФГБОУ ВО «Керченский Государственный Морской Технологический Университет»
e-mail: semik_a_m@azniirkh.ru

На основании мониторинговых съемок в 2012-2013 и 2015 гг. проанализировано состояние зоопланктонного сообщества оз. Акташское (Керченский полуостров, Крым, Азовское море). Зоопланктон собирали на 4 участках водоема, различающихся по гидролого-гидрохимическому режиму. Всего обработано 78 проб. За исследованный период в оз. Акташское было обнаружено 10 видов зоопланктонных организмов: жаброногие раки (1 вид), веслоногие раки (3), ветвистоусые раки (1), усконогие раки (1), разноногие раки (2), коловратки (1) и личинки двусторчатых моллюсков (1). Рассмотрено видовое разнообразие зоопланктона в различных частях водоема, сезонные изменения численности и биомассы отмеченных гидробионтов (*Artemia salina*, *Moina micrura*, *Dikerogammarus haemobaphes* и др.), а также их практическое значение. В видовом разнообразии озера преобладали ракообразные (80 %). Среди ракообразных доминировали веслоногие раки (37,5 %). Наибольшим видовым разнообразием отличался мелководный 3-й участок (восточная часть озера) – 6 видов, наименьшее количество видов (1) зарегистрировано на центральном 4-ом участке. Отмечено, что с повышением солености вод в оз. Акташском видовое разнообразие снижается. Указано, что рассмотренные виды способны переносить значительные перепады солености, а также формировать покоящиеся яйца для переживания неблагоприятных условий среды.

Ключевые слова: *Artemia salina*, *Moina micrura*, *Dikerogammarus haemobaphes*, озеро Акташское, Керченский полуостров, зоопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, сезонные изменения, водные сообщества, гипергалинные озера

Гипергалинные озера Республики Крым являются составляющей ландшафтного и биологического разнообразия полуострова и относятся к одним из наиболее экстремальных местообитаний нашей планеты. В них выявлены уникальные микро- и макроорганизмы; они являются местами гнездования, зимовки, отдыха и откорма птиц во время миграций. Соленые водоемы эксплуатируются для получения сырьевых материалов, используемых в химической промышленности, сельском хозяйстве, биотехнологии, аквакультуре и медицине, имеют экологическое, социальное и экономическое значение.

В Крыму расположено более 50 крупных гипергалинных водоемов, одним из них является Акташское озеро – соленое озеро на севере Керченского полуострова на территории Ленинского района. Водоем занимает 4-е место по площади в Крыму.

Среди населяющих этот водоем гидробионтов наиболее массовыми являются зоопланктонные организмы, которые играют важную функциональную роль в трофических звеньях, а также в формировании лечебной грязи в соленых озерах [10]. Некоторые из них представляют несомненную ценность для развития аквакультуры [4, 9].

Актуальность изучения современного видового разнообразия зоопланктоценоза данного водоема определяется слабой изученностью этой группы животных, которая имеет природную, научную и потенциальную экономическую важность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований послужил зоопланктон соленого Акташского озера, расположенного на Керченском полуострове в Ленинском р-не Республики Крым. Зоопланктон собирали на 4 участках водоема, различающихся по гидролого-гидрохимическому режиму (рис. 1).



Рис. 1 Схема участков в оз. Акташское, на которых проводили сбор гидробиологического и гидролого-гидрохимического материала

В настоящей работе использованы материалы мониторинговых съемок, выполненных в оз. Акташское в разные сезоны 2012-2015 гг. Всего собрано и обработано 78 проб. Учитывая малые глубины оз. Акташское, пробы зоопланктона собирали отцеживанием 50 л воды через планктонную сеть Апштейна. В сетях использовали мельничный газ № 49. Фиксация проб проводилась 4%-ным раствором формалина. Камеральная обработка проводилась в лаборатории института по общепринятым методикам [3]. Таксономическая обработка зоопланктонных проб осуществлялась по трехтомному определителю фауны Черного и Азовского морей [5-7]. Подсчет организмов проводили в счетной камере Богорова. Все голопланктонные формы определяли до вида и стадий развития, личинки бентосных животных – до крупных таксонов. Для расчета биомассы зоопланктона использовались стандартные веса планктонных организмов [8]. По имеющимся данным определялась численность и биомасса как отдельных видов, так и сообщества в целом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2012 по 2015 г. в оз. Акташское было обнаружено 10 видов зоопланктонных организмов: жаброногие раки – 1, веслоногие раки – 3, ветвистоусые раки – 1, усоногие раки – 1, разноногие раки – 2, коловратки – 1 и личинки двустворчатых моллюсков – 1 вид (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона в оз. Акташское в 2012-2013 и 2015 гг.

Виды и таксоны	Участки			
	1	2	3	4
Подкласс Anostraca				
<i>Artemia salina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
Отр. Cladocera				
<i>Moina micrura</i> (Cheilich, 1877)	+	+	+	-
Отр. Calanoida				
<i>Diaptomus salinus</i> (Daday, 1885)	+	+	-	-
<i>Calanipeda aqua dulcis</i> (Kriczagin (Kritchagin), 1873)	-	-	+	-
<i>Oithona minuta</i> (Krichagin, 1877)	-	-	+	-
Подкласс Cirripedia				
<i>Balanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	-	-	+	-
Отр. Amphipoda				
<i>Gammarus subtipicus</i> (Stock, 1966)	+	+	-	-
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)	+	+	-	-
Класс Lamelibranchiata				
<i>Bivalvia (larvae)</i>	-	-	+	-

Из-за мелководности на участках взятия проб в них присутствовали представители бентосных организмов – личинки хирономид, гарпактицид и остракод. На отдельных станциях их доля по биомассе достигала значительных размеров. Например, биомасса гарпактицид в планктоне составляла от 3,3 % в 2012 г. до 23,9 % – в 2013 г.

Среди гидробионтов наиболее разнообразной и многочисленной группой являются ракообразные – 80,0 %; по 10,0 % приходится на коловраток и личинок моллюсков. Среди ракообразных доминировали веслоногие рачки – 37,5 % (рис. 2).

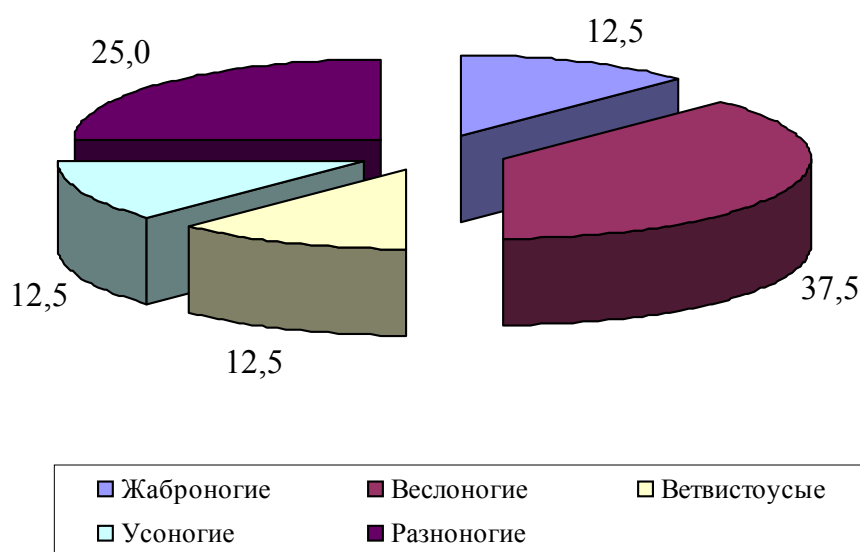


Рис. 2 Соотношение различных видов ракообразных в оз. Акташское в 2012-2015 гг.

Обобщая вышеизложенное, следует заключить следующее: ракообразные являются одной из наиболее разнообразных и массовых групп гидробионтов в оз. Акташское.

Обилие видов на отдельных участках водоема в течение года наблюдалось следующее: весной и летом – по 5, осенью – 4 и зимой – 7. Распределение видов зоопланктона по различным участкам оз. Акташское было неоднородным (табл. 2).

Весной наибольшим видовым разнообразием отличались 1 и 2 участки – по 5 видов. Летом и осенью максимальное количество видов отмечено на 3-м участке – 4 и 3 вида, соответственно. Зимой количество видов на 3-м участке возросло до 6. Во все сезоны на 4-ом участке было наименьшее количество видов – 1.

Количественные показатели зоопланктонного сообщества имели свою особенность (табл. 3).

Таблица 2

Распределение видового состава зоопланктонных организмов по сезонам и участкам в оз. Акташское в 2012-2013 и 2015 гг.

Вид, таксон	Весна				Лето				Осень				Зима			
	станции (участки)															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Artemia salina</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	*	*	1	1
<i>Diaptomus salinus</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	*	*	0	0
<i>Calanipeda aqua dulcis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	1	0
<i>Oithona minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	1	0
<i>Moina micrura</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	*	*	0	0
<i>Balanus improvisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	1	0
<i>Gammarus subtypicus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	*	*	0	0
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	0	0
<i>Brachionus plicatilis</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	*	*	1	0
<i>Bivalvia (larvae)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	1	0

* Данных нет.

Среднегодовая удельная численность зоопланктона в оз. Акташское варьировала от 894,74 тыс. экз./м³ в 2012 г. до 71,392 тыс. экз./м³ в 2015 г. Минимальные значения этого показателя отмечены в 2013 г. – 27,32 тыс. экз./м³. Аналогично удельная биомасса планктеров изменялась от 37181,5 мг/м³ в 2012 г. до 14288,7 мг/м³ – в 2015 г. Минимальное ее значение наблюдали в 2013 г. – всего 857,6 мг/м³. Столь высокие показатели межгодовой удельной численности и биомассы зоо-

Таблица 3

Динамика удельной численности (экз./м³) и биомассы (мг/м³) зоопланктонных организмов в оз. Акташское в 2012-2013 и 2015 гг.

Вид, таксон	Год					
	2012		2013		2015	
	экз./м ³	мг/м ³	экз./м ³	мг/м ³	экз./м ³	мг/м ³
<i>Artemia salina</i>	256982	4096,3	27320	857,6	37632	1781,7
<i>Diaptomus salinus</i>	153250	18174,1	0	0	19756	2319,7
<i>Calanipeda aqua dulcis</i>	133	6,5	0	0	0	0
<i>Oithona minuta</i>	3984	12,0	0	0	0	0
<i>Moina micrura</i>	71590	12553,2	0	0	10038	1279,2
<i>Balanus improvisus</i>	133	8,0	0	0	0	0
<i>Gammarus subtypicus</i>	0	0	0	0	438	8900
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	968	1393,3	0	0	0	0
<i>Brachionus plicatilis</i>	405659	933	0	0	3528	8,1
<i>Bivalvia (larvae)</i>	2041	5,1	0	0	0	0
Всего:	894740	37181,5	27320	857,6	71392	14288,7

планктона, прежде всего, связаны с массовым развитием *Diaptomus salinus* и *Moina micrura* в 2012 г. (48,9 % и 33,8 % всей биомассы зоопланктона, соответственно), а также амфиподы *Gammarus subtypicus* в 2015 г. (62,3 %). В 2013 г. исследовали осенний аспект зоопланктона только на участках 3 и 4, участки 1 и 2 в этот год были практически пересохшими. В этот период в планктоне присутствовала только *Artemia salina*. Следует отметить высокий показатель удельной численности колорватки *Brachionus plicatilis* в 2012 г., составивший 45,3 % всей численности гидробионтов. Обращает на себя внимание присутствие в зимнем планктоне озера в 2012 г. представителей планктона Азовского моря: *Calanipeda aqua dulcis*, *Oithona minuta*, *Balanus improvisus*, личиночных стадий *Bivalvia*. Их нахождение объяснимо поступлением вод Азовского моря в Акташское озеро.

Таким образом, в межгодовой динамике удельной численности и биомассы зоопланктона наблюдалось два максимума, которые пришлось на 2012 и 2015 гг.

По происхождению Акташское озеро – типичный лиманный водоем. Тепловой фон (температура воздуха и воды) и количество осадков оказывают существенное влияние на его гидролого-гидрохимический режим. Из-за мелководности отдельных участков водоема (1, 2 и 3) в жаркие и сухие сезоны их площадь и глубина могут сильно уменьшаться, и даже полностью пересыхать. Следует отметить, что в 2013 г., как и в предыдущем 2012 г., продолжался аномальный ход основных климатических показателей: повышенный температурный фон при низком уровне атмосферных осадков. Такие погодные аномалии в летне-осенний период 2012-2013 гг. привели к негативным последствиям для состояния водных беспозвоночных внутренних соленых озер Республики Крым, в частности оз. Акташское. Если в 2012 г. в течение года наблюдали 10 видов, то в 2013 г. из-за повышения солености вод водоема общее видовое биоразнообразие в нем уменьшилось до 2. В 2015 г. отмечено понижение солености вод в оз. Акташское и, как следствие, увеличение количества видов до 6.

По степени минерализации в водоеме можно выделить центральную часть (участок 4 с более высокой соленостью) и прилегающие с юго-запада (участки 1 и 2) и востока (участок 3) акватории с меньшей степенью минерализации (табл. 4).

Таблица 4

Показатель солености (‰) вод в оз. Акташское на разных участках в 2012-2015 гг.

Участок	Год		
	2012	2013	2015
1	17,7	нет данных	171
	15-20		15-22,3
2	19,0	нет данных	65,67
	18-20		48-98,6
3	75,7	95,5	66,0
	55-94	88-103	53-78,9
4	177,5	200	183,2
	140-240	200	180-189,8

Примечание: в числителе показатель солености, в знаменателе диапазон показателя солености

В целом соленость воды в оз. Акташское, как и в других соленых озерах Республики Крым, имеет хорошо выраженный годовой ход. В начале лета он имеет скачкообразный характер, который зависит от интенсивности испарения воды и обилия атмосферных осадков и достигает максимума осенью, а зимой и весной снижает свои показатели.

Учитывая соленость вод, указанную в табл. 3, большая часть оз. Акташское является экстремальным местообитанием для представителей как флоры, так и фауны. Исключением являются участки 1 и 2 (в 2012 г.), где колебания солености не превышали 22,3 ‰. Виды, обитающие в таких водоемах, должны обладать определенными адаптационными механизмами, позволяющими переносить высокие значения солености или иметь покоящиеся стадии в биологическом цикле для переживания неблагоприятных абиотических факторов. Рассмотрим подробно определенный нами в оз. Акташское конспект видов.

Жаброногий рачок артемия (*Artemia salina*) является типичным галобионтом [1].

Артемия обитает в хлоридных, сульфатных и содовых водоемах при разных концентрациях солей в воде, выдерживает повышение солености до 300 ‰, понижение до 10 ‰ и ниже. Обитая в водах высокой солености, она почти избавлена от врагов и конкурентов, что способствует образованию популяций высокой численности и биомассы (табл. 3). Питается артемия фитопланктоном. По способу размножения выделяют две расы – двуполоую и партеногенетическую. Самки могут рожать непосредственно науплиусов и откладывать яйца, развитие которых проходит в овисаке (яйцевом коконе). На развитие рачков и их яиц большое влияние оказывает соленость, кислородные, температурные и кормовые условия водоема. Когда артемия интенсивно размножается живорождением или откладыванием яиц или чередует тот или другой способ размножения, это свидетельствует о достаточно хороших условиях существования популяции. Диапазирующие яйца артемии характеризуются высокой экологической пластичностью, что определяет широкие возможности перенесения ими неблагоприятных условий. По срокам начала и окончания выделяют три типа диапаузы: 1) годовую и многолетнюю (наступает в весенне-летние месяцы, продолжается год или несколько лет); 2) зимнюю (наступает в августе-сентябре и продолжается до наступления тепла в следующем году); 3) летнюю (самая краткосрочная, длится 2-5 недель). Летняя диапауза обеспечивает сохранение численности популяции в водоемах при резко меняющихся условиях среды (температура, соленость, кормовая база и т. д.) [1].

Для мальков всех видов рыб науплиусы артемии, как и взрослые рачки, – желанный и ценный деликатес. Практика мирового и отечественного рыбоводства убедительно показала особую ценность науплиусов артемии в качестве стартового корма для личинок как пресноводных, так и морских видов рыб. Рачок артемия является одним из высокопитательных живых кормов и для аквариумных рыб. Для практического использования в рыбоводстве и аквариумистике большой интерес представляют покоящиеся (диапазирующие) яйца артемий, которые можно инкубировать в любое время года и получать необходимое количество науплиусов в качестве корма для личинок и мальков рыб [4].

Веслоногий рачок *Diaptomus salinus* – широко распространенный в Европе, в частности в Крыму, вид, обитающий в солоноватоводных и соленых континентальных водоемах. Рачки способны переносить неблагоприятные условия в состоянии диапаузы, продуцируя покоящиеся цисты (яйца). Диаптомус обитает в гипергалинных озерах Крыма в основном при 25-40 ‰, но может выдерживать и более высокие значения солености [2]. В оз. Акташское диаптомус был встречен весной при солености 15-18 ‰, осенью – при 90 ‰.

Эвригалинная копепода каланипеда (*Calanipeda aquaedulcis*) – типичный солоноватоводный вид, является массовой формой в планктоне Азовского моря [6], в его лиманах и лагунах, в Крыму этот вид отмечен на Керченском полуострове [9].

Губарева Е.С. установила, что *C. aquaedulcis* и *D. salinus* являются широкоэвригалинными осмоконформерами, способными успешно развиваться как в пресных, так и гипергалинных водоемах. Диапазон толерантности к солености у *C. aquaedulcis*, в пределах которого вид сохраняет генеративную активность, составляет 0-50 ‰ [2]. В оз. Акташское каланипеда была обнаружена при солености 78 ‰.

Веслоногий рачок *Oithona minuta*, личинки усонногого рачка *Balanus improvisus* и личинки двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) – представители морского кормового зоопланктона Азово-Черноморского бассейна [6, 7]. Их нахождение в оз. Акташское объяснимо поступлением азовских вод по каналу, соединяющему два водоема.

Ветвистоусый рачок *Moina micrura* – обитатель внутренних водоемов, мелководных и пересыхающих, в том числе и осолоненных, где может формировать плотные скопления (см. табл. 3). Моина служит прекрасным объектом питания для молоди почти всех рыб, культивируемых в искусственных условиях. Рачки размножаются половым путем и партеногенетически. В оптимальных условиях партеногенетическое размножение может продолжаться длительное время. При наступлении неблагоприятных условий в планктоне появляются самцы, отличающиеся от самок более мелкими размерами. После оплодотворения самки формируют покоящиеся яйца (эффипиумы). Такие яйца помогают рачкам переносить всевозможные неблагоприятные условия; они вмораживаются в лед, высы-

хают, сохраняя в течение длительного времени жизнеспособность. В то же время они служат средством расселения ветвистоусых, легко переносясь из водоема в водоем ветром вместе с илом, присохшим к лапкам водоплавающих птиц, благодаря чему моины широко распространены во всех стоячих водоемах Крыма. В бентосных пробах оз. Акташского отмечено присутствие эффипиумов мои на всех участках, численность которых варьировала от 14 до 1250 тыс. экз./м².

Gammarus subtypicus и *Dikerogammarus haemobaphes* – преимущественно донные морские животные, населяющие разные грунты, однако в оз. Акташское из-за его мелководности были составной частью зоопланктона. Дикерогаммарус обитает в Азовском море и его реках, в пресной и соленой воде, выносит значительное осолонение и встречается в мезогалинных лиманах. В оз. Акташское вид отмечен при солёности до 22,3 ‰.

Коловратка *Brachionus plicatilis* – солоноватоводный вид, населяющий временные и постоянные пресные и соленые водоемы Крыма. Коловратки размножаются партеногенетически и половым путем. К половому размножению они переходят при неблагоприятных условиях. В этом случае в популяции появляются самцы, которые спариваются с самками, и те формируют покоящиеся яйца. В Акташском озере коловратки массово развивались весной 2012 г. при 15-18 ‰, но отмечены также и осенью – при 78 ‰.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Акташское озеро из-за высоких показателей солёности вод является экстремальным местообитанием для представителей фауны. За период с 2012 по 2015 г. в озере зарегистрировано 10 видов зоопланктонных организмов. Из них жаброногие раки – 1, веслоногие раки – 3, ветвистоусые раки – 1, усонogie раки – 1, разноногие раки – 2, коловратки – 1 и личинки двустворчатых моллюсков – 1 вид.

В видовом разнообразии озера преобладали ракообразные, на их долю пришлось 80 %. Среди ракообразных доминировали веслоногие раки – 37,5 %. Наибольшим видовым разнообразием отличался 3-й участок – 6 видов, наименьшим (центральный, 4-й участок) – всего 1 вид.

В межгодовой динамике удельной численности и биомассы зоопланктона наблюдалось два максимума, которые пришлось на 2012 и 2015 гг. Максимальные значения удельной численности и биомассы зоопланктона пришлось на 2012 г., минимальные отмечены в 2013 г.

С повышением солёности вод в оз. Акташское видовое разнообразие снижается.

Среди планктеров в озере преобладают виды-галобиионты, способные переносить значительные перепады солёности воды: артемия, диаптомус, каланипеда, дикерогаммарус, коловратка брахионус. Все эти виды могут формировать покоящиеся яйца для переживания неблагоприятных условий среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов П.М. *Artemia salina* L. водоемов Крыма и ее хозяйственное использование : автореф. дис. канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 1975. – С. 32.
2. Губарева Е.С., Светличный Л.С. Солёностная толерантность копепод *Calanipeda aqua dulcis* и *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda) // Морской экологический журнал. – 2011. – Т. 10, № 4. – С. 32-39.
3. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – 191 с.
4. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 168 с.
5. *Определитель фауны* Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – К.: Наукова думка, 1968. – Т. 1. – 437 с.
6. *Определитель фауны* Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Ракообразные. – К.: Наукова думка, 1969. – Т. 2. – 536 с.
7. *Определитель фауны* Черного и Азовского морей // Свободноживущие беспозвоночные / Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – К.: Наукова думка, 1972. – Т. 3. – 340 с.

8. Петина Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Труды Севастопольской биологической станции. – 1957. – Т. 9. – С. 39-57.
9. Семик А.М. К биологии веслоногого рачка – *Diaptomus salinus* (E. Daday) – кормового объекта для кефалей // Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне : сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1991. – С. 116-125.
10. Ivanova, M.B. Quantitative estimation of zooplankton contribution to the processes of mud formation in hypersaline lakes in the Crimea // Russian J. Aquat. Ecol. – 1994. – Vol. 3, No 1. – Pp. 63-74.

Поступила 10.03.2016 г.

Features of zooplankton community development in the salt Aktash Lake. A. M. Semik, A. O. Ushakova. Based on the monitoring surveys conducted in 2012-2015, the state of zooplankton community in Aktash L. (Kerch Peninsula, Crimea, Azov Sea) is analysed. Zooplankton samples were collected at 4 lake areas, which differ in their hydrologic and hydrochemical characteristics. Altogether, 78 samples were processed. During the research period, 10 zooplankton species were identified from Aktash L.: Branchiopoda (1), Copepoda (3), Cladocera (1), Cirripedia (1), Amphipoda (2), and larvae of Bivalvia (1). Among the identified species, crustaceans prevailed (80 %); however, in the group of crustaceans Copepoda were dominant (37.5 %). Species biodiversity in different parts of the water body, seasonal variations in the abundance and biomass of the reported organisms (*Artemia salina*, *Moina micrura*, *Dikerogammarus haemobaphes*, etc.) are studied as well as their practical importance as food organisms. Species diversity was greatest in the shallow water (area III) – 6 species, and the least – only one species – in the central part of the lake (area IV). It is observed that species diversity decreases with the salinity level increase in Aktash L. It is also noted that the investigated organisms can tolerate high salinity gradients and form resting eggs in order to survive in unfavourable environmental conditions.

Keywords: *Artemia salina*, *Moina micrura*, *Dikerogammarus haemobaphes*, Aktash Lake, Kerch Peninsula, zooplankton, abundance, biomass, species diversity, seasonal variations, aquatic communities, hypersaline lakes

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (АРТЕМИЯ, ХИРОНОМИДЫ) В ЗАЛИВЕ СИВАШ

А. М. Сёмик, зав. лаб., Е. А. Замятина, м. н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: semik_a_m@azniirkh.ru

В статье изучены основные продукционные показатели популяции жаброногого рачка артемии (*Artemia salina*) и личинок хирономид (*Chironomus salinarius*) в заливе Сиваш (Крым, Азовское море). По материалам 2016 г. приводятся удельная численность и биомасса взрослых особей артемии, артемии на стадии цист и личинок хирономид, их возрастной и половой состав, а также размерно-массовый анализ. Для Западного и Южного Сиваша даны общие запасы водных биоресурсов как рачков артемии, так и артемии на стадии цист и личинок хирономид. Учитывая площадь Западного Сиваша, примыкающую к Крымскому побережью, общий запас рачков артемии определен на уровне 68,3 т, артемии на стадии цист – 2733 т (2 т в планктоне и 2731 т в бентосе). В Южном Сиваше (у пос. Соляное) общий запас артемии на стадии цист оценен в размере 1 т. Общий запас хирономид в Западном Сиваше составляет 13822 т (3 т в планктоне и 13819 т в бентосе), в Южном Сиваше (у пос. Изобильное) – 165,3 т.

Ключевые слова: залив Сиваш, Западный Сиваш, Южный Сиваш, *Artemia salina*, цисты, личинки, *Chironomus salinarius*, удельная численность, биомасса, общий запас

ВВЕДЕНИЕ

Артемия и хирономиды являются частью планктонного и донного сообщества различных водоемов. В Азово-Черноморском бассейне они обитают в мелких и крупных лиманах, а также во внутренних постоянных и временных гипергалинных водоемах. В соленых водоемах Республики Крым наиболее массовыми являются виды *Artemia salina* и *Chironomus salinarius*. Эти два вида востребованы для промышленного вылова.

После 1950-х гг. подробное изучение фауны залива Сиваш не проводилось, что не позволяет сделать вывод о воздействии антропогенных факторов на экосистему водоема, особенно после введения в эксплуатацию Северо-Крымского канала, а в настоящее время в связи с прекращением подачи днепровской воды в его русло. Чрезвычайно актуальными становятся многолетние исследования динамики видового состава, численности и пространственной структуры группировок животного населения Сиваша (особенно тех видов водных биоресурсов, которые востребованы для промышленного вылова, таких как артемия и хирономиды) с учетом климатических изменений в регионе и антропогенного влияния. В данной статье представлены материалы по исследованию современных запасов отдельных представителей фауны залива Сиваш на примере артемии и хирономид.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Информационной основой для определения объемов водных биоресурсов (далее ВБР) в заливе Сиваш послужили материалы ФГБНУ «ЮгНИРО», собранные в 2016 г. в заливе Сиваш в трех экспедициях (август, сентябрь, октябрь). Оценка объемов ВБР осуществлялась прямым методом, путем пересчета численности/биомассы рачков и цист артемии в обследованном объеме воды на весь

объем водоема (для рачков и цист в толще воды) или на всю площадь дна (для рачков и цист артемии и хирономид в бентосе) [1, 6]. Для отбора планктонных проб использовали сеть Апштейна, бентосных – учетную рамку (площадь 0,01 м²). Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина, камеральную обработку проводили под бинокляром МБС-9.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Залив Сиваш представляет собой сложное сочетание воды и суши. Многочисленные острова, полуострова и мысы здесь чередуются с плесами, проливами и более или менее обособленными заливами. Площадь системы Сиваш составляет более 10000 км², из которых на долю воды приходится 2500 км². Узкий Чонгарский пролив делит Сиваш на восточную и западную части. От Черного моря Сиваш отделен узким Перекопским перешейком. Длинная и узкая коса (шириной от 270 м до 8 км) – Арабатская стрелка – отделяет залив Сиваш от Азовского моря [2, 5, 7]. Меньшая часть Сиваша (площадью 800 км²), расположенная к западу от Чонгарского пролива, называется Западными Сивашами, а большая (площадь 1700 км²), находящаяся восточнее его, – Восточными Сивашами. Сиваш протяжен с севера на юг на 115 км и с запада на восток на 160 км.

Уровень воды в Сиваше зависит от сгонно-нагонных ветров. При ветрах северо-восточных румбов уровень воды в заливе повышается благодаря поступлению вод из Азовского моря через Генический пролив. При ветрах противоположного направления уровень воды падает. Дно Сиваша покрыто слоем ила толщиной до 5 м и более. Донные отложения представлены в основном серыми илами мощностью в несколько метров. Соленость воды в Сиваше изменяется от 15 ‰ (на севере) до 75 ‰ (на юге). В рассоле Сиваша есть хлористые соединения натрия, калия и магния, бромистый магний, сульфат магния и другие соли. Общие запасы солей Сиваша составляют около 200 млн. т. На базе минеральных богатств Сиваша построены такие заводы, как Перекопский бромный, Крымский двуокиси титана с производством фосфорных удобрений и Крымский содовый.

Западная часть Сиваша, прилегающая к Перекопскому перешейку, отделена дамбой и превращена в гигантский отстойник химических отходов, как и несколько озер на перешейке.

Подробное исследование Сиваша началось после постройки в 1875 г. железной дороги, которая соединила Крым с центром России. Основное внимание исследователей привлекли соляные ресурсы этого водоема. Основные результаты изучения Сиваша были обобщены А. Понизовским в книге «Соляные ресурсы Крыма» [7]. За всю историю изучения фауны Сиваша было отмечено (с учетом случайных заносов) около 80 видов зоопланктона и более 50 видов зообентоса [8]. За этот период изучение водоема сводилось в основном к его оценке как кормовой базы для рыб и птиц. В 1935 и 1936 гг. сотрудники АзЧерНИРО (в настоящее время Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ») провели в разное время шесть комплексных экспедиций в Восточном Сиваше. Основной задачей этих экспедиций было изучение сезонных изменений в биоценозах Сиваша и оценка возможных перспектив рыбохозяйственного использования водоема. Материалы этих экспедиций были обобщены в обзорной статье В.П. Воробьева [3], которая до сих пор остается наиболее полной сводкой по фауне Сиваша. Данные этого автора послужили основой для главы о Сиваше в монографии Л.А. Зенкевича «Биология морей СССР» [5].

Во второй половине XX столетия значительное внимание уделялось одному из наиболее продуктивных компонентов фауны Сиваша – жаброногому рачку *Artemia salina*. Ему был посвящен целый ряд публикаций [4, 9]. Определенным итогом этих исследований является монография И.И. Рудневой [9]. По данным И.В. Довгань [8], наиболее характерен для Сиваша биоценоз личинок комаравонца (*Chironomus salinarius*), который занимает более двух третей площади дна Сиваша.

Артемия является кормовым объектом для личинок более 70 видов гидробионтов. В зависимости от технологических задач в качестве корма могут быть использованы декапсулированные цисты, выклюнувшиеся науплии и взрослые рачки.

Сроки массового развития перезимовавших яиц артемии в природных ультрагалинных водоемах зависят от климатических характеристик местности. Так, в соленых озерах Крыма науплиусы артемии обычно появляются в марте, их можно встретить и в конце ноября. Развитие науплиуса до

взрослого рачка при оптимальных условиях продолжается 17-25 дней, длительность жизни взрослых особей при этом составляет 4 месяца [4].

В 2016 г. ФГБНУ «ЮгНИРО» провел три экспедиции по изучению ВБР в Сиваше. В августе-сентябре исследовали Южный Сиваш у пос. Изобильное и Соляное (рис. 1), в октябре – Западный (от пос. Рюмшино до пос. Надеждина) (рис. 2).

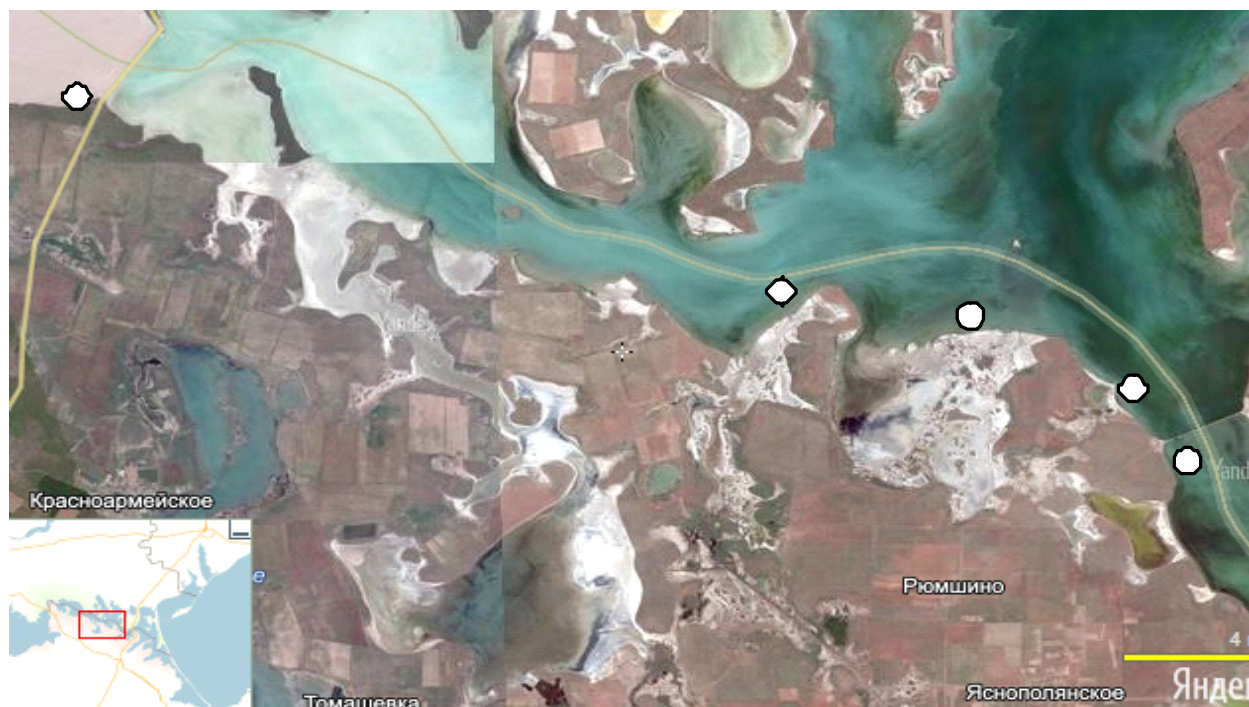


Рис. 1 Карта-схема отбора гидробиологических проб в Западном Сиваше
(○ – точки взятия гидробиологических проб)

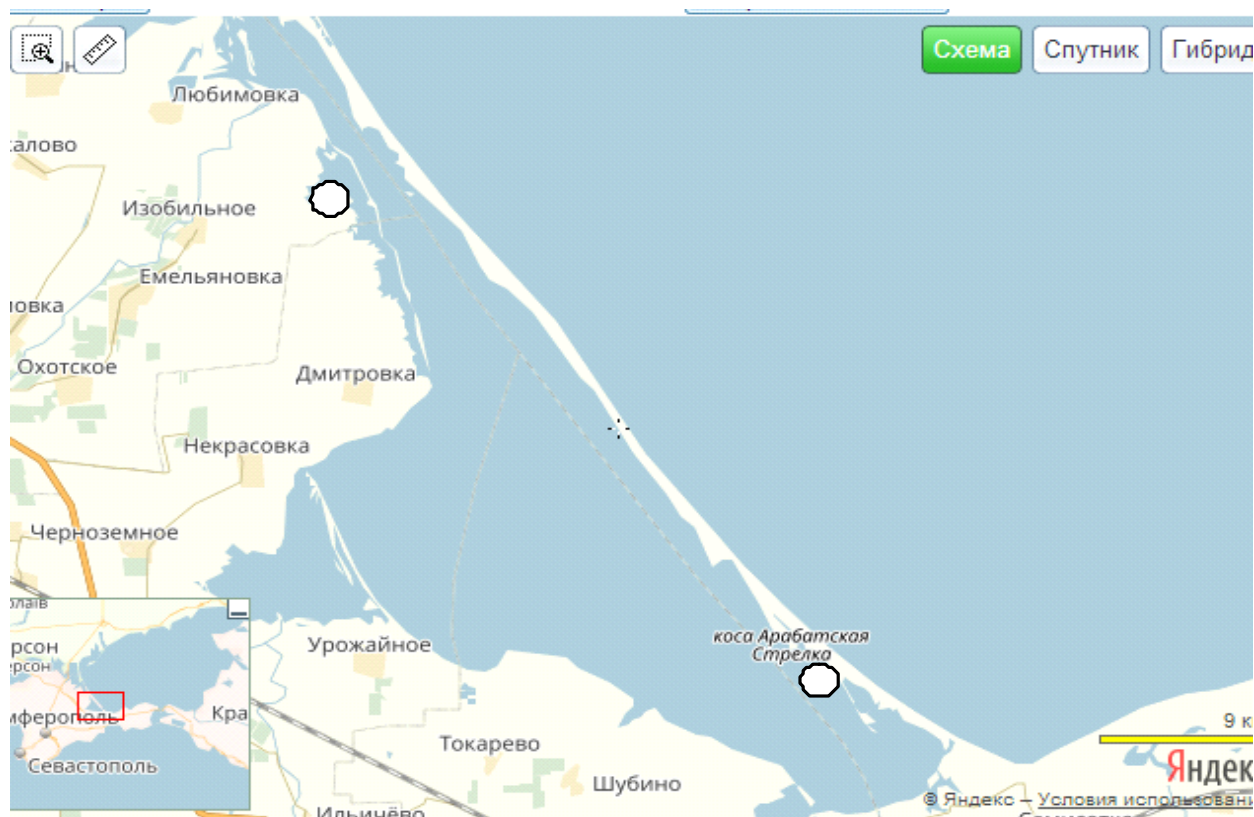


Рис. 2 Карта-схема отбора гидробиологических проб в Южном Сиваше
(○ – точки взятия гидробиологических проб)

В августе в Южном Сиваше (у пос. Изобильное) в составе зоопланктона выявлено 5 видов, четыре из которых были представлены ракообразными: *Acartia clausi*, 2 вида Naupacticoida и один вид ракушковых раков (Ostracoda). В пробах также отмечены представители круглых червей (Nematoda). Удельная численность зоопланктона составила 194040 экз./м³, биомасса – 0,83 г/м³.

В составе бентоса обнаружены только личинки хирономид. Артемия в планктонных и бентосных пробах отсутствовала.

В сентябре в Западном Сиваше в составе зоопланктона и бентоса присутствовали рачки артемии и артемия на стадии цист. Средняя удельная численность рачков артемии в планктоне составила 576 экз./м³, биомасса – 1,6 г/м³. Удельная численность цист артемии в планктоне определена на уровне 9060 экз./м³ при биомассе 58 мг/м³. В бентосе аналогичные показатели для цист артемии составили 1219274 экз./м² и 7,8 г/м², соответственно. Учитывая площадь Западного Сиваша, примыкающую к крымскому побережью, общий запас рачков артемии достигает 68,3 т, артемии на стадии цист – 2733 т (2 т в планктоне и 2731 т в бентосе).

В октябре в Южном Сиваше (у пос. Соляное) артемия (рачки и цисты) в планктоне отсутствовала. В бентосе удельная численность артемии на стадии цист составила 43452 экз./м², биомасса – 278,1 мг/м². На обследованной площади в этом районе Сиваша (3,5 км²) общий запас артемии на стадии цист составил 1 т.

Хирономиды (Chironomidae) – семейство насекомых из отряда двукрылых. Личинки комаров-звонцов живут в придонном иле, где питаются детритом и микроорганизмами, некоторые являются хищниками. Комары-звонцы безвредны для человека. Они встречаются повсеместно, включая Антарктиду. Личинки используются в качестве корма для рыб.

В предыдущие годы научно-исследовательские работы по оценке запасов беспозвоночных в южной части Азовского моря, включая залив Сиваш, выполнялись не в полном объеме. В 2013 г. научно-исследовательские работы по изучению биологического состояния популяций хирономид в Сиваше были проведены в летний сезон (в середине августа) на Арабатской стрелке. К этому времени вылет зимующих в личиночной стадии насекомых уже закончился.

Общая площадь заливаемых участков на Арабатской стрелке, на которых ФГБНУ «ЮгНИРО» провело исследования в 2013 г., составила 4,1 км². Общий запас личинок хирономид для залива Сиваш в 2013 г. на исследуемой площади был оценен в 212 т, а рекомендованный вылов составил 100 т. Учитывая отсутствие данных для методической оценки запаса хирономид в других районах Азовского моря у берегов Крыма, полученная оценка их запаса и рекомендованного вылова рассматривалась как минимальная, гарантирующая устойчивое развитие промысла в 2015–2016 гг. При этом было отмечено, что запас хирономид в целом для прибрежных районов Азовского моря (включая залив Сиваш), прилегающих к Крымскому полуострову, гораздо выше, и после дополнительных исследований они могут быть пересмотрены в сторону увеличения.

В августе 2016 г. в ФГБНУ «ЮгНИРО» были проведены исследования залива Сиваш в его средней части, прилегающей к крымскому побережью (у пос. Изобильное). Площадь обследованной акватории составила приблизительно 600 га, однако при сгонно-нагонных ветрах и обилии выпадающих осадков данная площадь может изменяться как в большую, так и в меньшую сторону. Популяция хирономид здесь была представлена единственным видом *Chironomus salinarius* (Kieffer, 1921), личинки которого добываются в промышленных масштабах. Температура воды в период исследования составила 26,5 °С, соленость – 58 ‰.

Удельная численность хирономид на исследуемой акватории достигала 3614 экз./м² при биомассе в 26,92 г/м². На разных участках водоема удельная численность изменялась в пределах 572–6670 экз./м², а биомасса – 1,96–50,53 г/м². В составе популяции хирономид 53,76 % было представлено личинками, прошедшими вторую линьку (рис. 3), тогда как на долю куколок приходилось 7,33 %. Средняя длина личинок хирономид составила 8,4 ± 1,48 мм, средний вес – 6,19 ± 2,39 мг. Количество личинок, представляющих коммерческий интерес (от 6,0 мм и выше), определено на уровне 80,64 %. В августе 2016 г. общий запас хирономид в Южном Сиваше (у пос. Изобильное) оценен в размере 165,3 т.

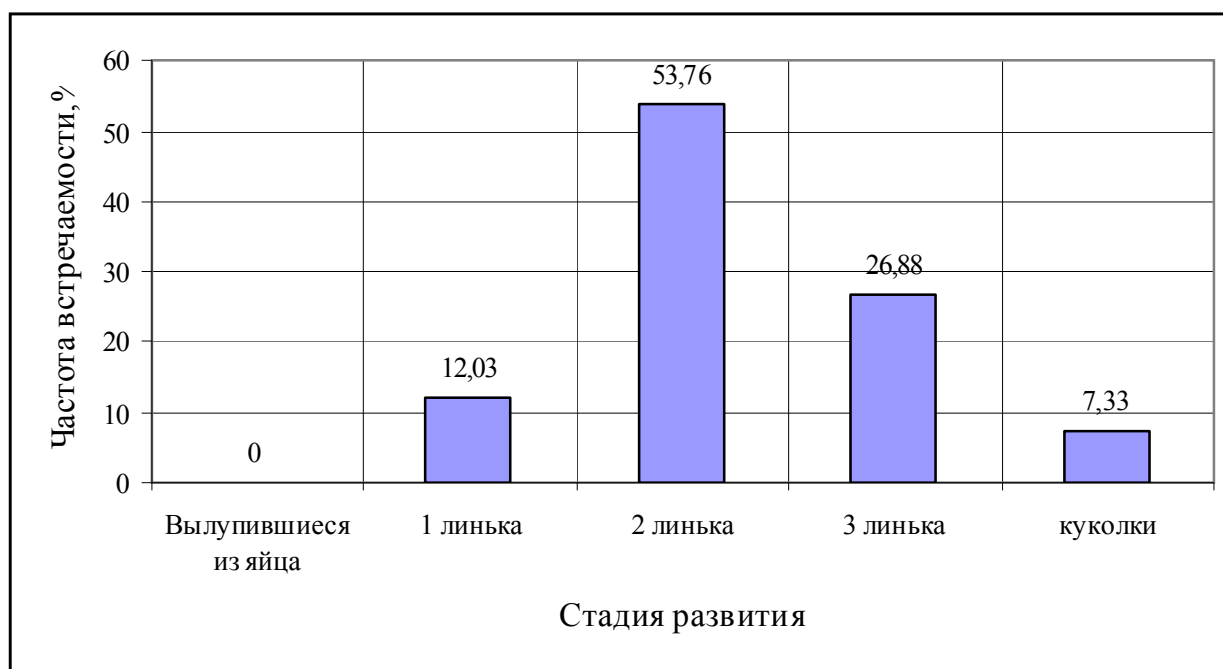


Рис. 3 Возрастной состав популяции хирономид в заливе Сиваш в августе 2016 г.

В Западном Сиваше удельная численность хирономид в бентосе достигла 61568 экз./м², биомасса – 39,5 г/м². В планктоне эти показатели определены в 248 экз./м³ и 114,6 мг/м³. Общий запас хирономид на акватории водоема определен в 13822 т (3 т в планктоне и 13819 т в бентосе).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение залива Сиваш в 2016 г. позволило определить объемы водных биоресурсов на примере артемии и хирономид на исследуемых участках водоема.

Общий запас рачков артемии в Западном Сиваше определен на уровне 68,3 т, артемии на стадии цист – 2733 т (2 т в планктоне и 2731 т в бентосе). В Южном Сиваше (у пос. Соляное) рачки и цисты артемии в планктоне отсутствовали. В бентосе на обследованной площади (3,5 км²) общий запас артемии на стадии цист составил 1 т.

Общий запас хирономид в Южном Сиваше (у пос. Изобильное) равен 165,3 т, в Западном Сиваше этот показатель оценен в объеме 13822 т (3 т в планктоне и 13819 т в бентосе).

Для исследования динамики видового состава, численности и пространственной структуры группировок животного населения Сиваша, особенно видов водных биоресурсов, востребованных для промышленного вылова, таких как артемия, хирономиды и гаммариды, необходимо ежегодное проведение комплексного мониторинга с учетом климатических изменений в регионе и антропогенного влияния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 150 с.
2. Вопросы развития Крыма // Биологическое и ландшафтное разнообразие Крыма: проблемы и перспективы : науч.-практ. дискуссионно-аналитич. сб. – Симферополь: «СОНАТ», 1999. – Вып. 11. – 180 с.
3. Воробьев В.П. Гидробиологический очерк Восточного Сиваша и возможности его рыбохозяйственного использования // Тр. АзЧерНИРО. – 1940. – Вып. 12. – С. 69-164.
4. Воронов П.М. Рост и созревание *Artemia salina* в соленых озерах Крыма // Труды ВНИРО. – 1975. – Т. СІХ. – С. 109-158.
5. Зенкевич Л.А. Сиваш или Гнилое море // Биология Морей СССР. – М.: АН СССР, 1963. – С. 409-417.

6. Петров В.В. Продукция хирономус плюмозус в озерах Карельского перешейка // Изд. ГосНИОРХ. – 1975. – Т. 9. – С. 77-80.
7. Понизовский А.М. Соляные водоемы Крыма и пути их промышленного использования // Изучение и освоение минеральных богатств Крыма за годы Советской власти. – Симферополь: Крымиздат, 1957. – 269 с.
8. Природа Сивашского региона и влияние на нее человека (состояние изученности и библиография) / под ред. И.В. Довгала, В.А. Костюшина. – К.: Wetlands International, 2005. – 232 с.
9. Руднева И.И. Артемия. Перспективы использования в народном хозяйстве. – К.: Наукова думка, 1991. – 144 с.

Поступила 21.11.2016 г.

Study of the volumes of aquatic biological resources (Artemia, Chironomids) in the Sivash Bay.

A. M. Semik, E. A. Zamyatina. *The main production parameters of such biological resources as the brine shrimp Artemia salina and the larvae of non-biting midges Chironomus salinarius in the Sivash area (Crimea, Azov Sea) were studied. Based on the materials collected in 2016, data on specific abundance and biomass of the brine shrimp adult specimens and cysts as well as the chironomid larvae, their age composition, sex ratio and length-weight analysis are given. Total stocks for both brine shrimps (adults and cysts) and chironomid larvae are assessed for the Western and Southern Sivash. In the Western Sivash, which is adjacent to the Crimean coasts, the total stock of the adult brine shrimp made up 68.3 tons, that of the brine shrimp on the cyst stage – 2,733 tons (2 tons in the plankton and 2,731 tons in the benthos). In the Southern Sivash (in the vicinity of Solyanoe Settlement), the total stock of the brine shrimp cysts equaled 1 ton. The total stock of the chironomids in the Western Sivash made up 13,822 tons (3 tons in the plankton and 13,819 tons in the benthos); in the Southern Sivash (in the vicinity of Izobilnoe Settlement) – 165.3 tons.*

Keywords: Western Sivash, Southern Sivash, Azov Sea, Crimea, *Artemia salina*, *Chironomus salinarius*, biomass, abundance, stock assessment, cysts, larvae

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЖАБРОНОГОГО РАЧКА АРТЕМИИ (*ARTEMIA SALINA* L.) В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

А. М. Сёмик¹, зав. лаб., А. О. Ушакова², магистрант

¹Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

²ФГБОУ ВО «Керченский Государственный Морской Технологический Университет»

e-mail: semik_a_m@azniirkh.ru

*Приводятся данные о соленых озерах Краснопереконского (оз. Айгульское, оз. Кирлеутское), Сакского (оз. Ойбурское, оз. Аджибайчикское, оз. Соленое) и Ленинского (оз. Акташское) районов Республики Крым. Материалы получены в результате мониторинговых съемок, выполненных в 2016 г. Всего собрано и обработано 97 зоопланктонных и 97 бентосных проб. По литературным данным дана биология жаброногого рачка артемии *Artemia salina*. Рассмотрена структура популяции артемии в соленых озерах Республики Крым в различные сезоны года. На основе проведенных исследований в соленых озерах Крыма даны оценки удельной численности, биомассы и запасов артемии и артемии (на стадии цист). Общий запас рачков артемии в соленых озерах Крыма составил 781,28 т, артемии на стадии цист – 541,79 т.*

Ключевые слова: *Artemia salina*, удельная численность, биомасса, общий запас, соленые озера, Крым, температура воды, соленость воды

Жаброногий рачок артемия (*Artemia salina*) является типичным галобионтом [1, 4, 7]. Артемия обитает в хлоридных, сульфатных и содовых водоемах при разных концентрациях солей в воде, выдерживает повышение солености до 300 ‰, понижение до 10 ‰ и ниже. Обитая в водах высокой солености, она почти избавлена от врагов и конкурентов, что способствует образованию популяций высокой численности и биомассы. Питается артемия фитопланктоном. По способу размножения выделяют две расы – двуполоую и партеногенетическую.

Самки имеют парные яичники, созревшие в них ооциты поступают в непарную матку, находящуюся внутри яйцевого кокона (овисака) [7]. Оплодотворенное яйцо развивается в свободноплавающий науплий (живорождение) или покрывается толстой оболочкой и откладывается как циста, находящаяся в диапаузе (яйценошение). Чередование живорождения и яйценошения происходит при повышении солености и снижении содержания кислорода в среде [1-3].

Уникальность этого рачка состоит в его высокой адаптивной способности к неблагоприятным факторам. В среде, где другие животные организмы уже не могут развиваться, артемия «процветает» в монокультуре. Научный интерес к этому организму вызван его исключительной осморегулирующей способностью, разнообразием физиологических, биохимических и морфологических свойств отдельных популяций, существованием полиплоидии – очень редкого явления в мире животных. Артемию используют в токсикологических экспериментах в качестве тест-объекта. Помимо научного, артемия имеет и практическое значение. Цисты рачка, из которых в любое время можно получить науплиусы, во всем мире признаны лучшим живым стартовым кормом для личинок рыб и ракообразных [3, 7]. Коммерческая ценность этих рачков связана с тем, что цисты артемий могут образовывать промысловые скопления. Рачки и цисты артемии входят в состав водных биологических ресурсов, и по биологическим обоснованиям Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» для их промысла в водоемах Республики Крым ежегодно устанавливаются лимиты на специальное пользование.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение биологического состояния и количественных характеристик жаброногого рачка артемии выполнено в озерах Красноперекопского (оз. Айгульское, оз. Кирлеутское), Сакского (оз. Ойбурское, оз. Аджибайчикское, оз. Соленое у пос. Молочное) и Ленинского (оз. Акташское) районов (рис. 1).

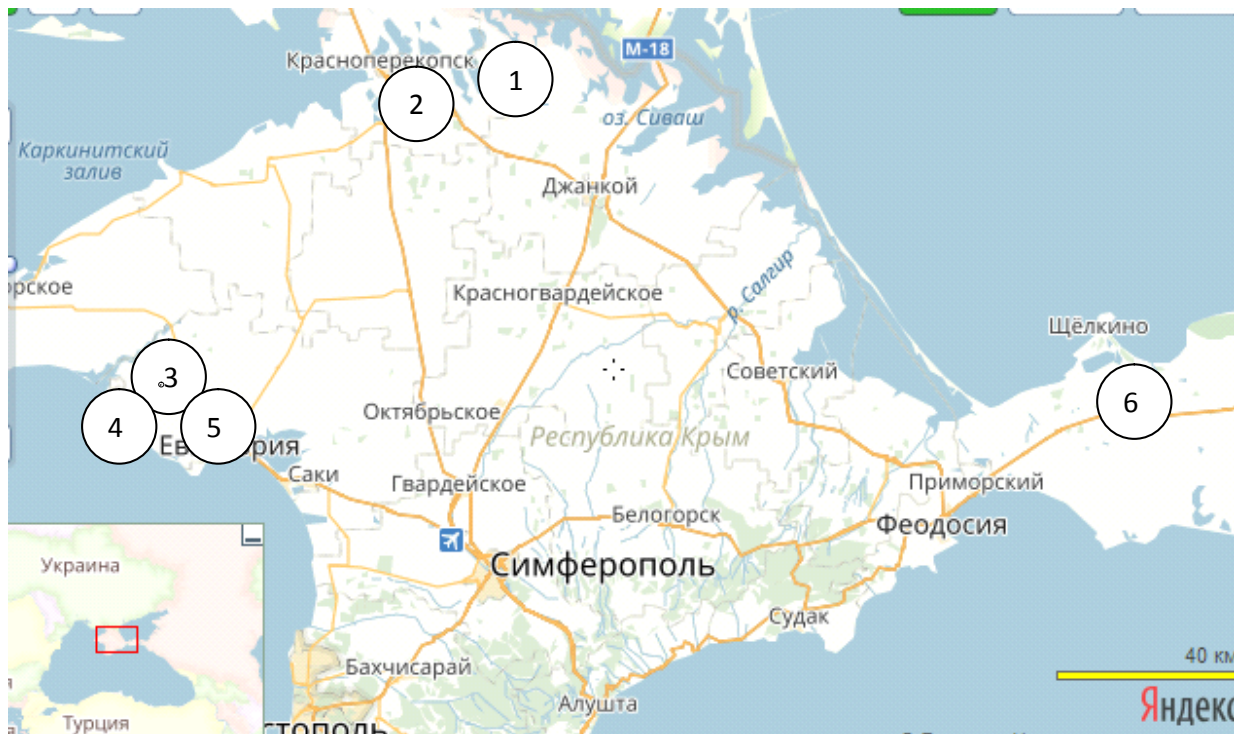


Рис. 1 Соленые озера Республики Крым, на которых проводили сбор зоопланктонных и бентосных проб для учета запаса артемии: 1 – оз. Айгульское; 2 – оз. Кирлеутское; 3 – оз. Ойбурское; 4 – оз. Аджибайчикское; 5 – оз. Соленое (у пос. Молочное); 6 – оз. Акташское

В настоящей работе использованы материалы мониторинговых съемок, выполненных в разные сезоны 2016 г. Всего собрано и обработано 97 зоопланктонных и 97 бентосных проб. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. Камеральная обработка проводилась в лаборатории института по общепринятым методикам. Для определения сырой биомассы рачков и цист артемии использовали аналитические весы. Величину запасов артемии проводили объемным способом, артемии на стадии цист – методом площадного учета. Учитывая малые глубины в соленых озерах, для учета рачков пробы зоопланктона собирали отцеживанием 50 л воды через планктонную сеть Апштейна. В сетях использовали мельничный газ № 49. Определение запасов цист артемии в водоеме проводили с помощью учетной рамки. Для получения среднегодовой оценки запаса производили усреднение полученных в разные сезоны оценок. Статистическая обработка полученного материала проводилась в программе Microsoft Office Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первая генерация рачка артемии в соленых озерах Крыма начинает формироваться из покоящихся яиц в весенний период, уже во второй половине марта – начале апреля, при температуре воды 8,5–9,0 °С. Основная часть выклюнувшихся из цист науплиусов, составляющих 91,9 % всей популяции, распределяется в прибрежной зоне озера. В ветреную погоду рачки разносятся по всей акватории водоема.

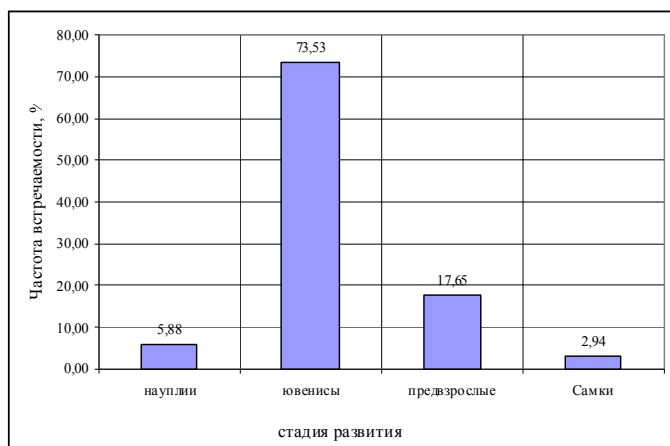


Рис. 2 Гистограмма популяционного состава артемии в весенний период

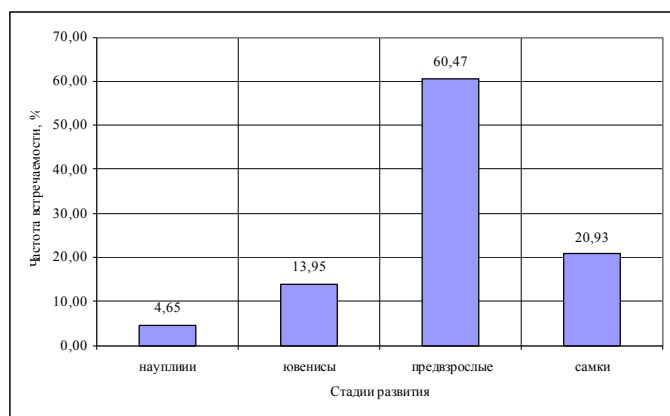


Рис. 3 Гистограмма популяционного состава артемии в летний период

К середине мая основу популяции представляют ювенальные стадии (73,53 %). В этот период появляются половозрелые самки, продуцирующие науплиусов и тонкокорлуповые цисты. Количество самок пока незначительно – 2,94 % (рис. 2).

Покоящиеся цисты в овисаках самок отсутствуют.

Летом (в июле) температура воды уже достаточно высокая и составляет 27,5-29,5 °С. В это время популяция артемии на 60,47 % состоит из предвзрослых особей (рис. 3).

В начале октября температура воды опускается до 12,6-13,2 °С, а к концу месяца падает до 6,0 °С. Популяция артемии на 96,5 % состоит из взрослых особей. В этот период (при снижении температуры воды и повышении солености) появляются самцы. Соотношение самок и самцов составляет 2:1. Самки продуцируют покоящиеся цисты, и на этом годовой цикл развития у артемии заканчивается.

Формирование запаса артемии в соленых озерах Республики Крым в значительной степени определяется их соленостью и площадью.

Красноперекопский район. Почти все озера имеют неправильные овально-про-

долговатые формы, ориентированные в направлении с северо-запада на юго-восток. Южные части озерных котловин несколько сужены, мелководны, северные – более расширены и местами глубоководны. На озерах Кирлеутском и Айгульском много островов. Все озера – ниже уровня Черного моря. Собственные водосборы озер невелики, только в Айгульское впадает река Неточная с водосбором около 105 км². Основное пополнение озер происходит за счет подземных вод, в некоторые сбрасывают сбросные и коллекторно-дренажные воды. Изолированность этих водоемов от моря привела к тому, что концентрация солей в воде стала выше океанической. Большинство озер этой группы самосадочные, в них почти ежегодно происходит естественная садка поваренной соли.

Озеро Айгульское (рис. 1) имеет протяженность 15-18 км, его ширина – около 2 км [5, 6]. Водообмен озера слагается за счет осадков и почвенных вод. Площадь зеркала составляет 37,5 км². Глубина водоема сильно варьирует в зависимости от поступления осадков, в среднем составляя 40 см. Уровень воды в водоеме существенно снизился по сравнению с весной 2012 г. В 2015 г. в водоеме осуществлялся промышленный лов цист артемии, всего было выловлено 94 т цист.

В оз. Айгульское в 2016 г. весенний запас рачков артемии составил 274,2 т, артемии на стадии цист – 256,7 т (30 т в планктоне и 226,7 т в бентосе). Летом аналогичный показатель для рачков артемии снизился в 2,6 раза. Запас артемии на стадии цист сократился до 223 т (13,7 т в планктоне и 209,3 т в бентосе). Осенью запас рачков артемии сократился до минимума (всего 2,26 т), запас артемии на стадии цист возрос до 268,31 т (5,28 т в планктоне и 263,03 т в бентосе). Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Айгульское был определен в 264,92 т для рачков и 249,34 т для цист.

Озеро Кирлеутское имеет протяженность 13 км. Площадь зеркала – 20,8 км² [5, 6]. Запасы водных беспозвоночных (личинки хирономид) в этих озерах эксплуатировались промыслом с 2004 по 2012 г. В 2013-2015 гг. промысел не проводился.

В оз. Кирлеутское весенний запас рачков артемии составил 812,4 т, артемии на стадии цист – 67,35 т (22,5 т в планктоне и 44,85 т в бентосе). Летом аналогичный показатель для рачков артемии снизился в 18,8 раза. Запас артемии на стадии цист сократился до 70,78 т (16,05 т в планктоне и 54,73 т в бентосе). Осенью запас рачков артемии увеличился до 65,15 т, запас артемии на стадии цист возрос в 8,3 раза, составив 585,58 т (67,73 т в планктоне и 517,85 т в бентосе). Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Кирлеутское определен в объеме 306,95 т для рачков и 241,24 т для цист.

Сакский район. Озеро Ойбурское – гипергалинный водоем, в нем отсутствует ихтиофауна, а забор воды на технические нужды практически не осуществляется. Водоем расположен на северо-западе Сакского района и занимает четвертое место по площади среди озер данной местности. Общая его площадь занимает 5,0 км² [5, 6]. Запасы водных беспозвоночных (личинки хирономид) в этом озере эксплуатировались промыслом с 2004 по 2012 г. Промысел личинок хирономид в 2013-2015 гг. не проводился в связи с увеличением солености вод выше 100 ‰ и уменьшением численности этих насекомых. В 2015 г. в водоеме добывались цисты артемии.

В оз. Ойбурское в 2016 г. весенний запас рачков артемии составил 11,28 т, артемии на стадии цист – 66,94 т (0,11 т в планктоне и 66,83 т в бентосе). Летом аналогичный показатель для рачков артемии снизился в 5,9 раза. Запас артемии на стадии цист сократился до 42,7 т (1,5 т в планктоне и 41,3 т в бентосе). Осенью запас рачков артемии увеличился до 5,85 т, запас артемии на стадии цист составил 5,0 т (0,5 т в планктоне и 4,5 т в бентосе). Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Ойбурское был определен в размере 6,34 т для рачков и 25,48 т для цист.

Озеро Аджибайчикское (у пос. Штормовое) – гипергалинный водоем площадью 0,4 км² (40 га) [5, 6]. Запасы водных беспозвоночных (личинки хирономид) в этом озере эксплуатировались промыслом с 2004 по 2013 г. В 2015 г. в водоеме было добыто 3,7 т цист артемии.

В оз. Аджибайчикское у пос. Штормовое в 2016 г. весенний запас рачков артемии составил 4,7 т, артемии на стадии цист – 14,7 т (0,1 т в планктоне и 14,6 т в бентосе). Летом аналогичный показатель для рачков артемии возрос до 15,4 т. Запас артемии на стадии цист сократился до 0,01 т (0,001 т в планктоне и 0,01 т в бентосе). Осенью запас рачков артемии снизился до 0,01 т, запас артемии на стадии цист составил 13,0 т (0,2 т в планктоне и 12,8 т в бентосе). Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Аджибайчикское был определен в размере 6,7 т для рачков и 9,2 т для цист.

Озеро Соленое – пересыхающее соленое озеро, расположенное на западе Сакского района, шестое по площади озеро Сакского района [5, 6]. Впадающие и вытекающие реки отсутствуют. Питается озеро поверхностными и подземными водами Причерноморского артезианского бассейна. Водоем входит в Евпаторийскую группу озер. Длина озера 2,06 км, наибольшая ширина составляет 0,72 км. Водоем мелководный, глубина не превышает 0,2 м. Площадь озера приблизительно составляет 1,56 км².

В оз. Соленое (у пос. Молочное) в 2016 г. весенний запас рачков артемии составил 0,96 т, артемии на стадии цист – 3,29 т (0,27 т в планктоне и 3,02 т в бентосе). Летом аналогичный показатель для рачков артемии составил 0,06 т. Запас артемии на стадии цист сократился до 0,96 т (0,12 т в планктоне и 0,84 т в бентосе). Осенью запас рачков артемии снизился до 0,04 т, запас артемии на стадии цист составил 0,45 т (0,11 т в планктоне и 0,34 т в бентосе). Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Соленое (у пос. Молочное) определен в объеме 0,35 т для рачков и 1,57 т для цист.

Ленинский район. Акташское озеро – соленое озеро на севере Керченского полуострова на территории Ленинского района. Водоем занимает четвертое место по площади в Крыму [5, 6]. Его длина 8 км, средняя ширина около 3,0 км, средняя глубина – 2 м. В период максимального заполнения водой площадь зеркала озера составляет 26,8 км². За последние пять лет уровень воды в озере существенно снизился, соответственно площадь водоема сократилась до 7-9 км².

В оз. Акташское в 2016 г. весенний запас рачков артемии составил 580,63 т, для цист артемии эта величина определена в 34,18 т (0,98 т в планктоне и 33,2 т в бентосе). Летом запас рачков артемии упал до 4,3 т, а запас артемии на стадии цист – до 8,7 т. Осенью наблюдалось дальнейшее снижение

запасов рачков артемии до 3,12 т, а цист – до 2,29 т. Среднегодовой запас артемии в 2016 г. в оз. Акташское составил 196,02 т, артемии на стадии цист – 14,96 т (1,33 в планктоне и 13,63 т в бентосе).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, среднегодовой запас артемии в соленых озерах Республики Крым составил 781,28 т рачков артемии и 541,79 т артемии на стадии цист (таблица).

Среднегодовой запас рачков артемии и артемии на стадии цист в соленых озерах Республики Крым

Водоем	Среднегодовой запас, т	
	рачки	цисты
оз. Кирлеутское	306,95	241,24
оз. Айгульское	264,92	249,34
оз. Ойбурское	6,34	25,48
оз. Аджибайчикское	6,7	9,2
оз. Соленое	0,35	1,57
оз. Акташское	196,02	14,96
Всего:	781,28	541,79

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов П.М. *Artemia salina* L. водоемов Крыма и ее хозяйственное использование : автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 1975. – С. 32.
2. Воронов П.М. Размножение *Artemia salina* L. в соленых водоемах Крыма // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 52. – Вып. 6. – С. 945-947.
3. Воронов П.М. Сезонная численность и биомасса артемии и ее яиц в соленых озерах Крыма // Труды ВНИРО. – 1973. – Т. ХСIV. – С. 170-178.
4. Литвиненко Л.И. Жаброногие рачки рода *ARTEMIA LEACH*, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири (география, биоразнообразие, экология и практическое использование) : дис. докт. биол. наук. – Пермь, 2008. – 321 с.
5. Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. – Симферополь: ДОЛЯ, 2005. – 216 с.
6. Поверхностные водные объекты Крыма : справочник / сост. Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Мустафьева З.Р. / под ред. З.В. Тимченко. – Симферополь: Рескомводхоз АРК-Доля, 2004. – 113 с.
7. Спекторова Л.В. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре. – М.: ВНИРО, ЦНИИТЭИРХ, 1984. – С. 63.

Поступила 06.02.2017 г.

Current state of the brine shrimp (*Artemia salina* L.) stock in the salt lakes of Crimea. A. M. Semik, A. O. Ushakova. Data on salt lakes of Krasnoperekopsk (Aygul L., Kirleut L.), Saki (Oybur L., Adji-Baychi L., Solenoe L.) and Lenino (Aktash L.) Regions of Crimea (Russia) were given. Materials were collected during the monitoring surveys conducted in 2016. Altogether, 97 zooplankton and 97 benthic samples were collected and processed. Based on the literature data, biology of the brine shrimp (*Artemia salina* L.) and its population structure in the salt lakes in different seasons were studied. The research results allowed to assess specific abundance, biomass and stocks of the proper brine shrimp and the one at the cystic stage. The total stock of the brine shrimp in the salt lakes of Crimea made up 781.28 t, at the cystic stage – 541.79 t.

Keywords: *Artemia salina*, Crimea, stock, abundance, biomass, salt lakes, salinity, water temperature, population structure, monitoring, zooplankton, benthos

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧЕТЫРЕХЛЕТОК ПИЛЕНГАСА В УСЛОВИЯХ БАСЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ ФГБНУ «ЮГНИРО» В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2015 ГОДА

Е. А. Заиченко, инж. I кат.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: zaichenko_e_a@azniirkh.ru

Выращивание четырехлеток пиленгаса проводили в условиях бассейнового хозяйства с плотностью посадки 5 экз./м³, 6 экз./м². Для кормления четырехлеток использовали форелевый производственный комбикорм крымского производителя. Кормовой коэффициент вычисляли путем деления фактических затрат комбикорма на прирост пиленгаса между контрольными обловами. В вегетационный период 2015 г. температура воды в бассейнах имела минимальные значения в апреле и октябре (9-10 °С), а максимальные – в июле-августе (23-24 °С). Соленость воды варьировала от 14,5 до 18 ‰. Установлено, что при выращивании четырехлеток пиленгаса в проточных бассейнах с морской водой на фоне естественного изменения температуры и солености отмечаются высокие показатели выживаемости и темпа роста. При этом рост четырехлеток пиленгаса определяется в большей степени температурным режимом и составом комбикорма, чем показателями солености воды. Эффективность кормления и максимальные приросты по массе и длине тела наблюдаются в диапазоне температуры 22-24 °С. Для дальнейшего выращивания ремонтных групп пиленгаса рекомендуется использовать экспериментальный корм, изготовленный из хамсы, добытой крымскими промысловиками. С учетом экономических санкций это позволит решить проблему приобретения высококачественных комбикормов европейского производителя.

Ключевые слова: пиленгас, выращивание, бассейны, четырехлетки, температура, соленость, темп роста, линейно-весовые показатели, прирост, комбикорм, кормовой коэффициент

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что в последние два десятилетия акклиматизант пиленгас стал одним из наиболее востребованных объектов промысла Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Благодаря видовой пластичности по отношению к абиотическим и биотическим факторам среды этот вид кефалей получил популярность и в качестве объекта аквакультуры. Вместе с тем, в течение последних пяти лет отмечается резкое снижение промыслового вылова пиленгаса Россией и катастрофическое – Украиной. В сравнении с 2007 г., к 2014 г. произошло уменьшение объема добычи пиленгаса Россией почти в 14 раз, а Украиной – в 87 раз (рис. 1).

Для выполнения работ по увеличению промысловых запасов пиленгаса и его товарному выращиванию пастбищным и индустриальным методами необходимо наличие в достаточном количестве посадочного материала. Обеспечить процесс стабильного получения в промышленных масштабах жизнестойкой молоди возможно только путем функционирования специализированного рыбопитомника с обязательным формированием на его основе ремонтно-маточного стада.

В связи с этой задачей сотрудниками ЮгНИРО в 2012 г. были начаты планомерные исследования по формированию и выращиванию в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской

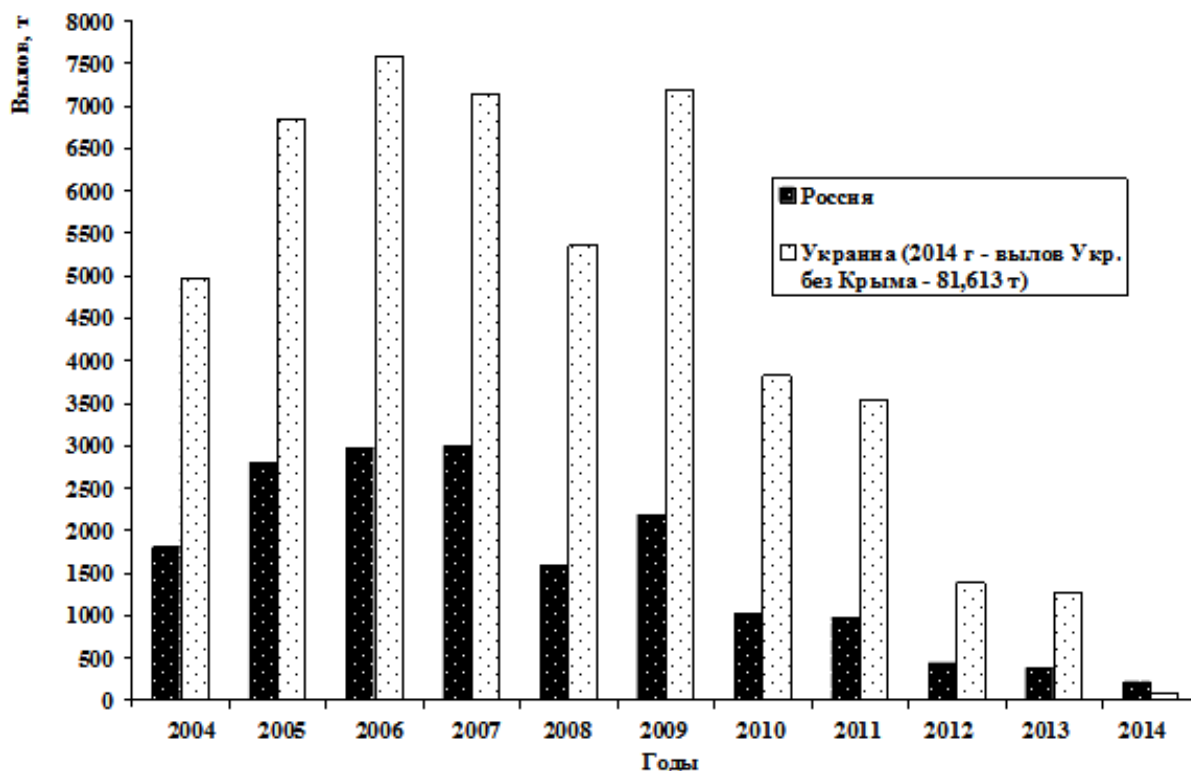


Рис. 1 Промысловый вылов пиленгаса в бассейне Азовского моря Россией и Украиной (данные ФГБНУ «ЮгНИРО» и ФГБНУ «АзНИИРХ»)

базы «Заветное» (далее НИБ «Заветное») ремонтно-маточного стада пиленгаса от молоди, полученной искусственным путем. В 2014 г. были обобщены данные по анализу роста и выживаемости младших возрастных групп – от малька до трехлетки [5]. В настоящей работе приведены результаты выращивания четырехлеток пиленгаса в вегетационный период 2015 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для выращивания пиленгаса использовали бассейны объемом 16 м³, глубиной 1,2 м с проточной системой водоснабжения. Водозабор морской воды осуществляли из прибрежной акватории Керченского пролива. Выращивание проводили на фоне естественного хода изменения температуры и солености воды. Плотность посадки составила 5 экз./м³, 6 экз./м².

Для кормления четырехлеток использовали форелевый производственный комбикорм крымского производителя размером гранул 3 мм и 6 мм. Суточный рацион и режим кормления корректировали в зависимости от температуры воды. Кормовой коэффициент вычисляли путем деления фактических затрат комбикорма на прирост пиленгаса между контрольными обловами. За период выращивания четырехлеток было проведено 3 контрольных облова с целью определения линейно-весовых показателей, физиологического состояния рыб и их выживаемости. Контрольная выборка варьировала от 10 до 25 экз.

В процессе проведения бонитировок осуществляли лечебно-профилактические и санитарные мероприятия по стандартным методикам, используемым в практике индустриального рыбоводства [2].

Линейно-весовые показатели определяли по стандартной методике [3]. Среднесуточные приросты рассчитывали по Винбергу Г.Г. [1]. Для обработки материала использовали методы общепринятой вариационной статистики [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 приведены данные по изменению температуры и солености воды в выростных бассейнах при выращивании четырехлеток пиленгаса в период с апреля по октябрь 2015 г.

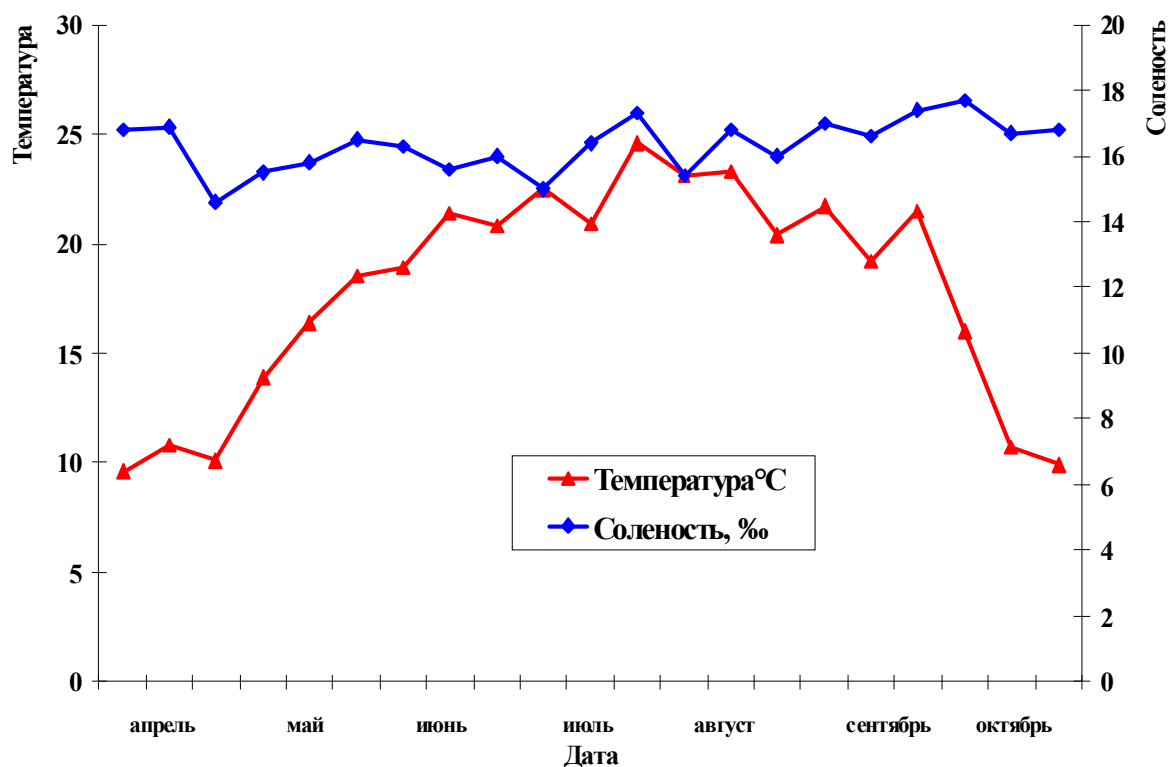


Рис. 2 Изменение температуры и солености воды в выростных проточных бассейнах при выращивании четырехлеток пиленгаса в вегетационный период 2015 г.

Из представленных данных видно, что в вегетационный период температура воды в бассейнах имела минимальные значения в апреле и октябре – 9–10 °С, а максимальные – в июле-августе – 23–24 °С. Соленость воды варьировала от 14,5 до 18 ‰.

В табл. 1 приведены данные, характеризующие изменение линейно-весовых показателей пиленгаса в вегетационный период.

Из приведенных в табл. 1 результатов выращивания четырехлеток пиленгаса видно, что абсолютный прирост по массе тела за 6 месяцев выращивания равен 132,92 г, а средняя масса возросла в 1,77 раза. За период с апреля по июль абсолютный прирост по массе составил 37,98 г, с августа по октябрь – 94,94 г, а среднесуточный прирост массы за аналогичные периоды выращивания, соответственно, 0,311 и 1,032 г/сут. Коэффициент упитанности по Фультону также имел более высокие значения во второй половине вегетационного сезона – 0,85 и 1,36, соответственно.

Такая же закономерность отмечается и при характеристике линейного роста четырехлеток пиленгаса. Абсолютный прирост по длине за весь период выращивания равен 4,7 см. Наиболее интенсивный рост произошел в августе-сентябре. Среднесуточный прирост по длине составил за период апрель-июль – 0,013 см/сут, а за август-сентябрь – 0,033 см/сут.

На рис. 3 приведены кривые, характеризующие весовой и линейный рост пиленгаса в период с апреля по октябрь 2015 г. на фоне сезонных изменений температуры и солености воды, определяемых характером течений в Керченском проливе. Представленный график является хорошей иллюстрацией к вышеописанной табл. 1 и подтверждением полученных результатов, т. к. видно, что темп роста четырехлеток пиленгаса определяется температурным режимом. Поскольку это теплолюбив-

вый вид, максимальное увеличение прироста по массе и длине тела отмечается на фоне варьирования температуры в пределах 21-24 °С. При этом колебания солености в пределах 14,5-18 ‰ не влияют существенным образом на темп роста четырехлеток пиленгаса.

Таблица 1

Характеристика линейно-весовых показателей ремонтного стада пиленгаса в вегетационный период 2015 г.

Показатели	Дата облова					
	n	01.04.15	n	31.07.15	n	28.10.15
Масса тела, г	25	172,08	25	210,06	10	305,00
min-max		80-260		110-291		250-490
δ		49,2		58,7		69,96
CV		28,59		25,36		22,94
m		9,84		15,24		22,12
Длина тела, см	25	27,56	25	29,18	10	32,26
min-max		25,5-40		26,43-39		30-39,5
δ		4,15		3,01		3,49
CV		15,05		12,13		10,83
m		0,83		0,97		1,10
Упитанность по Фультону, Ку (ф)	25	0,82	25	0,85	10	1,36
min-max		0,34-1,12		0,39-1,17		1,29-1,41
δ		0,14		0,11		0,04
CV		17,07		18,04		22,94
m		0,028		0,019		0,01
Абсолютный прирост по массе, г		-		37,98		94,94
Абсолютный прирост по длине, см		-		1,62		3,08
Среднесуточный прирост по массе, г/сут.		-		0,311		1,032
Среднесуточный прирост по длине, см/сут.		-		0,013		0,033

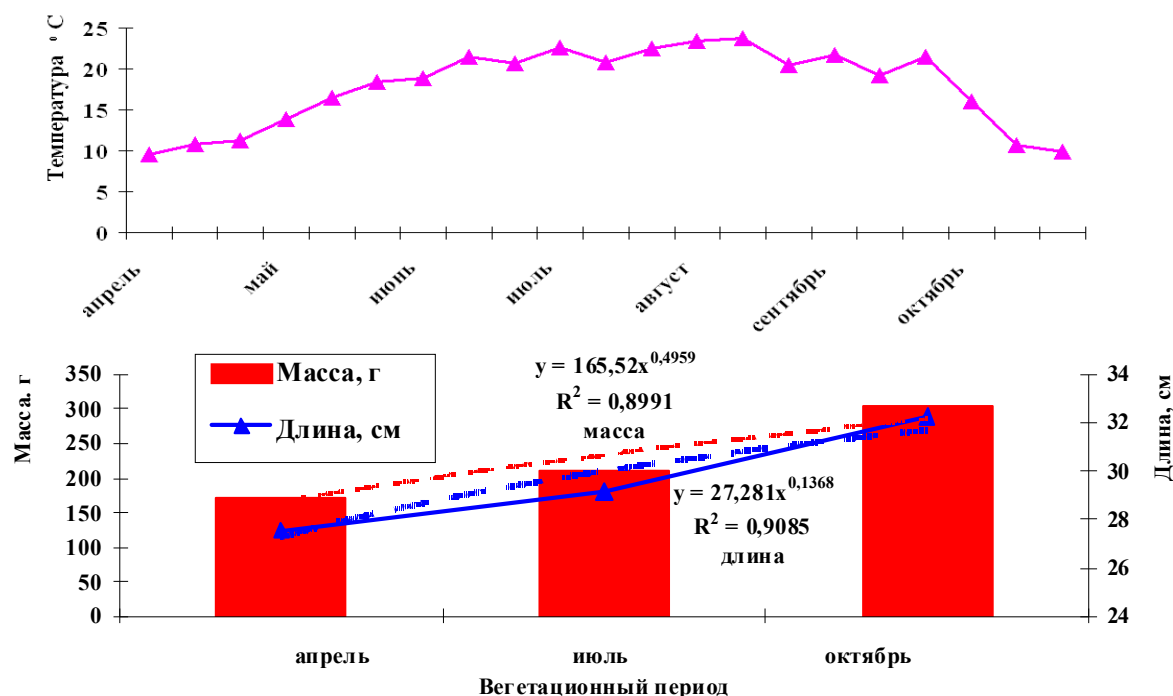


Рис. 3 Динамика линейно-весового роста четырехлеток пиленгаса за вегетационный период 2015 г.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие фактические затраты гранулированного комбикорма, кормовой коэффициент и выживаемость четырехлеток пиленгаса за период с апреля по октябрь.

тябрь 2015 г. Из представленных данных видно, что выживаемость четырехлеток пиленгаса относительно высокая. За весь вегетационный период она составила 85 %. Общий прирост массы рыб равен 7, 333 кг, кормовой коэффициент – 4,38 ед. При этом эффективность кормления была выше в диапазоне температуры 22-24 °С (август-сентябрь). В этот период кормовой коэффициент был в 1,6 раза ниже такового, отмечаемого с апреля по июль.

Таблица 2

Фактические затраты гранулированного комбикорма, кормовой коэффициент и выживаемость четырехлеток пиленгаса за вегетационный период 2015 г.

Показатели	Дата контрольных бонитировок		
	01.04. 15	31.07.15	28.10.15
Количество рыбы, экз.	85	75	72
Общая масса рыб, кг	14,627	17,855	21,960
Общий прирост массы рыб между бонитировками, кг		3,228	4,105
Фактические затраты комбикорма между бонитировками, кг		18,076	14,053
Кормовой коэффициент, ед.		5,6	3,5
Выживаемость рыб между контрольными обловами, %		88	96

Вместе с тем значения кормовых коэффициентов при выращивании четырехлеток близки к отмечаемым для трехлеток пиленгаса в сезон 2014 г. [1]. В тот период в течение всего цикла выращивания использовали различную смесь комбикормов, состоящую из форелевого корма фирмы BioMag (Дания) и, в большей степени, карпового (Изюмовский завод, Украина). Возможно, что высокие значения кормовых коэффициентов в разные периоды выращивания четырехлеток пиленгаса обусловлены несбалансированностью основных компонентов форелевого комбикорма крымского производителя и его невысокой устойчивостью в воде. По данным специалистов сектора технологических исследований ФГБНУ «ЮгНИРО», содержание белка в используемом комбикорме составило 38 %, влаги – 8 %, жира – 6 %, клетчатки – 3 %, крахмала – 10 %, минеральных веществ – 5,8 % и остальных компонентов – 29,2 %. Устойчивость гранул в воде варьировала от 3 до 5 часов, потом они рассыпались. Сотрудники института разработали экспериментальный гранулированный тонущий комбикорм, изготовленный из 41,4 % ферментированной хамсы, 38 % кровяной муки, 20,6 % кормовой муки (пшеничной). Состав данного корма следующий: 49 % протеина, 14 % влаги, 12,2 % жира, 0,145 % клетчатки, 15,2 % крахмала, 0,2 % сахара, 3,3 % минеральных веществ и 6 % других компонентов. Устойчивость этих гранул в воде составляет около 24 часов. С учетом данной характеристики экспериментального комбикорма ожидается значительное увеличение темпа роста пиленгаса и существенное снижение кормового коэффициента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ представленных данных показал, что при выращивании четырехлеток пиленгаса в проточных бассейнах с морской водой на фоне естественного изменения температуры и солености отмечаются высокие показатели выживаемости и темпа роста. При этом рост четырехлеток пиленгаса определяется в большей степени температурным режимом и составом комбикорма, чем показателями солености воды. Максимальные приросты по массе и длине тела наблюдаются в диапазоне температуры 22-24 °С. Для дальнейшего выращивания ремонтных групп пиленгаса рекомендуется использовать экспериментальный корм, изготовленный сотрудниками Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» из хамсы, добытой крымскими промысловиками. С учетом экономических санкций это позволит решить проблему приобретения высококачественных комбикормов европейского производителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: Белорус. ун-т, 1956. – 253 с.
2. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / справ., учебн. пособие. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1967. – 328 с.
5. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Булли Л.И., Бобова А.С., Булли Ф.А., Заиченко Е.А. Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮгНИРО» // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – Т. 53. – С. 78-89.

Поступила 14.03.2016 г.

Results of the so-iuy mullet four-yearlings culture in conditions of the basin farm of the FSBSI «YugNIRO» scientific research base during the vegetative season of 2015. E. A. Zaichenko. *Liza haematocheila* four-yearlings were cultured in conditions of basin farms with the stocking density of 5 ind./m³, 6 ind./m². The four-yearlings were fed on the trout formula feed produced in Crimea. Feed coefficient was calculated by dividing actual feed costs into the so-iuy mullet growth rate between control samplings. During the vegetative period of 2015 water temperature in the basins was minimal in April and October (9-10 °C), and maximal – in July-August (23-24 °C). Water salinity ranged from 14.5 to 18 ‰. It is identified that high survival indices and growth rates were recorded, when four-yearlings of *L. haematocheila* were cultured in running-water basins under conditions of natural temperature and salinity variations. It is shown that the growth rate of so-iuy mullet four-yearlings was determined by thermal conditions and formula feed composition rather than by water salinity parameters. Efficient feeding and maximal growth rate in terms of body weight and length are observed at the temperature range of 22-24 °C. In order to further culture so-iuy replacement stocks, it is recommended to use experimental feeds produced from the anchovy caught by the Crimean fishery enterprises. Under conditions of sanctions policy, it will solve the problem of purchasing high-quality formula feeds produced in Europe.

Keywords: so-iuy mullet, fish culture, fish farms, temperature, salinity, growth rate, growth gain, formula feed, feeding ratio

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУХЛЕТОК ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА (*PSETTA MAEOTICA MAEOTICA* PALLAS) В УСЛОВИЯХ БАССЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА НИИ ФГБНУ «ЮГНИРО»

В. Н. Туркулова, зав. лаб., А. С. Бобова, м. н. с.

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: turkulova_v_n@azniirkh.ru

Приведены результаты выращивания черноморского калкана *Psetta maeotica maeotica* (Pal.) от возраста годовика до двухлетки в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ФГБНУ «ЮгНИРО» (Крым, Керченский пролив). Установлено, что оптимальными для жизнедеятельности и роста калкана является диапазон температуры 16-20 °С и солености 17-18 ‰. При содержании годовиков и двухлеток калкана в оптимальных условиях существенно повышается эффективность потребления корма, а также отмечаются максимальные приросты по массе и длине тела. Выживаемость двухлеток калкана от годовиков за весь период выращивания составила 84 %, абсолютный прирост по массе – 356,8 г, по длине – 9,16 см, кормовой коэффициент – 2,8 ед. Установлено, что максимальные приросты по массе (176 г) и длине тела (5,18 см) и минимальное значение кормового коэффициента (1,3 ед.) наблюдаются в период с апреля по июнь. Показана реальная возможность выращивания ремонтного стада черноморского калкана в рециркуляционных установках в условиях забора воды из Керченского пролива.

Ключевые слова: *Psetta maeotica maeotica* (Pal.), годовики, двухлетки, рециркуляционная установка, температура воды, соленость воды, корм, кормовой коэффициент, длина, масса, прирост, темп роста, упитанность, выживаемость

ВВЕДЕНИЕ

Особый интерес для Республики Крым представляет вопрос развития морской аквакультуры, поскольку протяженность береговой линии полуострова составляет около 1,1 тыс. км. Еще в конце 60-х гг. XX века у крымского побережья было отмечено снижение промысловой рыбопродуктивности, в первую очередь резко сократились запасы камбаловых видов рыб. В этот период особую актуальность получило развитие работ по их искусственному воспроизводству с целью сохранения и увеличения численности естественных популяций [2, 3]. Мероприятия такого плана не потеряли своей актуальности и в современный период. Естественная популяция черноморского калкана длительный период находится в депрессивном состоянии. С 1998 г. запас калкана в украинской зоне Черного моря стабилизировался на уровне 9-10 тыс. т, что меньше отмечаемого в 1980-х гг. в 1,5-2 раза [4]. Общий запас черноморского калкана в территориальном море Российской Федерации составляет около 1,2 тыс. т. Вылов черноморского калкана в украинской зоне с 2008 по 2014 г. варьировал от 204 до 260 т, в российской – от 20 до 36 т. В 2015 г. (с учетом Республики Крым) вылов черноморского калкана Российской Федерацией составил 98 т 566 кг.

ЮгНИРО имеет многолетний опыт искусственного воспроизводства камбаловых видов рыб [5-7, 11-16]. Прототипом для создания технологии искусственного разведения черноморского калкана явилась таковая для его близкородственного вида – атлантического тюрбо *Psetta maxima maxima* (L.).

Тюрбо – высокоценная рыба, очень дорогостоящая во многих рыночных сегментах. Естественный диапазон ее распространения находится в Северо-Восточной Атлантике вдоль побережья Европы до Северного полярного круга, по всему Средиземноморью и в западной части Балтийского моря [17, 20]. Общее производство культивированного тюрбо в ЕС увеличилось с 53 т в 1985 г. до 16500 т – в 2012 г. [17, 20]. Технология искусственного воспроизводства тюрбо базируется на использовании производителей из маточных стад. Маточные стада создают главным образом из культивированных особей как часть более чем десятилетних программ отбора среди производителей. Индивидуально помеченные производители содержатся в бетонных резервуарах при низкой плотности посадки (приблизительно 5 кг/м²) и питаются специально разработанными гранулами для маточного стада. Оптимизированный световой режим и температура для содержания маточного стада в течение всего года имеют большое значение для получения высокого качества икры и круглогордичного ее производства [19, 20]. Выращивание сеголеток и двухлеток тюрбо обычно осуществляют в резервуарах, имеющих площадь 60-120 м² и глубину 0,5-1 м. Начальная плотность сеголеток (20 кг/м²) увеличивается до 50-70 кг/м² для двухлеток. Для кормления используют сухой гранулированный корм с кормовым коэффициентом 1,2-1,8 ед. [19, 20].

На больших фермах выращивание двухлеток и трехлеток калкана происходит в наружных резервуарах с открытой проточной системой для морской воды и с использованием покрытия бассейна, чтобы рыба не подвергалась воздействию прямых солнечных лучей. Только малая часть европейского производства калкана использует рециркуляционную систему аквакультуры (RAS) [18, 21]. Большинство ферм расположено в местах с температурой морской воды в диапазоне 10-20 °С в течение года и с температурой, близкой к оптимальной – (+15)-(+16) °С [19, 20].

Таким образом, имеющийся зарубежный опыт промышленного культивирования тюрбо позволил предположить, что для обеспечения процесса стабильного получения жизнестойкой молоди черноморского калкана необходимо создание специализированного рыбопитомника с обязательным формированием на его основе ремонтно-маточного стада.

В связи с этой задачей в 2012 г. сотрудниками ЮгНИРО были начаты планомерные исследования по формированию и выращиванию в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы «Заветное» (далее НИБ «Заветное») ремонтно-маточного стада черноморского калкана от молоди, полученной искусственным путем. Ранее были обобщены данные по динамике роста и выживаемости молоди калкана от стадии личинки до годовалого возраста [14]. В настоящей работе приведены результаты выращивания черноморского калкана в возрасте от годовика до двухлетки в период с апреля по октябрь 2013 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для выращивания ремонтной группы калкана использовали бассейны объемом 16 м³, глубиной 1,2 м, подключенные к рециркуляционной системе с фильтром биологической очистки воды. Один-два раза в неделю в этих бассейнах осуществляли замену 1/3-2/3 объема воды на свежую. Для принудительной аэрации воды использовали аквариумные микрокомпрессоры с диффузорами. Водозабор морской воды осуществляли из прибрежной акватории Керченского пролива. Выращивание ремонтного стада проводили на фоне естественного хода изменения солености воды. Температуру воды в летний период понижали на 2-3 °С путем использования системы кондиционирования воздуха в помещении.

В апреле количество годовиков составило 77 экз., в октябре – 65 экз. двухлеток. Соответственно, плотность посадки составила: годовиков – 5 экз./м³, 6 экз./м², двухлеток – 4 экз./м³, 5 экз./м². Для кормления калкана использовали форелевый продукционный комбикорм фирмы BioMag (Дания) размером гранул 3 мм и 6 мм. Суточный рацион и режим кормления корректировали в зависимости от температуры воды. Кормовой коэффициент вычисляли путем деления фактических затрат комбикорма на прирост рыб между контрольными обловами. За период выращивания двухлеток калкана было проведено 4 контрольных облова с целью определения линейно-весовых показателей, физиологического состояния рыб и их выживаемости. Контрольная выборка варьировала от 10 до 65 экз.

В процессе проведения бонитировок осуществляли лечебно-профилактические и санитарные мероприятия по стандартным методикам, используемым в практике индустриального рыбоводства [9].

Линейно-весовые показатели определяли по стандартной методике [10]. Среднесуточные приросты рассчитывали по Винбергу Г.Г. [1]. Для обработки материала использовали методы общепринятой вариационной статистики [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 приведены данные по изменению температуры и солености воды в выростных бассейнах при выращивании годовиков и двухлеток калкана в период с апреля по октябрь 2013 г. (рис. 1).

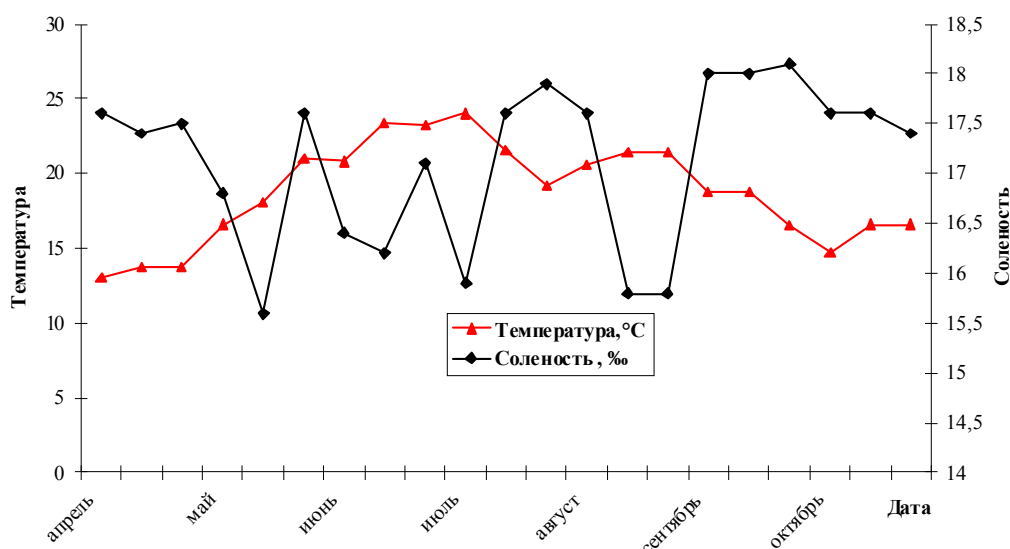


Рис. 1 Изменение температуры и солености воды в выростных бассейнах блока установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) при выращивании двухлеток калкана в период с апреля по октябрь 2013 г.

Из представленных на рис. 1 данных видно, что температура воды варьировала от минимальных значений 13 °C в апреле до максимальных 24 °C в конце июля. Подъем температуры выше оптимальных значений для жизнедеятельности черноморского калкана отмечали только в конце июля – начале августа. Большую часть периода наблюдений преобладал благоприятный для физиологического состояния и роста калкана диапазон температуры – 16-20 °C. Поскольку забор воды осуществляли из береговой зоны Керченского пролива, значения солености зависели от смены течений – черноморского и азовского. Таким образом, в течение всего цикла выращивания двухлеток соленость воды в бассейнах изменялась от 15,0 до 18,2 ‰.

На рис. 2 приведены данные, характеризующие динамику линейно-весового роста двухлеток черноморского калкана на фоне изменения температуры воды в выростных бассейнах. Из представленных на рис. 2 данных видно, что максимальные приросты по массе и длине тела были отмечены в период с апреля по июнь на фоне подъема температуры от 13 до 20 °C. При общей тенденции увеличения массы и длины тела калкана темп роста, начиная с июля, снизился в 2-3 раза.

В табл. 1 приведены результаты морфометрических измерений, позволяющих охарактеризовать изменение линейно-весовых показателей двухлеток черноморского калкана в течение периода наблюдений с апреля по октябрь 2013 г. Из представленных в табл. 1 данных видно, что абсолютный прирост массы тела двухлеток калкана за 7 месяцев выращивания составил 356,8 г, при этом максимальные значения были отмечены в период с апреля по июнь и с конца августа по октябрь. Подобную ситуацию наблюдали и по среднесуточным приростам массы тела: максимальные значения приходились на аналогичные периоды выращивания двухлеток (рис. 3).

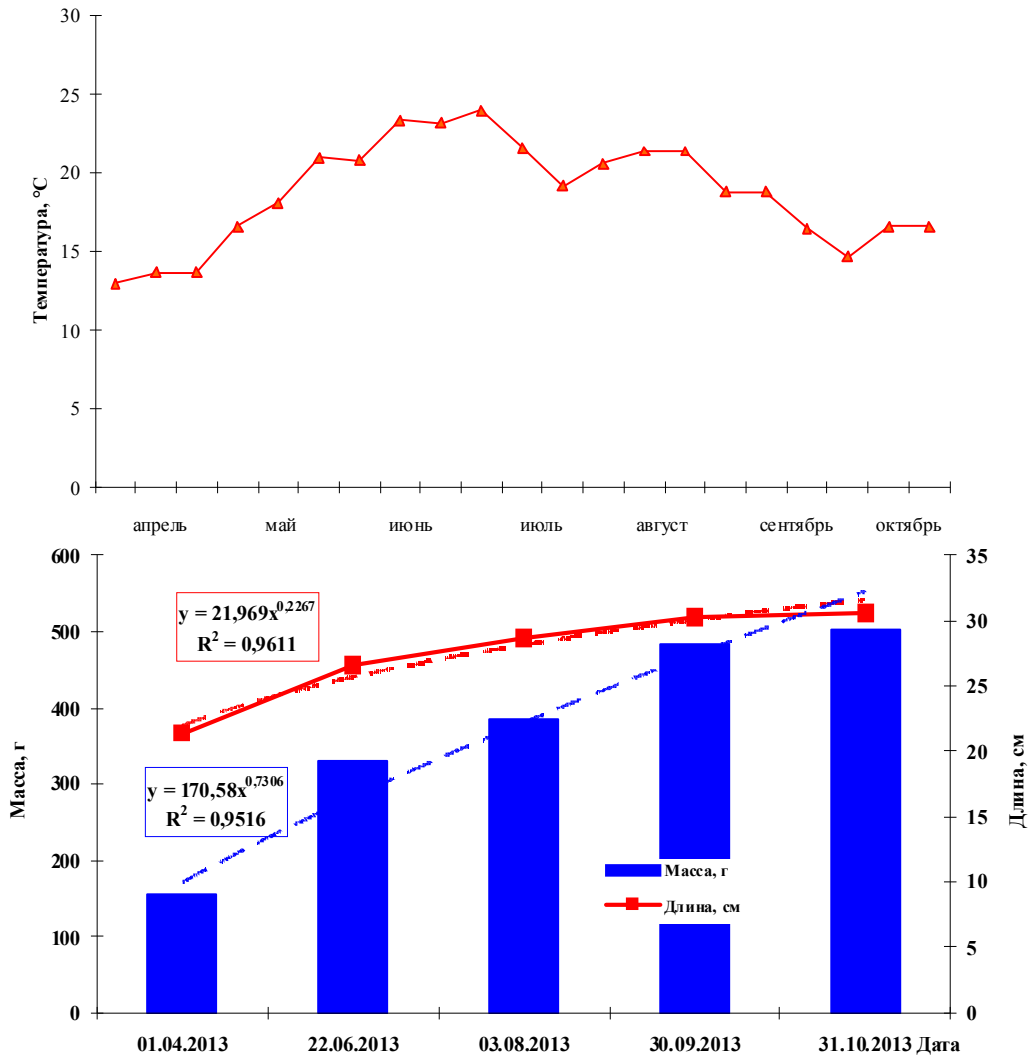


Рис. 2 Динамика линейно-весевого роста двухлеток черноморского калкана на фоне изменения температуры воды в выростных бассейнах

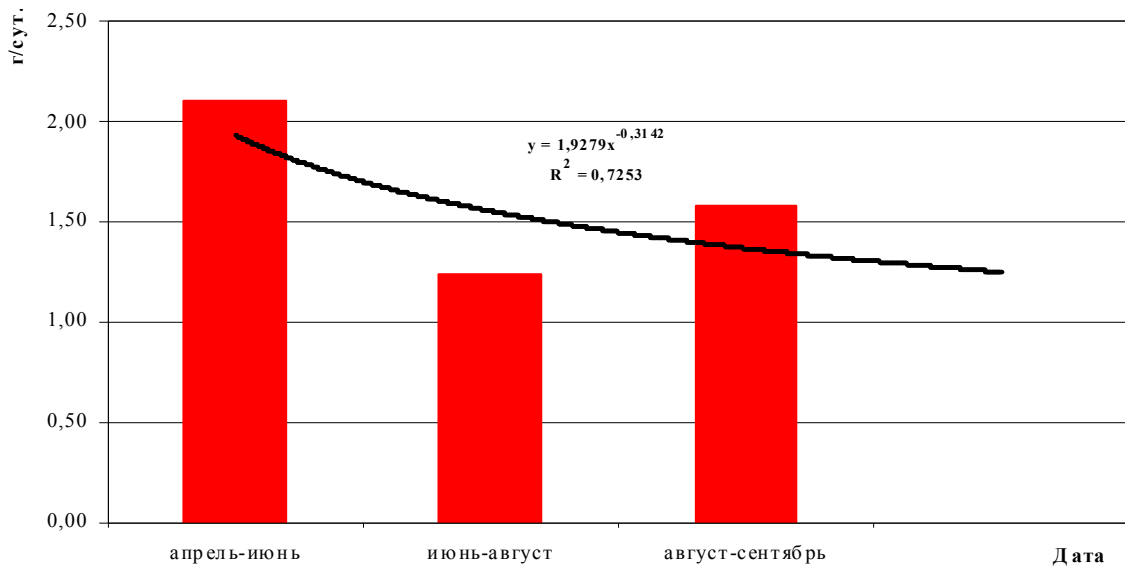


Рис. 3 Динамика среднесуточных приростов массы тела двухлеток черноморского калкана

Изменение линейно-весовых показателей двухлеток черноморского калкана в течение периода наблюдений с апреля по октябрь 2013 г.

Показатель	Дата облова									
	n	01.04.2013	n	22.06.2013	n	03.08.2013	n	30.10.2013		
Масса тела, г	10	155±7,5	10	331±22,03	65	384,15±9,56	25	501,8±12,05		
Min-max		120-200		200-410		150-570		410-650		
σ		23,7		69,67		77,09		60,26		
cv		15,3		21,05		13,53		12,01		
Длина тела, см		21,4±0,3		26,58±0,56		28,37±0,20		30,56±20,34		
Min-max		20,02-23,0		23,2-28		25,0-32,0		27,5-35,40		
σ		0,9		1,77		1,62		1,72		
cv		5,0		6,68		5,07		5,62		
Упитанность по Фульгону, Ку(Ф)		2,9±0,1		3,09±0,09		3,40±0,06		3,61±0,12		
Min-max		2,5-3,2		2,38-3,43		1,41-4,96		2,64-5,46		
σ		0,2		0,29		0,45		0,60		
cv		7,5		9,46		9,01		16,76		
Абсолютный прирост по массе, г			176,0		53,15		117,6			
Абсолютный прирост по длине, см			5,18		1,79		2,19			
Среднесуточный прирост по массе, г/сут			2,12		1,26		1,32			
Среднесуточный прирост по длине, см/сут			0,06		0,04		0,02			

Абсолютный прирост двухлеток калкана по длине тела составил 9,16 см, среднесуточные приросты варьировали от 0,02 до 0,06 см/сут. Так же, как и по массе тела, максимальные значения абсолютных и среднесуточных приростов по длине отмечали в течение апреля-июня и в конце августа-октябре.

Из данных, представленных на рис. 4, видно, что коэффициент упитанности у двухлеток в октябре выше такового у годовиков в апреле. Возможно, это обусловлено тем, что у черноморского калкана на данном этапе жизненного цикла весовой рост преобладает над линейным.

На рис. 5 приведены данные, характеризующие соотношение длины и массы тела двухлеток калкана в процессе выращивания с апреля по октябрь.

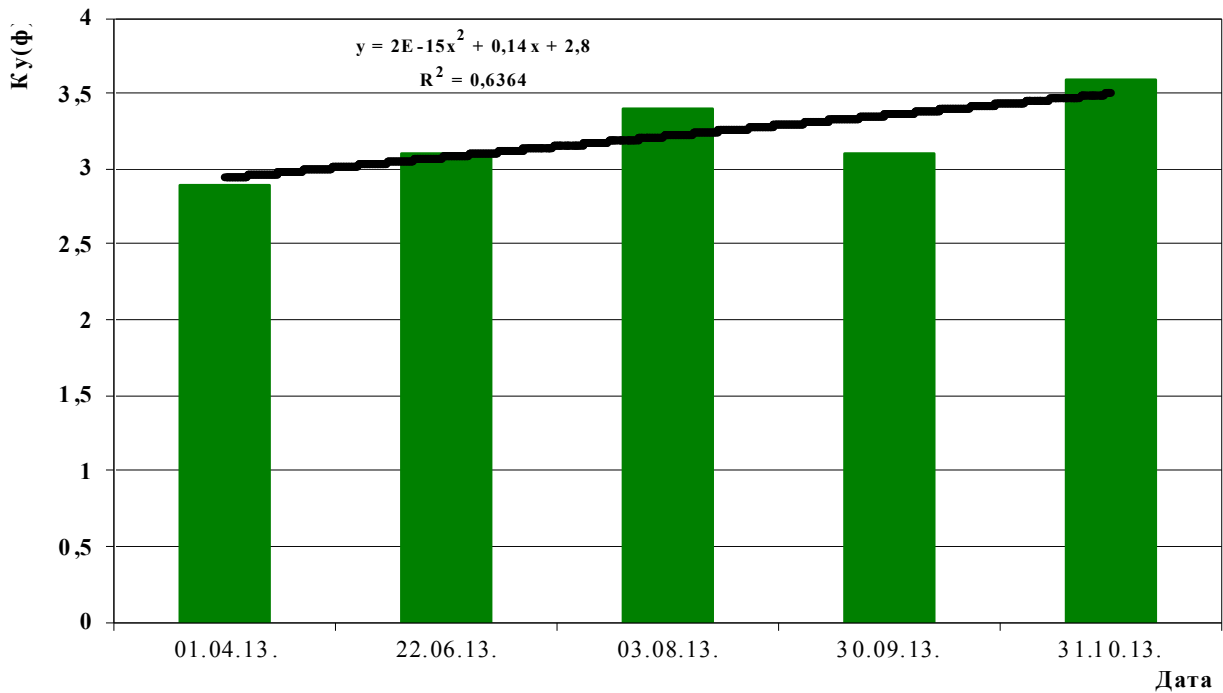


Рис. 4 Изменение коэффициента упитанности черноморского калкана при выращивании двухлеток

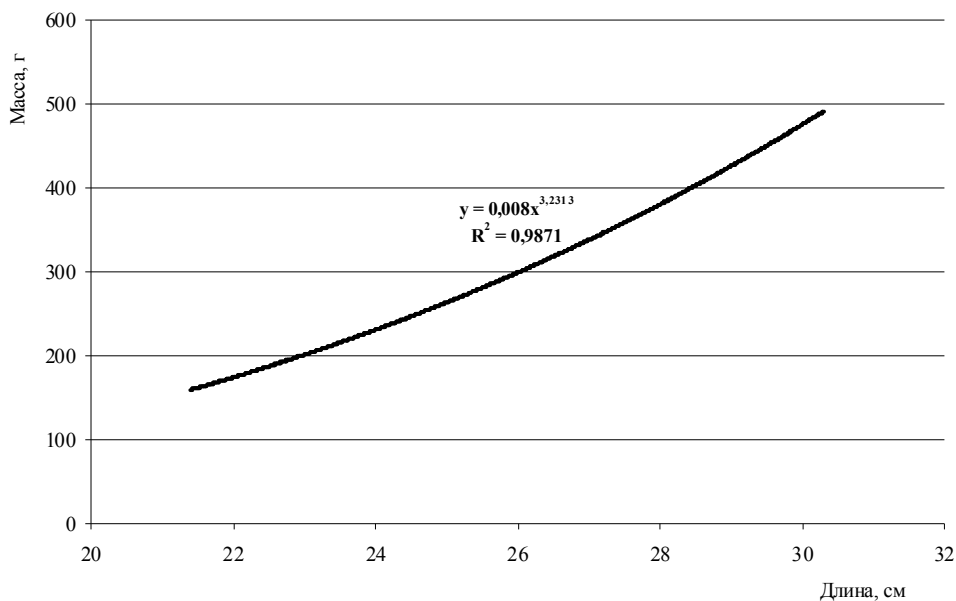


Рис. 5 Изменение соотношения массы и длины тела при выращивании двухлеток калкана с апреля по октябрь

Зависимость массы тела от его длины описывается степенным уравнением с высоким коэффициентом детерминации $R^2 = 0,997$. Обращает на себя внимание то, что степенной коэффициент уравнения выше трех, что свидетельствует об изометрическом росте, характерном для большинства видов рыб. Увеличение длины калкана на 1 см дает прирост массы около 40 г.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие фактические затраты гранулированного комбикорма, кормовой коэффициент и выживаемость двухлеток черноморского калкана за период с апреля по октябрь 2013 г.

Таблица 2

Фактические затраты гранулированного комбикорма, кормовой коэффициент и выживаемость двухлеток за период с апреля по октябрь 2013 г.

Показатели	Дата контрольных бонитировок			
	01.04.13	22.06.13	03.08.13	30.10.13
Количество рыбы, экз.	77	72	65	65
Общая масса рыб, кг	11,935	23,832	24,967	32,617
Общий прирост массы рыб между бонитировками, кг		13,552	1,135	7,650
Фактические затраты комбикорма между бонитировками, кг		17,618	5,335	17,595
Кормовой коэффициент, ед.		1,3	4,7	2,3
Выживаемость рыб между контрольными обловами, %		93	90	100

Из данных, представленных в табл. 2, видно, что выживаемость двухлеток черноморского калкана между контрольными обловами была относительно высокой и варьировала от 90 до 100 %. Вместе с тем в период подъема температуры воды выше значений, оптимальных для жизнедеятельности черноморского калкана, отмечали отход особей. Технические условия содержания ремонтной группы калкана позволяли снизить температуру воды не более чем на 2-3 °С. В самый жаркий период лета (июль – начало августа) отмечали повышение температуры в прибрежной акватории Керченского пролива до 26-27 °С, в бассейнах – до 23-24 °С. На фоне повышенной температуры воды в выростных емкостях произошло увеличение бактериальной обсемененности двухлеток калкана и, как следствие этого, погибло 12 особей. В этот период также резко снизились кормовые потребности и усвояемость потребленного комбикорма. Кормовой коэффициент был минимальным в апреле-июне (1,3 ед.), максимальным – в конце июля – начале августа (4,7 ед.). В среднем за летний сезон выращивания двухлеток кормовой коэффициент при использовании продукционного корма фирмы BioMag составил 2,8 ед., выживаемость – 84 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ приведенных данных показал реальную возможность выращивания годовиков и двухлеток черноморского калкана в рециркуляционных установках в условиях забора воды из Керченского пролива на фоне естественного хода изменения солености от 15,0 до 18,2 ‰ и сезонных колебаний температуры воды от 13 до 24 °С. Было установлено, что оптимальными для жизнедеятельности и роста ремонтной группы калкана является диапазон температуры 16-20 °С и солености 17-18 ‰, что согласуется с литературными сведениями по технологии выращивания двухлеток атлантического вида калкана – тюрбо.

Было показано, что при содержании годовиков и двухлеток калкана в оптимальных условиях существенно повышается эффективность потребления корма, а также отмечаются максимальные приросты по массе и длине тела. За весь период наблюдений масса калкана в среднем увеличилась от 155 г до 520 г при вариабельности от 120 г до 650 г. Выживаемость двухлеток от годовиков составила 84 %.

Установлено, что даже относительно краткосрочное повышение температуры воды в выростных бассейнах выше 23-24 °С увеличивает риск возникновения у двухлеток калкана различного рода заболеваний и способно вызвать гибель части особей. В связи с этим можно сделать вывод о том, что обязательным условием для выращивания двухлеток калкана в летний период является наличие рециркуляционной системы, оснащенной блоками биологической и микробиологической очистки, охлаждения и обеззараживания воды. При таких условиях содержания могли существенно возрасти темп роста и выживаемость рыб, а кормовой коэффициент снизиться в среднем с 2,8 ед. до 1,3 ед.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: Белорус. ун-т, 1965. – 253 с.
2. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Результаты анализа созревания самок черноморской камбалы-калкана // Труды ВНИРО. – 1976. – Т. 115. – С. 51-56.
3. Воробьева Н.К., Таликина М.Г. Предварительная методика получения зрелой икры камбалы-калкана // Рыбное хозяйство. – 1978. – № 4. – С. 15-17.
4. Довбыш О.Э., Губанов Е.П., Шляхов В.А. Ресурсы рыболовства в Черном и Азовском морях: проблемы изучения и использования // Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – № 5. – С. 6-15.
5. Золотницкий А.П., Куликова Н.И., Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. Материалы по сравнительному анализу воспроизводства камбаловых по экстенсивной и интенсивной технологиям : отчет ЮгНИРО о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 1997. – 47 с.
6. Золотницкий А.П., Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. Результаты исследований по культивированию черноморской камбалы-калкан в рециркуляционных установках : отчет ЮгНИРО о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 1998. – 26 с.
7. Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Особенности питания и роста личинок черноморской камбалы-калкана *Psetta taeotica taeotica* (Pallas) при культивировании в промышленных рециркуляционных установках // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России : матер. научн.-практич. конф. – Ростов-н/Д.: АзНИИРХ, 2001. – С. 83-84.
8. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: АН СССР, 1961. – 362 с.
9. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России : справ., учебн. пособие. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
11. Туркулова В.Н., Булли Л.И. Проект ДСТУ. Морські риби. Загальні вимоги щодо технології вирощування. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України. ТК 33 Рибе господарство. – 2005. – 21 с.
12. Туркулова В.Н., Булли Л.И. Проект ДСТУ: Плідники морських риб. Методи витримування у контрольованих умовах. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України. ТК 33 Рибе господарство. – 2008. – 21 с.
13. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Булли Л.И., Евченко О.В., Опекунова А.А., Бобова А.С., Сапронова Е.А. Проект інструкції з штучного відтворення чорноморського калкана : отчет ЮгНИРО о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – 111 с.
14. Туркулова В.Н., Булли Л.И., Новоселова Н.В., Евченко О.В., Опекунова А.А., Бобова А.С., Сапронова Е.А. Динамика роста и выживаемости молоди черноморского калкана (*Psetta taeotica taeotica* Pallas) при годичном цикле выращивания в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ЮгНИРО «Заветное» // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VIII Междунар. конф. (г. Керчь 26-27 июня, 2013 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 120-128.
15. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Куликова Н.И. Получение жизнестойкой молоди черноморской камбалы-калкана с использованием промышленных рециркуляционных установок // Другий з'їзд гідроекологічного товариства укр. тези доповіді : сборник. – К., 1997. – Т. 2. – С. 58-59.
16. Туркулова В.Н. Выращивание молоди черноморского калкана. – Симферополь: Крымский КЦНТЭИ, 1999. – № 59-99. – 3 с.
17. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistics time series. Version 2.30. – 2006-2009.
18. Global assessment of closed system aquaculture. Prepared for David Suzuki Foundation and the Georgia Strait Alliance, 2008. – 79 p.

19. *Manual for the seed production of turbot, Psetta maxima in the Black Sea // CFRI and JICA. Trabzon, Turkey, 2002. – 80 p.*
20. *Trond Björndal, Victor Öiestad. Развитие новых культивируемых видов. Технология производства и рынки калкана. Рабочий документ № 51/10 Источники: Зарубежное развитие / Культивирование: 1999-2009: Испанская ассоциация морских рыбных фермеров (APROMAR), несколько лет. – URL: <http://www.apromar.es/Informes/>. – 2010 (оценка): промышленные источники.*
21. *V. Oiestad. Shallow raceways as the basis for the industrial production centres of seafood. Quality in aquaculture, 2005. – European Aquaculture Society. Spec. – Publ. 23. – Pp. 304-305.*

Поступила 23.03.2016 г.

Results of the Black Sea turbot two-yearlings (*Psetta maeotica maeotica* Pallas) culture in conditions of the basin farm of the FSBSI «YugNIRO» scientific research base. V. N. Turkulova, A. S. Bobova. *The Black Sea turbot (*Psetta maeotica maeotica* Pallas) two-yearlings culture in the basin farm (YugNIRO, Kerch Strait, Black Sea) is presented for the period from April to October, 2013. The Black Sea turbot was cultured under conditions of natural water salinity variations (from 15.0 to 18.2 ‰). The temperature mode was regulated by means of the basin water heating in winter and its cooling in summer. In April the number of yearlings reached 77 individuals, in October the number of two-yearlings made up 65 individuals. The turbot was fed on the trout formula feed produced by BioMar (Denmark). During the turbot two-yearlings culture period, four test samplings were made in order to determine their linear-weight parameters, physiological state of the fish and their survival rate; each test sampling ranged from 10 to 65 ind. It is found out that the temperature ranging from 16 to 20 °C is optimal for vital functions and growth of the Black Sea turbot during the warm season, which proves literature data on its culture technology. Under the indicated temperature range, maximum survival rate (84 %) and growth rates of body length and weight (5.18 g and 176 cm, correspondingly) are recorded. The feed coefficient ranged from 1.2 to 1.8 units. Possibility of the Black Sea turbot replacement stock culture using the Kerch Strait water is shown.*

Keywords: *Psetta maeotica maeotica*, yearlings, two-yearlings, basin, recirculation system, water temperature, water salinity, feed, feeding, length, weight, growth rate, survival rate

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ И СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ИНFUЗОРИЙ

Н. В. Новосёлова, ст. н. с.

*Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: novoselova_n_v@azniirkh.ru*

Приводятся некоторые результаты исследований по культивированию морских и солоноватоводных инфузорий на экспериментальной базе ЮЗНИИРО «Заветное» (Керченский пролив) за период с 1985 по 2014 г. и на базе ХТМО (Черное море, Шаболатский лиман) за 2008 г. Определены основные параметры для культивирования организмов и питательные смеси для их кормления. Результаты исследований показали, что корм лучше применять в виде водорастворимых питательных смесей. Благодаря тому, что питательные ингредиенты находятся в растворенном состоянии, они быстрее усваиваются организмами. Это приводит к постоянному размножению культуры популяций, что позволяет выращивать инфузорий даже при неоптимальной температуре. Питательные смеси рекомендуется вносить в культуральные емкости за 15-30 суток до внесения маточной культуры. Сделан вывод о том, что для выращивания инфузорий необходимо применять кормовые витамины группы В, глюкозу, кормовой метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения.

Ключевые слова: *Euplotes affinis, Euplotes charon, Metacyclis mediterranea, Mesodinium pulex*, инфузории, питательные смеси, удельная продукция, культивирование

ВВЕДЕНИЕ

В современный период остается актуальной проблема совершенствования технологической схемы культивирования мелких беспозвоночных как стартового корма для выращивания личинок и молоди рыб, которая с переходом рыбоводства на индустриальные методы выращивания не теряет своей значимости, поскольку естественный зоопланктон является обязательным в рационе личинок пресноводных и морских рыб, особенно в период раннего развития [9, 16, 22].

Инфузории – это простейшие организмы (тип – Ciliophora), тело которых морфологически соответствует одной клетке, будучи вместе с тем самостоятельным организмом со всеми присущими организму функциями. Важным систематическим признаком инфузорий служат реснички, присутствующие обычно в большом количестве в течение всего жизненного цикла (класс – Ciliata) или лишь на определенных его этапах (класс – Sустoria). Вторым важным общим признаком инфузорий является присутствие в их теле по меньшей мере двух качественно различных ядер [5, 6, 23].

В настоящее время существуют методы промышленного разведения пресноводных инфузорий. При их выращивании используют следующие методы: периодическое культивирование (или полунепрерывное) и накопительное. Первое используют обычно при описании массового культивирования с периодическим удалением прироста инфузорий, сменой среды и добавлением корма при несовпадающей периодичности этих процессов, а также при описании массового культивирования с периодической заменой части объема культуры свежей культуральной средой. Под накопительным культивированием обычно понимают выращивание инфузорий в непроточном объеме при постоянном внесении корма до момента достижения максимальной численности, биомассы или прироста этих показателей [10, 12].

В практике лабораторного и массового культивирования обычно используют высокопродуктивные и широко распространенные в эвтрофных пресноводных водах виды, такие как *Paramaecium caudatum*, *P. aurelia*, *P. bursaria*, *P. multimicronudeatum*, *Stylonychia (Oxytricha) pastulata*, *Colpoda steine*, *Colpidium colpoda*, *C. stiatum*, *C. campilium*, *Tetrahymena pyriformis*. Применение различных методов выращивания инфузорий обеспечивает непрерывный рост и довольно высокую продуктивность культуры (до 500 мг/м³ сырой биомассы ежедневно) [4, 10, 16, 18, 28, 29].

Исследователи указывают, что вследствие своей высокой продуктивности, способности к поглощению различных химических и биологических веществ не только ртом, но и всей поверхностью тела питательную ценность инфузорий можно легко изменять, применяя при выращивании различные ингредиенты. Состав пищи, в свою очередь, влияет на время генерации инфузорий [1, 5, 14, 15, 24].

Морские инфузории, как и пресноводные, обладают высокой скоростью размножения, часто используются как объекты биотестирования загрязненных морских вод. Кроме того, планктонные инфузории являются важнейшим звеном в гетеротрофных цепях водоемов и принимают активное участие в процессах трансформации органического вещества, обладая при этом высокими продукционными возможностями. Их доля в суммарной биомассе зоопланктонного сообщества в морях и океанах составляет от 5 до 10 % [11, 25].

Попытки промышленного способа выращивания морских простейших начались за рубежом с 70-х гг. XX века. Культивируемыми видами являлись ресничные инфузории родов: *Euplotes*, *Favella*, *Tintinopsis*, *Fabres* [26]. Имеются также работы об использовании инфузорий как стартового корма для личинок морских рыб [7, 13, 19, 26]. Методы содержания и выращивания морских инфузорий опираются на микробиологические методические разработки по культивированию простейших [2, 3, 10, 27].

В практике разведения инфузорий для их кормления используют: сенной настой, кормовые и пекарские дрожжи, микроводоросли и различные питательные добавки в виде солей химических веществ, полисахариды, аминокислоты, витамины, ферменты. При выращивании инфузорий учитываются также такие параметры среды: содержание кислорода (оптимум – 4-8 мг/л); водородный показатель pH – 7,6-8,5; температура – 20-28 °C; продукты метаболизма следует удалять, регулировать количество и качество корма [1, 10, 18].

Нельзя сказать, что массовое культивирование морских инфузорий было малоуспешным, но в литературе не встречается описания эффективных способов выращивания морских простейших. Поэтому тема получения биотехнологии культивирования морских инфузорий остается актуальной.

Целью исследований было разработать биотехнологию промышленного культивирования инфузорий, применяя в качестве корма для простейших питательные смеси на основе удобрений, химических солей, витаминов и др. ингредиентов.

По мере проведения работ были поставлены следующие задачи:

1. Провести исследования основных параметров выращивания инфузорий (удельная продукция, время генерации, число делений в сутки – *p. Euplotes* и *p. Mesodinium* при неблагоприятном температурном режиме (10-14 °C).
2. Исследовать влияние питательных смесей различного состава и кормовых дрожжей на динамику численности инфузорий при неоптимальном режиме температуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научно-исследовательские работы по массовому культивированию инфузорий проводились на экспериментальной базе ЮгНИРО – НИБ «Заветное» (Керченский пролив) в период с 1985 по 2014 г. и в Одесской области на Шаболатском лимане (база ХТМО) в 2008 г.

Материалом для исследований служили 4 вида инфузорий: *Euplotes affinis* Dujardin 1842; *E. charon* O.F. Müller, 1786; *Mesodinium pulex* Claparede et Lachmann, 1858; *Metacylis mediterranea* var. *longa* Brandt, 1908. Культуры организмов выделялись из солоноватоводных водоемов, расположенных

вдоль побережья Керченского пролива, и Черного моря. Маточные культуры зоопланктеров отбирались с помощью гидробиологических сачков из газ-мельничного сита № 77.

Для культивирования использовались различные емкости: стандартные рыбоводные лотки (4,5 × 0,68 × 0,45 м), стеклопластиковые емкости объемом от 100 л до 2 м³. Все емкости перед заселением гидробионтов обрабатывались раствором фуразолидона (0,5 мг/л). Выращивание производилось под навесом и на открытом пространстве в условиях окружающей среды. Емкости для культивирования имели естественное освещение днем и искусственное ночью – галогеновыми и люминесцентными лампами мощностью до 300 ватт.

Сбор зоопланктона и камеральную обработку проб проводили по стандартным методикам [17, 21]. Для поддержания кислородного режима в емкостях применялись аквариумные и стационарные компрессоры и пластиковые распылители. Барботаж культуральной среды сжатым воздухом в бассейнах и лотках осуществлялся круглосуточно, каждые 5-7 суток проводилась замена 1/3 части культуральной среды на свежую морскую воду и частичная чистка дна емкостей.

Зоопланктон культивировался накопительными (культивирование партиями) и полунепрерывными способами. В зависимости от концентрации инфузорий в пробе производилось разбавление пробы профильтрованной водой соответствующей солености в 2-50 раз. Для определения видовой принадлежности инфузории окрашивались 0,1-0,5 % водным раствором азотнокислого серебра (AgNO₃), либо раствором Люголя (0,5 г кристаллического йода и 0,5 г йодида калия в 100 мл воды), либо слабокислым раствором Конго красного (рН = 5,2).

Эксперименты по определению удельной продукции и времени генерации инфузорий проводились в часовых стеклах, куда помещали одну инфузорию сразу после деления. Вода для опыта профильтровывалась через фарфоровые воронки с микропорами до 5 мкм. Кормом служила питательная смесь, которая вносилась на кончике препаровальной иглы или микробиологическими пипетками объемом 10 мкл.

Продолжительность опытов составила 36 часов, опыты проведены в трех повторностях. Температура добавляемой воды соответствовала температуре, при которой проводилось массовое культивирование инфузорий. Расчеты удельной продукции и времени генераций велись по формулам, приведенным В.Е. Заикой [8].

Таблица 1

Нормы и периодичность внесения ингредиентов (на 1 м³) для культивирования инфузорий

Ингредиенты	Норма	Периодичность внесения
Растительная зола	20-30 г	Все составляющие ингредиенты вносятся в морскую воду, настаиваются не менее 5 суток. Полученная питательная смесь процеживается. Первая порция питательной смеси вносится за 15-30 суток до внесения маточной культуры и далее один раз в 2-6 суток в емкости и бассейны из расчета 0,1-0,2 л на 1 м ³ культуральной среды.
Натрий азотнокислый – NaNO ₃	10 г	
Крахмал картофельный, амилодекстрин – (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	5 г	
Кормовые дрожжи – <i>Torulopsis utilis</i>	0,5 г	
Кормовые витамины группы В	0,5-1 г	
Глюкоза – C ₆ H ₁₂ O ₆ (или Д-маннит, мальтоза, Фруктоза, сахароза)	2-5 г	
Незаменимые аминокислоты: метионин кормовой или лизин кормовой	по 10 мг	
Железо хлористое (III) 6-водное – FeCl ₃ × 6H ₂ O	0,1 мг	
Кобальт (II) хлористый 6-водный – CoCl ₂ × 6H ₂ O	0,1 мг	
Марганец (II) хлористый 4-водный – MnCl ₂ × 4H ₂ O	0,1 мг	
Конский навоз или сено	0,2-0,5 кг	
Половина сырого куриного желтка, эмульгированного с 1 мл кукурузного масла и 2 мл коровьего молока	2 мл	

Примечание 1. По достижении температуры культуральной среды выше 20 °С нормативы внесения ингредиентов рекомендуется уменьшить в 2 раза.

Примечание 2. По достижении численности инфузорий более 100 млн. экз./л нормативы внесения ингредиентов рекомендуется увеличить в 2 раза.

На дно бассейнов вносились кораллово-ракушечные фракции в количестве 5-7 кг/м². Плотность маточной культуры составляла: у *E. Affinis* – 3-4 экз./мл, у *E. charon* и *M. pulex* – 1-2 экз./мл, у *M. mediterranea* – 0,01 экз./мл.

В табл. 1 приводятся нормы и периодичность внесения ингредиентов для приготовления питательных смесей при культивировании инфузорий на 1 м³ культуральной среды.

В табл. 2 приводятся рекомендуемые интервалы средних гидрохимических показателей при массовом выращивании инфузорий.

Таблица 2

Средние гидрохимические показатели водной среды, рекомендуемые для массового культивирования морских инфузорий

Гидрохимические показатели	Параметры
Температура, °С	8-25
Содержание растворимого в воде кислорода, мг/л	3-8
Водородный показатель, рН	7,7-8,5
Содержание общего аммонийного азота, мкг·ат./л	3-7
Содержание нитритного азота, мкг·ат./л	2-6
Содержание нитратного азота, мкг·ат./л	2-7

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные усредненные результаты по величине удельной продукции и скорости размножения в зависимости от состава вносимого корма приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Скорость размножения и удельная продукция инфузорий в зависимости от состава вносимого корма

Корм	Время генерации, час	Число делений в сутки	Удельная продукция, сут. ⁻¹
<i>Euplotes affinis</i> , температура 8-15 °С			
Дрожжи	30,1	0,6-0,8	0,4
Дрожжи, витамин В ₁₂ , глюкоза	16,3	1,5-2,9	1,0-1,5
<i>Mesodinium pulex</i> , температура 8-15 °С			
Дрожжи	32,7	0,9-1,3	0,7
Дрожжи, витамин В ₁₂ , метионин, Д-маннит	10,3	2,7-3,8	1,6-1,8

По представленной табл. 3 видно, что скорость размножения и удельная продукция в опыте, где кормом являлись дрожжи в смеси с витаминами, почти в два раза больше, чем в контрольном, где кормом служили «чистые» дрожжи.

Сравнительно высокие значения удельной продукции, полученные в опытах с добавлением витаминов, полисахаридов, аминокислот, по-видимому, объясняются тем, что эти ингредиенты способствуют более ускоренному темпу деления инфузорий. Эти результаты согласуются с данными других авторов, которые отмечают, что применение цианкоболамина при выращивании инфузорий позволяет уже в течение первых двух суток получать высокую численность бактерий (50-60 тыс. экз./мл). Инфузории интенсивно потребляют полисахариды (сахарозу, мальтозу, лактозу), которые хорошо усваиваются и перерабатываются с помощью специальных энзимов [5, 27, 23].

В описанном выше исследовании автор получила при температуре 10-14 °С удельную продукцию для *p. Euplotes* ($c = 1$ сут.⁻¹) и *p. Mesodinium* ($c = 1,6$ сут.⁻¹), а максимальное значение удельной продукции для инфузорий, близких к изученным автором размерным группам, по данным других авторов, равно 0,4-2,8 сут.⁻¹ при температуре 23-25 °С [8]. Следовательно, можно предположить, что

применяемые питательные смеси для культивирования инфузорий позволяют получать продукцию даже при неоптимальном режиме температуры.

Следующей задачей при культивировании инфузорий было исследование влияния питательных смесей различного состава и кормовых дрожжей на динамику численности инфузорий при неоптимальном режиме температуры. На рис. 1-5 день внесения маточной культуры – первые сутки выращивания. Период культивирования инфузорий с апреля по июнь. Продукция изымалась с пятых-шестых суток выращивания. Плотность инфузорий приводится для поверхностного слоя культуральной среды, глубина – 10-20 см.

На рис. 1 показаны усредненные результаты по изменению плотности инфузории *E. affinis* в зависимости от состава вносимого корма, полученные в 1989, 2006, 2009 гг. Продолжительность выращивания – 10 суток.

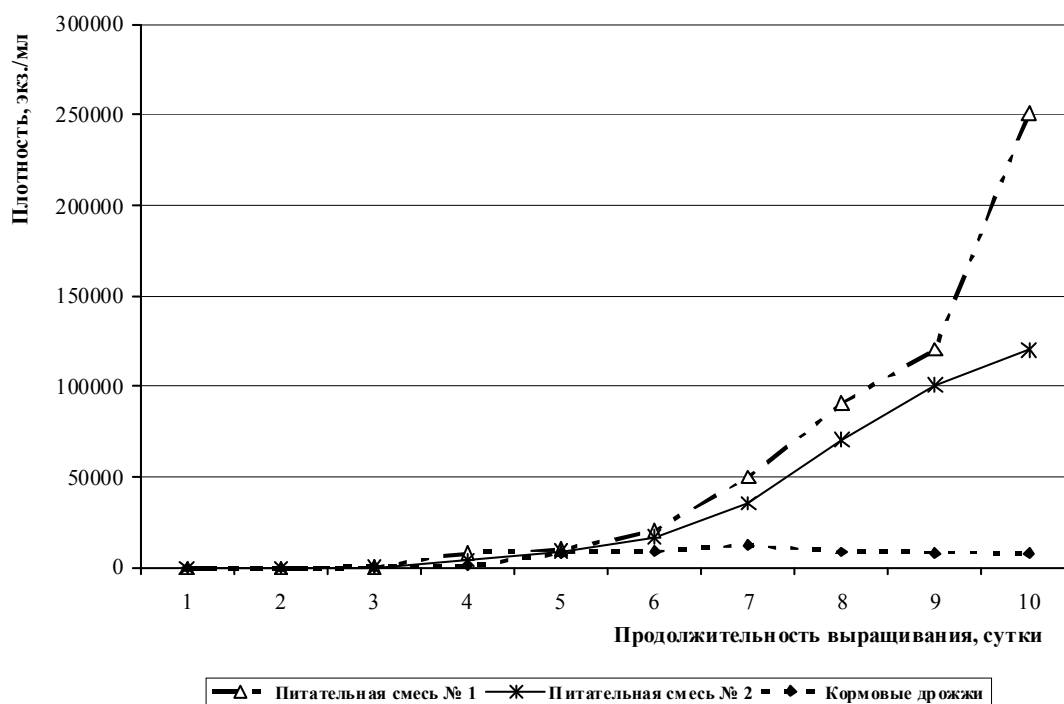


Рис. 1 Изменение плотности инфузории *E. affinis* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 2000 л

На рис. 2 представляются усредненные данные по динамике плотности инфузории *E. charon* (2006, 2008, 2014 гг.) при выращивании с использованием кормовых дрожжей и питательной смеси на основе сена. Продолжительность – 10 суток.

В начале массового культивирования с применением питательных смесей плотность увеличивается от нескольких экз./мл до нескольких тысяч экз./мл в течение 4-6 суток (рис. 1, 2). В дальнейшем плотность резко возрастает до нескольких тысяч или сот тысяч экз./мл. В емкостях, где в качестве корма для кормления культуры инфузорий применялись только кормовые дрожжи, можно было наблюдать другую картину роста популяции инфузорий. В начальный период выращивания происходит очень медленное увеличение численности инфузорий до 2 суток, далее плотность увеличивается до 1-2 тыс./мл, после изъятия продукции сразу наступает стационарная фаза (6-8 сутки, численность остается почти на одном уровне). На 9-10 сутки инфузории перестают наращивать численность и культура «затухает». Меньшую численность инфузорий вида *E. charon* автор попыталась объяснить некоторыми причинами. Во-первых, инфузории вида *E. charon* почти в 2 раза больше по величине, чем предыдущий вид – *E. affinis*.

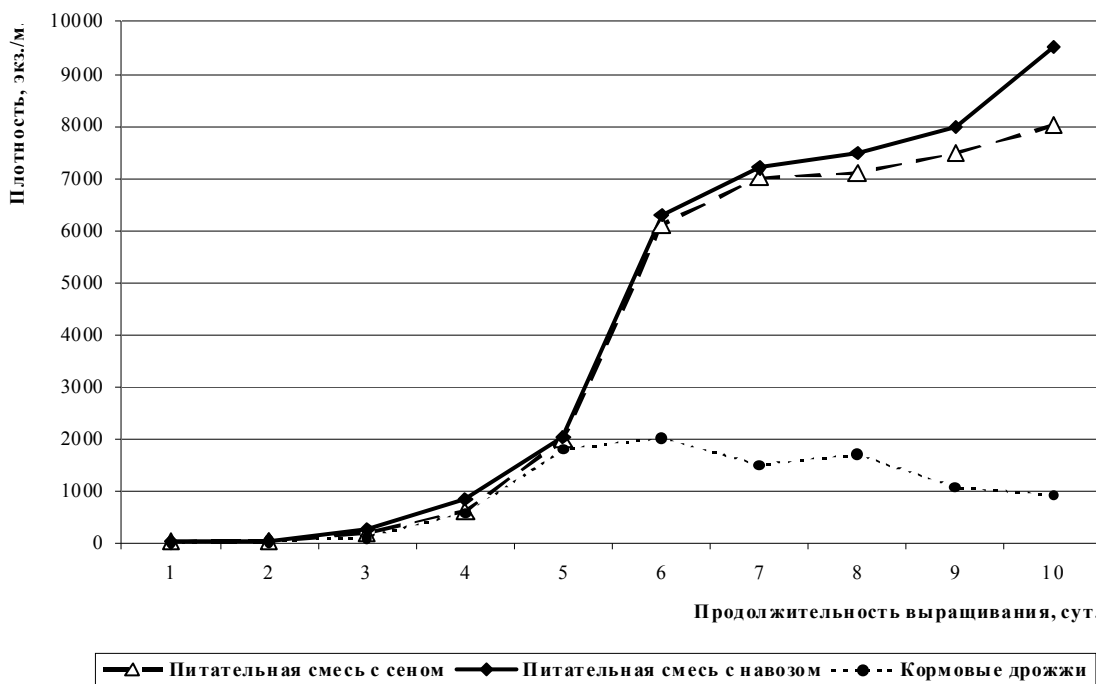


Рис. 2 Изменение плотности инфузории *E. charon* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 2000 л

Второй причиной является то, что в культуре инфузорий *E. charon* всегда присутствуют и инфузории вида *E. affinis*, которые могут вытеснить первый вид. Это происходит, если в питательной смеси с навозом содержание глюкозы и метионина составляет более 20 мг/м³. Поэтому численность инфузорий, полученная при культивировании, вполне достаточна, чтобы использовать этот вид для массового выращивания.

На рис. 3 приводится динамика (усредненный вариант за 2006, 2008 гг.) развития популяции инфузорий вида *M. pulex*. Продолжительность культивирования – 13 суток.

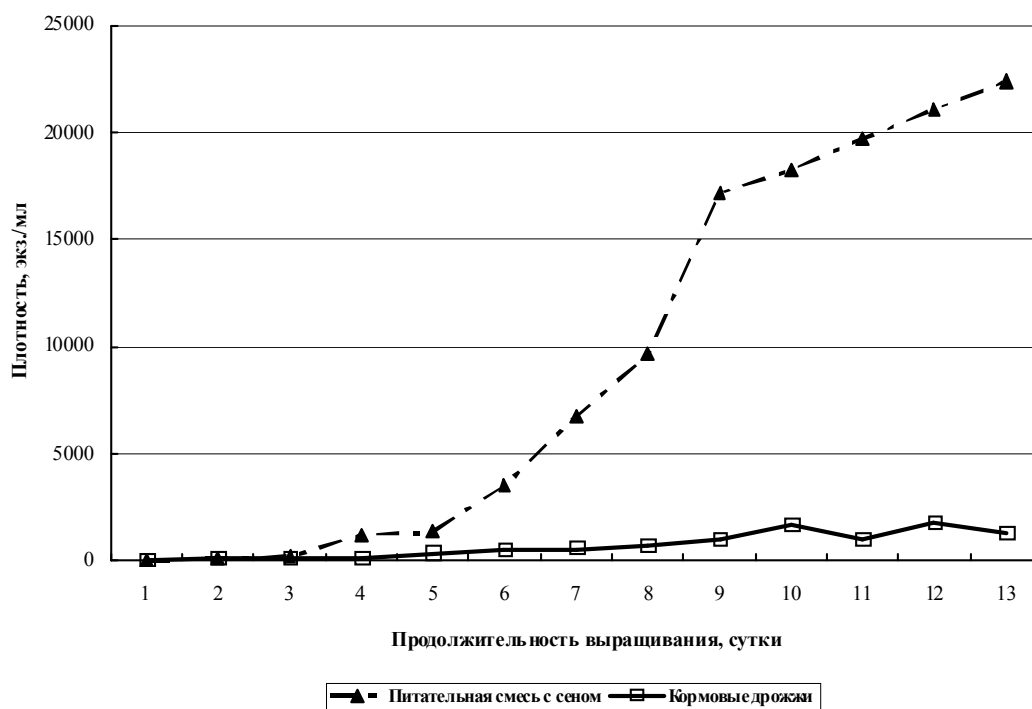


Рис. 3 Изменение плотности *M. pulex* в зависимости от состава корма, объем культуральной среды – 2000 л

По представленному рис. 3 можно проследить, что при использовании в качестве корма питательной смеси с сеном происходит увеличение численности инфузорий на несколько порядков выше, чем при кормлении «чистыми» кормовыми дрожжами. Инфузории *M. pulex* за период культивирования (13 суток) плотность увеличивают со 100-300 экз./л до 22000 экз./л. Питательная смесь с навозом при выращивании этого вида оказалась малоэффективной.

На рис. 4 показаны усредненные результаты (1989, 2008 гг.) выращивания инфузорий вида *M. mediterranea*. Продолжительность – 10 суток. По нему можно проследить, что инфузорий этого вида невозможно культивировать, применяя в качестве корма только кормовые дрожжи. На «чистых» дрожжах популяция данного вида не вступила даже в фазу замедленного роста. Применение питательной смеси с сеном дало положительный результат.

В то же время использование питательной смеси с навозом дало отрицательный результат. Численность популяции инфузорий медленно нарастала в период с 1 по 6 сутки от 7 экз./мл до 41 экз./мл. За период культивирования с 1 по 10 сутки плотность инфузорий возросла до 228 экз./мл.

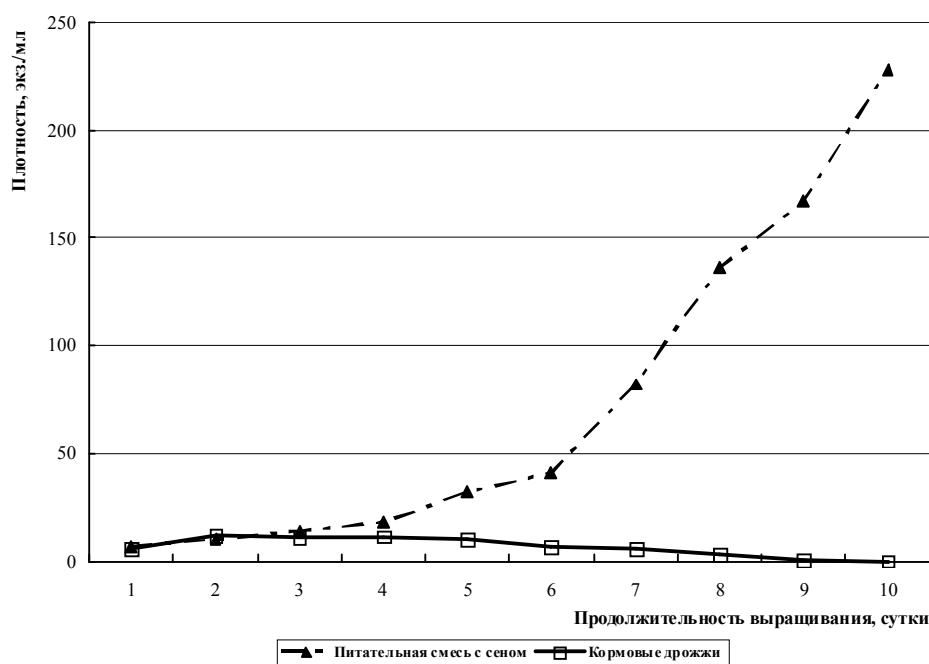


Рис. 4 Изменение плотности инфузории *M. mediterranea* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 1000 л

Автор представляемой работы считает, что полученные результаты по массовому культивированию инфузорий *p. Metacylis* являются положительными по нескольким причинам. Во-первых, для своей размерной группы и анатомических особенностей (живут в специализированных «домиках») полученная численность инфузорий – более 200 экз./мл – довольно высокая; во-вторых, культивировался вид, для которого имеющаяся соленость (12-14 ‰) не являлась оптимальной; в-третьих, плотность инфузорий постоянно нарастала, даже при ежедневном удалении продукции. Максимальная плотность инфузорий, полученная при культивировании на питательных смесях, составила у вида *E. affinis* – 250080 экз./мл, у *E. charon* – 3500; *M. pulex* – 22360; *M. mediterranea* – 228, соответственно.

Автор считает, что следует также обратить внимание на то, что применение питательных смесей в качестве корма для инфузорий и кораллово-ракушечных фракций в качестве подстилающего слоя на дно бассейнов способствовало более интенсивному развитию фитопланктона. На рис. 5 представлен усредненный вариант изменения количественного состава микроводорослей при внесении питательных смесей в емкости, где производится культивирование зоопланктона.

По приведенному рис. 5 можно наблюдать, как изменяется численность микроводорослей в процессе внесения питательных смесей. До их внесения плотность фитопланктона в ранневесенний

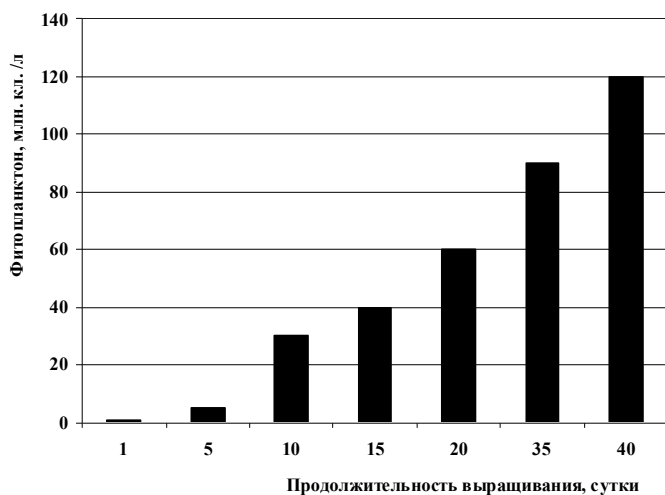


Рис. 5 Изменение количественного состава фитопланктона в результате применения питательных смесей

В качественном плане, при применении питательных смесей за 15 суток до внесения маточной культуры, культуральная среда всегда принимала четкий светло-зеленый оттенок, в отличие от первоначального – бурого цвета. В начале культивирования преобладал диатомово-динофитовый комплекс водорослей – Bacillariophyta: *Nitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus scutellum*, *Chaetoceros curvisetus*; Dinophyta: *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca*, в незначительных количествах встречались сине-зеленые водоросли – Cyanophyta. Это были в основном виды рода *Lyngbya*. После 10-кратного внесения смесей уже преобладали виды диатомовых, динофитовых и зеленых водорослей – Bacillariophyta: *Cyclotella caspia*, *Chaetoceros curvisetus*, *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus scutellum*; Dinophyta: *Prorocentrum micans*, *Exuviaela cordata*, *Gymnodinium wulfii*, *Glenodinium sp.*, *Dunaliella viridis*, *Chlorella sp.*, *Chlamydomonas sp.*, *Platymonas sp.*, *Scenedesmus sp.*, и одиночные сине-зеленые водоросли рода *Microcystis*.

При массовом культивировании инфузорий на питательных смесях очень редко наблюдались процессы конъюгации (половой процесс и ядерная реорганизация), которые обычно приводят к замедлению темпа размножения. Без обновления ядерного аппарата у инфузорий происходит гипертрофия макронуклеуса, рост и деление прекращаются. По мнению исследователей, процесс конъюгации замедляет темп увеличения численности, что нежелательно для массового культивирования [28, 29]. Многие авторы отмечают, что бесполое размножение (деление надвое), которое обуславливает постоянное увеличение численности, происходит при наличии достаточной и легкоусвояемой пищи и благоприятной температуры. В этом случае инфузории способны давать большую продукцию, как и все простейшие. Известно также, что инфузории могут размножаться без периодов конъюгации продолжительностью до 1000 суток без ущерба для популяции [1, 5, 15, 23].

Поэтому можно предположить, что используемые ингредиенты – это корм «соответствующего качества и количества».

ВЫВОДЫ

1. При содержании инфузорий в лабораторных условиях получены следующие данные: время генерации (с применением питательных смесей) для вида *E. affinis* составило 16,3 ч (на дрожжах – 30,1 ч); число делений в сутки – 1,5-2,9 и 0,6-0,8, соответственно. Удельная продукция при применении смесей составляла 1,0-1,5 сут.⁻¹, без них – 0,4. Для вида *M. pulex*: время генерации с применением питательных смесей – 10,3, на дрожжах – 32,7 ч; число делений в сутки – 2,7-3,8 и 0,9-1,3, соответственно; удельная продукция при применении смесей составляла 1,6-1,8 сут.⁻¹; без них – 0,7 (табл. 3).

период в водоемах, расположенных вдоль Керченского пролива, и в воде самого пролива, не превышает 0,5-2 млн. кл./л при температуре культуральной среды от 8 до 14 °С. После 5- или 8-кратного внесения питательных смесей плотность микроводорослей увеличивается от 5 млн. кл./л (5-е сутки) до 60 млн. кл./л (20-е сутки). Численность фитопланктона достигает своего максимума (90-120 млн. кл./л) на 35-40-е сутки культивирования, когда температура культуральной среды составляет 20-23 °С (рис. 5). При использовании в качестве корма только пекарских или кормовых дрожжей фитопланктон развивался очень медленно, в количественном отношении с 1-х по 10-е сутки – от 0,5-1 млн. кл./л до 2-4 млн. кл./л.

2. При культивировании с использованием питательных смесей численность инфузорий *E. affinis* достигала 250000 экз./мл; *E. charon* – 9500; *Mesodinium pulex* – 22000; *Metacyclis mediterranea* – 230, соответственно. При кормлении только кормовыми дрожжами плотность популяции *E. affinis* увеличивалась до 18000 экз./мл; *E. charon* – 2000; *Mesodinium pulex* – 1500; *Metacyclis mediterranea* – 20, соответственно. Поэтому массовое культивирование морских и солоноватоводных инфузорий рекомендуется проводить, используя различные химические и биологические добавки. Внесение смесей позволяет проводить выращивание даже при неоптимальной температуре. Это приводит к постоянному размножению культуры популяций, без периодов конъюгаций. Плотность организмов постоянно увеличивается, несмотря на ежедневное удаление 1/3 сырой биомассы.
3. Питательные смеси с витаминами, незаменимыми аминокислотами, полисахаридами и микроэлементами следует вносить в культуральные емкости за 15-30 суток до внесения маточной культуры.
4. Для выращивания инфузорий рекомендуется применять кормовые витамины группы В, глюкозу, кормовой метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурковский И.В. Экология свободноживущих инфузорий. – М.: МГУ, 1984. – 184 с.
2. Балакиец Н.И. Культивирование микроорганизмов: очерки по микробиологии, 2011-2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://mikrobio.ho.ua/contents-4-2-2.html> (дата обращения 14.02.2017).
3. Веркман К.Х., Вильсон П.В. Физиология бактерий. – М.: Ист. литература, 1954. – 302 с.
4. Гроздов А.О., Цвылев О.Р. Методические подходы к оценке качества кормовых продуктов с использованием инфузорий // Экол.-физиол. и токсик. методы рыбох. исслед. ВНИРО. – М., 1990. – С. 151-157, 186.
5. Догель В.А. Общая протистозология. – Л.: Советская наука, 1961. – С. 300-342.
6. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981. – 605 с.
7. Журавлева Н.Г. Опыт подращивания личинок весенне-нерестующей мойвы // Рыбное хозяйство. – 1982. – № 7. – С. 38-39.
8. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1983. – 205 с.
9. Козлов В.И., Никифоров-Никишин И.А., Бородин А.Л. Аквакультура. – М.: Колос С, 2006. – 445 с.
10. Кокова В.Е., Лисовский Т.М. Непропорционально-проточная культура простейших. – Новосибирск: Наука, 1976. – 75 с.
11. Кренева К.В. Экология массовых видов планктонных инфузорий Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Мурманск, 2006. – 25 с.
12. Моисеев Н.Н. Живые корма (выращивание и использование) : учеб. пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т. – М.: Дельфин, 2003. – 115 с.
13. Новоселова Н.В. Влияние некоторых биологически активных веществ на рост популяций коловраток и инфузорий // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 81-94.
14. Павловская Т.В. Питание и размножение массовых видов инфузорий Черного моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Севастополь, 1971. – 24 с.
15. Павловская Т.В. Влияние условий питания на скорость и потребление пищи и время генерации инфузорий // Зоологический журнал. – 1973. – Т. 52, вып. 10. – С. 1451-1458.
16. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Ноконоров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.Н. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
17. Привезенцева Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству / под ред. Ю.А. Привезенцева. – М.: Высшая школа, 1982. – 208 с.
18. Садчиков А.П. Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы). – М.: МАКС Пресс, 2009. – 272 с.
19. Сайфулина Е.Ю. Культивирование инфузорий рода *Euplotes* для выращивания личинок морских рыб // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. ВНИРО. – М., 1988. – С. 94-96.

20. Тарасов Е., Герасимова Т., Карманова Е. Инфузории – стартовый корм // Рыболовство и рыбоводство. – 1982. – № 5. – С. 7.
21. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах / Метод. рук-во ФГУП «АзНИИРХ». – Ростов-н/Д., 2009. – 81 с.
22. Фигурков С.А., Сони́на И.С. Повышение продуктивности прудов рыбохозяйственных водоемов за счет улучшения естественной кормовой базы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 51-58.
23. Хаусман К., Хюлбсман Н., Радек Р. Протистология. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
24. Хлебович Т.В. Роль инфузорий в продуктивности водоемов // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 67, вып. 9. – С. 356-364.
25. Шляхова Н.А. Исследование планктонных инфузорий как компонента экосистемы Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Ростов-н/Д., 2000. – 23 с.
26. Girin, M. M., Ruyet, J. Person-Le L'élevage larvaire des poissons marin: s chaines alimentaires et aliments composes // Bulletin Frances piscicult. – 1977. – Vol. 49, No 26. – P. 88-101.
27. Hungate, R. Mutualistic intestinal Protozoa // Biochemistry and Physiology of Protozoa. – New York, 1955. – No 1. – P. 159-201.
28. Sonneborn, T. Breeding systems, reproductive methods and species problems in Protozoa // Mayr E. (ed.): The Species Problems. American Association for the Advancement of Science. Washington. – 1957. – P. 155-324.
29. Szito, A. The effects of abiotic and biotic factors on the productivity of full-scale Paramecium cultures // Aquaculture Hung. – 1980. – Vol. 16, No 2. – P. 44-49.

Поступила 01.03.2017 г.

Ciliates culture for marine aquaculture species. N. V. Novoselova. *Studies on marine and brackishwater ciliates culture, conducted at the YugNIRO research base «Zavetnoe», Kerch Strait (1985-2014) and in the Shabolatsky Lagoon, Black Sea (2008) were analyzed. The main parameters for the organisms culture and nutrient mixtures for their feeding were defined. The obtained results showed that it is more feasible to use feeds, which are made of water-soluble nutrient mixtures. Due to the fact that nutrient ingredients are dissolved, they are better digested by organisms. It can lead to constant reproduction of the cultured populations, which allows to breed them even in conditions of unfavorable temperatures. Nutrient mixtures with vitamins, essential aminoacids, polysaccharides and microelements are recommended to add to the culture containers 15-30 days prior to stock culture filling. It is concluded that, in order to culture ciliates, it is necessary to include fodder vitamins of B complex, glucose, fodder methionine, sodium nitrate, fodder yeasts and organic fertilizers into the nutrient mixtures.*

Keywords: *Euplotes affinis, Euplotes charon, Metacylis mediterranea, Mesodinium pulex, ciliates, nutrient mixtures, specific production, marine aquaculture*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МОРСКОГО КОМПЛЕКСНОГО СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ И РЫБ

В. Г. Крючков, зав. сект., В. Н. Туркулова, зав. лаб., Н. М. Буряк, инж. I кат.

*Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail:kryuchkov_v_g@azniirkh.ru*

На основании анализа литературных данных и многолетних научно-практических работ специалистами ФГБНУ «ЮгНИРО» сделан вывод об экологической и экономической целесообразности создания хозяйств по выращиванию в Черном море мидий, устриц и рыб, в т. ч. при их совместном культивировании в поликультуре, а также о возможности облова в акватории выращивания аборигенных гидробионтов (рыб и рапаны). Для обсуждения и внесения поправок в законодательство по практическому внедрению принятых региональных программ развития марикультуры на Черном море разработана «Инструкция для создания морских хозяйств по выращиванию в поликультуре и вылову гидробионтов (мидий, устриц, водорослей и рыб) в Черном море». Рекомендована организация сети специализированных морских хозяйств (СМХ) на акваториях суммарной площадью 8100 га из ранее исследованных у побережья Крыма. Определены возможные объемы выращивания и добычи гидробионтов. Представлены данные эскизного проекта морского комплексного сооружения (МКС), а также его техническая характеристика и некоторые экономические показатели эффективности использования. При создании СМХ с эксплуатацией двух МКС ожидаемая ежегодная чистая прибыль через три года может составить 16-17 млн. руб.

Ключевые слова: морские хозяйства, экологические условия, экономические предпосылки, поликультура, мидии, устрицы, морские виды, проходные рыбы, выращивание, садок рыбоводный, морское комплексное сооружение, садок устричный, ловушки рыбопромысловые, техническая характеристика, экономическая эффективность

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее перспективных направлений развития марикультуры в России является создание морских хозяйств по выращиванию гидробионтов (мидий, устриц, рыб и водорослей) в прибрежных акваториях Черного моря. В последние годы в морских и пресноводных водоемах мира выращивают около 58-60 млн. т гидробионтов, и этот объем ежегодно увеличивается на 8-10 % [1, 4, 5, 10, 19, 20].

Сооружение морских хозяйств производится с целью осуществления государственных программ: по решению вопросов пищевой безопасности населения и биомелиорации (сохранения чистоты вод) прибрежных акваторий как основных факторов поддержания и развития рекреационного потенциала приморских территорий, в т. ч. и Крыма [2, 3, 7, 11, 22, 28].

С целью более рациональной деятельности морских хозяйств предлагается выращивать гидробионты в поликультуре, что в 1,5-2 раза эффективнее, чем культивирование в монокультуре [8, 15, 16, 23, 25]. Для совместного выращивания в специализированных морских хозяйствах (СМХ) мидий, устриц, рыб и водорослей разработано морское комплексное сооружение (МКС), причем для облова аборигенных видов рыб и рапаны дополнительно предусмотрена установка больших и малых ловушек.

Для более быстрой адаптации разработанного МКС к существующему законодательству и его использованию при создании СМХ разработан для обсуждения проект «Инструкции для создания морских хозяйств по выращиванию в поликультуре и вылову гидробионтов (мидий, устриц, водорослей и рыб) в Черном море» [8].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На основании анализа результатов комплексных исследований, проведенных сотрудниками ФГБНУ «ЮгНИРО» за период с 1980 по 2015 г., а также многолетнего мониторинга различных участков у крымского побережья Азовского и Черного морей была рекомендована общая схема размещения морских акваторий для создания морских хозяйств, питомников для выращивания различных объектов аквакультуры. Общая площадь ранее исследованных прибрежных акваторий Крыма составляет 8100 га (рис. 1). На данных акваториях планируется создавать сети различных морских хозяйств по промышленному выращиванию мидий, устриц, водорослей, радужной форели, лаврака и др. гидробионтов. С учетом глубин и течений в акваториях, плотности расстановки морских сооружений на дне, резервирования свободной воды для маневрирования обслуживающих плавсредств, а также учета опасности возникновения вторичных загрязнений вследствие очень плотного размещения гидробионтов первоначально планируются следующие ориентировочные ежегодные объемы выращивания: мидий – 8,5 тыс. т, устриц – 14 млн. экз. (1500–2000 т), радужной форели – 700 т, лаврака – 300 т.

У крымского побережья отсутствуют закрытые от ветров бухты. Исключение составляет лишь озеро Донузлав, поэтому его акватория уже давно (с 1985 г.) была рекомендована специалистами ЮгНИРО для выращивания мидий и устриц [18]. В период с 2007 по 2010 г. оз. Донузлав использовалось с целью апробирования совместного выращивания в поликультуре мидии средиземноморской, устрицы тихоокеанской, радужной форели и пиленгаса. Были получены предварительные данные, которые легли в основу рекомендаций по выращиванию гидробионтов в поликультуре [16, 17, 24–27].

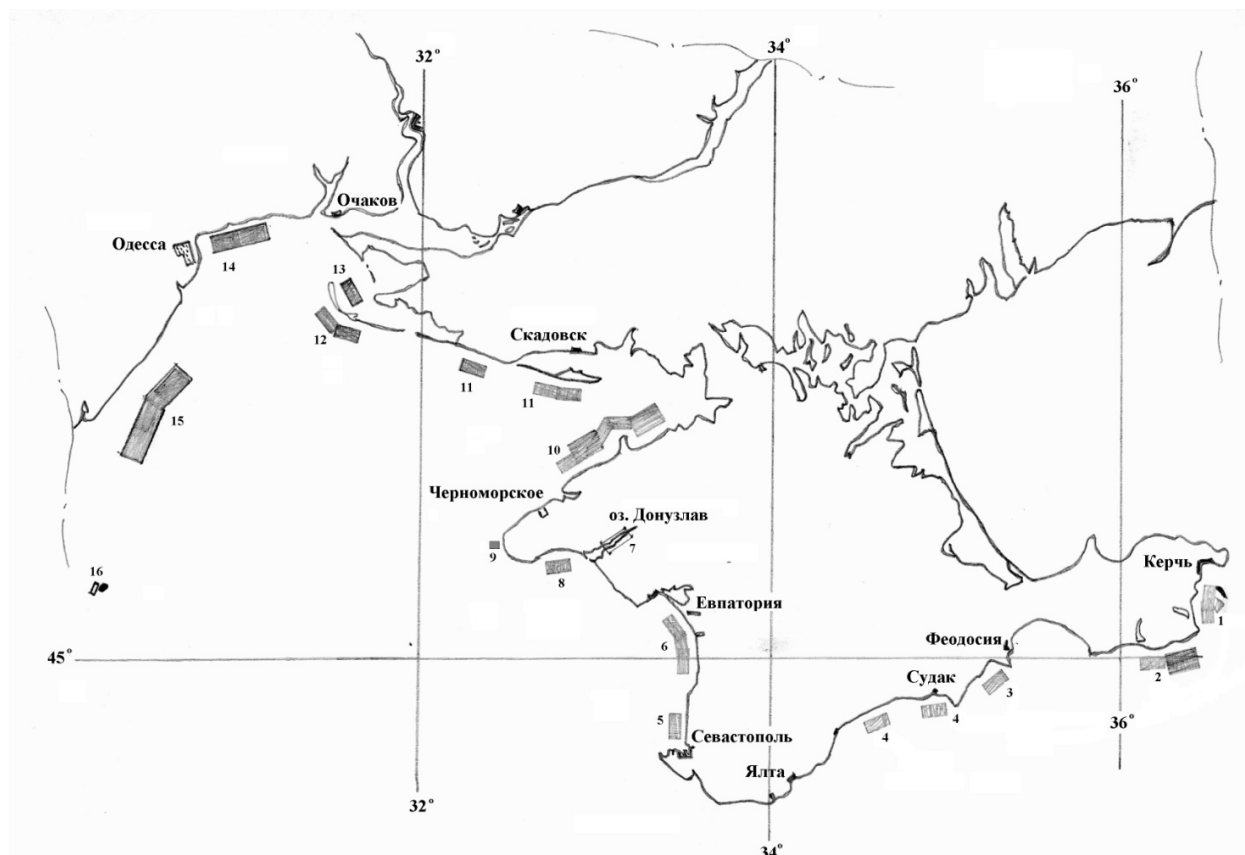


Рис. 1 Схема перспективных акваторий для создания морских хозяйств у берегов Крыма

При создании конструкции морского комплексного сооружения (МКС) был использован многолетний опыт разработок морских сооружений для выращивания гидробионтов в монокультуре, а также патент Украины на полезную модель № 71338 от 10.07.2012 г. [9, 13].

Осуществление совместного выращивания разных морских видов в поликультуре позволяет более эффективно утилизировать избыточное и неиспользованное органическое вещество за счет увеличения длин пищевых цепей в водоеме. Совместное выращивание в поликультуре фильтраторов (двустворчатых моллюсков – мидий и устриц), водорослей и рыб снижает негативное влияние вторичного загрязнения собственными метаболитами и позволяет получать дополнительную продукцию. Во многих странах, активно занимающихся проблемой крупномасштабного выращивания различных видов гидробионтов (Китай, Япония, Канада и др.), уже давно ведутся работы в этом направлении [15-17, 23].

В отличие от береговых бассейновых хозяйств, при выращивании молоди и товарной рыбы в морских садках не требуется осуществление принудительного водообмена, расхода энергии на перекачку и очистку воды. Внутри садков, выставленных в море, за счет течений, волнового перемешивания и движения рыбы создается достаточный водообмен (такой же физико-химический режим воды, как и в открытых акваториях) даже при плотных посадках рыбы. Для выращивания в морских садках рекомендуют большое количество видов рыб. Легче всего адаптируются к садковым условиям выращивания всеядные рыбы, которых проще кормить комбинированными кормами. К ним относятся виды, хорошо поедающие корм в толще воды (радужная форель, стальноголовый лосось, атлантический лосось, кижуч, лаврак, морской карась и др.), а также хорошо растут в садках рыбы, приспособленные питаться в природе только со дна (большинство осетровых). Уникален в отношении всеядности такой объект кефалевых, как пиленгас. Этот дальневосточный акклиматизант способен активно питаться во всей толще воды – от поверхности до дна. Пиленгас потребляет в пищу фитопланктон, зоопланктон, детрит, прекрасно усваивает влажные и сухие комбикорма [24-27].

Анализ экспериментальных и литературных данных показал, что наряду с преимуществами выращивания гидробионтов в море могут возникать и негативные воздействия на состояние используемых акваторий [6, 23, 30]. Обычно увеличение масштабов выращивания морских гидробионтов в хозяйствах планируется осуществлять за счет увеличения количества и более плотной установки гидробиотехнических сооружений (ГБТС). Одновременно с этим возрастает пресс на окружающую водную среду за счет продуктов метаболизма культивируемых видов и накопления, особенно под рыбоводными садками, отходов от гниения остатков кормов. Это приводит к снижению продуктивности выращиваемых видов, возникновению эпизоотий, повышенной смертности особей в популяции гидробионтов и уменьшению биоразнообразия в эксплуатируемой системе [2, 3, 6, 11, 15, 23, 29, 30].

В морских условиях успешно апробировано совместное выращивание двустворчатых моллюсков, водорослей и рыб. При этом отходы от одних видов потребляются другими. Выращивание объектов в поликультуре подтвердило исчезновение экологических кризисов, рост культивируемых организмов был стабильным и достаточным. При создании технических средств, с учетом экологических требований, приходится решать вопросы как взаимного расположения в толще воды выростных частей, навешенных и зафиксированных на ГБТС (коллекторов, садков рыбоводных и устричных и водорослевых поводков), так и плотности их размещения в единице объема воды.

Эффективность морской деятельности СМХ можно значительно увеличить за счет организации в районе размещения выростных поликультурных сооружений вылова аборигенных и проходных рыб (бычок, барабуля, ставрида, луфарь, пиленгас и др.), а также брюхоногого моллюска рапаны (по наблюдениям, активно скапливающегося в МКС), что обеспечит получение разнообразной пищевой продукции в течение всего года. Добычу дополнительных объектов, с учетом выполнения соответствующих Правил рыболовства, можно проводить с помощью разработанных в ФГБНУ «ЮгНИРО» орудий лова (разнообразных ловушек – однокотловых, двухкотловых, точечных каркасных), входящих составной, адаптированной частью в МКС [21].

По одному из вариантов исполнения морского комплексного сооружения, на участке дна площадью 2 га монтируют выростное сооружение в виде квадрата 142 × 142 м и рядом, на такой же площа-

ди, используя дополнительные грузы, монтируют рыбопромысловую однокотловую ловушку (рис. 2).

Сооружение состоит из следующих частей:

- крайних угловых грузов 1 (4 шт.) с установленными на них объемными рамками с устричными садками (на 4-х грузах – 12 садков);
- полупетель пилообразного коллектора-носителя 2, который выставляют по периметру в два ряда, всего 240 полупетель (каждая полупетля – 10 м развернутой длиной, что суммарно составляет 2400 пог. м);
- хребтин плавучих 3 П-образного, гребенчатого сооружения, длиной 100 м (в размере 4 шт. по периметру), в сумме – 400 м, на каждой хребтине с шагом 1,0 м на поводках размещены 100 штырей (или петель) для навески 100 коллекторов мидийных длиной 5 м каждый или 100 садков устричных, в сумме – 400 коллекторов (2000 пог. м) или 400 садков (возможно размещение и коллекторов и садков одновременно, в любом соотношении);
- садков рыбоводных 4 (4 шт.) объемом по 1356 м³ каждый и суммарным объемом 5424 м³;
- нерестилищ 5 для бычков, выполненных из б/у пластиковых бутылок, скрепленных крестообразно, крышечками и с помощью отверстий в придонной, центральной части таких же бутылок, с отрезанными доньшками наружу и отверстиями на боковых поверхностях;
- каркасных точечных ловушек 6 (каждая со своим поплавком на поверхности или ловушек, собранных в линии, на общей хребтине) для бычков или рапаны;
- ловушки 7 рыбопромысловой, однокотловой;
- грузов 8 дополнительно для ловушки рыбопромысловой.

Для монтажа МКС выбирают акватории с глубинами от 12 до 25 м с постоянными течениями от 0,2 до 0,4 м/с и ровным рельефом дна. Лучшими грунтами в месте установки МКС считаются песчаные, песчано-илистые и песчано-галечные с ровной поверхностью. В акватории, предполагаемой для хозяйственного использования, рекомендуется предварительно проводить водолазный осмотр дна с составлением соответствующего акта. Стабильность гидрохимических и океанографических показателей, благоприятный температурный фон акватории и правильное размещение гидробионтов на сооружении обеспечивают наиболее успешное их выращивание.

Внутри квадрата, образованного стенками коллекторов, садков и грузовых систем, устанавливаются четыре рыбоводных садка диаметром по 12 м на расстоянии 40,0 м друг от друга, с креплением друг к другу и к крайним грузам – по диагонали. МКС имеет хорошую проницаемость и проточность, а застойные зоны отсутствуют. Наличие возможности постоянного обновления субстрата (смена коллекторов, садков в рамках, водорослевых поводков и съемных сеток с тетраэдров-грузов) позволяет получать наивысший экологический эффект (гидробионты-обрастатели всегда молодые и находятся в наилучшем физиологическом состоянии). После соответствующего анализа выращенные на сооружении гидробионты направляют на пищевые, кормовые или лечебно-профилактические цели.

Со стороны открытого моря грузовую систему выполняют из мощных берегозащитных тетраэдров. На каждый вертикальный клык грузов, плотно установленных друг с другом, навешивают съемный сетной чехол, выворачиваемый при подъеме на палубу. К рымам (скобам) на краях горизонтально расположенных клыков крепят пилообразно полупетли мидийных коллекторов. Другие грузовые системы монтируют из столов, установленных зигзагообразно на дне. Столы-рамы изготавливают из металла с бетонными перемышками только для дна или полностью из бетонных стержней-перемычек (рис. 3).

В верхние проемы столов вставляют такие же объемные рамы с садками, как и на угловых грузах. В каждой раме размещают по три устричных садка. Были испытаны различные конструкции устричных садков, которые разделили на две группы: для подращивания молоди и для выращивания устриц товарных размеров. Для подращивания молоди достаточно равномерно закладывать устриц размером до 20 мм насыпью с определенной плотностью (до 1,5 слоя на горизонтальной поверхности – 100-150 экз./дм²), уменьшаемой по мере увеличения размеров растущего спата. Для этих целей рекомендуется объемный сетной конусообразный садок полумягкого типа (рис. 4) и

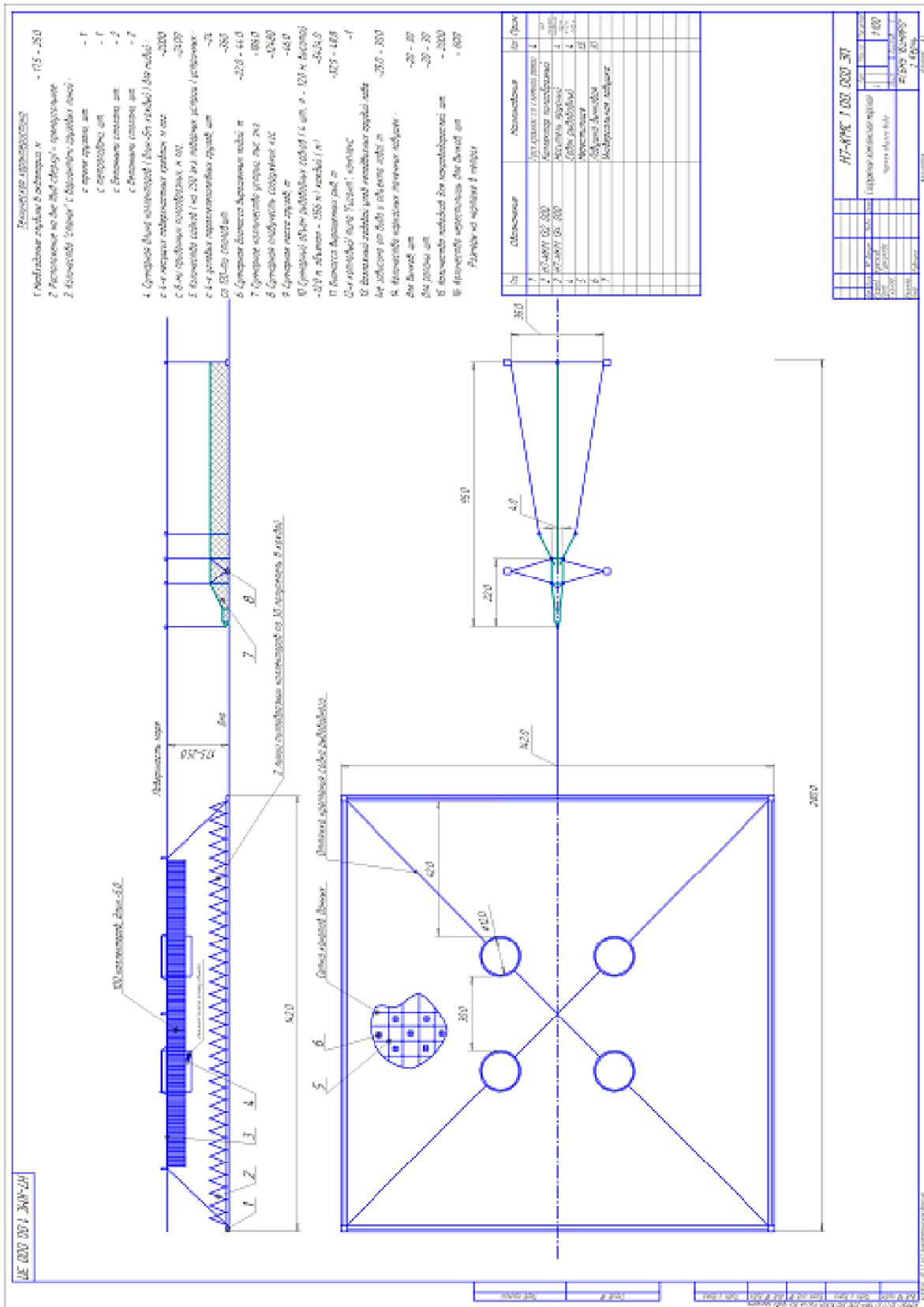


Рис. 2 Морское комплексное сооружение. Чертеж общего вида



Рис. 3 Донные столы (береговая имитация зигзагообразной установки трех столов на дне), слева – с устричным садком прямоугольным, посередине – с цилиндрическими садками типа «Ostriga», справа – со съемной объемной рамой с полумягкими садками

садок в виде горизонтально подвешенной сетной цилиндрической оболочки, с проволочным сердечником в виде пружины внутри и соответствующими размерами ячеей. Такие садки группируются в гирлянды по вертикали в количестве, соответствующем удобству их обслуживания. Шаг размещения гирлянд по несущей хребтине должен обеспечивать отсутствие соударений при различных скоростях и направлениях течений и погодных условиях. Так, для конусных садков с диаметром основания 500 мм принимают шаг размещения по вертикали 800 мм и комплектуют в гирлянды по вертикали не более пяти садков, подвешивая их к горизонтальной плавучей несущей хребтине с шагом 1,0 м, причем садки в рядом расположенных гирляндах смещают по высоте на 400 мм. Начальная закладка в садок – до 1,5 тыс. экз. устриц размером до 15 мм, а затем при каждом осмотре (1-2 раза в 2 месяца) их плотность уменьшают в два раза.

Такие нормативы позволяют первоначально рассчитывать необходимое количество садков для подращивания планируемых объемов. Товарное выращивание крупных устриц может проводиться насыпью в объемных садках, в которых необходимо контролировать их взаимное размещение. При большой плотности они медленно растут, поскольку им не хватает корма, а при малой – передвигаются при волнении и соударяются друг с другом, вплоть до поломки ростового края. Оптимальные условия для роста крупных устриц обеспечиваются при их наклеивании (фиксации) на специально изготовленные пластиковые субстратные пластины – диски, которые для лучшего обслуживания (индивидуальной чистки устриц) устанавливаются и фиксируются на стерженьках цилиндрических или прямоугольных садков [14] (рис. 5-10).

Прямоугольные садки устанавливают только на придонных столах, а цилиндрические – и на столах, и подвешивают к хребтинам [14]. Причем на несущей хребтине 1 МКС рекомендуется комбинированная схема навески цилиндрических, горизонтальных садков 4 для молоди, мидийных коллекторов 5 и цилиндрических садков 6 для крупных устриц (рис. 11).

При таком расположении был отмечен более высокий темп роста молоди устриц в верхнем слое воды, более богатом фитопланктоном мелких размеров. Динамичный рост мидии и крупных устриц был обеспечен достаточной кормовой базой в нижележащих слоях приповерхностной пелагиали и взвешенным органическим веществом (ВОВ), стряхиваемым с сетных садков 4 для молоди. Кроме того, некоторое заглубление коллекторов 5 и садков 6 обеспечивало для них снижение волновых



Рис. 4 Садок полумягкого типа для подращивания устриц

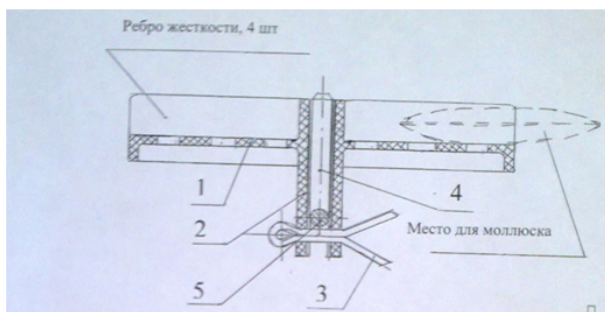


Рис. 5 Субстратная вставка 1 для приклеивания устриц на штырьке 4, зафиксированная шплинтом 3

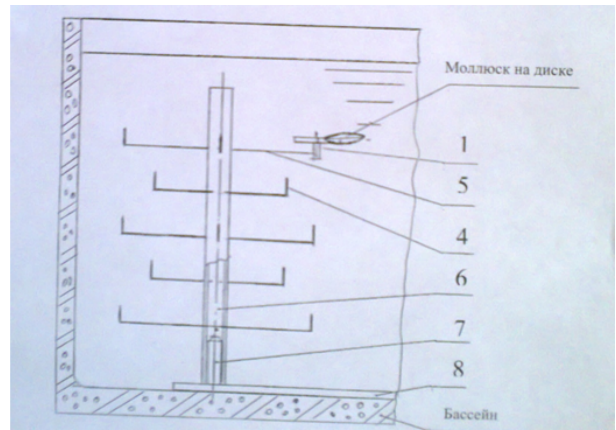


Рис. 6 Вертикальная стойка 6 со штырьками 4 для вставок 1 (для бассейнов или цилиндрических садков)

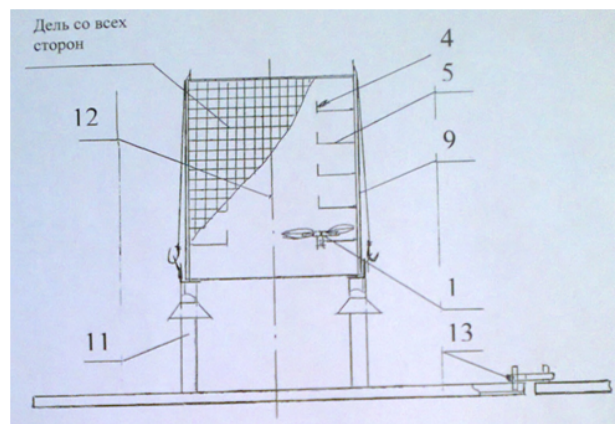


Рис. 7 Садок прямоугольный 12 с дверцами 9 и штырьками 4, установленный на столе 11

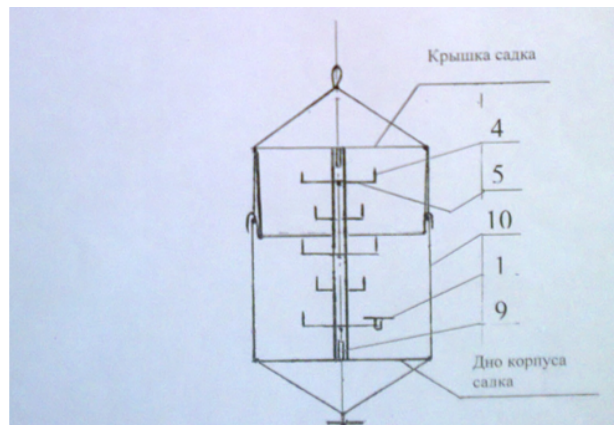


Рис. 8 Садок цилиндрический 10 со штырьками 4 и субстратными вставками 1 для устриц

нагрузок. Благодаря использованию соединений пластиковых штырей и веревочных петель во всех узлах, садки и коллекторы можно снимать индивидуально (поштучно). Однако при съеме коллектора мидийного 5 следует учитывать наличие внизу садка устричного цилиндрического 6, который необходимо предварительно перевесить. Первоначально этот садок выполняет функцию грузика, а также успокоителя колебаний коллектора во время штормов.

Особое значение приобретает стабильность размещения хребтины в толще воды вне зависимости от биомассы моллюсков и погодных условий. Безаварийная эксплуатация хребтины обеспечи-



Рис. 9 Субстратные пластины для приклеивания устриц на дверце прямоугольного садка



Рис. 10 Садок цилиндрического типа с пластинами для приклеивания устриц

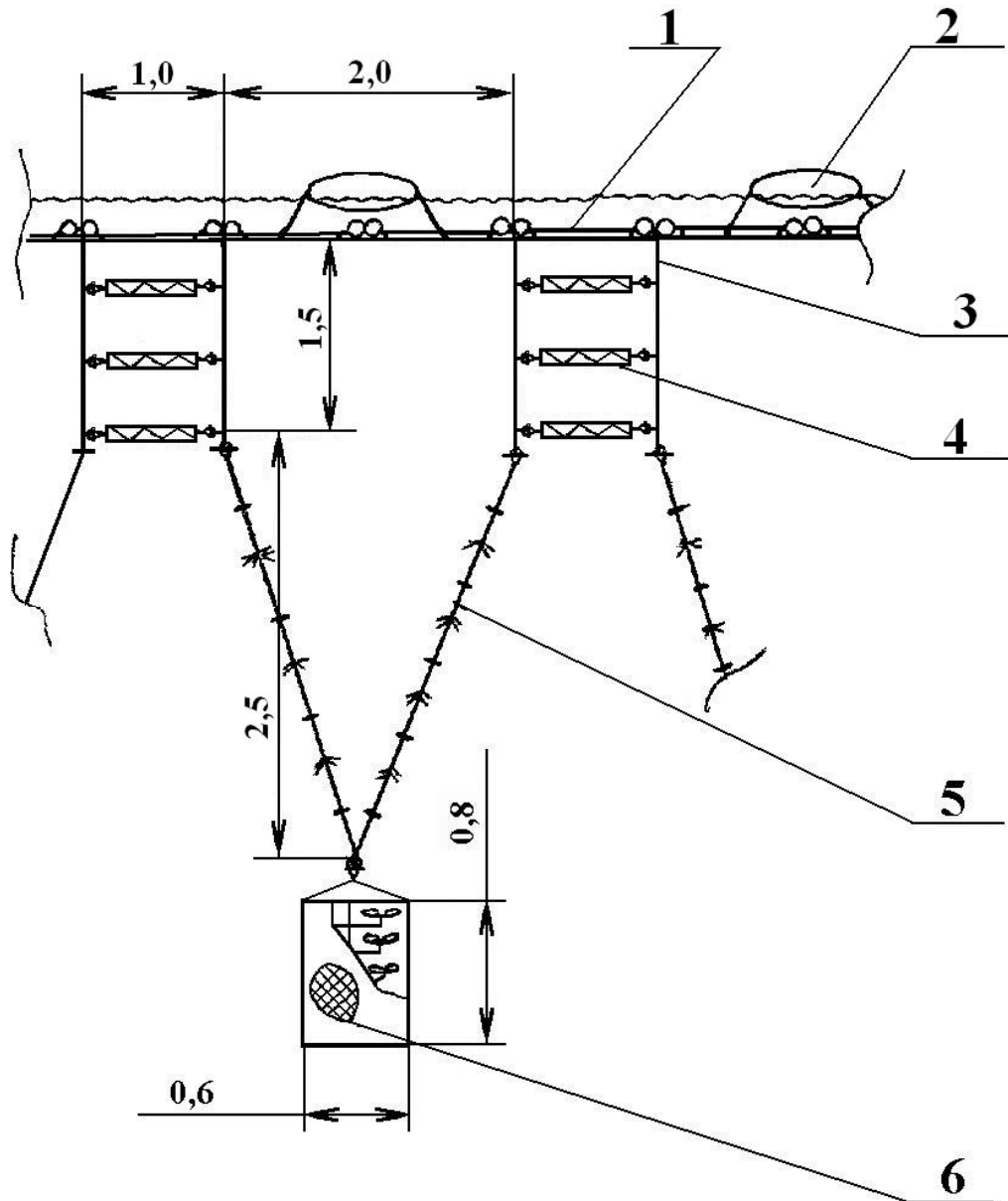


Рис. 11 Схема размещения на плавучей хребтине 1 садков для молоди 4, коллекторов мидийных 5 и садков цилиндрических 6 для крупных устриц

важется надежностью конструкции, удерживаемой расчетными оттяжками и массивными грузами, своевременным обслуживанием с разрядкой садков и коллекторов и добавлением поплавков 2, а также выполнением необходимых биотехнологических рекомендаций и обязательным проведением предварительных расчетов перед изготовлением сооружений [12].

На дне, между грузовыми линиями, размещают сетку канатов через 10-20 м, к которым крепят поводки с водорослями (между прядей веревок-поводков вставляют рассаду цистозир, грацилярии, ульвы и др.), грузиками и поплавками, а также размещают нерестилища для бычков. Кроме того, на дне устанавливают точечные каркасные ловушки, обтянутые делью, с конусными заходами – для бычков и с открытым верхом с внутренним козырьком по периметру – для рапаны. Ставник рыболовный – один из вариантов разработок специалистов ФГБНУ «ЮгНИРО» – монтируют на дополнительных грузах для вылова скапливающихся внутри и около МКС морских рыб (кефалевых, барабули и др.) [21].

На таком МКС за цикл выращивания планируются следующий урожай:

- мидия товарного размера 50 мм (цикл выращивания 12-18 мес.), т – 22,0-44,0;
- устрица тихоокеанская товарного размера более 100 мм (цикл выращивания 2 года), тыс. экз. – 186,0;
- морские рыбы из 4 рыбоводных садков: пиленгас (масса 0,35 кг) при рыбопродуктивности 9 кг/м³ (40-48 т) или радужная форель (масса 0,35 кг) при рыбопродуктивности 6 кг/м³ (30,0-32,0 т);
- морские рыбы, вылавливаемые рыбопромысловой ловушкой, т/год – 30,0-50,0;
- морские рыбы (бычки) из 20 ловушек, т/год – 3,0;
- рапана из 20 ловушек, экз./год – 1000.

Популяция бычков может увеличиться в несколько раз благодаря установке специальных нерестилиц на дне. Кладка икры бычков надежно охраняется самцом у выхода из нерестилища от выедания крабами и рыбой.

Технологичность монтажа морского сооружения под водой обеспечивается тем, что оно состоит из отдельных частей, хорошо апробированных на практике. Обслуживание МКС такое же, как и при выращивании гидробионтов в монокультуре: осмотры после постановки на дно акватории, проведение работ по подготовке к зимнему периоду (если предусмотрено, заглубление садков рыбоводных и ярусных несущих хребтин с коллекторами), снятие урожая с несущих частей коллекторов и садков с товарными моллюсками. Необходимо предусматривать более частое обслуживание устричных садков вследствие необходимости удаления с поверхности садков и створок моллюсков организмов-обрастателей, препятствующих нормальному росту устриц. Подъем садков и последующая их установка на свои места (на угловых грузах и столах в линиях) представляют некоторую сложность из-за течений, мутности воды и близкого расположения мидийных коллекторов. Данные операции могут выполняться с использованием «проводника» – направляющего каната, закрепленного в соответствующих местах – на грузе и плавсредстве, и подвижного кольца на нем, а также при участии двух водолазов, работающих с помощью технологических страховочных веревок, которыми они контролируют положение рам с садками в толще воды.

Цикл выращивания завершают съемом урожая и плановым проведением работ по повторной навеске на несущие части МКС коллекторов – с целью нового оседания спата и последующего выращивания мидии, а также садков с новой молодью устриц для доращивания в море.

Рыбоводные садки в МКС обслуживаются так же, как и отдельно установленные (осмотры, кормление, заглубление сетной части с рыбами, вылов товарной продукции). При этом приобретаются навыки перемещения обслуживающих плавсредств с учетом близкого размещения на поверхности канатов и несущих хребтин. Рекомендуется использовать на плавсредствах винты, расположенные в насадках.

Предполагаемая стоимость изготовления отдельных частей МКС также не возрастает по сравнению с отдельно используемыми морскими сооружениями и не превышает известные ценовые нормативы:

- для моллюсков – 35-40 тыс. руб. для выращивания 1 т;
- для морских рыбоводных садков (стоимость/объем) – 200 руб./м³;
- для рыболовных ставников – 300,0-350,0 тыс. руб. за 1 ставник таких размеров;
- стоимость ловушек каркасных не более 2,0 тыс. руб./шт.

Ориентировочная стоимость описываемого МКС – 2,2-2,5 млн. руб., а с учетом стоимости монтажа в море – 2,8 млн. руб.

При других вариантах размещения МКС на дне в виде протяженных стенок его можно использовать в биомелиоративных и экологических целях. Возможно «выгораживание» акваторий у оголовков сточных труб или акватории портов и пляжей. В зависимости от целей и вариантов исполнения, МКС можно использовать в любых прибрежных акваториях с учетом глубин.

Создание морских ферм по выращиванию морских гидробионтов в поликультуре признано высокоэффективным направлением не только в экономическом плане, но и в связи с решением государственно значимых социальных (занятость населения) и экологических (очистка прибрежных вод,

рекреация) программ. Во всем мире экономическая эффективность деятельности подобных хозяйств подтверждается высоким спросом и ценой продукции, произведенной из выращенных гидробионтов. Значительные капитальные вложения (230-250 руб. на 1 кг выращенных моллюсков) и большие годовые затраты (себестоимость выращенных: 1 кг мидий – 20-25 руб., 1 экз. устрицы – 35-40 руб.) не оказывают негативного влияния на экономическую эффективность из-за высоких цен на продукцию марихозяйств. Оптовая стоимость 1 кг живых мидий в створке – 100-130 руб., а одной свежей устрицы товарного вида и размера – порядка 70-150 руб.

По предварительным оценкам, стоимость изготовления и установки в море одного блока МКС может составить 3,3-3,5 млн. руб. С учетом стоимости береговой базы (10,0 млн. руб.), маломерных специальных плавсредств с судовым оборудованием (15,0 млн. руб.) стоимость капитальных вложений может составить 28,3-28,5 млн. руб. Ежегодные затраты (себестоимость продукции) могут быть порядка 10,0 млн. руб. Для выращивания гидробионтов за два года необходимы инвестиции в размере порядка 50,0 млн. руб. ($28,5 + (2 \times 10,0)$) с учетом непредвиденных затрат.

Стоимость товарной продукции с одного блока МКС может составить: мидии ($40,0 \text{ т} \times 100,0 \text{ руб./кг}$) – 4,0 млн. руб.; устрицы ($180,0 \text{ тыс. экз.} \times 100 \text{ руб./экз.}$) – 18,0 млн. руб.; рыбы выращенные и пойманные (с учетом малых ловушек) – ($300 \text{ руб./кг} \times 50,0 \text{ т}$) – 15 млн. руб. Итого суммарная стоимость продукции составит 37,0 млн. руб. Таким образом, в течение двух лет деятельности хозяйство будет убыточным на сумму 13,0 млн. руб. ($50,0-37,0$), но с учетом затрат на установку еще одного блока МКС убыток составит 17,0 млн. руб. Однако последующая деятельность будет ежегодно приносить товарной продукции на сумму 37,0 млн. руб., а ежегодные затраты составят 10,0 млн. руб. Расчетная ежегодная прибыль в размере 27,0 млн. руб. будет направлена на погашение убытка (17,0 млн. руб.) и налогов (40 % от 27,0 млн. руб.), т. е. составит 10,8 млн. руб., что в конечном счете на 4-5-й год приведет к получению чистой ежегодной прибыли ($37,0 - (10,0 + 10,8)$) порядка 16,2 млн. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ представленных данных позволил сделать заключение об экологической и экономической целесообразности выращивания в поликультуре двустворчатых моллюсков (мидии и устрицы), водорослей на отрезках канатов у дна и морских видов рыб в садках на морском комплексном сооружении многофункционального назначения в условиях Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Общая площадь прибрежных акваторий, рекомендуемых для организации сети морских хозяйств (в т. ч. поликультурных), только у берегов Крыма составляет 8100 га. Общие объемы выращиваемых гидробионтов могут быть: мидии – 8,5 тыс. т, устрицы – 14 млн. экз. (1120 т), радужной форели – 700 т, лаврака – 300 т. С одного блока МКС, установленного на площади 2 га, за один цикл выращивания (2-3 года) планируется получение: мидии – до 44 т, устрицы тихоокеанской – до 186 тыс. экз., пиленгаса – до 40 т и радужной форели – до 27 т. При эксплуатации двух таких блоков вышеуказанные объемы можно выращивать ежегодно. В случае соответствующих дополнений к законодательно-нормативной базе по аквакультуре и выполнения существующих Правил рыболовства возможен вылов аборигенных видов рыб за счет предусмотренного в МКС монтажа рыболовного ставника (как одного из возможных вариантов) и каркасных ловушек для вылова брюхоного моллюска рапаны и бычков. В этом случае с первого модуля МКС ожидается ежегодный дополнительный объем товарной продукции в виде рыбы (50 т) и рапаны (1000 экз.). При эксплуатации двух блоков МКС ожидаемая ежегодная чистая прибыль через 3 года функционирования морской фермы составит 16-17 млн. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багров А.М., Федяев В.Е., Мельченков Е.А. Резервы развития аквакультуры России в условиях экономического кризиса // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 104-111.

2. Голиков А.Н., Скарлато О.А. Влияние разведения мидий в Белом море на бентос прилегающей акватории // Биология моря. – 1979. – № 4. – С. 68-73.
3. Галкина В.Н., Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л. Влияние аквакультуры мидий в Белом море на окружающую среду // Океанология. – 1982. – Т. 22, № 2. – С. 321-324.
4. Губанов Е.П., Панов Б.Н., Битютская О.Е. Основные направления устойчивого развития рыбной промышленности Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 66-69.
5. Золотницкий А.П. Современное состояние, проблемы и перспективы развития конхиокультуры в Украине // Рыбное хозяйство Украины. – 2011. – № 4. – С. 45-48.
6. Золотницкий А.П., Крючков В.Г. О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Черного моря // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна : матер. II Междунар. конф. (г. Керчь, 26-27 июня 2006 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2006. – С. 30-35.
7. Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий. – К.: Наукова думка, 1989. – 97 с.
8. Инструкция для создания морских хозяйств по выращиванию в поликультуре и вылову гидробионтов (мидий, устриц, водорослей и рыб) в Черном море. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – 8 с. – URL: <http://yugniro.ru/files/instr-mor-hoz.pdf> (дата обращения 28.03.2016).
9. Крючков В.Г. Гидробиотехнические сооружения для мидийных хозяйств Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство / Сер. Марикультура : обзорная информация. – М.: ВНИЭРХ, 1990. – 67 с.
10. Крючков В.Г. Перспективы выращивания моллюсков в Черном море у берегов Украины // Рыбное хозяйство Украины / Специальный выпуск. – 2004. – № 7. – С. 164-167.
11. Крючков В.Г., Елецкий Б.Д. Рифы и биомелиорация морской шельфовой зоны // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона : матер. VI Междунар. конф. (г. Керчь, 6 октября 2010 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – С. 49-54.
12. Крючков В.Г. Методическое пособие по изучению морских гидробиотехнических сооружений для выращивания мидий / Свидетельство о регистрации авторского права № 43144 от 06.04.2012. Государственная служба интеллектуальной собственности Украины. – Керчь: КГМТУ, 2012. – 55 с.
13. Крючков В.Г. Сооружение для выращивания гидробионтов // Патент на полезную модель UA 71338 U (A01K 75/00, A01K 80/00) (описание) / (UA), заявл. 29.12.2012 – и 2011 15571. Бюл. № 13 от 10.07.2012. – 8 с.
14. Крючков В.Г. Приспособление для выращивания моллюсков // Патент на полезную модель UA № 88211 U, зарегистрирован в Государственном реестре патентов Украины на полезные модели 11.03.2014. – 7 с.
15. Крючков В.Г. Коллектор для выращивания мидий // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – Т. 51. – С. 133-144.
16. Моисеева Е.Б., Крючков В.Г. О возможности совместного выращивания черноморских бычков и мидий в естественных водоемах : матер. II Межгос. конф. – Ростов-н/Д., 1992. – С. 93-95.
17. Овлев Ю.М. Проект концепции «Развитие аквакультуры в Приморском крае» // Культивирование беспозвоночных и водорослей в поликультуре на открытой акватории. – Владивосток: Ин-т биологии моря ДВО РАН, 2005. – С. 10-15.
18. Панов Б.Н., Троценко Б.Г., Солодовников А.А., Крючков В.Г. Инвестиционный проект «Донузлав – марикультура» // Тр. Крымской АН / Спецвыпуск : Концепция развития западного Крыма. – Симферополь: Оригинал-М, 2006. – С. 53-64.
19. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальная аквакультура. – Астрахань: ЦНТЭП, 2006. – 312 с.
20. Пономарев С.В., Володарская Е.Б., Пономарева Е.Н., Болонина Н.В. Морской туризм и марикультура : учеб. пособие. – Астрахань: ЦНТЭП, 2008. – 312 с.
21. Стафинополо А.М., Вайнерман А.С., Горбатюк Я.И. Совершенствование стационарных орудий лова для промысла в Азовском море // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 50. – С. 157-171.
22. Сапожников В.В. Основные причины изменений экосистемы Черного моря // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : матер. VII Междунар. конф. (г. Керчь, 20-23 июня 2012 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 1. – С. 214-218.
23. Силкин Б.А., Хайлов К.М. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. – Л.: Наука, 1988. – 230 с.
24. Туркулова В.Н. Предварительные данные по биотехнике выращивания радужной форели в морских садках в условиях крымского побережья Украины // Водні біоресурси і аквакультура. ІРГ. – К.: ДІА, 2010. – С. 167-171.

25. Туркулова В.Н. Перспективы развития индустриальной аквакультуры // Рибник : науково-практичний журнал для працівників рибництва. – 2011. – № 5 (8). – С. 6-9.
26. Туркулова В.Н., Имамова О.А. Опыт садкового выращивания пиленгаса *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845) = *Mugil so-iuu* (Basilewsky) в озере Донузлав : сб. науч. работ по итогам науч. конф. студентов КГМТУ (апрель 2012). – 2012. – С. 35-41.
27. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Булли Л.И., Бобова А.С., Булли Ф.А., Заиченко Е.А. Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮгНИРО» // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2015. – Т. 53. – С. 78-89.
28. Указ Президента России от 30.01.2010 г. № 120 «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации».
29. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
30. Хайлов К.М. Возможны ли экологические принципы аквакультуры? // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 40-54.

Поступила 12.04.2016 г.

Ecological and economic prerequisites of the marine complex construction for bivalve molluscs and fish culture in polyculture. V. G. Kryuchkov, V. N. Turkulova, N. M. Buryak. *Based on literature data analysis and multi-annual research and application studies, conclusion is given on ecological and economic feasibility of creating farms for mussel, oyster and fish culture in the Black Sea, including their combined culture in polyculture and possibility to harvest indigenous marine species (fish and veined rapa whelk) in the culture area. Creation of the specialized marine farms (SMFs) network with a total area of 8100 ha in the earlier investigated parts off the Crimean coasts is recommended. Possible volumes of aquatic organisms culture and harvesting are determined. Data on the draft design for the marine complex construction (MCC) are presented as well as its technical specifications and economic parameters of operation efficiency.*

Keywords: marine farms, favourable environment, economic feasibility, polyculture, bivalve molluscs, mussels, oysters, marine fish, migratory species, fish culture, fish cage, marine integrated facility, oyster cage, trap fishing, economic efficiency

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ МИДИЙ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, LAMARCK, 1819) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ КОЛЛЕКТОРОВ

А. П. Золотницкий, д. б. н., проф., В. Г. Крючков, зав. сект., Н. А. Сытник, к. б. н., доцент, В. А. Горбенко, бакалавр, А. В. Грищенко, магистрант

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
zar6@mail.ru

Исследована динамика численности и биомасса мидий *Mytilus galloprovincialis* Lamarck на искусственных субстратах, различающихся между собой относительной поверхностью ω (соотношение площади 1 пог. м данного коллектора к 1 м² искусственного субстрата – S/S_0). Дана характеристика значений репродуктивного потенциала мидии в период оседания, которая составляла на I типе ($\omega = 0,09$) коллектора 0,025 сут⁻¹, тогда как на II типе ($\omega = 0,34$) она увеличилась до 0,054 сут⁻¹. Показано, что в процессе культивирования биологические параметры популяций мидий существенно различались между собой. Установлено, что после оседания спата и последующего процесса выращивания численность моллюсков на I типе коллектора устойчиво снижалась, достигая определенного стационарного состояния, равного 258 ± 56 экз./м. В то же время биомасса мидий возрастала и достигала аналогичного состояния при величине, равной $2,86 \pm 0,64$ кг/м. На II типе эти показатели были значительно выше: стационарная плотность составляла 1482 ± 108 экз./м, биомасса – $9,96 \pm 1,70$ кг/м. Однако индивидуальные показатели средней длины и массы особей на коллекторах с $\omega = 0,09$ составляли, соответственно, 45,1 мм и 11,7 г, тогда как на $\omega = 0,34$ субстрата они были достоверно ниже – 35,94 мм и 5,94 г. На основе полученных данных сделан вывод, что в процессе культивирования мидий указанные процессы регулируются зависимыми от плотности внутривидовыми факторами, а именно внутривидовой конкуренцией между особями за субстрат.

Ключевые слова: мидия, коллектор, популяция, численность, биомасса, длина, средняя масса

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений морской аквакультуры является конхиокультура – культивирование раковинных (двустворчатых и брюхоногих) моллюсков [3, 6, 12, 20]. Например, по данным ФАО, объем их выращивания в 2012 г. составлял почти 15 млн. т, т. е. значительно больше (кроме водорослей), чем других видов морских гидробионтов [12]. В значительной степени это связано с разведением и выращиванием различных видов устриц, гребешков, куннарки и других видов моллюсков, в том числе и с культивированием мидий.

Черное море, в силу своего физико-географического положения, климатических условий, высокой первичной продуктивности шельфа и наличия в нем значительных естественных запасов моллюсков, является весьма перспективным бассейном для их крупномасштабного культивирования. Одним из наиболее важных объектов черноморской конхиокультуры является мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) [6, 8, 16].

В процессе выращивания моллюсков на коллекторах в естественных условиях всегда наблюдаются более или менее значительные колебания численности и биомассы этих животных. Большинство исследователей, работающих в области конхиокультуры, как правило, связывают их с физичес-

кими факторами среды: резкими градиентами температуры и солености, штормами, ледовой обстановкой и т. д., тогда как другие отмечают важную роль биотических факторов (плотность размещения морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) в единице площади водного зеркала, обеспеченность пищей и другие условия) [5, 6, 16, 17]. В значительной мере это объясняется тем, что мидии, как и многие другие виды моллюсков, по своей биологии и экологии близки к так называемым видам-оппортунистам, с *r*-стратегией жизненного цикла [4, 13], существенно зависящего от внешних условий.

Исходя из особенностей биологии этого вида, можно также предположить, что мидии, большую часть жизненного цикла проводящие в прикрепленном состоянии, должны чутко реагировать как на качество (материал), так и архитектуру субстрата (размеры, форму, соотношение его площади и объема и др.), на который они оседают после окончания пелагического периода жизни. По сути, здесь мы имеем дело с так называемыми биокосными системами, где живое население (ценоз обрастания) и неживая (косная) компонента (искусственный субстрат) представляют собой некое единство, тесно взаимосвязанное между собой и функционирующее как одно целое [14, 15].

В связи с этим в задачу настоящей работы входило исследование закономерностей динамики численности и биомассы в популяциях мидий на различных типах коллекторов, отличающихся между собой величинами боковой площади.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования являлись популяции мидий, выращиваемые на различных типах коллекторов, установленных в Керченском проливе в 1996-2003 гг. Для культивирования использовали два типа искусственных субстратов (коллекторов), отличающихся между собой разным соотношением площади (S , м²) на 1 погонном метре (пм) коллектора к стандартной площади на 1 м² (S_0), которое мы назвали относительной поверхностью коллектора (субстрата): $\omega = S/S_0$ (рис. 1).

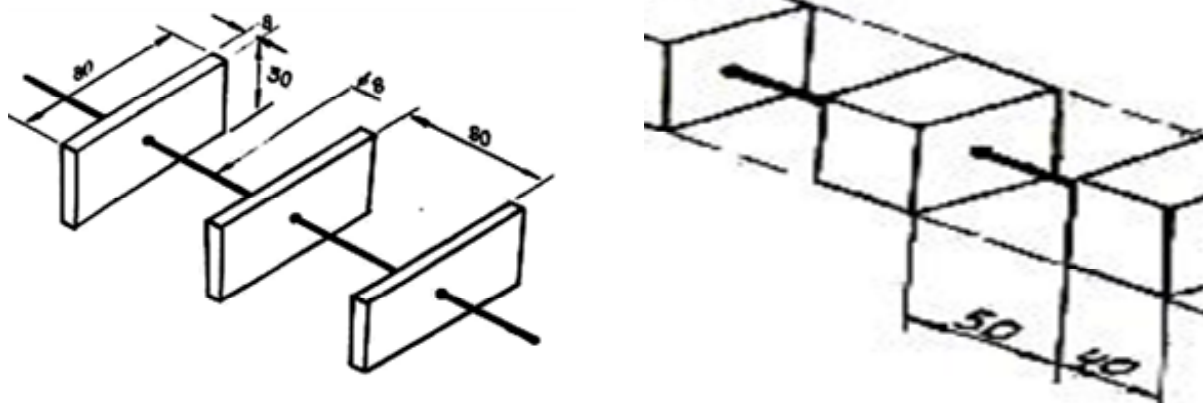


Рис. 1 Типы коллекторов (искусственных субстратов), использованных для культивирования мидий: I – веревочно-пластинчатый коллектор; II – коллектор с кубическими шашками

Для I типа коллектора субстратными вставками являлись пенопластовые пластины размером $8 \times 3 \times 0,8$ см, где ω составляла 0,09; а на коллекторе II типа такими вставками являлись пенопластовые шашки параллелепипедной формы (размерами $7 \times 7 \times 4$ см), и, соответственно, ω была равна 0,34. Таким образом, эти коллекторы отличались между собой количественными значениями величин боковой площади искусственного субстрата.

Для характеристики состояния моллюсков в процессе выращивания регулярно, с интервалом 0,5-1,5 месяца, с помощью водолазов отбирали пробы: с линейных носителей – целые коллекторы (длиной 1,5-3 м) в количестве не менее трех штук; с непрерывных (пилообразных, петлевых) коллекторов высотой 3,5 м брали отдельные фрагменты верхней, средней и нижней частей коллектора (длиной по 0,8-2 м), а в отдельных случаях обрабатывали всю полупетлю (7 м).

Моллюсков очищали от обрастателей, взвешивали всю пробу и от каждой выборки брали навеску – обычно 100-200 экз. Мидий распределяли на размерные группы с интервалом 5 мм и составляли вариационные ряды. Для проведения индивидуальных анализов из каждой группы брали 10-30 экз. моллюсков, определяли общую массу каждого моллюска, включая отдельно створки, массу мягких тканей (иногда отдельно гонад) и мантийной жидкости. Затем численность и биомассу мидий пересчитывали на площадь 1 пог. м или 1 м² коллектора. Всего проведено 5 циклов выращивания на I типе субстрата коллектора и 6 циклов выращивания на II типе.

Анализ динамики численности и биомассы в популяциях мидий на коллекторах проводили в большинстве случаев на основе принципа полного популяционного агрегирования, где внутренняя структура популяций не рассматривалась, а анализ проводился на основе общих характеристик – средней численности и биомассы [2, 10, 11]. Кроме этого, в дальнейшем мы исследовали изменение средней длины и массы моллюсков в течение цикла выращивания.

Статистическую обработку полевых и экспериментальных данных осуществляли по общепринятым методам, изложенным в руководстве Г.Ф. Лакина [7]. Для сравнения экспериментальных данных (длина, масса) определяли среднюю арифметическую (\bar{X}), дисперсию (σ^2), среднее квадратичное (стандартное) отклонение (σ) и ошибку средней величины (m). Достоверность различий между средними значениями определяли с помощью критериев Стьюдента (t) или Фишера (F) при 5%-ных уровнях значимости ($P \leq 0,05$). Для аппроксимации связи между различными переменными использовали уравнение степенной, экспоненциальной или гиперболической функций. Для математической обработки полученных материалов использовали статистические компьютерные пакеты «Microcal Origin-8.5» и электронные таблицы «Excel-2007».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении работ по выращиванию моллюсков на разных типах коллекторов обращает на себя внимание тот факт, что разные типы искусственных субстратов обрастают неравномерно. В связи с этим в качестве отправной точки общего анализа рассмотрим изменения численности и биомассы в Керченском проливе на I типе коллектора ($\omega = 0,09$).

Анализ имеющихся материалов показал, что интенсивность оседания личинок мидий на коллекторы подвержена значительным флюктуациям как при постановке их в разные годы, так и для установленных в разных районах в один и тот же год. Обнаружено, что число осевших личинок на 1 пм субстрата отличалось между собой более чем на порядок (в 50 раз).

Указанные различия могут быть следствием ряда биотических факторов – интенсивности размножения маточных стад, выживаемости личинок на различных фазах онтогенеза, поведенческих реакций и физиологических особенностей зоопланктона, обусловленных внутри- и межвидовой конкуренцией. Однако определяющее значение здесь имеют океанографические особенности той или иной акватории, в которой была произведена постановка ГБТС: степень его открытости (или закрытости) ветрам, рельеф берега и дна, преобладающие направления ветров, система постоянных и неустойчивых течений, приводящих к мелкомасштабным неоднородностям, возникающим вследствие турбулентности, градиентов температуры, колебаний солености, освещения, т. е. наличия неустойчивости физико-химических граничных условий. Здесь же мы отметим, что оседание спата может достигать максимума в сжатые сроки (весной или осенью), но в основном оно происходит в течение первых 2-5 месяцев после установки МГБТС в море.

Из литературы известно [2, 3, 9, 13], что рост численности популяции при отсутствии тормозящих (ограничивающих) факторов среды происходит по экспоненциальному закону:

$$N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t}, \quad (1)$$

где N_0 и N_t – начальная и конечная численность (плотность) популяции за время t , r – врожденная (максимальная) скорость естественного увеличения популяции (сут⁻¹, мес⁻¹ или год⁻¹), которую называют «биотическим» или «репродуктивным» потенциалом [9, 11, 13]. Известно, что r представляет собой потенциальную способность популяции к росту численности и в значительной мере обуслов-

лена генетическими (внутренними) факторами: плодовитостью, длительностью жизни, скоростью развития и др. В то же время большое влияние на нее могут оказывать внешние условия (температура, соленость, рН и др.) и биотические факторы (интенсивность внутри- и межвидовой конкуренции, трофические условия и др.) [2, 3, 9, 17], а для видов с личиночной стадией развития (расселительных форм) – гидрогеологические особенности района [10].

Как отмечает А.Ф. Алимов [1], «...определение r для природных популяций не представляется возможным, кроме редких, исключительных ситуаций, которые могут наблюдаться, например, в начальный период развития популяции при вселении животных в новые, благоприятные для них условия». Культивирование мидий является именно той «редкой» возможностью, которая позволяет оценить величину репродуктивного потенциала этого вида моллюсков.

Анализ изменений численности моллюсков в начальный период колонизации искусственных субстратов показал, что в определенных случаях можно количественно установить величину биотического потенциала (r). На рис. 2 представлены данные, характеризующие величину r на I типе коллектора, которую можно описать указанным выше экспоненциальным уравнением:

$$N_t = 0,15 \cdot e^{0,025 \cdot t}, \quad n = 5, \quad r^2 = 0,912 \quad (2)$$

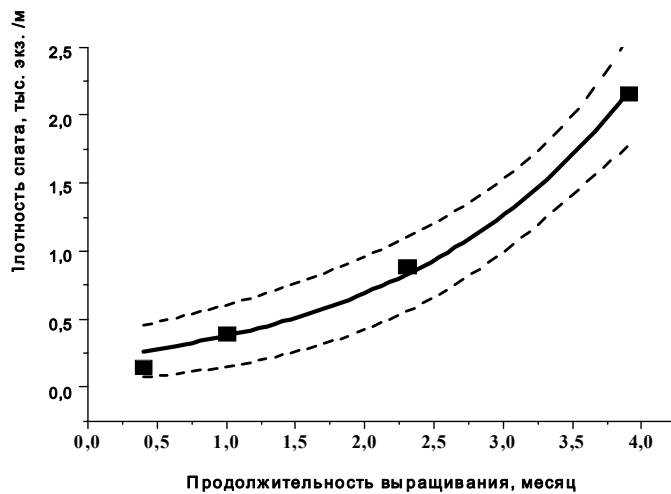


Рис. 2 Изменение численности осевшего спата мидий (N , тыс. экз./м) в начальный период колонизации коллекторов в Керченском проливе на I типе коллектора; штриховые линии – 95 % доверительный интервал

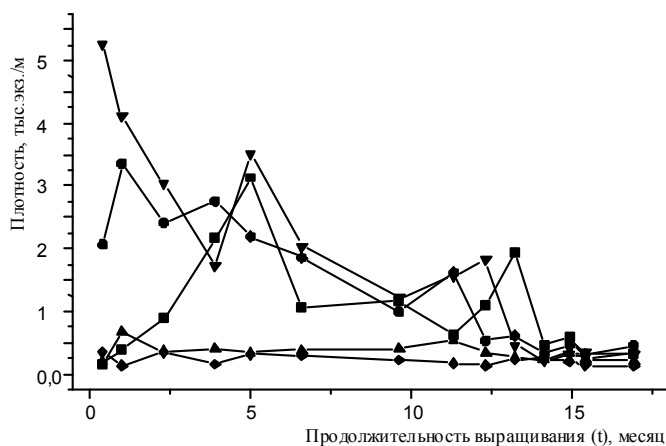


Рис. 3 Изменение плотности (N , тыс. экз./м) в процессе культивирования мидий на I типе коллектора ($\omega = 0,09$)

На коллекторах II типа с большим размером структурных модулей (более крупных пенопластовых шашек) интенсивность оседания личинок была заметно выше: максимальная скорость достигала, соответственно, 0,30 и 0,054 сут⁻¹.

При достижении максимальной величины порядка 3 тыс. экз./м и выше численность моллюсков начинает уменьшаться (рис. 3), причем снижение происходит по указанной ранее экспоненциальной функции (1), но с отрицательным значением r .

На графиках видно, что по истечении 14 месяцев культивирования плотность моллюсков стабилизировалась возле величины, в среднем равной 258 ± 56 экз./м.

На графике также видно, что в тех случаях, когда численность осевшего на коллекторы спата была сравнительно невелика (500-600 экз./м), динамика численности моллюсков тоже колебалась в незначительных пределах. Таким образом, плотность, близкую к 300 экз./м, на I типе коллектора можно назвать «стационарной плотностью» для данного типа коллектора, где процессы элиминации и дополнительного оседания спата моллюсков в значительной степени уравновешены между собой.

На коллекторах с большей относительной поверхностью ($\omega = 0,34$) наблюдается более высокая начальная плотность (N_0) осевшего спата, достигающая 80 тыс. экз./м. Это объясняется тем, что с увеличением относительной площади коллектора увеличивается возможность «захвата» им большего числа личинок мидий,

находящихся в планктоне, которые оседают на искусственный субстрат. Так же, как и на предыдущем типе коллектора, численность осевшего спата сначала возрастала, но по достижении максимума она начинала устойчиво снижаться и через 13-15 месяцев стабилизировалась на определенном уровне. Изменение плотности колебалось в интервале 1,2-1,8 тыс. экз./м, в среднем составляя 1482 ± 172 экз./м (численность на II типе достоверно выше, чем на I – $P \leq 0,05$). Таким образом, в процессе культивирования мидий на коллекторах данных двух типов происходило самоизреживание популяции [4, 18].

Параллельно со снижением численности на коллекторах происходил взаимосвязанный, но противоположно направленный процесс – возрастание биомассы моллюсков. Анализ показал, что в процессе роста моллюсков на I типе коллектора ($\omega = 0,09$) увеличивается длина и масса особей, которые через 5-6 месяцев стабилизируются на определенном уровне и впоследствии колеблются возле него, приходя в состояние динамического равновесия. Для I типа коллектора (урожай мидий на корню) количество моллюсков варьировало в пределах 0,22-0,45 тыс. экз./м, а средняя конечная биомасса составляла в среднем $2,86 \pm 0,64$ кг/м (рис. 4).

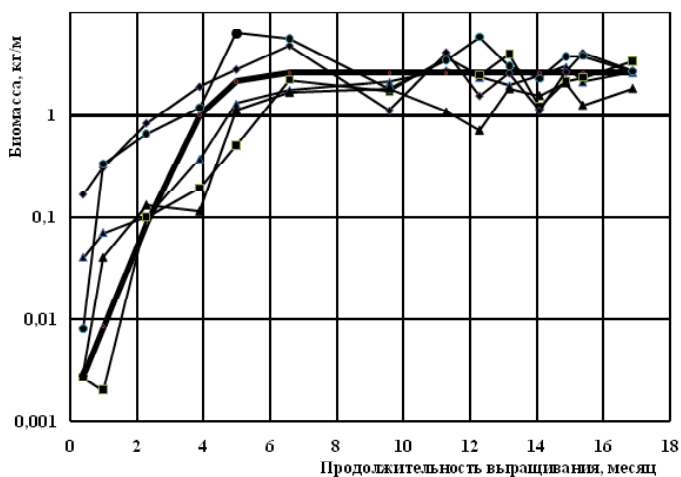


Рис. 4 Динамика биомассы мидий на I типе коллектора ($\omega = 0,09$) в процессе выращивания в Керченском проливе; утолщенная линия – теоретическая кривая по уравнению (2)

$$B_t = B_{\max} / [1 + e^{(a-b*t)}],$$

где B_{\max} и B_t – соответственно, максимальная биомасса и биомасса за время t (мес.), b – удельная скорость роста, e – экспонента (2,718), a – константа интегрирования.

Для I типа коллектора уравнение в численной форме имело следующий вид (рис. 4):

$$B_t = 2,74 / [1 + e^{(7,52-1,82*t)}], n = 70, r^2 = 0,43 \quad (3)$$

Для коллектора II типа уравнение имело несколько другой вид, и указанные выше коэффициенты (B_{\max} , b и a), соответственно, были равны 10,6, 4,1 и 0,92 ($r = 0,52$).

Из полученных материалов по урожаю моллюсков в конце цикла выращивания ($\approx 16-17$ месяцев выращивания) вытекает весьма интересный факт (рис. 5). Если разделить конечную биомассу (урожай) на относительную поверхность (ω) искусственного субстрата каждого типа коллектора (т. е. стандартизировать биомассу на 1 м² коллектора), она будет в среднем близка к 30 кг/м.

Следовательно, основным фактором, влияющим на урожай моллюсков, является величина относительной поверхности (и, в определенной мере, материал субстрата), тогда как другие физические факторы в процессе культивирования играют значительно меньшую роль.

Аналогичная картина изменений биомассы наблюдалась и на другом типе коллектора ($\omega = 0,34$). В процессе культивирования биомасса моллюсков возрастала, после чего она стабилизировалась на уровне, в среднем составляющем $9,96 \pm 1,70$ кг/м (биомасса на этом типе достоверно выше, чем на I – $P \leq 0,05$).

Очевидно, что бесконечный рост популяций невозможен из-за ограниченности внешних ресурсов популяции (источников пищи, площади субстрата и т. п.), что приводит к внутривидовой конкуренции и опаданию моллюсков с субстрата, после того как биомасса превысит максимальную плотность насыщения. Базовой моделью, описывающей ограниченный рост биомассы, является широко известная модель Ферхюльста-Пирла. В общем виде ее связь (B) с продолжительностью выращивания (t) на данном типе субстрата можно выразить уравнением:

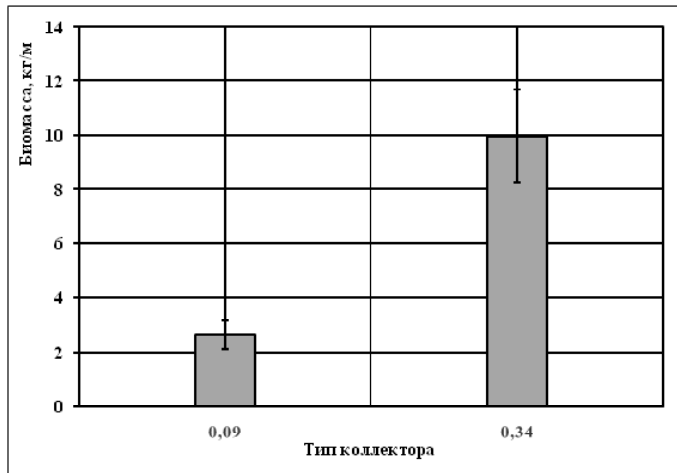


Рис. 5 Сравнительная характеристика биомассы мидий (B , кг/м) на I (0,09) и II (0,34) типах коллекторов; вертикальные линии – 95 % доверительный интервал

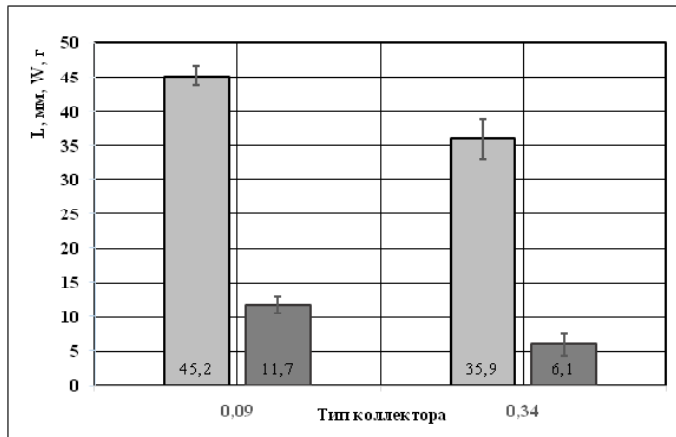


Рис. 6 Сравнительная характеристика длины (L , мм) и массы (W , г) на I и II типах коллекторов; вертикальные линии – 95 % доверительный интервал

Таким образом, в процессе культивирования мидий наблюдалась зависимость от плотности авторегуляция численности и биомассы мидий, обусловленная внутривидовой конкуренцией и приводящая популяцию моллюсков к определенному стационарному состоянию. В свою очередь это обусловлено наличием своеобразной «экологической емкости» искусственного субстрата, определяемой относительной поверхностью субстрата ω .

При анализе имеющихся данных нами также отмечено, что на коллекторах с меньшей величиной ω средние размеры и масса мидий в конце цикла выращивания заметно крупнее, чем на субстратах с большей относительной поверхностью. Статистический анализ показал, что эти различия на исследованных типах субстрата действительно существуют и достоверно ($P \leq 0,05$) различаются между собой (рис. 6).

На I типе коллектора ($\omega = 0,09$) средняя длина (L , мм) моллюсков составляла 45,2 мм, а масса (W , г) достигала 11,7 г (средняя из выборки по 5 циклам выращивания), тогда как на II типе ($\omega = 0,34$) средняя длина и масса были достоверно меньше ($P \leq 0,05$) и составляли, соответственно, 35,9 мм и 6,1 г (средняя из выборки по 6 циклам выращивания).

По-видимому, это может быть обусловлено как пищевым лимитированием, так и

внешним метаболическим автоингибированием, обусловленными высокой плотностью мидий в процессе колонизации и последующим выращиванием. Следовательно, именно высокая концентрация биомассы мидий на коллекторах в значительной мере снижает скорость роста моллюсков в процессе культивирования. В то же время относительная поверхность субстрата определяет пределы варьирования численности и биомассы моллюсков на том или ином типе коллектора. Аналогичные данные, характеризующие связь размеров и плотности популяций, позднее обнаружены не только у растений, но и у животных, в том числе и у моллюсков [4, 18, 19].

Полученные данные имеют определенный теоретический интерес для популяционной экологии и представляют практическое значение, в частности с точки зрения возможности выбора оптимальных типов искусственных субстратов для получения, например, пищевой продукции (моллюсков размером более 50 мм) или использования урожая на кормовые цели.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы процессы культивирования черноморской мидии на двух типах коллекторов, отличающихся относительной поверхностью субстрата ω (отношением площади на 1 пм данного коллектора к 1 м² искусственного субстрата S/S_0). Определен репродуктивный потенциал (r)

в период колонизации искусственных субстратов, который варьировал в пределах $0,025-0,054 \text{ сут}^{-1}$.

2. Показано, что в процессе выращивания мидий на коллекторах происходит снижение плотности моллюсков (самоизреживание популяции) и она стабилизируется на уровне $258 \pm 56 \text{ экз./м}$ (для I типа коллектора: $\omega = 0,09$) и 1482 ± 108 (для II типа: $\omega = 0,34$). Параллельно этому происходит возрастание биомассы мидий, которая через 15-16 месяцев стабилизируется на величине $2,86 \pm 0,64 \text{ кг/м}$ ($\omega = 0,09$) и $9,96 \pm 1,76$ ($\omega = 0,34$).
3. Обнаружено, что при выращивании мидий на указанных типах коллекторов их средняя длина и масса достоверно ($P \leq 0,05$) различаются: на I типе коллектора ($\omega = 0,09$) эти показатели составляли 45,2 мм и 11,7 г, тогда как на II типе ($\omega = 0,34$) они снизились до 35,9 мм и 6,1 г, соответственно.
4. Обосновывается, что в процессе культивирования мидий на коллекторах имеет место зависящая от плотности авторегуляция численности и биомассы, вызванная внутривидовой конкуренцией и приводящая популяцию моллюсков на искусственных субстратах к стационарному состоянию, обусловленному относительной поверхностью субстрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – М.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Алимов А.Ф. Продукционная гидробиология. – СПб.: Наука, 2013. – 353 с.
3. Бардач Дж., Ритер Дж., Макларни У. Аквакультура. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 291 с.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества / в 2-х т. – М.: Мир, 1989. – Т. 2. – 477 с.
5. Иванов А.И. Влияние различной плотности установки коллекторов для выращивания мидий на их биологические показатели и величину урожая // Гидробиологический журнал. – 1988. – Т. 24, № 1. – С. 36-38.
6. Марикультура мидий на Черном море / под ред. В.Н. Иванова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – 312 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1986. – 343 с.
8. Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К. Митилиды Черного моря / отв. ред. В.Е. Заика. – К.: Наукова думка, 1990. – 205 с.
9. Одум Ю. Основы экологии / в 2-х т. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
10. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. – Л.: СПбГУ, 1998. – 271 с.
11. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. – М.: МГУ, 1980. – 464 с.
12. ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры в 2012 г. – Рим, 2013. – 237 с.
13. Уильямсон М. Анализ биологических популяций. – М.: Мир, 1975. – 271 с.
14. Хайлов К.М., Попов А.Е. Концентрация живой массы как регулятор функционирования водных организмов // Экология моря. – 1983. – Вып. 16. – С. 3-16.
15. Хайлов К.М., Юрченко Ю.Ю., Шошина Е.Е. О связи геометрических, биологических и трофодинамических характеристик водных биокосных фитосистем // Океанология. – 2001. – Т. 41, № 3. – С. 1-8.
16. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море : практическое руководство. – Севастополь: ИНБЮМ, 2010. – 422 с.
17. Bayne, B.L., Thompson, R.J., Widdows, B.J. Physiology // Marine mussels: their ecology and physiology / Ed. B.L. Bayne. – Camb. Univer. Press. – London-New-York-Melburne, 1976. – Vol. 1. – 504 p.
18. Branch, G.M. Intraspecific competition in *Patella cochlear* Born // J. of Animal Ecology. – 1975. – Vol. 44. – P. 263-281.
19. Currie, D.J. What shape is the relationship between body size and population density? // Oikos. – 1993. – Vol. 66, No 2. – P. 353-358.
20. Gosling, E.M. Bivalve mollusks: Biology, Ecology and Culture. – Oxford: Fishing News Books, 2003. – 456 p.

Поступила 10.03.2017 г.

Features of mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) population dynamics and biomass, when cultured on various collector types. A. P. Zolotnitsky, V. G. Kryuchkov, N. A. Sytnik, V. A. Gorbenko, A. V. Grishchenko. *The Black Sea mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) biomass and abundance dynamics on artificial substrates with different relative surface area ω (area size of 1 linear meter of a given collector in relation to 1 m² of an artificial substrate – S/S_0) were studied. The values of mussel reproductive potential during its settlement stage are characterized, which equaled 0.025 day⁻¹ for type I of the collector ($\omega = 0.09$), and increased up to 0.054 day⁻¹ for type II ($\omega = 0.34$). It is shown that, during the cultivation process, biological parameters of mussel populations varied significantly. It was determined that the abundance of molluscs on the collector of type I was steadily decreasing after spat settlement and subsequent cultivation process; it reached a certain stationary state, making up 258 ± 56 ind./m. By contrast, mussel biomass was increasing, and it reached a similar state under the value of 2.86 ± 0.64 kg/m. These parameters were much higher on the collector of type II, where the stationary density was 1482 ± 108 ind./m, and the biomass was 9.96 ± 1.70 kg/m. At the same time, individual mean length and mass parameters of mussels on the collectors with $\omega = 0.09$ were, respectively, 45.1 mm and 11.7 m, whereas they were much lower (35.94 mm and 5.94 g) on the ones with $\omega = 0.34$. Based on the obtained data, it was concluded that during the mussel culture, the studied processes are regulated by intrapopulation factors, depending on population density, that is intraspecific competition for a substrate among the specimens.*

Keywords: marine aquaculture, mussels, collector, population dynamics, abundance, biomass, length, weight

СОДЕРЖАНИЕ

Губанов Е. П., Коркош В. В., Панов Б. Н., Зайцев А. К., Кухарев Н. Н. Морские дороги АзЧерНИРО	4
Панов Б. Н., Солодовников А. А., Ровнина О. А. Основные итоги деятельности ФГБНУ «ЮгНИРО» в 2015-2016 годах	23
Кочергин А. Т., Боровская Р. В. Океанографические условия крымского побережья Черного моря в летне-осенний период 2015 г.	29
Боровская Р. В. Исследование ледовых условий Азовского моря и Керченского пролива в зимний период 2015-2016 гг. и оценка их влияния на промысловую обстановку и процесс миграции и нагул рыбы	35
Панов Б. Н., Спиридонова Е. О., Матвеев А. М., Горюнова П. Ю. Возможности краткосрочного прогнозирования эффективности активного промысла хамсы и шпрота в Черном море	42
Ланин В. И. Промыслово-океанологические исследования в Индийском секторе Южного океана	51
Петренко О. А., Жугайло С. С., Евченко О. В., Авдеева Т. М., Заремба Н. Б. Возможное воздействие разведки и разработки месторождений углеводородов на экосистему и биоресурсы западной части Азовского моря	58
Гришин А. Н. Продукция и особенности регулирования промысла черноморского шпрота (<i>Sprattus sprattus phalericus</i>)	64
Пятинский М. М. Определение длины, при которой наступает половая зрелость у черноморского калкана (<i>Scophthalmus maeotica maeotica</i>)	71
Заремба Н. Б. Зоопланктон юго-восточной части Керченского полуострова в летне-осенний период 2015 г.	77
Терентьев А. С. Видовое богатство зообентоса на различных глубинах Керченского предпроливья Черного моря	82
Замятина Е. А. К вопросу о нахождении личинок промысловых десятиногих ракообразных (Decapoda, Natantia) в Керченском проливе и предпроливной зоне Черного моря	99
Жаворонкова А. М., Золотницкий А. П. Интенсивность дыхания анадары – <i>Anadara</i> <i>inaequivalvis</i> (Bruguière, 1789), акклиматизированной в Черном море	104
Жаворонкова А. М., Брода М. А. О некоторых закономерностях линейного роста моллюска анадары (<i>Anadara inaequivalvis</i> Bruguière, 1789) Керченского пролива	110
Жугайло С. С., Авдеева Т. М., Пугач М. Н., Аджиумеров С. Н., Аджиумеров Э. Н. Современное состояние гиперсоленых озер Крыма по гидрохимическим и эколого-токсикологическим показателям	116
Сёмик А. М., Ушакова А. О. Особенности развития зоопланктонного сообщества соленого Акташского озера	123
Сёмик А. М., Замятина Е. А. Исследование объемов водных биологических ресурсов (артемия, хирономиды) в заливе Сиваш	131
Сёмик А. М., Ушакова А. О. Современное состояние запасов жаброногого рачка артемии (<i>Artemia salina</i> L.) в соленых озерах Республики Крым	137

Заиченко Е. А. Результаты выращивания четырехлеток пиленгаса в условиях бассейнового хозяйства научно-исследовательской базы ФГБНУ «ЮгНИРО» в вегетационный период 2015 года	142
Туркулова В. Н., Бобова А. С. Результаты выращивания двухлеток черноморского калкана (<i>Psetta maeotica maeotica</i> Pallas) в условиях бассейнового хозяйства НИБ ФГБНУ «ЮгНИРО»	148
Новосёлова Н. В. Разработка биотехнологии культивирования морских и солоноватоводных инфузорий	157
Крючков В. Г., Туркулова В. Н., Буряк Н. М. Экологические и экономические предпосылки создания морского комплексного сооружения для выращивания в поликультуре двустворчатых моллюсков и рыб	167
Золотницкий А. П., Крючков В. Г., Сытник Н. А., Горбенко В. А., Грищенко А. В. Характеристика динамики численности и биомассы мидий (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck, 1819) при выращивании на различных типах коллекторов	180

CONTENTS

Gubanov E. P., Korkosh V. V., Panov B. N., Zaytsev A. K., Kukharev N. N. Marine routes of AzCherNIRO	4
Panov B. N., Solodovnikov A. A., Rovnina O. A. The main results of FSBSI «YUGNIRO» activity in 2015-2016	23
Kochergin A. T., Borovskaya R. V. Oceanographic conditions of the Black Sea Crimean coast during the summer-autumn season of 2015	29
Borovskaya R. V. Studies of ice conditions in the Azov Sea and Kerch Strait in the winter season of 2015-2016, and the assessment of their impact on fishing conditions, fish migration and feeding.....	35
Panov B. N., Spiridonova E. O., Matveev A. M., Goryunova P. Yu. Possibilities of short-term forecast of fishing efficiency for the anchovy and sprat in the Black Sea	42
Lanin V. I. Fishing and oceanological investigations in the Indian part of the Southern Ocean	51
Petrenko O. A., Zhugaylo S. S., Evchenko O. V., Avdeeva T. M., Zarembo N. B. Possible impact of hydrocarbon deposits exploration and development on the ecosystem and biological resources in the Western Azov Sea	58
Grishin A. N. Production and regulation features of the Black Sea sprat <i>Sprattus sprattus phalericus</i> catches	64
Pyatinsky M. M. Determination of length, at which the Black Sea turbot (<i>Scophthalmus maeotica maeotica</i>) reaches sexual maturity	71
Zarembo N. B. Zooplankton of the South-Eastern part of the Kerch Peninsula in the summer and autumn seasons of 2015	77
Terentyev A. S. Zoobenthos species diversity at the various depth levels in the Kerch pre-strait area of the Black Sea	82
Zamyatina E. A. On the issue of finding of the commercial Decapods larvae (Decapoda, Natantia) in the Kerch Strait and the pre-strait area of the Black Sea	99
Zhavoronkova A. M., Zolotnitsky A. P. Respiration intensity of bivalve blood cockle – <i>Anadara inaequalis</i> (Bruguère, 1789) acclimatized in the Black Sea	104
Zhavoronkova A. M., Broda M. A. Some regularities of linear growth of bivalve <i>Anadara inaequalis</i> (Bruguère, 1789) of the Kerch Strait	110
Zhugaylo S. S., Avdeeva T. M., Pugach M. N., Adzhumerov S. N., Adzhumerov E. N. Current state of the hypersaline lakes of Crimea according to hydrochemical and ecotoxicological parameters	116
Semik A. M., Ushakova A. O. Features of zooplankton community development in the salt Aktash Lake	123
Semik A. M., Zamyatina E. A. Study of the volumes of aquatic biological resources (Artemia, Chironomids) in the Sivash Bay	131
Semik A. M., Ushakova A. O. Current state of the brine shrimp (<i>Artemia salina</i> L.) stock in the salt lakes of Crimea	137
Zaichenko E. A. Results of the so-iuy mullet four-yearlings culture in conditions of the basin farm of the FSBSI «YugNIRO» scientific research base during the vegetative season of 2015	142

Turkulova V. N., Bobova A. S. Results of the Black Sea turbot two-yearlings (<i>Psetta maeotica maeotica</i> Pallas) culture in conditions of the basin farm of the FSBSI «YugNIRO» scientific research base	148
Novoselova N. V. Ciliates culture for marine aquaculture species	157
Kryuchkov V. G., Turkulova V. N., Buryak N. M. Ecological and economic prerequisites of the marine complex construction for bivalve molluscs and fish culture in polyculture.....	167
Zolotnitsky A. P., Kryuchkov V. G., Sytnik N. A., Gorbenko V. A., Grishchenko A. V. Features of mussel (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck, 1819) population dynamics and biomass, when cultured on various collector types.....	180

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

**Основные результаты комплексных исследований в Азово-
Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане
(юбилейный выпуск)**

Основан в 1994 г.

Основатели журнала:

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)

Научное издание

Издается по постановлению ученого совета
ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(протокол № 18 от 27.10.2016 г.)

Научный редактор	<i>Б. Н. Панов</i>
Литературный редактор	<i>Е. О. Кулакова</i>
Технический редактор	<i>Е. А. Савчук</i>

Подписано в печать 31.08.2017 г.

Формат 60x84/8

Усл.-печ. л. 22,32

Тираж 100 экз.

Зак. №