

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМЕНИ А.О.КОВАЛЕВСКОГО РАН»
(ФИЦ ИнБЮМ)**

На правах рукописи

Белогурова Раиса Евгеньевна

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы (диссертации)**

**СООБЩЕСТВА РЫБ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА: СОСТАВ,
СТРУКТУРА, ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Направление подготовки - 06.06.01 «Биологические науки»

Направленность - Гидробиология

Специальность – 03.02.10 Гидробиология

Севастополь, 2021

Руководитель отдела ихтиологии, к.б.н., в.н.с. _____ Скуратовская Е.Н.
(подпись)

Научный руководитель,
к.б.н., с.н.с. _____ Карпова Е.П.
(подпись)

Аспирант _____ Белогурова Р.Е.
(подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	4
1.1. Актуальность темы исследования	4
1.2. Степень разработанности проблемы исследования	5
1.3. Цели и задачи исследования	6
1.4. Научная новизна	7
1.5. Теоретическая и практическая значимость работы	7
1.6. Личный вклад автора	7
1.7. Методология и методы исследования	8
1.8. Положения, выносимые на защиту	8
1.9. Степень достоверности и апробация результатов	9
II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	10
Глава 1. Литературный обзор изученности ихтиофауны Каркинитского залива Черного моря	10
Глава 2. Материал и методы исследований	11
Глава 3. Физико-географическая и гидролого-гидрохимическая характеристика Каркинитского залива	12
3.1. Физико-географическая характеристика Каркинитского залива	12
3.2. Гидролого-гидрохимическая характеристика Каркинитского залива	12
Глава 4. Таксономический состав и эколого-биологическая характеристика ихтиофауны Каркинитского залива	13
4.1. Аннотированный список рыб Каркинитского залива	13
4.2. Долговременные изменения ихтиофауны Каркинитского залива	14
4.3. Пространственные вариации ихтиофауны Каркинитского залива	16
Глава 5. Трансформация видового состава ихтиофауны Каркинитского залива под влиянием природных и антропогенных факторов	19
5.1. Пространственные вариации сообществ рыб в пределах восточной части Каркинитского залива	19
5.2. Динамика разнообразия рыбного населения, ассоциированного с биоценозом морских трав Каркинитского залива	22
Заключение	24
Список работ, опубликованных автором по теме диссертации	25

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1. Актуальность темы исследования

Значение прибрежных морских экосистем для человечества сложно переоценить: они характеризуется высокой продуктивностью и биоразнообразием; в зарослевых биоценозах прибрежных районов происходит нерест и нагул молоди многих видов рыб (Pauly et al., 2008). Прибрежные экосистемы выполняют регулирующую роль в формировании климата местности и предотвращении береговой эрозии (MEA, 2005); здесь также образуются сложные биоценозы, выполняющие функцию мощных биологических фильтров (Капков и др., 2006). Большая часть мировой добычи биологических ресурсов приходится на прибрежные зоны (Paul et al., 2008). Вместе с этим, прибрежные морские экосистемы становятся все менее стабильными из-за усиливающегося антропогенного воздействия: во всем мире данная зона является одной из самых густонаселенных и эксплуатируемых (Small, Nichols, 2003; Hallegate et al., 2013; Hinkel, et al., 2013; Luijendijk et al., 2018). Хозяйственная деятельность предполагает постоянный приток в прибрежные морские экосистемы загрязняющих веществ с суши, эвтрофикацию, строительство гидротехнических сооружений, дампинг, добычу полезных ископаемых, чрезмерную эксплуатацию биоресурсов, снижение биоразнообразия, инвазию чужеродных видов и многие другие негативные воздействия (Biological diversity..., 2012).

В Черном море, как в обособленном водоеме Мирового океана, последствия антропогенного пресса в большей мере ощутимы, чем в морях, имеющих свободный водообмен с океаном. Наиболее остро проявляются результаты антропогенного воздействия в изолированных районах – бухтах, заливах, лагунах (Зайцев, 2006).

Антропогенные воздействия в Каркинитском заливе Черного моря за последние 50 лет уникальны по своим масштабам. Вплоть до 2014 года

экосистема восточной части залива находилась под опресняющим воздействием Северо-Крымского канала (СКК). Функционирование, а затем прекращение его работы в Крыму привело к коренным перестройкам ихтиофауны данной акватории (Biological diversity..., 2012; Болтачев и др., 2009а, b; Болтачев, Карпова, 2012b; Карпова и др., 2016; Болтачев, Карпова, 2017). Добыча песка, осуществляемая в районе Бакальской косы, усугубила ее размыв, который начался в середине 90-х годов XX века и активизировался после шторма в ноябре 2007 года (Иванов и др., 2012); это привело к возможности свободного перемещения водных масс из глубоководной части залива в мелководную (Карпова и др., 2016; Болтачев, Карпова, 2017). Развитое в Каркинитском заливе браконьерство послужило одной из причин практически полного исчезновения осетровых Acipenseridae. Масштабный промысел травяной креветки *Palaemon adspersus* Rathke, 1837, который ведется в зарослях морских трав залива, ежегодно наносит урон молодежи промысловых рыб и охраняемым видам (Красная книга..., 2015; Болтачев и др., 2017).

Учитывая недостаточную изученность ихтиофауны Каркинитского залива, а также кардинальные изменения его гидрохимических и морфологических условий, повлекшие за собой перестройки в составе ихтиофауны, особую актуальность приобретает уточнение современного состава рыбного населения Каркинитского залива. Кроме этого, требуется оценка пространственных вариаций состава ихтиофауны залива в зависимости от экологических особенностей его западного и восточного подрайонов.

1.2. Степень разработанности проблемы исследования

До начала XXI века ихтиофауну Каркинитского залива целенаправленно не изучали. Работы, проводившиеся в 1950-х гг., были фрагментарными и осуществлялись в связи с комплексными гидробиологическими исследованиями высокопродуктивной северо-западной части Черного моря. Результатом этих работ стала монография К.А.

Виноградова (1960), в которой состав ихтиофауны (67 видов) указан лишь для двух участков Каркинитского залива: Джарылгачского залива (49 видов) и акватории п-ва Тарханкут (47 видов). Преимущественно для западной части залива А.Н. Световидов (1964) указывал около 50 видов рыб. На основе собственных и литературных данных Ю.В. Мовчан (2000) отмечал в Джарылгачском заливе и в окрестностях о-ва Джарылгач 56 видов и подвигов рыб. В 2006 г. была опубликована монография, в которой были обобщены результаты гидробиологических работ, проводившихся в 1960-е гг. в северо-западной части Черного моря, однако и в ней состав ихтиофауны непосредственно Каркинитского залива целенаправленно не рассматривался (Северо-западная..., 2006). Систематические ихтиологические и гидробиологические исследования в Каркинитском заливе проводятся лишь с 2008 г.

1.3. Цели и задачи исследования

Цель исследования – оценка современного состояния и характера изменений в сообществах рыб Каркинитского залива, произошедших за последние 50 лет под воздействием природных и антропогенных факторов.

Задачи исследования:

- 1) изучить современное таксономическое разнообразие рыб Каркинитского залива Черного моря, тренды его изменений и причины, их вызывающие;
- 2) выявить пространственную неоднородность и провести районирование ихтиофауны залива;
- 3) исследовать вариации структуры рыбного населения под воздействием природных и антропогенных факторов;
- 4) изучить процессы трансформации зарослевых ихтиоценов под влиянием изменений соленостного режима;
- 5) изучить эколого-биологические характеристики наиболее массовых и важных в промысловом отношении видов, оценить перспективы их использования.

1.4. Научная новизна

Проведено детальное и системное исследование рыбного населения Каркинитского залива – одного из наиболее крупных заливов Черного моря, в результате которого выявлено 108 видов рыб из 44 семейств. Впервые для акватории залива выполнено районирование, основанное на критериях таксономического сходства, выделены и описаны локальные ихтиоцены. Для акватории ООПТ «Лебяжьих островов» впервые проведена инвентаризация ихтиофауны.

Впервые исследованы процессы трансформации видового состава и структурных особенностей рыбных сообществ мелководной восточной части залива, приуроченных к зарослям морских трав, под воздействием резких колебаний солености вод прибрежной акватории, вызванной антропогенной деятельностью. Доказано влияние прекращения эксплуатации Северо-Крымского канала на структурно-функциональные характеристики и показатели обилия сообществ рыб Каркинитского залива.

1.5. Теоретическая и практическая значимость работы

Настоящая работа является одной из составных частей комплексных гидробиологических, ихтиологических, экологических и природоохранных исследований в прибрежной зоне Крымского полуострова. Полученные сведения расширяют представления о закономерностях трансформации локальных сообществ под воздействием антропогенных факторов. Результаты исследования позволят существенно пополнить общие представления об ихтиофауне Черного моря в целом. Материалы работы могут быть использованы при разработке мероприятий по рациональному использованию и сохранению биологического разнообразия в регионе, регулированию промысла с использованием креветочных вентерей, а также при разработке обоснования по выделению ООПТ в пределах северо-западного побережья Крымского полуострова.

1.6. Личный вклад автора

Тема, цель и задачи исследования определены автором совместно с

научным руководителем. Диссертант принимал непосредственное участие в экспедиционных исследованиях и отборе проб с 2015 по настоящее время, обработке ихтиологического материала и идентификации таксономической принадлежности, проведении биологического и морфологического анализов рыб, пополнения первичных массивов данных, а также статистической обработке и интерпретации результатов. Анализ и обобщение полученных результатов, формулировка выводов и основных защищаемых положений выполнены автором самостоятельно.

1.7. Методология и методы исследования

В работе применены классические гидробиологические и ихтиологические методики сбора и анализа материалов для исследования в сочетании с современными математическими и статистическими методами обработки и анализа данных.

1.8. Положения, выносимые на защиту

1. Ихтиофауна Каркинитского залива отличается высоким видовым богатством, за 70-летний период исследований здесь было зарегистрировано 108 видов рыб, принадлежащих к 75 родам, 45 семействам, 17 отрядам, из которых в настоящее время достоверно отмечается 80 видов рыб. Таксономический облик ихтиофауны определяют представители семейств бычковые Gobiidae, карповые Cyprinidae, игловые Syngnathidae, губановые Labridae, собачковые Blennidae, сельдевые Clupeidae, кефалевые Mugilidae и присосковые Gobiesocidae, доля которых составила 52% всех таксонов.

2. На акватории залива сформировались локальные ихтиоцены, отличающиеся по своему таксономическому составу и экологической структуре, на формирование которых преимущественное влияние оказали биотопические и гидрохимические особенности среды.

3. В западной части залива рыбные сообщества находятся в стабильном состоянии, а восточной регистрируются существенные вариации таксономического состава, характера доминирования, и экологической структуры ихтиоценов.

4. Динамика структуры рыбных сообществ, наблюдающаяся на протяжении последних десятилетий, связана с воздействием экологических факторов антропогенного происхождения, основными из которых являются изменение гидрохимического режима в результате эксплуатации Северо-Крымского канала, добыча песка и промысел, а вектор определяется трендом изменения гидрохимического режима.

5. Промысловая значимость акватории кардинально изменилась и в качестве перспективных объектов промысла в настоящее время здесь могут использоваться короткоциклового малоценный вид – атерина *Atherina pontica*, а также некоторые виды бычковых рыб (бычки травяник *Gobius ophiocephalus*, кругляк *Neogobius melanostomus*).

1.9. Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов определяется достаточным объемом собранного материала, применением методов, адекватных поставленным задачам и использованием апробированных статистических методов обработки данных.

Материалы диссертационной работы были представлены на 11 научных конференциях: VIII Международной научно-практической конференции «Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление» (Симферополь, 2016 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы» (Севастополь, 2016 г.), X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации «Pontus Euxinus 2017» (Севастополь, 2017), IV Всероссийской научно-практической конференции «Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий» (Сочи, 2017), Молодежной научной конференции «Морские исследования и рациональное природопользование» (Севастополь, 2018), V Научно-практической

молодежной конференции «ЭКОБИО–2018: Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами» (Севастополь, 2018), Международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование» (Керчь, 2018); Всероссийской научно-практической конференции «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России» (Краснодар, 2018); Научно-практической школе-конференции «Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана» (Новороссийск, 2018), Международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды – 2019» (Севастополь, 2019), Всероссийской онлайн-конференции «Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020» (Севастополь, 2020).

По теме диссертации опубликовано 16 работ (2 научные статьи, 1 авторское свидетельство о регистрации баз данных, 13 материалов и тезисов конференций), из них 3 работы опубликованы в изданиях, включенных в Перечень рекомендованных ВАК РФ.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научным руководителям – к.б.н. с.н.с. Карповой Евгении Павловне и к.б.н. Болтачеву Александру Романовичу за чуткое руководство и всестороннюю помощь в написании работы, а также всем коллегам, участвовавшим с автором в экспедиционных исследованиях, сборе и обработке материала.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Глава 1. Литературный обзор изученности ихтиофауны Каркинитского залива Черного моря

В главе приводится обзор таксономических и фаунистических исследований в северо-западной части Черного моря и Каркинитского залива. Рассмотрены основные этапы изучения ихтиофауны залива. Первый относится к периоду рыбопромысловых исследований начала и середины XX

в. как непосредственно в заливе, так и в северо-западной части Черного моря в целом. Второй этап в изучении ихтиофауны Каркинитского залива приурочен к периоду изменения гидрохимических характеристик вод его восточной мелководной части, вызванного сбросом пресной воды из системы СКК. С 2014 г. после прекращения подачи днепровской воды в систему СКК начался новый этап в изучении ихтиофауны залива. Мониторинговые исследования в данном районе позволят оценить изменения, происходящие в составе ихтиофауны Каркинитского залива в современный период.

Глава 2. Материал и методы исследований

Исследования проводились с 2008 по 2018 гг. в Каркинитском заливе от Джарылгачского залива до мыса Тарханкут, включая озера Бакальское и Панское в целом на 35 станциях (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема отбора проб в Каркинитском заливе в 2008-2018 гг.

Сбор проб осуществлялся с помощью креветочных вентерей с диаметром ячеи 6,5-8,0 мм, ручными сачками с диаметром ячеи 2-5 мм, жаберными сетями с диаметром ячеи от 12 до 22 мм. Отбирали пробы воды для определения солености и измеряли температуру воды.

Виды рыб идентифицировали по определителям для ихтиофауны Черного моря (Световидов, 1964; Васильева, 2007). Всего собрано и обработано 32193 экземпляра рыб. Биологический анализ проводился по

общеизвестным методикам (Правдин, 1966). Для оценки видового сходства рыбного населения в Каркинитском заливе вычислялся индекс Серенсена-Чекановского (К). Статистический анализ результатов проведен с использованием программ Statistica 10, Microsoft Excel 2018. Для оценки статистической значимости вариаций структуры ихтиофауны использован критерий Манна-Уитни (Халафян, 2007).

Глава 3. Физико-географическая и гидролого-гидрохимическая характеристика Каркинитского залива

3.1. Физико-географическая характеристика Каркинитского залива

Рассмотрены физико-географические особенности Каркинитского залива. Приведены характеристики для западной глубоководной и восточной мелководной частей залива.

3.2. Гидролого-гидрохимическая характеристика Каркинитского залива

В формировании гидрохимических характеристик Каркинитского залива выделены 3 этапа. Впервые получены оригинальные данные о трансформации гидрохимического режима кутовой части залива. В период до ввода в эксплуатацию СКК в Крыму, по литературным данным соленость в восточной части Каркинитского залива была повышенной, особенно в мелководных заливах во время интенсивного испарения летом. Период функционирования СКК охватывает промежуток времени с 1963 г. по 2014 г. и характеризуется активным сбросом пресной воды в акваторию восточной части Каркинитского залива, сельскохозяйственной деятельностью на берегах залива, строительством рисовых чеков и рыбоводных прудов. В результате этого соленость в отдельных районах восточной части залива была распределена неравномерно, области значительного распреснения, вплоть до олигогалинных вод (0,5-1,8‰), регистрировались в районах впадения сбросных каналов системы СКК, особенно в заливах, образованных устьями рек (Самарчик, Чатырлыкский). Период после прекращения работы СКК после 2014 г. характеризуется ростом солености в ранее распресненных районах – 25-26‰ в заливах Самарчик и Чатырлыкский.

Глава 4. Таксономический состав и эколого-биологическая характеристика ихтиофауны Каркинитского залива

4.1. Аннотированный список рыб Каркинитского залива

За всю историю ихтиологических исследований акватории, включая собственные данные, имеются сведения об обнаружении 108 видов рыб, принадлежащих к 75 родам, 44 семействам, 17 отрядам и 2 классам (хрящевые рыбы – Chondrichthyes и лучеперые рыбы – Actinopterygii). Результаты представлены в аннотированном списке рыб, содержащем основные сведения об истории обнаружения, текущем состоянии видов в Каркинитском заливе и их охранном статусе. В различные периоды наблюдений таксономический состав рыбного населения залива качественно отличался, что связано как с объективными изменениями, произошедшими под влиянием воздействия различных факторов, так и с методическими особенностями проводимых исследований.

Анализ временных вариаций, проведенный с использованием индекса видового сходства Серенсена-Чекановского, показал, что только 39 видов рыб из 108 являются общими для четырех выделенных периодов исследования, что составляет 36% от всего видового состава фауны рыб (табл. 1). Довольно высокое значение индекса сходства видового состава рыб Серенсена-Чекановского для периода середины XX века и начала 2000-х годов может быть связано с тем, что авторы последующих исследований при составлении видовых списков руководствовались литературными данными середины XX века. Высоко также значение индекса сходства между различными периодами наших исследований (0,92) ввиду регулярности проводимых работ.

Таблица 1

Коэффициент видового сходства Серенсена-Чекановского для ихтиофауны Каркинитского залива в различные периоды исследований

Период исследований	1950-1960-е гг.	2000-2006 гг.	2008-2014 гг.	2014-2018 гг.
1950-1960-е гг.	/	55*	51*	53*

2000-2006 гг.	0,79		43*	40*
2008-2014 гг. (наши данные)	0,65	0,61		69*
2014-2018 гг. (наши данные)	0,67	0,61	0,92	

*Примечание. Под чертой приведены значения индексов Серенсена-Чекановского для четырех временных периодов. Над чертой – число общих видов для сравниваемых временных периодов.

4.2. Долговременные изменения ихтиофауны Каркинитского залива

В целом нами отмечено в Каркинитском заливе 23 новых или неизвестных ранее для акватории вида рыб: 7 представителей пресноводного фаунистического комплекса (амурский чебачок *Pseudorasbora parva*, плотва *Rutilus rutilus*, горчак *Rhodeus amarus*, красноперка *Scardinius erythrophthalmus*, укляя *Alburnus alburnus*, серебряный карась *Carassius gibelio* и солнечный окунь *Lepomis gibbosus*), появившиеся в результате резких колебаний гидрохимического режима в восточной части залива, 8 рыб из семейства бычковые (бычки бурый *Gobius bucchichi*, кругляш *G. cobitis*, паганель *G. paganellus*, сурман *Ponticola cephalargoides*, рыжик *P. eurcephalus*, губан *P. platyrostris*, ротан *P. ratan* и лысун Бата *Pomatoschistus bathi*), зубарик *Diplodus puntazzo*, зеленый губан *Labrus viridis*, троепер *Tripterygion tripteronotus*, морские собачки сфинкс *Aidablennius sphynx* и павлин *Salaria pavo*, малоголовая *Apletodon dentatus*, толсторылая *Lepadogaster candolii* и одноцветная *Lepadogaster lepadogaster* рыбы присоски – преимущественно, виды атлантическо-средиземноморского фаунистического комплекса.

В современных исследованиях в Каркинитском заливе не отмечается 4 вида рыб: меч-рыба *Xiphias gladius*, солнечник *Zeus faber*, атлантический осетр *Acipenser sturio* и шип *Acipenser nudiiventris*, уже давно не регистрировавшиеся для крымского побережья Черного моря (Guchmanidze, 2009; Болтачев, Карпова, 2017). Из обобщенного списка видов рыб можно

исключить 3 спорных вида – мэнолу *Spicara maena* и обыкновенную смариду *S. smarís* ввиду сложности систематики рода *Spicara* (по нашему мнению, эти два вида ранее были неверно определены и подразумевают под собой смариду *S. flexuosa*) и узорчатого лысуна *Pomatoschistus pictus*, известного для Черного моря лишь по поимке двух экземпляров у берегов Анапы (Васильева, 2007). Тюлька *Clupeonella cultriverntris* и бычок-гонец *Ponticola gymnotrachelus* встречающиеся в распресненных участках северо-западной части Черного моря, современными исследованиями в Каркинитском заливе не отмечены.

Таким образом, современная ихтиофауна Каркинитского залива может быть представлена 99 видами рыб, принадлежащих к 70 родам, 43 семействам, 16 отрядам (табл. 2), из которых нами отмечены 80 видов. Основу формального таксономического разнообразия составляет семейство бычковых (16 видов); семейство карповых было представлено 8 видами рыб, игловых – 7 видами. По 6 видов насчитывают семейства губановые и собачковые, семейство сельдевые представлено 5 видами. Семейства кефалевых и присосковых представлены 4 видами каждое, осетровые и скумбриевые – 3. По 2 вида рыб отмечено для семейств атериновые, колюшковые Gasterosteidae, спаровые Sparidae и горбылевые Sciaenidae. Остальные 29 семейств насчитывают по одному виду.

Таблица 2

Таксономический состав ихтиофауны Каркинитского залива

N п/п	Отряд	Число видов		Число родов		Число семейств	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	Squaliformes	1	1,02	1	1,43	1	2,38
2	Rajiformes	2	2,04	2	2,86	2	4,76
3	Acipenseriformes	3	3,06	1	1,43	1	2,38
4	Anguiliformes	1	1,02	1	1,43	1	2,38
5	Clupeiformes	6	6,12	5	7,14	2	4,76
6	Cypriniformes	8	8,16	8	11,43	1	2,38
7	Salmoniformes	1	1,02	1	1,43	1	2,38
8	Gadiformes	2	2,04	2	2,86	2	4,76
9	Ophidiiformes	1	1,02	1	1,43	1	2,38

10	Mugiliformes	4	4,08	2	2,86	1	2,38
11	Atheriniformes	2	2,04	1	1,43	1	2,38
12	Beloniformes	1	1,02	1	1,43	1	2,38
13	Gasterosteiformes	9	9,18	5	7,14	2	4,76
14	Scorpaeniformes	2	2,04	2	2,86	2	4,76
15	Perciformes	52	52,04	33	47,14	19	45,24
16	Pleuronectiformes	4	4,08	4	5,71	4	9,52
	ВСЕГО	99	100	70	100	42	100

4.3. Пространственные вариации ихтиофауны Каркинитского залива

Принимая во внимание пространственную неоднородность биоценологических условий, определяемую в зависимости от экологических особенностей глубоководной и кутовой частей Каркинитского залива, были выявлены отличия в таксономическом составе ихтиофауны западной и восточной его частей. В западном подрайоне залива наблюдаются скально-каменистые биотопы с ассоциированным комплексом видов, значительно отличающимся от ихтиоценозов мягких грунтов и зарослей морских трав. В то же время, Ярылгачская бухта и озеро Панское, расположенные в западной части Каркинитского залива, имеют сходные с восточной частью экологические условия, с биоценозом морских трав, характерным и для кутовой части. Для оценки пространственных вариаций ихтиофауны Каркинитского залива проведено районирование с выделением трех отмеченных участков.

Из 80 отмеченных за последнее десятилетие видов рыб, общими для западного, восточного подрайонов и Ярылгачской бухты являются 31 вид, что составляет 39% видового состава. Для западной части Каркинитского залива около 71% видового богатства составляют представители 10 семейств из 31, обнаруженных в этом районе. В восточной части это 9 семейств из 25 (70%), в Ярылгачской бухте – 8 семейств из обнаруженных 20 (65,8%).

Наибольшим видовым богатством отличается семейство бычковых (16 видов в западной части (в том числе, в Ярылгачской бухте 10 видов) и 9 видов в восточной) (рис. 2). В кутовой части Каркинитского залива до 2014 г.

была велика доля карповых рыб (8 видов), не отмеченных для двух других районов. Семейство сельдевых было представлено 5 видами рыб для западной и восточной частей залива, в то же время, в Ярылгачской бухте был обнаружен только 1 вид этого семейства. Для каждого из трех районов отмечено по 4 вида кефалевых рыб.

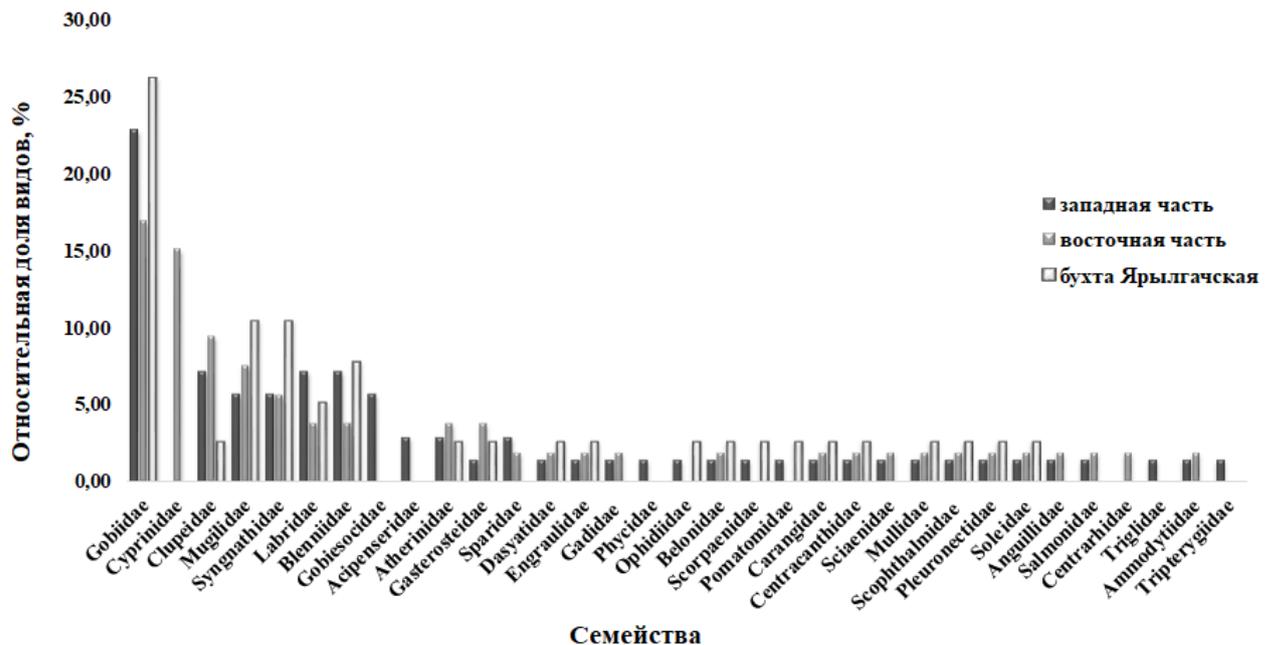


Рис. 2. Таксономическая структура ихтиофауны трех районов Каркинитского залива

В западной части Каркинитского залива закономерно большим видовым богатством отличались семейства губановых и собачковых (по 5 видов), игловых и присосковых (по 4 вида). Только для западной части залива были характерны представители семейств нитеперые налимы *Phycidae*, троеперовые *Tripterygiidae* и тригловые *Triglidae*, насчитывающие по 1 виду.

Для оценки пространственных вариаций в составе ихтиофауны Каркинитского залива проведен анализ состава рыбных сообществ для трех выделенных участков. В ходе сравнения выявлено, что индексы видового сходства между восточной и западной частями Каркинитского залива, а также Ярылгачской бухтой, весьма близки (табл. 3). При этом общими для трех сравниваемых районов оказались пелагические мигранты (анчоусовые *Engraulidae*, сельдевые, кефалевые), эврибионтные и эвригалинные игловые,

губановые и собачковые, а также представители морских по происхождению бычковых рыб (бычки родов *Gobius* и *Pomatoschistus*) и солоноватоводных понтических реликтов (бычки родов *Neogobius* и *Ponticola*). Для бухты Ярылгачской и кутовой мелководной части Каркинитского залива отмечен 31 общий вид – как правило, это представители семейства игловых, кефалевых, бычковых, атериновых, губановых – виды, жизненный цикл которых практически на всех стадиях связан с биоценозом морских трав.

Таблица 3

Значения индексов видового сходства Серенсена-Чекановского для различных подрайонов Каркинитского залива

Районы исследований	Восточная часть залива	Акватория полуострова Тарханкут	Бухта Ярылгачская, оз. Панское
Восточная часть залива		41*	31*
Акватория полуострова Тарханкут	0,68		38*
Бухта Ярылгачская	0,68	0,68	

*Примечание. Под чертой приведены значения индексов Серенсена-Чекановского для четырех временных периодов. Над чертой показано число общих видов для попарно сравниваемых районов

Несмотря на довольно высокое сходство ихтиофаун акватории полуострова Тарханкут и восточной части Каркинитского залива (здесь отмечено 41 общий вид рыб), состав рыбного населения западной части залива по видовому богатству близок к таковому у юго-западного берега Крыма. Характерными биотопами в этих районах являются твердые субстраты – крупные камни, валуны и обломки скал, поросшие зарослями макрофитов (Болтачев, Карпова, 2017). Отличительная особенность западного подрайона Каркинитского залива – обилие как морских по происхождению видов, так и богатство солоноватоводных понто-каспийских бычков родов *Neogobius* и *Ponticola* – эврибионтного бычка-кругляка и

довольно малочисленных видов бычковых – губана, ротана, сурмана и рыжика, отмечающихся также и в восточной части Каркинитского залива.

Таким образом, ихтиофауна Каркинитского залива имеет черты сходства на различных его участках, что закономерно для близко расположенных акваторий. С другой стороны, биотопические и экологические особенности восточной части залива сформировали значительные по площади зарослевые биоценозы, рыбное население которых отличается своим видовым составом, наличием развитых группировок солоноватоводных, а также пресноводных видов, приуроченных к местам сброса пресных вод. Дальнейшую динамику состава рыбного населения Каркинитского залива под влиянием антропогенных факторов можно наиболее полно отследить на примере процессов, происходящих в восточной части залива.

Глава 5. Трансформация видового состава ихтиофауны Каркинитского залива под влиянием природных и антропогенных факторов

5.1. Пространственные вариации сообществ рыб в пределах восточной части Каркинитского залива

Характеристика видового состава сообществ рыб восточной части Каркинитского залива проведена для двух временных периодов. Первый период охватывает 2008-2014 гг. – время активного сброса пресной воды из СКК в акваторию кутовой части залива. Второй – с 2015 по 2018 гг., после прекращения функционирования СКК в Крыму.

Изменения, произошедшие в структуре сообществ рыб, достаточно наглядно отражаются при сравнении относительной доли различных видов рыб в уловах (рис. 3, 4). В Чартырлыкском заливе (устьевое расширение реки Чатырлык) в 2008-2014 гг. как по численности, так и по биомассе выделяются бычковые – кругляк (36,16% и 40,20% соответственно) и песочник *N. fluviatilis* (32,97% и 25,39% соответственно). В этом районе также регистрировались карповые рыбы – серебряный карась (6,90% по численности и 13,71% по биомассе) и укляя (2,80% по численности и 2,68%

по биомассе). Разнообразны по видовому составу, но малочисленны и другие представители семейства (плотва, горчак, красноперка) и солнечный окунь из семейства центрарховых.

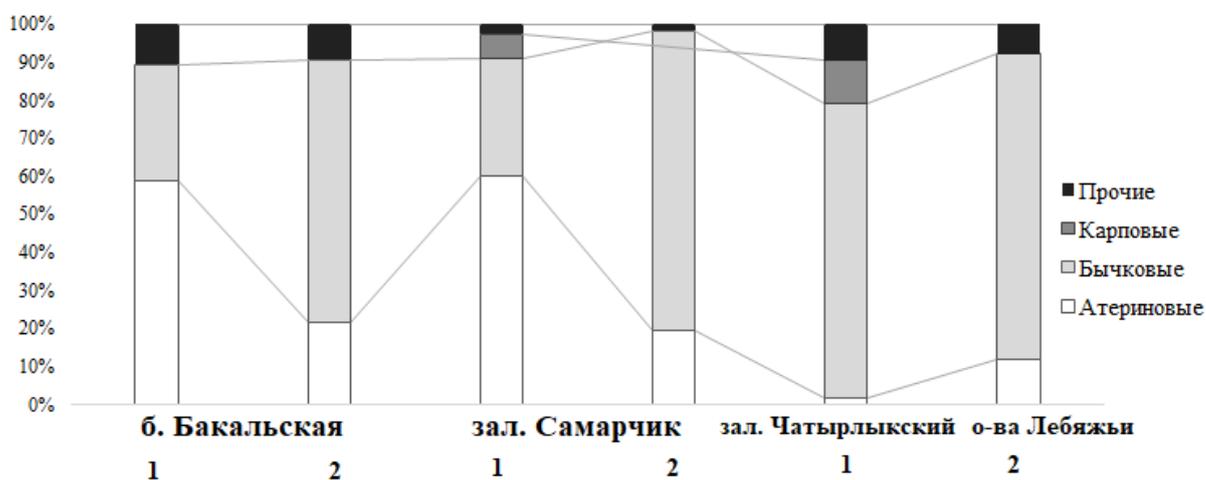


Рис. 3. Относительная численность основных групп рыб в уловах в восточной части Каркинитского залива в период 2008-2014 гг. (1) и 2015-2018 гг. (2)

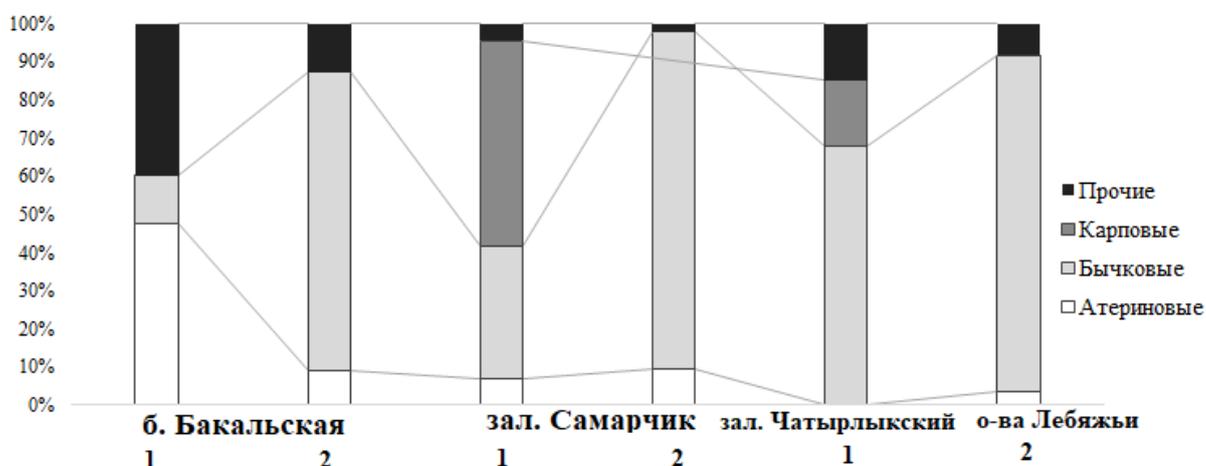


Рис. 4. Относительная масса основных групп рыб в уловах в восточной части Каркинитского залива в период 2008-2014 гг. (1) и 2015-2018 гг. (2)

В заливе Самарчик (устьевое расширение одноименной реки) в 2008-2014 гг. помимо бычков песочника и кругляка, численность которых достигала довольно высоких значений (35,29% и 47,06% соответственно), регистрировался серебряный карась (10,59% по численности), который являлся супердоминантом по массе – 58,53%. По массе помимо карася высок вклад бычка-кругляка (32,06%); доля песочника составила 8,05%. После 2014

гг. в заливе Самарчик отмечается полная элиминация пресноводной ихтиофауны, но все еще высока доля солоноватоводных понто-каспийских бычков – песочника (58,06% по численности и 60,43% по биомассе) и кругляка (16,20% по численности и 22,7% по биомассе).

Западнее залива Самарчик, в акватории, граничащей с Лебяжьими островами – у пос. Портовое, в 2015-2018 гг. по численности и биомассе выделяется бычок-травяник, доля которого составила соответственно 33,35% и 51,04% от всего состава улова. Значителен вклад бычка-кругляка – 34,56% по численности и 32,18% по биомассе. На третьем месте по численности – черноморская атерина, доля которой составила 11,10% по численности, но невысока по биомассе ввиду мелких размеров вида (3%).

В акваториях, расположенных ближе к открытой части залива (Бакальская бухта), в 2008-2014 гг. наблюдалась иная картина: супердоминантом является черноморская атерина (59,01% по численности и 22,37 по биомассе), многочисленны крупные бычковые – кругляк (13,23% по численности и 33,53% по массе) и травяник (10,14% по численности и 21,41% по массе). Некрупный черный бычок *G. niger* в общем улове по численности и биомассе составлял 5,09% и 3,37% соответственно. За период 2015-2018 гг. в Бакальской бухте бычок-травяник по численности занимал 43,35%, а по биомассе являлся супердоминантом – 55,47%. Черноморская атерина также была многочисленна, ее доля составила 21,33% от всего улова. Черный бычок, как и эврибионтный бычок-кругляк занимали третье место по численности – их вклад более 10% в общую картину улова. Доля бычка-кругляка по биомассе была также высока – 16,32% за счет вылова крупных особей.

Таким образом, период 2008-2014 гг. является достаточно стабильным в отношении временных вариаций в составе рыбного населения восточной части Каркинитского залива, и характеризуется лишь некоторыми пространственными изменениями, а также вкладом различных видов рыб в общую картину разнообразия. После 2015 г. в восточной части

Каркинитского залива наблюдались заметные сдвиги в структуре рыбных сообществ восточной части Каркинитского очевидно связанные с изменением гидрохимического режима.

5.2. Динамика разнообразия рыбного населения, ассоциированного с биоценозом морских трав Каркинитского залива

В Каркинитском заливе обширные площади дна у берегов занимают заросли морских трав – особый биоценоз, где происходит активный нерест, рост молоди и нагул оседлых и мигрирующих видов рыб (Гордина, 1974; Болтачев, Карпова, 2012).

Наиболее полно динамика разнообразия рыбного населения, ассоциированного с биоценозом морских трав в восточной части Каркинитского залива прослежена для Бакальской бухты, где по данным уловов креветочных вентерей было отмечено 38 видов рыб из 20 семейств (рис. 5, 6).

Заметен рост доли бычка-травяника как по численности, так и по биомассе: если в период 2012-2014 гг. в уловах вентерей этот вид занимал третье место по численности и биомассе (9,57% и 20,54% от общего улова соответственно) после атерины (60,53% по численности и 24,29% по биомассе) и бычка-кругляка (13,57% по численности и 33,17% по биомассе), то в 2015-2018 гг. доля травяника в уловах достоверно ($U=53,0$ при уровне значимости $p < 0,05$, $N_1=20$, $N_2=17$) увеличилась до 33,01% по численности и 50% по биомассе.

На фоне роста в уловах доли бычка-травяника произошло перераспределение структуры доминирования, в первую очередь снижение доли черноморской атерины в уловах 2015-2018 гг.

Также прослеживается тенденция уменьшения в уловах доли бычка-кругляка: если в 2012-2014 гг. этот вид лидировал по биомассе, то в 2015-2018 гг. его вклад составлял 13,7% по биомассе и 7,39% по численности. Снижение в уловах доли бычка-кругляка статистически достоверно ($U=29,5$ при уровне значимости $p < 0,05$, $N_1=19$, $N_2=17$).

Нами также отмечено значимое на уровне $p < 0,05$ увеличение доли в уловах вентерей черного бычка – с 5,16% до 7,71% по численности ($U=28,5$, $N_1=13$, $N_2=12$), а также некоторое снижение доли солоноватоводного трубконосого бычка *Proterorhinus marmoratus* – с 1,88% до 0,92% по численности.

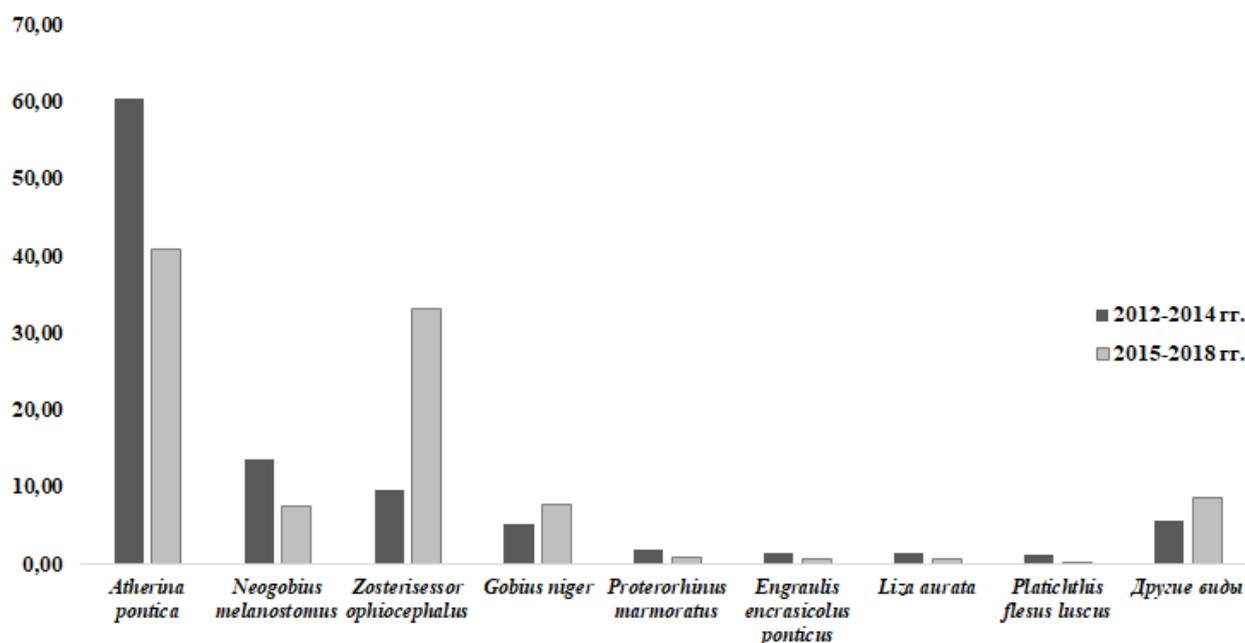


Рис. 5. Динамика состава рыбного населения, ассоциированного с биоценозом морских трав в Бакальской бухте по численности

Среди прочих видов рыб отмечен рост в уловах представителей морского фаунистического комплекса – черноморской ставриды *Trachurus mediterraneus* и султанки *Mullus barbatus*. Доля ставриды по численности по сравнению с периодом 2012-2014 гг. увеличилась с 0,23% до 0,82%, а по биомассе с 1,14% до 3,42%. Султанка в уловах 2012-2014 гг. в целом не была зафиксирована, в настоящее время ее доля по численности от общего состава рыб – 1,2%.

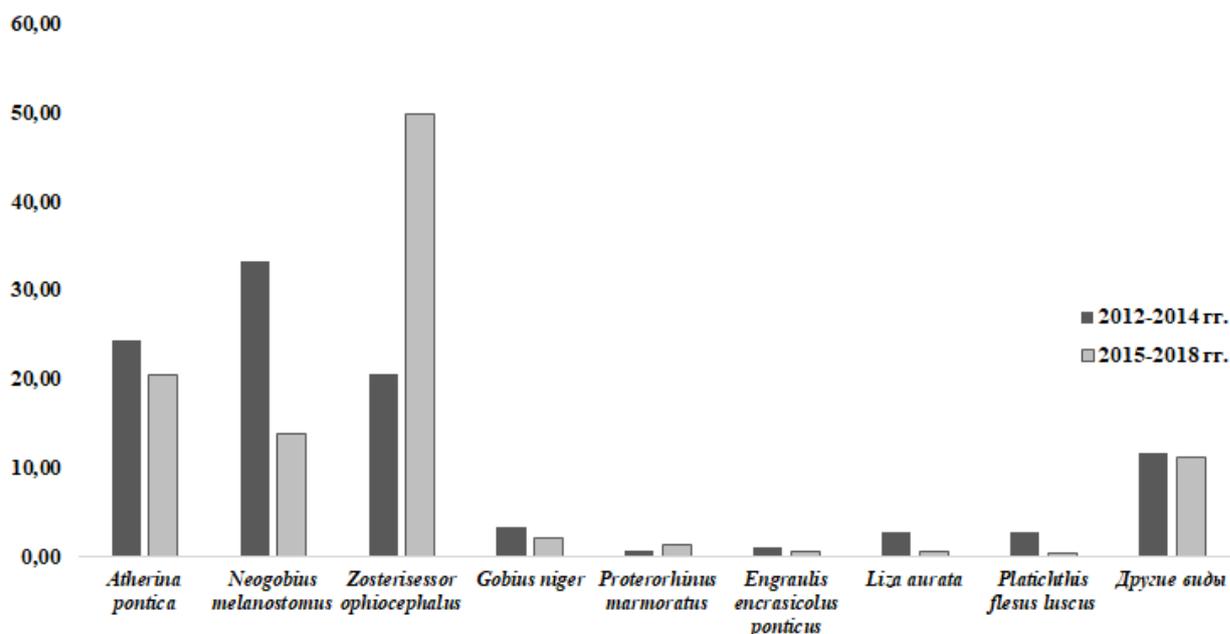


Рис. 6. Динамика состава рыбного населения, ассоциированного с биоценозом морских трав в Бакальской бухте по биомассе

Заключение

В работе проведено детальное и системное исследование состава ихтиофауны Каркинитского залива и изменений ее структуры под воздействием природных и антропогенных факторов. Полученные результаты позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Общий состав ихтиофауны Каркинитского залива насчитывает 108 видов рыб, принадлежащих к 75 родам, 44 семействам, 17 отрядам и 2 классам (хрящевые рыбы – Chondrichthyes и лучеперые рыбы – Actinopterygii), из которых в настоящее время отмечается 80 видов рыб. По видовому богатству заметно выделяется семейство бычковых (16 видов рыб).

2. На формирование гидрохимических характеристик восточной части Каркинитского залива и облика ихтиофауны повлияло функционирование Северо-Крымского канала. За период исследований соленость вод была распределена неравномерно: регистрировались как акватории с повышенной соленостью (мелководный Перекопский залив, более 35‰), так и олигогалинные воды (0,5-1,8‰) в районах сброса пресных вод из системы СКК в заливах, образованных устьями сухоречий (Самарчик, Чатырлыкский).

3. Впервые для акватории Каркинитского залива выполнено районирование, основанное на критериях таксономического сходства, описаны локальные ихтиоцены. Ихтиофауна Каркинитского залива сходна на различных его участках, поскольку изменение гидрохимических условий в восточной части способствует более равномерному распределению здесь морских видов и снижению различий в рыбных сообществах.

4. Биотопические и экологические особенности мелководной части залива сформировали значительные по площади зарослевые биоценозы, рыбное население которых отличается по видовому составу, наличию развитых группировок солоноватоводных и пресноводных видов.

5. Прослежена трансформация видового состава и структурных особенностей рыбных сообществ мелководной восточной части залива, приуроченных к зарослям морских трав: доказан рост в уловах доли морских по происхождению видов рыб.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. **Belogurova R. E., Karpova E. P., Ablyazov E. R.** Long-Term Changes in the Fish Fauna of the Karkinitsky Gulf of the Black Sea // *Russian Journal of Marine Biology*. 2020. Vol. 46, no. 6. P. 452-460. DOI: 10.1134/S1063074020060036.

2. **Белогурова Р. Е.** К истории ихтиофаунистических исследований Каркинитского залива Черного моря // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2020. № 2. С. 26-35. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-26-35/

Свидетельства о регистрации баз данных

3. А. с. 2020620737. Морфометрические признаки бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) различных акваторий Черного моря (2015-2017 гг.) / **Белогурова Р. Е.**; № 2020620614; заявл. 03.04.2020, опубл. 29.04.2020 Бюл. № 5.

Публикации в других научных изданиях

4. **Прищеп Р. Е.**, Карпова Е. П. Современное состояние популяций охраняемого вида *Syngnathus typhle* Linnarus, 1758 (длиннорылая игла-рыба) у побережья Крыма // Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Тезисы VIII Международной научно-практической конференции. Симферополь, 28-30 апреля 2016 года. Симферополь, Издательство: ООО «Эльиньо». С. 332-334.

5. Карпова Е. П., Болтачев А. Р., Аблязов Э. Р., **Прищеп Р. Е.** Сообщества рыб Каркинитского залива // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 томах, Севастополь, 19-24 сентября 2016 г. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. С. 86-89.

6. **Прищеп Р. Е.** Структурные характеристики сообществ рыб Каркинитского залива в ноябре 2015 года // Pontus Euxinus 2017. Тезисы X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации, Севастополь, 11-16 сентября 2017 г. Севастополь, Издательство: DigitPrint, 2017. С. 171-174.

7. Карпова Е. П., Болтачев А. Р., **Прищеп Р. Е.** Мониторинговые исследования ихтиофауны в районе заповедника «Лебяжьих острова» (Крым, Каркинитский залив) // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Сочи, 01-03 ноября 2017 г. Сочи, Издательство: ГКУ Краснодарского края «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности». С. 121-128.

8. **Прищеп Р. Е.**, Болтачев А. Р. Охраняемые виды рыб Каркинитского залива и Тарханкутского полуострова // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Сборник статей IV Всероссийской

научно-практической конференции, Сочи, 01-03 ноября 2017 г. Сочи, Издательство: ГКУ Краснодарского края «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности». С. 232-238.

9. **Прищеп Р. Е.** Фенетическое разнообразие популяции бычка кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) западного побережья Крыма (Каркинитский залив и озеро Донузлав, Черное море) // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана : сб. тез. науч.-практ. шк.-конф., Новороссийск, Краснодарский край, Россия, 23–27 апреля 2018 г. Севастополь : ФГБНУ «Институт природно-технических систем», 2018. С. 128-129.

10. Артемьева Я. П., **Прищеп Р. Е.** Популяционные характеристики массового вида атерина черноморская (*Atherina pontica* Eichwald, 1838) как перспективного объекта хозяйственного использования // Морские исследования и рациональное природопользование. Материалы молодежной научной конференции, Севастополь, 19-23 сентября 2018 года. Издательство: Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва). С. 180-183.

11. **Прищеп Р. Е.** Особенности внутривидовой структуры бычка кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)) Черного моря // ЭКОБИО–2018: Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами : сб. материалов V науч.-практ. молодежной конф., Севастополь, 8–11 октября 2018 г. Севастополь : Филиал МГУ в г. Севастополе, 2018. С. 132-135.

12. **Прищеп Р. Е.**, Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Разнообразие бычковых рыб (Perciformes: Gobiidae) Каркинитского залива (Черноморское побережье Крымского полуострова) // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Керчь, 19–23 сентября 2018 г. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 259-265.

13. **Прищепа Р. Е.**, Болтачев А. Р., Карпова Е. П., Аблязов Э. Р., Данилюк О. Н. Динамика популяционных характеристик черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, 1956) крымского побережья Каркинитского залива и озера Донузлав (Черное море) // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России : материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Краснодар, 17–19 мая 2018. Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2018. С. 203-207.

14. **Белогурова Р. Е.**, Карпова Е. П., Аблязов Э. Р. Экологические проблемы восточной части Каркинитского залива // Системы контроля окружающей среды – 2019 : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Севастополь, 12–13 сентября 2019 г. Севастополь : ИПТС, 2019. С. 171.

15. **Belogurova R. E.** Morphological diversity in round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) (Pisces, Actinopterygii, Gobiidae) from the Black Sea // Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020 : тез. докл. Всерос. онлайн-конф., 19–22 октября 2020 г., Севастополь, Российская Федерация. Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2020. С. 12-13.

16. **Белогурова Р. Е.**, Киселева М. О. Особенности биологии бычка-мартовика *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) у берегов Крымского полуострова // Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020 : тез. докл. Всерос. онлайн-конф., 19–22 октября 2020 г., Севастополь, Российская Федерация. Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2020. С. 23-24.