ООО «ЛУКОЙЛ-
Нижневолжскнефть»

Волжско-Каспийский
филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«КаспНИРХ»)

ЛУКОЙЛ

МАТЕРИАЛЫ
IX научно-практической конференции
с международным участием

«ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

Астрахань, 10 ноября 2023 г.

УДК 274.5:665.6 (262.81)

Редакционный совет:

Ардабьева А.Г., к.б.н.
Барабанов В.В., к.б.н.
Зубкова Т.С., к.б.н.
Калмыков В.А., к.б.н.
Кашин Д.В.
Козлова Н.В., к.б.н.
Левашина Н.В., к.б.н.
Макарова Е.Г., к.б.н.
Михайлова А.В., к.б.н.
Помогаева Т.В.
Пятиколова О.В., к.б.н.
Разников В.П., к.б.н.
Сафаралиев И.А., к.б.н.
Тихонова Э.Ю., к.б.н.
Ткач В.Н., к.т.н.

Материалы IX научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (10 ноября 2023 г., Астрахань). – Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 2023. – 236 с.

ISBN 978-5-6047231-1-1

ВВЕДЕНИЕ

Приветствуем участников IX научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений»!

Уже много лет Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») сотрудничает с нефтегазодобывающими компаниями и проводит исследования в Каспийском море для оценки фонового состояния биоресурсов в условиях поисково-разведочных работ, добычи и транспортировки нефтеуглеводородов.

Впервые фоновый эколого-рыбохозяйственный мониторинг состояния водных биологических ресурсов и среды обитания в целях промышленного освоения углеводородного сырья КаспНИРХ начал проводить в ноябре 1997 г., за год до начала поисково-оценочных работ на структуре Хвалынская – лицензионном участке «Северный» ОАО «ЛУКОЙЛ». Полученные материалы позволили пополнить информационный банк данных о состоянии экосистемы в районе планируемых работ до начала промышленного освоения углеводородного сырья на лицензионном участке «Северный». Мониторинговые исследования в дальнейшем проводились практически ежегодно и включали в себя оценку состояния и распределение абиотических характеристик, кормовых организмов, ихтиофауны; изучение сезонных изменений в части физиолого-биохимического, бактериологического и паразитологического состояния рыб, накопления в них токсикантов; оценку качества морских вод методом биотестирования.

За более чем 25-летний период накоплен огромный объем научных материалов, который позволяет дать комплексную оценку состояния биологических ресурсов и продуктивных свойств экосистемы Каспийского моря в районе освоения нефтегазовых месторождений.

Каспийское море – один из самых уникальных внутриконтинентальных водоемов в мире. Интенсивная солнечная радиация, богатый биогенный сток, благоприятное сочетание гидролого-гидрохимических параметров определяют его высокую биологическую продуктивность и разнообразие. Ихтиофауна Каспийского бассейна насчитывает около 150 видов и подвидов рыб, наиболее ценные – осетровые рыбы.

Однако в последние десятилетия в экосистеме Каспия произошли крупные изменения, обусловленные негативными антропогенными и природными факторами. Их совокупное воздействие существенно отразилось на популяциях промысловых объектов. Наша задача – совместными усилиями максимально сохранить уникальную экосистему нашего моря: ответственно относясь к соблюдению экологической безопасности при обустройстве и эксплуатации нефтегазовых месторождений и отслеживая все возможные изменения в состоянии биоты и среды ее обитания, предупреждать негативные последствия.

Желаем участникам IX научно-практической конференции плодотворной работы, хороших результатов в деятельности на благо моря и будущих поколений.

УДК 574.34 / 639.21

ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАСПИЙСКОГО РЫБЦА *VIMBA VIMBA PERSA* (PALLAS, 1814) ТЕРСКО-КАСПИЙСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОДРАЙОНА

Абдусамадов А.С.,
Шабанова М.М.,
Гаджиева Д.Г.
Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО».
Россия, Республика Дагестан, 367022, г. Махачкала,
ул. Абубакарова, д. 10, dokaspiy@mail.ru

Аннотация. Приведена промыслово-биологическая характеристика каспийского рыбца, полученная в ходе проведенных исследований у дагестанского побережья Каспийского моря. Результаты исследований показывают благоприятное состояние запасов каспийского рыбца, которые, как и урожайность молоди, существенно увеличились за последние 10 лет. Анализ среднего многолетнего возрастного состава нерестовых популяций каспийского рыбца оказывает, что в нем преобладают рыбы в возрасте 4 года - 38,1%. Рыбы в возрасте 5 и 6 лет составляют, соответственно, 30 и 18%. Охват ресурсными исследованиями новых районов у побережья моря, к югу от о. Чечень, вплоть до устья реки Самур, позволил вовлечь в промысел дополнительные, ранее не использовавшиеся запасы рыбца. Как следствие вылов такого ценного объекта, как каспийский рыбец увеличился до максимальных за всю историю рыболовства на Каспии показателей.

Ключевые слова: каспийский рыбец, ареал, Терско-Каспийский подрайон, запасы, промысел, воспроизводство.

Эффективность формирования запасов водных биологических ресурсов Терско-Каспийского рыбохозяйственного подрайона зависит, преимущественно, от таких факторов, как колебания уровня моря, зарегулирование стока рек, нарушение миграционных путей, загрязнение, перелов, браконьерство и др. В последний период на дагестанском побережье моря происходит снижение промысловых запасов и уловов воблы, леща, кутума, сома, щуки. В то же время запасы и уловы сазана, каспийского рыбца и ряда мелких пресноводных рыб увеличиваются. В этой связи представляет интерес исследование состояния запасов и промысла рыбца, как одного из востребованных на рынке видов рыб.

Ареал каспийского рыбца охватывает практически все Каспийское море [Берг, 1932]. Преимущественно обитает на западе Среднего и Южного Каспия, образуя наибольшую численность у побережий Дагестана и Азербайджана [Глебов, 1932; Абдусамадов и др., 2001]. Отдельные стороны биологии и экологии каспийского рыбца, являющегося подвидом рыбца, описаны в литературе [Глебов, 1941; Берлянд,1953;

Демин, 1949, 1955; Мурзабекова, 1968; Шихшабеков, 1975; Кулиев, 1998; Абдусамадов и др., 2001]. В настоящей статье представлена промыслово-биологическая характеристика каспийского рыбца у дагестанского побережья Каспийского моря, которая дается по результатам ежегодных исследований отдела «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Каспийский рыбец - полупроходная рыба. В течение всего года, за исключением весеннего нерестового периода, рыбец обитает в море, вдали от берегов и недоступен для промысла. Кратковременно совершает весенние нерестовые миграции в прибрежные воды вблизи устьев рек, а также в реки Терек, Сулак, Самур, Кура и др.

Исходя из экологических особенностей рыбца, промысел его ориентирован на вылов нерестовых популяций в период миграций у побережья моря в марте-апреле. В прошлом, до 1950-х годов, вылавливали во внутренних водоемах Дагестана, расположенных у устьев рек в мае и в небольших объемах - в июне. Уловы были небольшие, до 100-120 т в год [Глебов, 1941]. В последующем, в соответствии с правилами рыболовства 1961 года, промысел в мае-июне был запрещен и, соответственно, вылов рыбца во внутренних водоемах был прекращен. Вплоть до 2014 года промысел рыбца в Дагестане осуществлялся лишь в прибрежье моря, в качестве прилова при добыче сельдей закидными неводами в районе Каякент-Дербент. Уловы были незначительными и не превышали 1-1,5 т в год.

В целях рационального использования запасов морских, полупроходных и речных рыб и учитывая неиспользуемые резервы их промысла на дагестанском побережье Каспия, в правила рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна были внесены изменения, позволившие начать у дагестанского побережья Каспия промысел таких видов рыб, как сельди, кефали, кутум, рыбец и др. В результате этого промышленники начали активно осуществлять лов рыбца в новых районах к югу от о. Чечень, в которых запасы данного объекта ранее практически не использовались.

В новых районах были проведены соответствующие научные исследования, позволившие оценить здесь запасы и разработать прогнозы вылова рыб, в том числе и рыбца. В результате проведенных исследований промысловые запасы рыбца у побережья Дагестана за период 2014 по 2024 гг., с учетом запасов в новых районах промысла, увеличились от 155 до 1890 т. (рисунок 1).

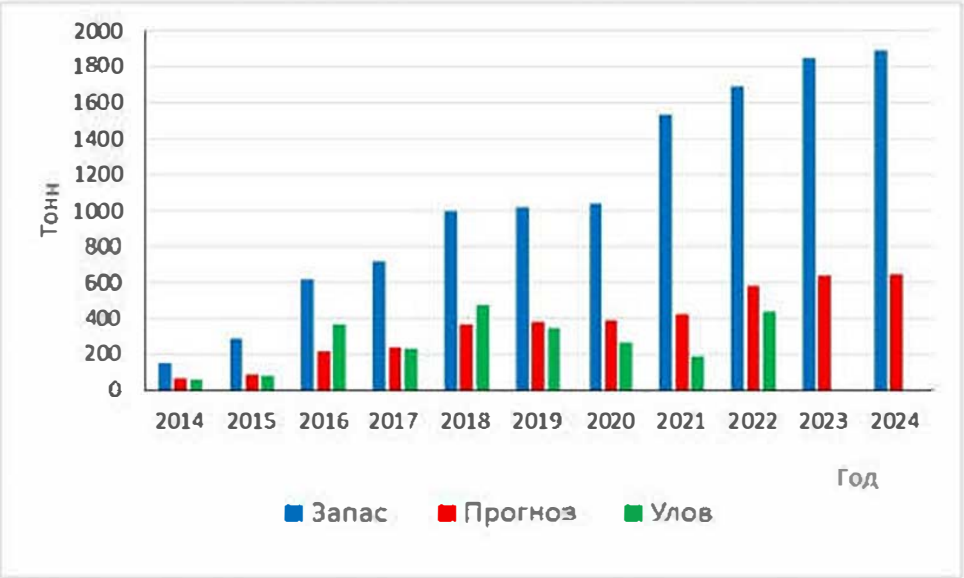


Рисунок 1 – Динамика запасов, прогнозов и уловов каспийского рыбца на дагестанском побережье Каспия в 2014-2024 гг.

Столь стремительное увеличение оцененных запасов рыбца связано с ежегодным расширением района обследованной акватории, а также с стабильными условиями воспроизводства. Численность воспроизводимой молоди рыбца на обследованной акватории за период с 2014 по 2019 гг. увеличилась с 2,9 до 5,12 млрд. экз. (рисунок 2). В 2020-2022 годы урожайность молоди рыбца несколько снизилась и в 2022 г. составила 4,65 млрд. экз. В целом популяции рыбца 2016-2022 гг. характеризуются урожайными поколениями, что позволяет формировать стабильно высокие запасы рыбца в районе.

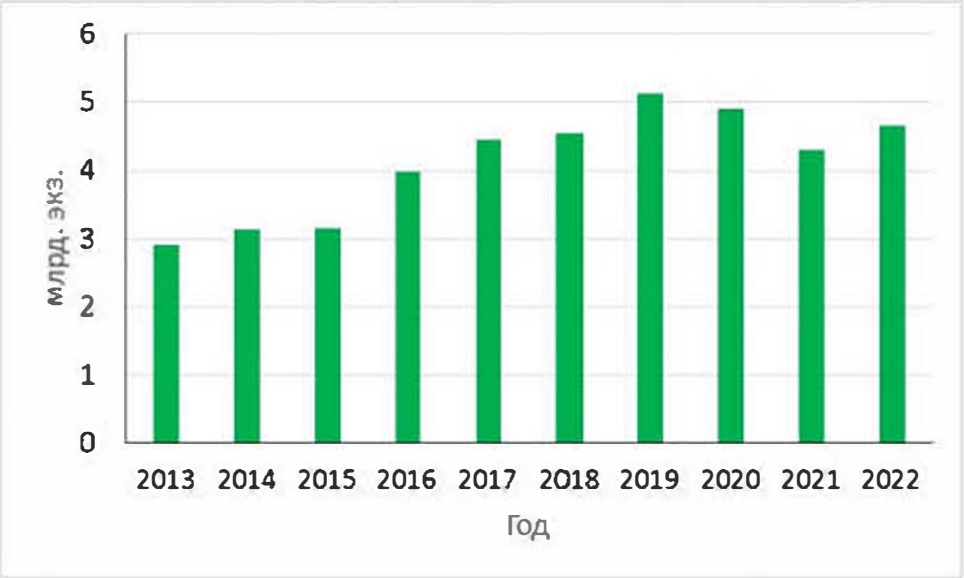


Рисунок 2 – Урожайность молоди каспийского рыбца в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне

Соответственно с ростом промысловых запасов за период с 2014 по 2024 гг. увеличились также и показатели рекомендованного вылова рыбца с 65 до 645 т, т.е. почти в 10 раз. При этом уловы за период с 2014 по 2022 гг. возросли в 7 раз, с 62 до 440 т.

Проведенные наблюдения показывают, что в весенний период нерестовой миграции, рыбец встречается по всему дагестанскому побережью Каспия от устья реки Самура на юге до устья реки Кумы на севере. Относительно высокие концентрации образует в районе острова Чечень, в устьевых взморьях рек Терек, Сулак, в прибрежье моря вдоль Аграханского полуострова. Большая часть популяции рыбца зимой держится в море, в некотором отдалении от берегов, в конце марта подходит в прибрежные воды. Рыбец преимущественно вылавливается на крайновском и терско-сулакском побережье моря – до 82 % от общего улова. Показатели промысла, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о стабильном состоянии популяций рыбца за ряд последних лет. Уловы на усилие в обловленном пространстве колеблются в пределах, от 342 до 647 т/км^3, составив в среднем за последние 9 лет 448 т/км^3.

Таблица 1 – Показатели промысла рыбца у дагестанского побережья в 2014-2022 гг.

Показатели	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Уловы тонн	59,2	83,1	366,6	230,1	476,4	345,6	264	185,9	439
Промысловое усилие км^3	0,173	0,225	0,733	0,625	0,736	0,725	0,623	0,457	0,886
Вылов на усилие, т/км^3	342,2	369,3	500,1	368,2	647,3	476,7	423,8	406,8	495,5

В промысловых и научно-исследовательских сетных, вентерных уловах 2022 года рыбец представлен в возрасте 3-7 лет, преобладали 5-6-годовики, вместе составившие 66,5 % от всей популяции. Средний возраст рыбца составил 5,0 лет, средняя длина – 20,6 см, средняя масса – 146 г, средний коэффициент упитанности – 1,66 % (таблица 2).

Таблица 2 – Промыслово-биологическая характеристика рыбца у дагестанского побережья Каспия в уловах 2022 г. (проанализировано 212 экз.)

Показатели	Возраст, годы					Средние
	3	4	5	6	7	
Длина, см	18,8	19,5	20,4	21,6	23,9	20,6
Прирост, см	-	0,7	0,9	1,2	2,3	-
Масса, г	119	124	141	163	224	146
Прирост, г	-	5	17	22	61	-
Упитанность по Фультону	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,66
% возрастной группы	6,1	22,6	37,3	29,2	4,7	5,0 лет
Самки, %	38,5	60,4	51,9	63,9	70,0	57,5
Самцы, %	61,5	39,6	48,1	36,1	30,0	42,5

В 2013-2022 гг. в основном преобладали младшие и средние возрастные категории - 3-6-годовики, средний возраст колебался от 4,1 до 5,0 лет, при длине тела от 19,9 до 22,3 см и массе от 146 до 189 г (таблица 3).

Таблица 3 – Возрастной состав рыбца у дагестанского побережья в 2013-2022гг.

Годы	Возраст, %							Ср. возраст, T, лет	Ср. длина, L, см	Ср. масса, P, г
	2	3	4	5	6	7	8			
2013	1,3	8,9	39,6	25,7	15,8	7,4	1,3	4,7	21,2	188
2014	0,7	16,7	61,9	11,9	6,5	2,3	-	4,1	19,9	159
2015	-	8,8	45,9	23,9	15,3	5,4	0,7	4,8	21,2	178
2016	-	6,8	38,2	30,9	20,1	4,0	-	4,8	21,3	188
2017	-	6,7	38,1	30,9	20,2	4,0	-	4,8	21,2	189
2018	-	3,6	35,2	37,2	19,4	4,5	-	4,7	20,2	149
2019	-	5,1	34,9	36,5	18,2	5,3	-	4,8	20,8	151
2020	-	5,1	35,0	36,2	18,3	5,4	-	5,0	22,3	160
2021	-	11,5	29,5	32,8	16,4	9,8	-	4,8	20,9	164
2022	-	6,1	22,6	37,3	29,2	4,7	-	5,0	20,6	146

Анализ среднего многолетнего возрастного состава нерестовых популяций каспийского рыбца показывает, что в нем преобладают рыбы в возрасте 4 года - 38,1%. Рыбы в возрасте 5 и 6 лет составляют, соответственно, 30 и 18% (рисунок 3).

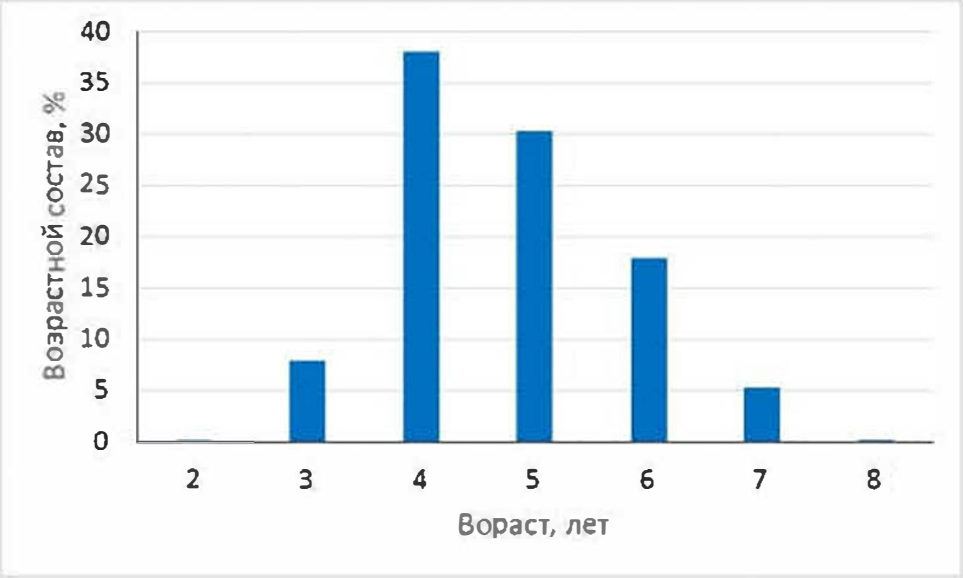


Рисунок 3 – Средний многолетний (2013-2022 гг.) возрастной состав нерестовых популяций каспийского рыбца

В ближайшие 2024 и 2025 годы прогнозируется увеличение запасов и рекомендованного вылова рыбца, так как в промысловое использование вступят и высокоурожайные поколения 2021-2022 гг., следовательно, пополнение и численность рыбца значительно увеличатся по сравнению с прошлыми годами. Кроме того, величина биомассы популяции рыбца в 2024 году, как и в 2021-2023 гг. будет выше, по сравнению

с предшествовавшим периодом, так как при определении запаса и возможного вылова в 2013-2015 гг. не были учтены численность молоди и ареал распространения рыбца на взморье Аграханского залива, так как этот участок является одним из важнейших мест воспроизводства ценных промысловых видов рыб в Терско-Каспийском рыбхозяйственном подрайоне, в том числе и рыбца. Методом прямого учета промысловый запас рыбца на 2024 г. определен в размере 1,85 тыс. т, а рекомендованный вылов - 0,64 тыс. т.

Вылов рыбца в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне регулируется в соответствии с «Правилами рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна», которые регламентируют применение различных типов орудий лова и размер ячеи в них, сроки запрета, минимальную промысловую длину и другие положения. Важным элементом регулирования добычи (вылова) рыбца является установление научно-обоснованных объемов рекомендованного вылова. Благодаря этим мерам сформировалась современная структура сырьевой базы, что позволяет обеспечить стабильные уловы рыбца.

Проведенные исследования показывают, что состояние запасов каспийского рыбца у дагестанского побережья Каспийского моря в последние 10 лет находится в хорошем состоянии. Охват ресурсными исследованиями новых районов к югу от о. Чечень, вплоть до устья реки Самур, позволил вовлечь в промысел дополнительные, ранее не использовавшиеся его запасы. Как следствие вылов такого ценного объекта, как каспийский рыбец увеличился до максимальных за всю историю рыболовства на Каспии показателей.

Список литературы

1. Абдусамадов А.С., Мирзоев М.З., Халилбегов П.Х. Биология и перспективы промыслового освоения запасов каспийского рыбца. Международная конференция посвященная 100-летию со дня рождения Казанчеева Е.Н. (1901-1985 гг.) – Астрахань: Из-во КаспНИРХ, 2001. - С. 5-10.

2. Берг Л.С., Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, ч. II, М., 1948.

3. Берлянд Т.Б., Нерестилища и условия размножения каспийского рыбца. труды. ВНИРО, 1953, т. XXIV, С. 317-337.

4. Глебов Г.И., Материалы к промысловой биологии каспийского рыбца в пределах дагестанских вод. Зоологический журнал, т. XX, вып. 2, М.: Наука, 1941, С. 267-275.

5. Демин Д.З. Современное состояние рыбных запасов в низовьях Терека. Тр. Дагестанской науч. -исслед. Базы АН СССР, Махачкала, 1949, С. 249-259

6. Демин Д.З. Нерест и промысел рыбца в Дагестане. Тр. Дагестанского сельскохозяйственного института, 1955, т.6. С. 118-125

7. Кулиев В.М. Морфометрическая и экологическая характеристика каспийского рыбца (Vimba vimba persa (Pallas). Вопросы ихтиологии, т. 28, вып. 1, 1968, М.: Наука, 29 с.

8. Мурзабекова Н.М. Условия воспроизводства каспийского рыбца в Аракумских водоемах Труды ВНИРО, т. CVII, 1975, С. 65-70.

9. Шихшабеков М.М. О биологии размножения кутума, жереха, рыбца, красноперки в водоемах Дагестана. Вопросы ихтиологии, т. 19, вып. 3, 1975, С. 495-502.

УДК 551.510.42

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Анназова А.Р.,

Харченко Н.Н

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Высшие водные растения Каспийского моря – ценный биоресурс и перспективное сырье для получения природных полисахаридов пектиновой природы. Современное состояние сырьевых запасов морской травы *Zostera noltii* изучено крайне незначительно. В работе проведён анализ моносахаридного состава воздушно-сухих трав семейства *Zosteraseae*, собранных из штормовых выбросов в прибрежных зонах о. Кулалы. Представленная характеристика *Zostera noltii* позволяет определить направления рациональной переработки высших водных растений Каспийского моря с целью получения комплекса ценных продуктов.

Ключевые слова: зостера каспийская, *Zostera noltii*, высшие водные растения, биологически активные добавки, природный адсорбент.

Каспийское море – это естественная среда обитания для ценных биологических ресурсов, в число которых входят и водные растения. Морская трава зостера малая (или карликовая) привлекала внимание ученых, начиная с 1930-х годов. Зостере каспийской были посвящены труды И.В. Кизеветтера, М.С. Кіреевой, Т.Ф. Щаповой, Э.Б. Забержинской, А.Г. Касымова, Р.М. Багирова, В.В. Громова, В.Ф. Зайцева, М.Д. Мукатовой. В 2011 году в статье А.С. Абдусамадова отмечены большие количества зостеры в Кизлярском заливе и в прибрежной зоне к северу от Махачкалы. Так же в статье ученые исследователи отмечают, что растения Каспийского моря изучены совершенно недостаточно.

В работе И.В. Кизеветтера 1967 года указаны запасы зостеры только по Восточному побережью Каспия исчисляющиеся в 700 тыс. т сырого вещества. По результатам исследования начала 2000-х годов сделан расчет о запасах штормовых выбросов зостеры только на западном побережье острова Кулалы – 50 тыс.т сырой биомассы.

Зостера – это уникальный источник морского пектина зостерина, полисахарида обладающего комплексообразующим действием. Низкометоксилированный пектин

зостерин имеет адсорбирующие свойства и может быть использован в качестве основы для создания натуральных БАД. Зостерин применяют в качестве адсорбента при лучевых болезнях, в качестве лечебно-профилактического препарата при аллергиях, опухолевых заболеваниях, язвах, а также как антибиотическое и иммуномодулирующее средство. Учитывая современную экологическую ситуацию, разработка адсорбирующих препаратов является актуальной задачей отечественной отраслевой рыбохозяйственной науки.

Нами были проведены исследования химического состава штормовых выбросов зостеры каспийской. Используя разработанную технологию [Салиева, 2011] из штормовых выбросов зостеры каспийской выделено вещество пектиновой природы — зостерин в количестве 19,9 % от массы сухой травы. Более глубокий анализ углеводов зостеры каспийской подтвердил наличие в составе полисахарида зостерина - моносахарида апиозы, обеспечивающего адсорбирующие свойства (табл. 1). Анализ количества нейтральных моносахаридов *Z. noltii* осуществлялся методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) по методике Слонекера [Слонекер, 1975] после полного кислотного гидролиза. Для определения содержания уроновых кислот в травах *Z. noltii* использовалась спектрофотометрическая методика [Usov, 1995].

Таблица 1 - Количественный состав моносахаридов *Zostera noltii*, % от воздушно-сухой массы

Объект исследования	Рамноза	Арабиноза	Ксилоза	Апиоза	Манноза	Глюкоза	Галактоза
Штормовые выбросы *Zostera noltii*	1,03	0,62	1,72	2,89	0,23	0,82	1,31

Исследованием качественного состава моносахаридов *Zostera noltii* было установлено наличие в структуре зостеры семи моносахаридов, в том числе уникального моносахарида апиозы в количестве 2,89 %.

Известно, что полисахарид зостерин обладает ценными физико-химическими свойствами: способностью сильно набухать, а также образовывать вязкие коллоидные золи и прочные гели, что обусловливает его применение в различных областях промышленности: пищевой, фармацевтической, косметической. Взаимодействуя с растворами щелочей, зостерин образует хорошо растворимые в воде соли – зостераты калия, натрия, аммония. Зостерин имеет формулу (C6H8O6)2 и на 90–95 % представляет смесь полигалактуроновых и полиглюкуроновых кислот. К полисахаридным звеньям галактуроновой кислоты присоединен редкий моносахарид апиоза, что обусловливает высокую устойчивость препарата к действию ферментов. [Мирошников, 1940, Лоенко и др., 1997].

Впервые интерес к зостерину как к биологически активному веществу был вызван его антидотным действием при интоксикации свинцом [Лямкин и др., 1987]. Позже были

выявлены его выраженные антимикробное и иммунокорригирующее действия, адсорбционные свойства, отсутствие токсичности. Все это открывало перспективы применения зостерина для лечения заболеваний органов пищеварения, а также для стимулирования иммунных реакций.

Эффективность сорбентов на основе пектинов в настоящее время признана во многих клиниках и накопленный опыт их применения в эфферентной терапии показывает, что возможности таких препаратов раскрыты далеко не полностью [Колесова, 1995, Брискин, 2005, Лазарева, 1999].

В отличие от линейных биополимеров, к которым относятся пектины наземных растений (яблок, свеклы, цитрусовых, и т. д.), имеющих слабую способность удерживать катионы тяжелых металлов и радионуклиды, макромолекула зостерина имеет разветвленную пространственную структуру, похожую на пучок спутанных ниток, который состоит из ячеек разного размера между главными линейными цепями и их боковыми ответвлениями. Такое строение зостерина является фундаментальной основой его высоких сорбционных свойств. Зостерин имеет малую степень метоксилирования по кислотным группам галактуроновой кислоты (5 %) по сравнению с другими растительными пектинами (степень метоксилирования, например, яблочного пектина составляет 70–80%), что позволяет препаратам на его основе прочнее удерживать положительно заряженные инородные токсичные тела.

Помимо вышеизложенного, физиологической особенностью препаратов на основе зостерина является быстрота положительного воздействия на организм. Это вызвано способностью проникновения в кровяное русло, низкомолекулярных (в пределах до 1–30 кДа) фракций зостерина.

В Санкт-Петербурге уже в течение 10 лет налажено промышленное получение зостерина из Zostera marina [Технический регламент..., 2005]. В Приморском крае находится компания ООО «Пекта» так же занимающаяся переработкой Зостеры с получением пектина зостарина на протяжении 8 лет. Препарат «Зостерин-Ультра» с успехом применяется для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и печени, язвенной болезни, гепатитов А, В, С, аллергических реакций, гриппа (профилактика и лечение) и многих других.

Отмечен так же положительный эффект применения препаратов на основе зостерина для лечения коров и северных оленей с гнойно-некротическим поражением копыт [Кузьмин и др., 2014, Лайшев и др., 2014].

Таким образом, по результатам проведенных исследований морская трава зостера каспийская является перспективным сырьем для получения зостерина. В настоящее время существует необходимость продолжения ранее начатых исследований в отношении высших водных растений Каспийского моря с целью разработки современных решений по комплексной переработке зостеры и получения антимикробных, адсорбционных, пищевых и кормовых продуктов. Кроме того, необходимо проведение оценки современных запасов морской травы *Zostera noltii* в местах ее массового скопления (Западное побережье Северного Каспия, Кизлярский залив, оз. Аграхан).

Список литературы

1. Абдусамадов А.С., Абдурахманов Г.М., Дохтукаева А.М., Дудурханова Л.А. Гидробиологическая характеристика основных рыбохозяйственных водоемов Западно-Каспийского региона (фитопланктон). – Юг России: экология, развитие. - № 3, 2011. – С. 37-49

2. Забержинская Е.Б. Флора водорослей-макрофитов Каспийского моря. Автореф. дисс. … канд. биол. наук. Баку,1968 г. 16 с

3. Зинова А.Д., Забержинская Э.Б. Новые виды водорослей из Каспийского моря // Новости систематики низших растений. 1968. С. 28–33.

4. Зинова А.Д., Забержинская Э.Б. Новые для Каспийского моря виды водорослей // Новости систематики низших растений. 1965. С. 97–100.

5. Караева Н.И., Забержинская Э.Б. Динамика Zostera noltii Hornem у азербайджанского побережья Каспия // Вісник ОНУ. 2008. Т. 13. Вип. 4. С. 196–199

6. Кардакова, Е. Н. Морские травы Дальнего Востока / Е. Н. Кардакова, И. В. Кизеветтер. Владивосток: Примор. книж. изд-во, 1953. — С. 20—31.

7. Кизеветтер, И. В. Морские водоросли и травы дальневосточных морей / И. В. Кизеветтер, М. В. Суховеева, Л. П. Шмелькова. – М.: Пищевая промышленность, 1981. – 113 с.

8. Кизеветтер, И. В. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений / И. В. Кизеветтер, В. С. Грюнер, В. А. Евтушенко. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 417 с.

9. Киреева М.С. Растительные богатства морей Советского Союза // Растительные ресурсы. 1965.Т. 1. Вып. 3. С. 323–335

10. Киреева М. С., Щапова Т. Ф. Донная растительность северо-восточной части Каспийского моря // Бюл. МОИП. Отдел биологии. – 1939. – № 48 (2–3). – С. 3–14.

11. Киреева М. С., Щапова Т. Ф. Материалы по систематическому составу и биомассе водорослей и высшей водной растительности Каспийского моря // Тр. ИОАН. – № 23. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 125–137.

12. Лоенко, Ю. Н. Зостерин / Ю. Н. Лоенко, А. А. Артюков, Э. П. Козловская [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 212 с.

13. Подкорытова, А. В. Морские водоросли-макрофиты и травы / А. В. Подкорытова. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.

14. Салиева А.Р. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук "Обоснование и разработка технологии полисахаридов из высших водных растений Северного Каспия и авандельты реки Волги" / А.Р. Салиева. - М: Изд-во: ВНИРО. - 2011. - 217 с.

15. Зостерин. Информация о препарате для специалистов Электронный ' ресурс. Режим доступа : http://mediken.chat.ru/index2.htm.

16. Мирошников, В. И. Зостера как промышленное сырье / В. И. Мирошников. – Архангельск, 1940.

17. Лямзин Г.П., Артюков А.А., Ковалев В.В., Лоенко Ю.Н. Влияние зостерина, альгината натрия и различных видов пектинов на связывание и выведение свинца из организма // Всесоюз. семинар "Проблемы производства продукции из красных и бурых водорослей", Владивосток, 1987. С.67 – 68.

18. Колесова В.Г., Дадали В.А., Лойко В.И., Марченко В.А. Растения и эфферентная терапия // Эфферентная терапия.— 1995.— Т. 1, № 1.— С. 65–68.

19. Брискин Б.С., Демидов Д.А. Энтеросорбция и ранняя нутритивная поддержка пектиносодержащим препаратом в лечении хирургического эндотоксикоза // Эфферентная терапия.— 2005.— Т. 11, № 2.— С. 3–9.

20. Лазарева Е.Б., Меньшиков Д.Д. Опыт и перспективы использования пектинов в лечебной практике // Антибиотики и химиотерапия.— 1999.— № 2.— С. 37–40.

21. Технологический регламент производства БАД «Зостерин-Ультра».— СПб., 2005.

22. Кузьмин, В.А. Опыт применения препаратов на основе полимера пектиновой природы для лечения коров с гнойно-некротическим поражением копыт / Кузьмин В.А., Виденин В.Н., Нуднов Д.А. и др. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, 2014. - №4. - С. 70-73.

23. Лайшев, К.А. Опыт применения препаратов на основе полимера пектиновой природы для лечения северных оленей с копытной формой некробактериоза / Лайшев К.А., Самандас А.М., Вылко Ю.П. и др. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии .— 2014 .— №4 .— С. 73-75.

24. Слонекер, Дж. Методы исследования углеводов / Дж. Слонекер. – М. : Мир, 1975. – С. 22–25.

25. Usov, A. I. Polysaccharides of algae. 48. Polysaccharide composition of several calcareous red algae: isolation of alginate from *Corallina pilulifera* / A. I. Usov, M. I. Bilan, N. G. Klochkova // Bot. Marina. – 1995. – V. 38. – N3. – P. 43–51.

УДК 581.526.324(262.81)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ»

Ардабьева А.Г.,
Зимина Т.Н.,
Рубцова Е.Г.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается качественное и количественное развитие фитопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный». Приведены данные биомассы и численности в обе съемки 2021 и 2022 гг. Отмечены месторождения, где наблюдались наиболее благоприятные условия для развития фитоценоза.

Ключевые слова: фитопланктон, качественный состав, биомасса, численность, экология, сапробность, месторождения.

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона собранные на месторождениях лицензионного участка «Северный» во время I и II съемки 2021 и 2022 гг. Всего собрано и обработано по общепринятой методике [Усачев, 1961] 136 проб.

Анализ развития фитопланктона на лицензионном участке «Северный» показал, что развитие водорослей по годам исследования проходило неодинаково (рис. 1). В 2021 г. количество видов в обе съемки было равным, а в 2022 г. оно увеличивалось от I ко II съемке.

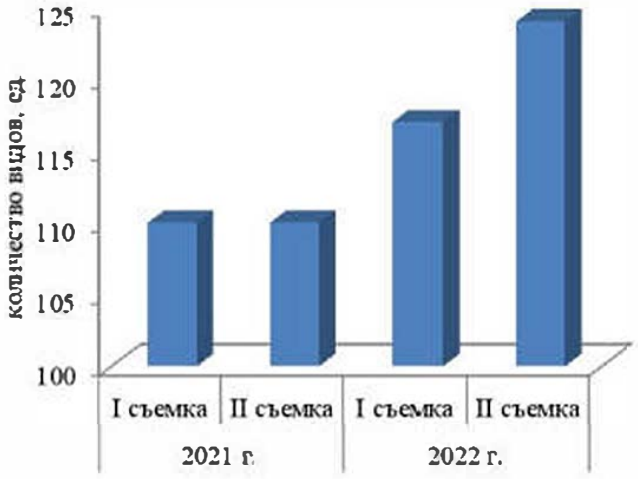


Рисунок 1 – Таксономический состав фитопланктона на лицензионном участке «Северный»

Наибольшее развитие видового разнообразия в обе съемки наблюдалось на месторождении «Ракушечное», находящегося непосредственно под влиянием волжского стока. Исключение составил 2021 г. (II съемка), где доминировало по качественному составу месторождение им. Ю. Корчагина. Далее с продвижением на юг участка количество видов уменьшалось и на месторождении «170 км» оно было минимальным (рис. 2). В 2021 г. изменения числа видов по месторождениям было неодинаковое. Так, на месторождениях «Ракушечное», «Сарматское» отмечалось уменьшение числа видов от I ко II съемке, а на «170 км» и им. Ю.Корчагина - увеличение. В 2022 г. отмечалось увеличение разнообразия фитопланктона от I ко II съемке на всех месторождениях. Лишь на месторождении «Ракушечное» число видов в обе съемки наблюдалось равным.

Преобладающими по числу таксонов на всей акватории участка были, главным образом, диатомовые водоросли. На отдельных месторождениях доминировали синезеленые («Ракушечное», «Сарматское» 2021 г. I съемка; «170 км» 2022 г. II съемка), динофитовые («Сарматское», «170 км» 2022 г. I съемка) водоросли.

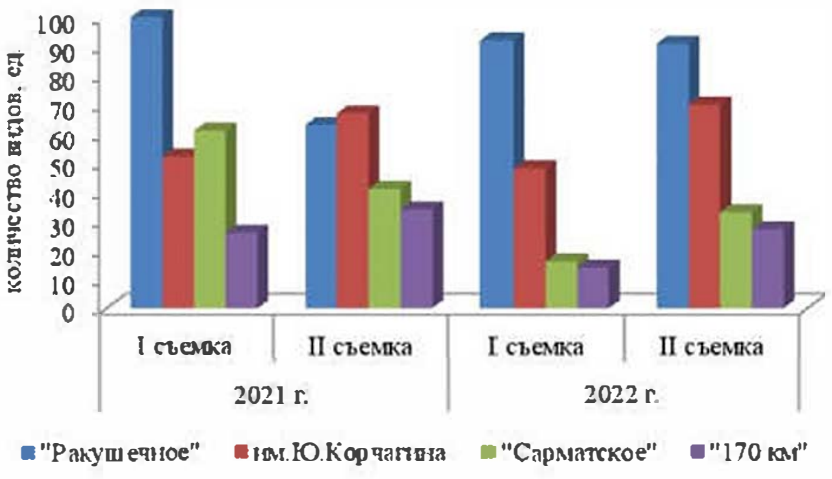


Рисунок 2 – Видовое разнообразие фитопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный»

В сравниваемые сезоны года развивались все экологические группы водорослей. В северной, более мелководной части участка, преобладали виды пресноводного происхождения, а в южной, более глубоководной, к ним добавлялись виды морского происхождения.

Средние показатели численности и биомассы фитопланктона на лицензионном участке «Северный» в период первой съемки составляли 149,3 (2021 г.) и 209,7 (2022 г.) млн кл./м^3, 215,2 и 213,2 мг/м^3 соответственно. Обильным развитием в фитопланктоне на месторождении «Ракушечное» выделялись синезеленые (2021 г.) и диатомовые (2022 г.) водоросли. Среди них доминировали *Oscillatoria* sp., виды рода Microcystis и *Pseudosolenia calcar-avis, Sceletonema subsalsum, Fragilaria construens.*

На остальных месторождениях по численности преобладали зеленые (*Binuclearia lauterbornii*), по биомассе диатомовые (*P. calcar-avis*) и динофитовые (виды рода Prorocentrum).

Во вторую съемку биомасса составила 118,3 и 499,1 мг/м^3, численность – 90,3 и 309,5 млн кл./м^3. На месторождениях «Ракушечное» и им. Ю. Корчагина доминировали диатомовые водоросли – *Cyclotella meneghiniana, P. calcar-avis, Thalassionema nitzschioides, Chaetoceros pendulus, Nitzschia seriata.* Основу количественных показателей на месторождении «Сарматское» определяли динофитовые (виды рода Prorocentrum), на «170 км» - синезеленые (*Oscillatoria* sp.) и зеленые (*Binuclearia lauterbornii*) водоросли.

Изменения количественных показателей от I ко II съемке проходили неодинаково. В 2021 г. биомасса и численность уменьшались, в 2022 г. – увеличивались.

Наиболее благоприятные условия для развития фитопланктона наблюдались, главным образом, на месторождении «Ракушечное», расположенного в северной, более мелководной части участка. В отдельные годы максимальная биомасса отмечалась на станции 3b (рис. 3).

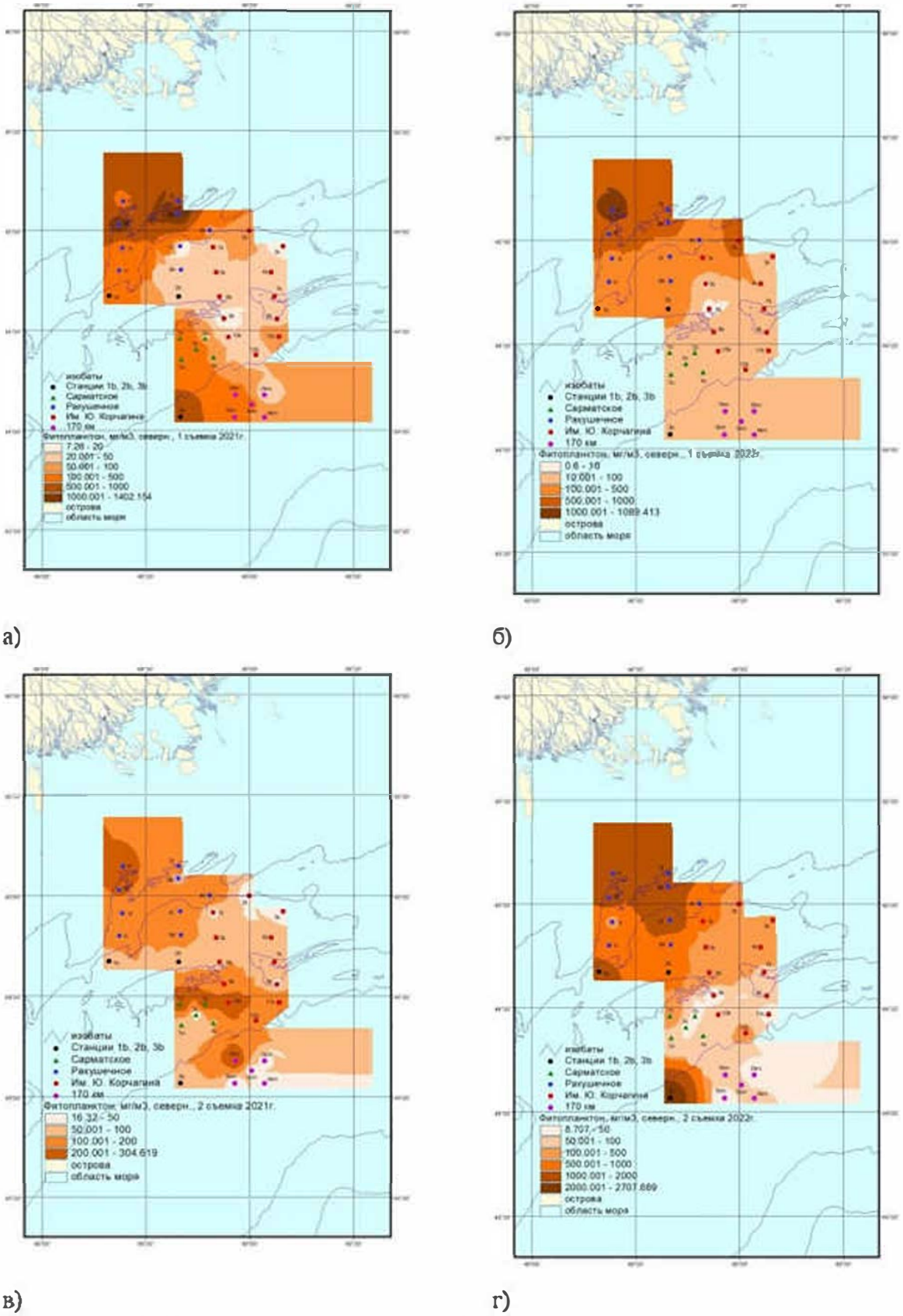


Рисунок 3 – Распределение биомассы фитопланктона на лицензионном участке «Северный» а) I съемка 2021 г.; б) I съемка 2022 г.; в) II съемка 2021 г.; г) II съемка 2022 г.

Индекс сапробности за исследуемый период на лицензионном участке «Северный» варьировал от 1,67 до 2,30, что соответствует β-мезосапробной зоне и свидетельствует об умеренной загрязненности вод.

Таким образом, лицензионный участок «Северный», как отмечалось ранее [Татаринцева, Терлецкая, 2013; Зимина и др., 2021], является одним из высокопродуктивных районов Северного Каспия, особенно месторождение «Ракушечное». Преобладание мелкоклеточных видов водорослей, используемых в питании беспозвоночными, должно положительно сказаться на развитии последующих звеньев трофической цепи.

Список литературы

1. Зимина Т.Н., Ардабьева А.Г., Рубцова Е.Г., Котельников А.В. 2021. Оценка состояния развития фитопланктона на лицензионном участке «Северный» за 2019-2020 гг.// Материалы VIII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 113-117.

2. Татаринцева Т.А., Терлецкая О.В. 2013. Характеристика развития фитопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный» в Северном Каспии// Материалы V научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 185-187.

3. Усачев П.И. 1961. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона Тр. ВГБО Т.11. М: изд-во АН СССР, С. 411-415.

УДК 581.526.324(262.81)

РАЗВИТИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ»

Ардабьева А.Г.,
Зимина Т.Н.,
Рубцова Е.Г.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Исследования на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2021 и 2022 гг. показало, что качественный состав фитопланктона был разнообразен и увеличивался в оба года от первой ко второй съемке. Численность фитопланктона формировали мелкоклеточные водоросли, биомассу – диатомовые, главным образом, крупная морская водоросль *Pseudosolenia calcar-avis*.

Ключевые слова: фитопланктон, качественный состав, экологические группы, биомасса, численность, распределение, сапробность.

Фитопланктон является одним из важнейших объектов при изучении состояния водных экосистем. Он отличается наибольшим видовым разнообразием среди других гидробионтов, массовостью своего развития и наиболее приспособлен к существованию в широком диапазоне параметров состояния окружающей среды.

В работе использовался материал, собранный в 2021-2022 гг. в течение двух съемок на лицензионном участке «Центрально-Каспийский», расположенном в приглубой зоне Северного и глубоководной части Среднего Каспия. Всего собрано и обработано по общепринятой методике 292 пробы [Усачев, 1961].

В рассматриваемые годы в таксономическом разнообразии фитоценоза встретилось 173 вида рангом ниже рода. Из них в первую съемку было идентифицировано 117, во вторую – 139 видов (рис. 1). Увеличение количества видов произошло за счет развития диатомовых и синезеленых водорослей.

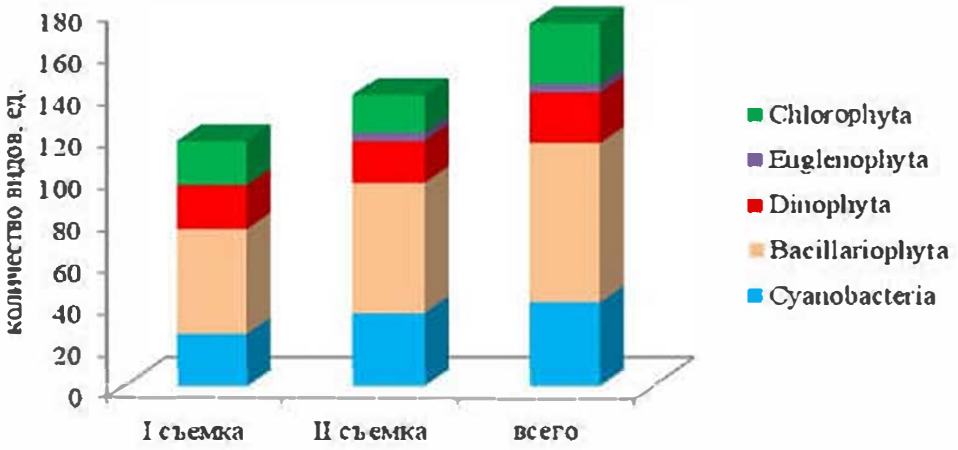


Рисунок 1 – Таксономический состав фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»
(I съемка 2021-2022 гг.; II съемка 2021-2022 гг.)

Основу флористического состава, по-прежнему [Татаринцева, Терлецкая, 2017; Зимина и др., 2021] определяли диатомовые водоросли. На их долю приходилось 43-45 % общего состава. Второе место занимали синезеленые водоросли (21-25 %). Далее по мере значимости располагались зеленые (13-18%), динофитовые (14-18%). Самые малочисленные, как обычно, эвгленовые водоросли (табл. 1).

Таблица 1 – Видовое разнообразие фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

	Отношение к солености	I съемка		II съемка	
		2021	2022	2021	2022
Cyanobacteria					
Anabaena bergii	пр	-	+	+	+

A. spiroides f. contracta	?	+	+	+	+
A. constricta	пр	+	+	+	+
A. aphanizomenoides	сол-пр	+	-	+	+
A. Sheremetievii	пр	+	-	-	-
A. flos-aquae	пр	+	-	+	-
A. solitaria	пр	+	-	-	-
A. variabilis	пр	+	-	-	+
Anabaenopsis cunningtonii	сол-пр	+	-	+	+
A. nadsonii	сол	+	-	+	-
A. raciborskii	пр	+	-	+	+
A. elenkinii	пр	-	-	+	+
A. tanganyikae	сол-пр	-	-		+
Aphanizomenon flos-aquae	сол-пр	+	-	+	+
A. issatschenkoi	сол-пр	+	-	+	+
A. ussaczevii	сол-пр	-	-	+	+
A. gracile	?	-	-	+	-
A. ovalisporum	сол-пр	-	-	-	+
Gloeocapsa minuta	сол-пр	+	-	+	+
G. cohaerens	пр	-	-	+	+
G. turgida	уб	-	-	+	-
G. limnetica	пр	-	-	-	+
Gloeocapsa sp.	?	+	-	-	+
Gomphosphaeria aponina	уб	+	-	-	-
G. aponina v. multiplex	уб	+	-	-	+
Microcystis aeruginosa	пр	-	-	-	+
M. pulverea	пр	+	-	+	-
M. pulverea f. delicatissima	пр	+	-	-	-
M. pulverea f. holsatica	пр	-	-	-	+
M. pulverea f. incerta	пр	-	-	-	+
Microcystis sp.	?	+	-	-	-
Merismopedia punctata	пр	+	-	-	+
M. minima	сол-пр	-	-	+	-
Oscillatoria chalybea	сол-пр	+	+	+	+
O. limosa	сол	-	-	+	-
O. geminata	сол-пр	-	-	+	+
O. tanganyikae	пр	-	-	+	-
Oscillatoria sp.	пр	-	+	-	+
Spirulina laxissima	пр	+	-	-	+
Phormidium sp.	?	+	-	-	+
Bacillaophyta					
Aulacoseira granulata	сол-пр	+	+	+	+

Actinocyclus ehrenbergii	мор	+	+	+	+
Amphiprora paludosa	сол	+	-	-	-
Amphora ovalis	пр	-	-	+	-
A. veneta	пр	-	+	+	-
A. holsatica	сол	-	-	-	+
Asterionella gracillima	пр	-	+	-	-
Cyclotella meneghiniana	сол-пр	+	+	+	+
Coscinodiscus perforatus	мор	-	-	+	-
C. perforatus v.cellulosus	мор	+	+	+	+
C. gigas	мор	+	-	-	-
Coscinodiscus sp.	?	-	-	+	-
Chaetoceros wighamii	мор	+	-	-	+
Ch. rigidus	мор	-	-	-	+
Ch. pendulus	мор	-	+	+	+
Ch. subtilis	мор	-	-	+	+
Ch. socialis	мор	-	-	-	+
Ch. seiracanthus	мор	-	-	-	+
Ch. diversicurvatus	мор	-	-	+	-
Cerataulina Bergonii	мор	+	+	-	+
Cymbella affinis	пр	-	+	-	-
Cymatopleura solea	пр	-	+	-	-
Campylodiscus daemelianus	сол	-	-	-	+
Cocconeis placentula	сол	-	-	-	+
C. pediculus	сол	-	+	-	-
Diatoma elongatum	сол-пр	-	+	-	-
Diatoma sp.	Сол-пр	-	+	+	-
Diploneis interrupta	сол-пр	-	+	+	+
Ditylum brightwellii	мор	-	-	-	+
Epithemia zebra	пр	-	-	+	-
Epithemia sp.	?	+	+	+	-
Fragilaria construens	пр	+	+	+	+
F. virescens	сол-пр	-	-	+	+
Gyrosigma attenuatum	сол-пр	+	-	-	-
G. accuminatum	сол-пр	+	-	-	-
Gomphonema olivaceum	пр	+	+	-	-
Hantzschia sp.	?	-	-	+	-
Navicula bacillum	пр	+	+	+	-
N. lanceolata	сол-пр	-	-	+	+
N. peregrina	сол	-	-	-	+
N. minima	пр	+	-	+	-
N. cryptocephala	сол-пр	+	+	+	+

N. rhynchocephala	сол-пр	-	-	+	-
N. placentula	сол-пр	+	-	-	+
N. placentula v. rostrata	сол-пр	+	-	-	-
N. anglica	пр	+	-	-	-
N. gastrum	сол-пр	+	-	+	+
N. menisculus	пр	-	-	-	+
N. radiosa	сол-пр	-	-	-	+
N. pusilla	сол-пр	-	+	-	-
Nitzschia acicularis	сол-пр	+	+	+	+
N. sublinearis	пр	+	+	+	+
N. tenuirostris	мор	+	-	-	+
N. holsatica	мор	-	-		+
N. closterium	мор	+	+	+	+
N. seriata	мор	-	+	+	+
N. reversa	сол-пр	-	-	+	+
N. gracilis	пр	-	+	-	-
N. sigma	сол	-	-	-	+
Nitzschia sp.	?	-	-	+	-
Pleurosigma elongata	сол	-	+	+	+
Pseudosolenia calcar-avis	мор	+	+	+	+
Rhizosolenia fragilissima	мор	+	+	+	+
Sceletonema costatum	мор	+	+	+	+
S. subsalsum	сол	-	+	+	+
Stephanodiscus socialis	сол	+	-	+	+
S. astraea v. minutilus	сол-пр	-	+	-	+
S hantzschii	сол- пр	+	+	+	+
S. binderanus	сол-пр	+	+	+	-
Synedra ulna	сол-пр	-	+	+	-
Thalassiosira caspica	сол	+	+	+	+
T. lustedtii	сол	+	+	+	+
T. incerta	сол	-	+	+	+
Thalassionema nitzschioides	мор	+	+	+	+
Tabellaria fenestrata	гал	-	-	-	+
Tropidoneis lepidoptera	мор	-	-	-	+
Dinophyta					
Dinophysis ovum	мор	+	-	-	-
Gymnodinium variabile	мор	+	+	+	+
Glenodinium danicum	мор	-	-	+	-
G. lenticula	сол	+	+	+	+
G. pilula	сол	-	-	+	-
Goniaulax spinifera	мор	+	-	+	+

G. polyedra	мор	+	+	+	+
G. digitale	мор	+	+	+	+
G. conicum	мор	-	+	-	-
Prorocentrum cordatum	сол	+	+	+	+
P.lima	мор	+	+	+	+
P. scutellum	мор	+	+	+	+
P. micans	мор	+	+	+	+
P. obtusum	мор	+	+	+	-
P. proximum	сол	+	+	+	+
Peridinium trochoideum	мор	-	+	+	+
P. latum v. latum	сол-пр	+	+	+	+
P. latum v. halophila	сол-пр	+	+	+	+
P. achromaticum	мор	+	+	+	+
P. subsalsum	мор	+	-	+	+
P. conicum	мор	-	-	+	+
P. brevipis	мор	-	+	-	-
P. incospicum	пр	-	+	-	-
Pyrocystis lunula	мор	+	-	+	-
Euglenophyta					
Euglena viridis	пр	-	-	+	+
E. acus	пр	-	-	+	+
E. gracilis	пр	-	-	-	+
Euglena sp.	пр	-	-	+	-
Chlorophyta					
Ankistrodesmus pseudomirabilis	пр	+	-	+	-
A. pseudomirabilis v. spiralis	пр	+	-	+	+
A. convolutus	пр	+	-	-	+
A. arcuatus	пр	+	-	-	-
A. acicularis	пр	-	-	-	+
Actinastrum hantzschii	пр	-	-	-	+
Bimuclearia lauterbornii	сол-пр	+	+	+	+
Chlamydomonas sp.	пр	+	-	-	-
Cosmarium undulatum	пр	-	+	-	-
Closterium gracile	пр	-	-	-	+
Chlamydomonas sp.	пр	-	+	-	+
Dictyosphaerium pulchellum	пр	+	-	-	-
Mougeotia sp.	пр	+	+	+	+
Oocystis borgei	пр	+	-	-	+
Oocystis sp.	пр	-	--	+	-
Pediastrum boryanum v longicorne	пр	+	+	+	+
P. boryanum v. perforatum	пр	-	+	-	-

P. duplex	пр	+	+	-	-
P. duplex v. setigera	пр	-	-	-	+
P. tetras	пр	+	-	-	-
P. tetras v. tetraodon	пр	-	-	-	+
P. integrum	пр	-	+	-	-
Pandorina morum	пр	-	-	+	-
Scenedesmus quadricauda	пр	+	+	+	+
S. acuminatus	пр	+	-	-	-
S. bijugatus	пр	+	-	-	+
Spirogyra sp.	пр	+	-	-	-
Schroederia setigera	пр	-	-	-	+
Westella botryoides	пр	+	-	-	-
Примечание: пр-пресноводные, сол-пр-солоноватоводно-пресноводные, сол-солоноватоводные, мор-морские, прочие (?, уб, гал)-отношение к солености неясно, убиквисты, галофобы					

По отношению к солености воды фитопланктон был представлен всеми комплексами водорослей, характерными для Каспийского моря [Левшакова, 1971]. Рассматривая соотношение числа видов по экологическим группам во время первой съемки в 2022 г. по отношению к 2021 г. наблюдалось уменьшение видов пресноводного происхождения. Число морских видов было почти одинаковое (21 и 23 вида). Во вторую съемку существенных изменений не наблюдалось. Практически в равных количествах были представлены виды пресноводного и морского происхождения (рис. 2).

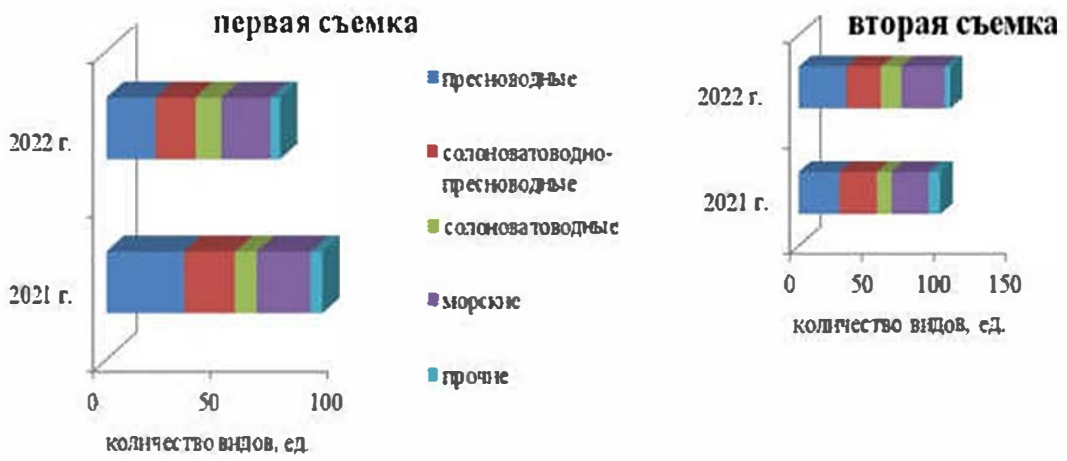


Рисунок 2 – Соотношение числа видов в экологических группах фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Рассматривая изменения количественных показателей за ряд лет, отмечаем, что численность постоянно увеличивалась от первой ко второй съемке за счет интенсивной

вегетации синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей (рис. 3). Биомасса, наоборот, уменьшалась, кроме периода 2017-2020 гг. В эти годы наблюдалось развитие морской крупноклеточной водоросли *P. calcar-avis*.

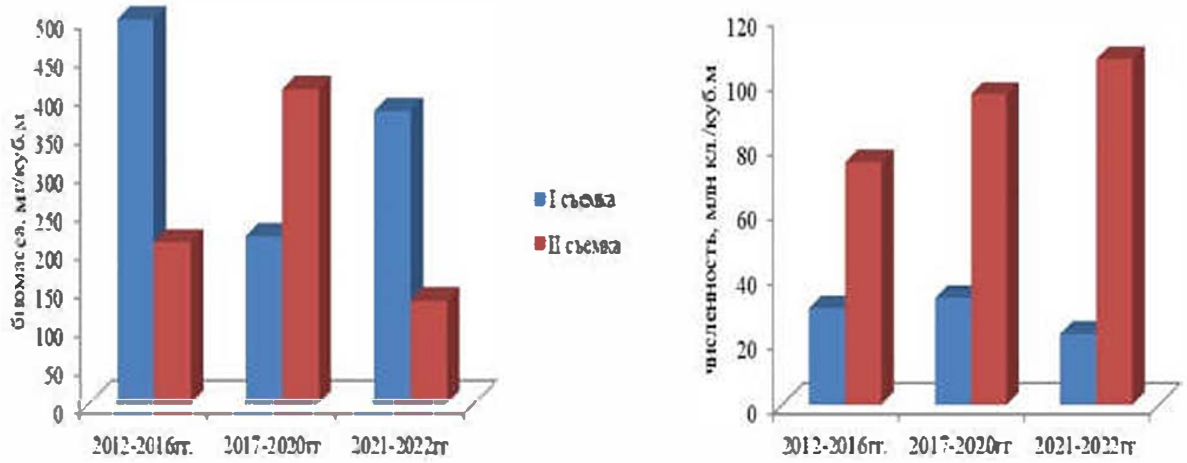


Рисунок 3 – Многолетние изменения количественных показателей фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Средние количественные показатели за 2021-2022 гг. в первую съемку составили 381,1 мг/м^3 и 22,3 млн кл./м^3. По числу клеток в первую съемку 2021 г. преобладали зеленые водоросли, где массовым развитием выделялись виды рода Ankistrodesmus и *Binuclearia lauterbornii*. В 2022 г. доминировали диатомовые водоросли, главным образом, *Fragilaria construens, P. calcar-avis*.

Основу биомассы определяли диатомовые водоросли, в основном, *P. calcar-avis*. В группе синезеленых водорослей доминировала *Oscillatoria* sp., среди зеленых (по массе) – *Mougeotia* sp., динофитовых – виды рода Peridinium, Prorocentrum.

Средняя численность водорослей в продуктивном 0-25 м слое во вторую съемку составляла 107,8 млн кл./м^3, биомасса - 113,1 мг/м^3. Увеличение численности по отношению к величинам первой съемки произошло за счет синезеленых (*Oscillstoria* sp., виды рода Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon), зеленых (*B. lauterbornii, A. pseudomirabilis var. spiralis*) и диатомовых (*Cyclotella meneghiniana, Thalassionema nitzschioides, F. construens, Nitzschia seriata*) водорослей.

Биомасса фитопланктона в продуктивном 0-25 м слое уменьшилась в 2 раза. Сокращение массы коснулось в основном диатомовых и отчасти динофитовых водорослей.

Количественные показатели фитоценоза, как в первую, так и во вторую съемку, уменьшались от поверхностного горизонта к слою 25 м.

Пространственное распределение биомассы растительных клеток было неравномерным. Наиболее благоприятные условия для развития водорослей складывались в северной части лицензионного участка. Довольно значительная масса водорослей отмечалась в южной и юго-восточной части участка (I съемка 2022 г.). Примерно на половине площади участка биомасса изменялась от 100 до 400 мг/м^3. На

остальной акватории участка биомасса не превышала 100 мг/м^3.

В течение исследуемого периода установлена принадлежность акватории к β-мезосапрбной зоне (индекс сапробности 1,84-2,00), что характеризует воды как умеренно - загрязненные.

Следовательно, фитопланктон лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в течение исследуемого периода характеризовался качественным разнообразием водорослей. Численность растительных клеток в оба года формировали мелкоклеточные представители всех групп водорослей, биомассу – крупноклеточный вид *P. calcar-avis*. Численность и качественный состав фитопланктона увеличивались от первой ко второй съемке, биомасса – наоборот. Высокая концентрация водорослей концентрировалась в северной части участка «Центрально-Каспийский», находящейся под воздействием волжского стока.

Список литературы

1. Зимина Т.Н., Ардабьева А.Г., Рубцова Е.Г. 2021. Динамика развития фитопланктона на участке «Центрально-Каспийский» за 2017-2020 гг.// Материалы VIII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 110-113.

2. Левшакова В.Д. 1971. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия //Тр. КаспНИРХ. Т. 26. С. 67-82.

3. Татарницева Т.А., Терлецкая О.В. 2017. Особенности распределения фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2012-2016 гг.// Материалы VI научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 232-244.

4. Усачев П.И. 1961. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. Т.11. М: АН СССР, С. 411-415.

УДК 581.526.324(262.81)

РАЗВИТИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО НЕЙСТОНА НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «СЕВЕРНЫЙ»

Ардабьева А.Г.,
Зимина Т.Н.,
Рубцова Е.Г.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Приведены данные по качественному и количественному составу растительного нейстона лицензионного участка «Северный» в 2021 - 2022 гг. во время двух съемок. Рассмотрены изменения биомассы и численности, как в целом по участку,

так и по месторождениям. Отмечены наиболее благоприятные для развития растительного нейстона районы лицензионного участка.

Ключевые слова: растительный нейстон, качественный состав, биомасса, численность, месторождения.

Нейстон, совокупность организмов, обитающих у поверхностной пленки воды пресных и морских водоемов. К морскому нейстону относят также обитателей самого верхнего слоя воды (0—5 *см*). Нейстон называют инкубатором моря. При нефтяном загрязнении гибнет в первую очередь именно нейстон.

В данной работе приводятся материалы по растительному нейстону, полученные в течение двух съемок 2021 и 2022 гг. Всего собрано и обработано в лабораторных условиях по общепринятым методикам 128 проб [Зайцев, 1970; Усачев, 1961].

Качественный состав растительного нейстона на лицензионном участке «Северный» изменялся от 34 до 52 (I съемка) и от 31 до 43 (II съемка) таксономических единиц и был несколько ниже показателей 2010-2020 гг. [Ардабьева, 2021]. В 2021 г. видовое разнообразие уменьшалось от первой ко второй съемке, исключение составили месторождения им. Ю. Корчагина и «Сарматское» (табл. 1). В 2022 г. количество видов растительного нейстона в обе съемки было примерно одинаковым, кроме месторождений им. Ю. Корчагина и «Сарматское».

Таблица 1 - Количество видов растительного нейстона на месторождениях лицензионного участка «Северный», ед.

Месторождения	I съемка		II съемка	
Годы	2021	2022	2021	2022
«Ракушечное»	36	20	19	21
им. Ю. Корчагина	20	15	25	20
«Сарматское»	12	7	12	12
«170 км»	9	5	6	4
«Северный»	52	34	43	31

Основу флористического состава растительного нейстона на участке «Северный», как и ранее [Ардабьева, 2007; 2019], определяли диатомовые водоросли. На месторождениях отмечалась несколько иная картина. Так, на месторождении «Ракушечное» за весь период исследования основу видового разнообразия составляли практически в равной степени диатомовые, синезеленые и зеленые водоросли. На месторождении «Сарматское» в первую съемку преобладали синезеленые, во вторую – диатомовые. На месторождения им. Ю. Корчагина и «170 км» доминировали в обе съемки диатомовые водоросли.

Основу биомассы в первую съемку формировали, главным образом, диатомовые водоросли. Максимального развития они достигали на месторождении «Ракушечное». Большая масса водорослей отмечалась и на месторождении «170 км», где интенсивно вегетировали *Pseudosolenia calcar-avis*, *Chaetoceros pendulus*, *Thalassiosira nitzschioides*, *Aulacoseira granulata*, виды рода Fragilaria. В северной, наиболее опресненной части

участка, помимо диатомовых существенная биомасса наблюдалась и у зеленых водорослей, среди которых преобладали *Spirogyra* sp. и *Mougeotia* sp.

Во время второй съемки доминировали по массе диатомовые водоросли. Лишь на месторождении «Ракушечное» основу биомассы определяли в равной степени диатомовые и синезеленые водоросли.

В 2021 г. в целом наблюдалось увеличение биомассы нейстона от I ко II съемке, в 2022 г. – наоборот. Биомасса растительного нейстона в обе съемки 2021 г. была выше таковых 2022 г. (табл. 2).

Таблица 2 - Биомасса растительного нейстона на месторождениях лицензионного участка «Северный», мг/м^3

Месторождения	I съемка		II съемка	
Годы	2021	2022	2021	2022
«Ракушечное»	0,94	2,09	2,73	0,45
им. Ю. Корчагина	0,16	0,04	3,03	0,49
«Сарматское»	0,27	0,09	0,49	0,62
«170 км»	1,81	0,14	0,59	0,07
«Северный»	0,76	0,53	2,19	0,42

Численность растительного нейстона в первую съемку за два года в целом по участку была примерно одинаковой (табл. 3). На всех месторождения, кроме «Ракушечное», численность уменьшалась от 2021 к 2022 г. На этом участке отмечалось интенсивное развитие зеленых водорослей, главным образом, *Binuclearia lauterbornii*.

Таблица 3 - Численность растительного нейстона на месторождениях лицензионного участка «Северный», тыс. кл./м^3

Месторождения	I съемка		II съемка	
Годы	2021	2022	2021	2022
«Ракушечное»	865,4	1447,2	463,2	148,2
им. Ю. Корчагина	27,3	9,8	321,1	87,3
«Сарматское»	83,0	4,7	40,3	29,7
«170 км»	60,8	2,6	23,4	0,8
«Северный»	311,1	326,2	270,9	79,6

Во время второй съемки численность растительного нейстона, как в целом по участку, так и по отдельным месторождениям, уменьшалась от 2021 к 2022 г. Самые высокие показатели численности отмечались на месторождениях «Ракушечное» и им. Ю. Корчагина. В целом по участку наблюдалось уменьшение числа клеток от I ко II съемке.

Анализ многолетнего материала [Ардабьева, 2021] показал, что качественный состав растительного нейстона в последние два года был значительно ниже таковых показателей 2010-2020 гг. Так, в предыдущие годы количество видов изменялось в пределах 54-87 (I съемка) и 39-79 (II съемка) таксономических единиц, т.е. наблюдалось увеличение числа видов от I ко II съемке. В последние два года эти величины составляли 34-52 и 31-43 вида соответственно, и наименьшие показатели отмечались во II съемку.

Четкой картины уменьшения или увеличения числа видов от I ко II съемки по месторождениям, как в прошлые, так и в последние годы, не наблюдалось. Основу флористического разнообразия определяли, главным образом, диатомовые водоросли. В прошлые годы в развитии биомассы и численности отмечалось их увеличение от I ко II съемки, что не наблюдалось в последние годы.

Таким образом, качественный состав растительного нейстона уменьшался от 2021 к 2022 году и от I ко II съемке. Наиболее разнообразно видовой состав был представлен на месторождениях «Ракушечное» и им. Ю. Корчагина. Изменения качественного состава по месторождениям от одной съемки к другой проходило неодинаково. В целом по участку наблюдалось уменьшение численности от I ко II съемке. Такая же картина отмечалась по биомассе в 2022 г., а в 2021 г. – наоборот. Наиболее благоприятные условия для развития растительного нейстона складывались на месторождении «Ракушечное», которое находится под непосредственным влиянием волжского стока, и отчасти, на месторождении им. Ю. Корчагина.

Список литературы

1. Ардабьева А. Г. 2007. Растительный нейстон. Экологические мониторинговые исследования на участке «Северный» ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть» 1997-2006 гг. Астрахань, С. 86-94.
2. Ардабьева А.Г. 2019. Динамика развития растительного нейстона на лицензионном участке «Северный» //Материалы VII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 4-7.
3. Ардабьева А.Г. 2021. Многолетние изменения растительного нейстона на лицензионном участке «Северный»// Материалы VIII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 11-15.
4. Зайцев Ю.П. 1970. Морская нейстонология. Киев: «Наукова думка», 264 с.
5. Усачев П.И. 1961. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона. Тр. ВГБО. Т. 11. М: изд-во АН СССР, С. 411-415.

УДК 581.526.324(262.81)

РАСТИТЕЛЬНЫЙ НЕЙСТОН ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ»

Ардабьева А.Г.,
Зимина Т.Н.,
Рубцова Е.Г.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты изменения качественного и количественного состава растительного нейстона во время первой и второй съемки 2021 и 2022 гг. на лицензионном участке «Центрально-Каспийский». Видовое разнообразие увеличивалось от первой съемки ко второй, а количественные показатели, наоборот, уменьшались. Выявлены доминирующие группы и виды водорослей, участки с высокими показателями биомассы.

Ключевые слова: растительный нейстон, качественный состав, биомасса, численность, распределение.

В данной работе представлены материалы по растительному нейстону, полученные в I и II съемках 2021-2022 гг. на лицензионном участке «Центрально-Каспийский». Всего собрано и обработано в лабораторных условиях общепринятыми методами [Усачев, 1961; Зайцев, 1970] 99 проб.

За весь период исследования растительный нейстон был представлен 72 видами рангом ниже рода. В первую съемку встретилось 40, во вторую -55 таксономических единиц (рис. 1).

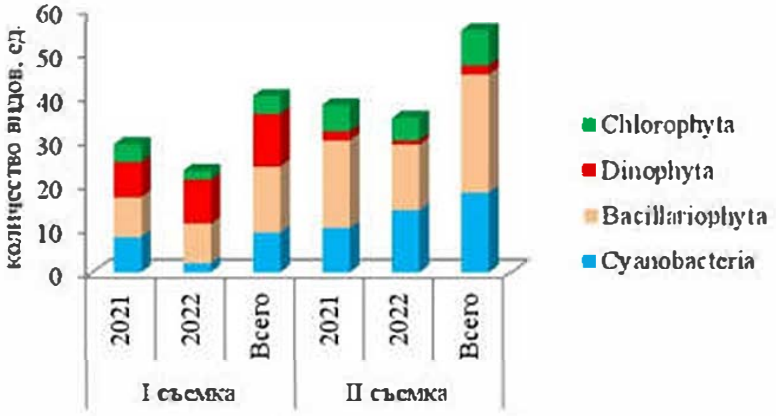


Рисунок 1 – Таксономический состав растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Качественный состав растительного нейстона за исследуемый период был непостоянный, о чем свидетельствует общее количество видов (4 вида -*Oscillatoria* sp., *Fragilaria construens*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Mougeotia* sp.) (табл. 1).

Таблица 1 - Видовой состав растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Виды водорослей	I съемка		II съемка	
годы	2021	2022	2021	2022
Cyanobacteria				
Anabaena solitaria	+	-	+	+
A. spiroides var. contracta	+	-	+	+
A. constricta	+	-	-	-

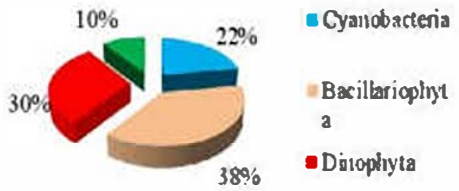
A. bergii	-	+	+	+
Anabaenopsis cunningtonii	+	-	-	+
A. raciborskii	+	-	-	+
Aphanizomenon issatschenkoi	+	-	+	+
A. ussaczevii	-	-	-	+
A. flos-aquae	-	-	-	+
A. ovalisporum	-	-	-	+
Gomphosphaeria aponina	+	-	-	-
Gloeocapsa minima	-	-	-	+
Microcystis marginata	-	-	+	-
M. aeruginosa	-	-	+	-
M. pulverea	-	-	+	-
Oscillatoria chalybea	-	-	+	+
O. marginata	-	-	-	+
O. geminata	-	-	+	-
Oscillatoria sp.	+	+	+	+
Phormidium sp.	-	-	-	+
Bacillariophyta				
Amphiprora alata	-	-	+	-
Actinocyclus ehrenbergii	-	-	-	+
Aulacoseira granulata	-	+	-	+
Chaetoceros subtilis	-	-	+	-
Ch. wighamii	-	-	+	-
Ch. penduhus	-	-	+	+
Ch. socialis	-	-	-	+
Campylodiscus echeneis	-	-	+	-
C. Daemelianus	-	-	+	-
Coscinodiscus perforatus	+	-	+	-
Cerataulina bergonii	-	+	-	-
Diatoma elongatum	-	+	-	-
Cymatopleura solea	-	-	+	-
Ditylum brightwellii	-	-	+	-
Fragilaria construens	+	+	+	+
Melosira varians	+	-	-	-
Navicula digitoradiata	+	-	-	-
N. cincta	-	-	+	-
N. lanceolata	-	-	+	-
N. minima	-	-	-	+
Nitzschia closterium	+	-	-	-
N. gracilis	+	-	+	-
N. acicularis	-	+	+	+

N. seriata	-	+	+	+
Pleurosigma elongatum	-	-	+	+
Pseudosolenia calcar-avis	+	+	+	+
Pinnularia sp.	-	-	-	+
Rhizosolenia fragilissima	+	+	-	+
Stephanodiscus hantzschii	+	-	+	-
Sceletonema costatum	-	-	+	+
Thalassionema nitzschioides	-	+	+	+
Thalassiosira hustedtii	-	-	-	+
Dinophyta				
Glenodinium lenticula	+	+	-	-
Goniaulax polyedra	+	-	-	-
Gymnodinium variabile	-	+	-	-
Peridinium latum	+	+	-	-
P. latum v. halophila	+	+	-	-
P. achromaticum	-	+	-	-
Prorocentrum micans	+	+	+	-
P. obtusum	-	+	-	-
P. scutellum	+	-	-	-
P. lima	+	+	-	-
P.. cordatum	+	+	+	+
Pysocystis lunula	-	+	-	-
Chlorophyta				
Ankistrodesmus pseudomirabilis	-	-	+	+
Binuclearia lauterbornii	+	+	+	-
Botryococcus Braunii	-	-	+	-
Mougeotia sp.	+	+	+	+
Oocystis borgeii	+	-	-	+
Scenedesmus quadricauda	-	-	+	-
S. acuminatus	-	-		+
Spirogyra sp.	+	-	+	-

Анализ качественного разнообразия растительного нейстона показал, что количество водорослей, как и прежде [Ардабьева, 2019], увеличивалось от первой съемки ко второй, как в целом за период исследования, так и в отдельные годы. В первую съемку количество видов изменялось от 23 до 29, во вторую – от 35 до 38 таксономических единиц.

Основу качественного разнообразия во все годы и сезоны определяли диатомовые водоросли, количество видов которых составляло 38 и 49 % общего состава водорослей (рис. 2). Среди них наиболее разнообразно были представлены виды рода Chaetoceros, Navicula, Nitzschia, особенно в период второй съемки.

I съемка 2021-2022 гг.



II съемка 2021-2022 гг.

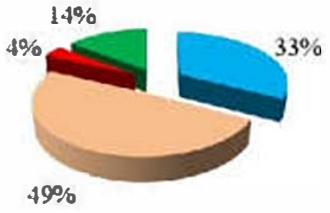


Рисунок 2 – Соотношений числа видов фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Качественный состав зеленых водорослей был представлен небольшим числом видов (2-4), увеличиваясь до 8 видов во вторую съемку.

Видовое разнообразие синезеленых водорослей возрастало от первой (9) ко второй (18) съемке за счет развития представителей рода Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria.

Наиболее благоприятные условия для вегетации динофитовых водорослей складывались в первую съемку (12 видов), затем количество их сократилось до 2 видов.

Растительный нейстон лицензионного участка представлен всеми экологическими группами фитопланктона (рис. 3) характерными для Каспийского моря [Левшакова, 1971; Ардабьева, 2017]: пресноводными, солоноватоводно-пресноводными, солоноватоводными, морскими и прочими (отношение к солености неясно, убиквисты, галофобы).

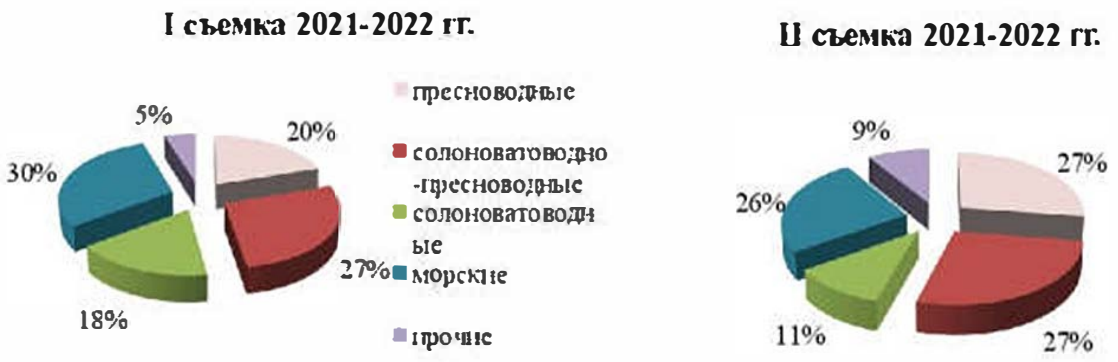


Рисунок 3 – Экологический состав растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Количественные показали растительного нейстона уменьшались от первой ко второй съемке за счет диатомовых водорослей, главным образом, морской крупноклеточной водоросли *Pseudosolenia calcar-avis* (рис. 4). Несмотря на это, они продолжали формировать, как биомассу, так и численность растительного нейстона. На долю диатомовых водорослей приходилось 20-72 % общей численности и 87-99 % общей биомассы нейстона.

В группе зеленых водорослей доминировала *Mougeotia* sp., субдоминировал - *Botryococcus Braunii*.

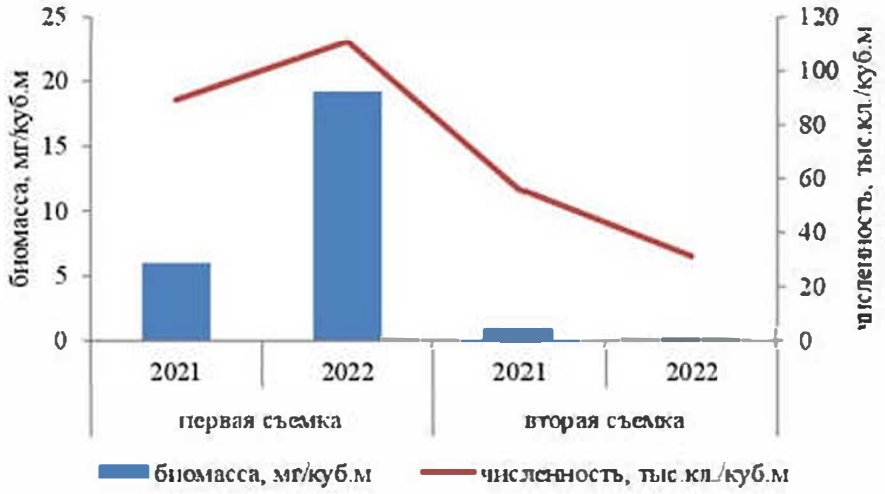
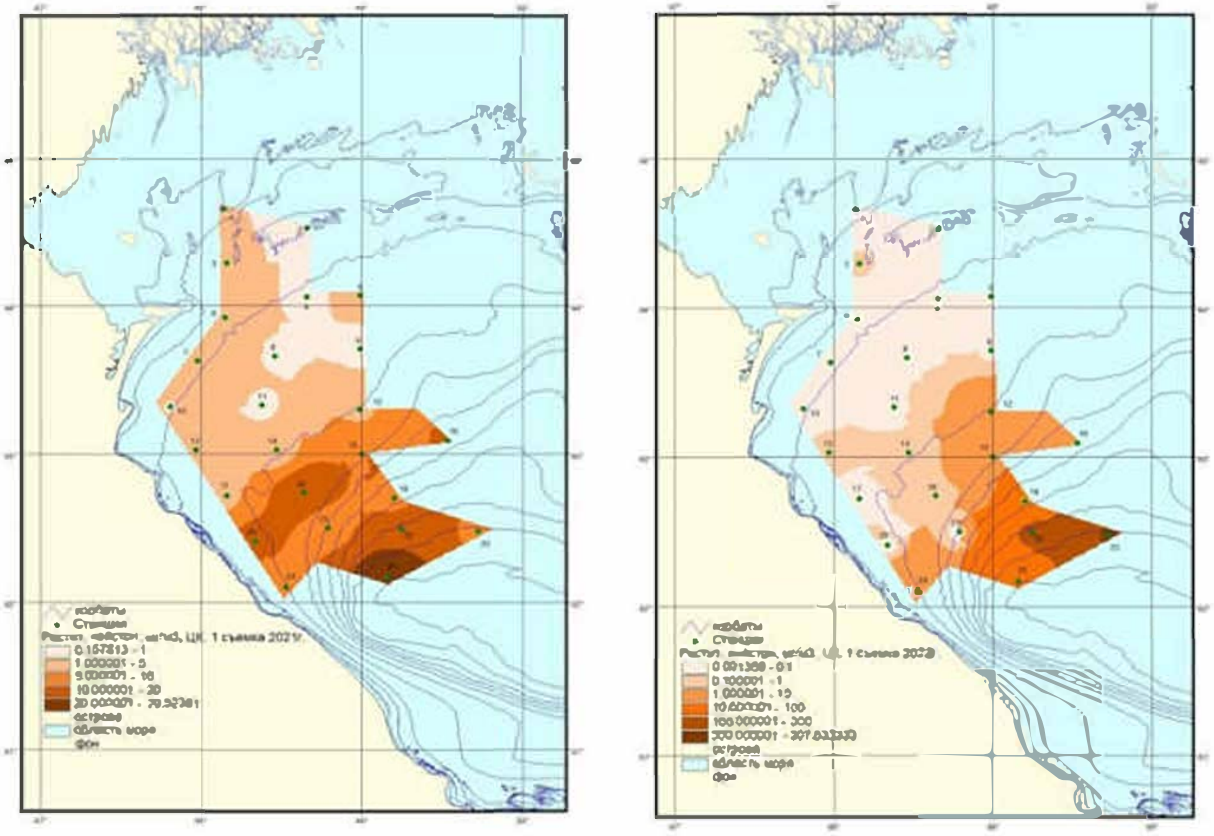


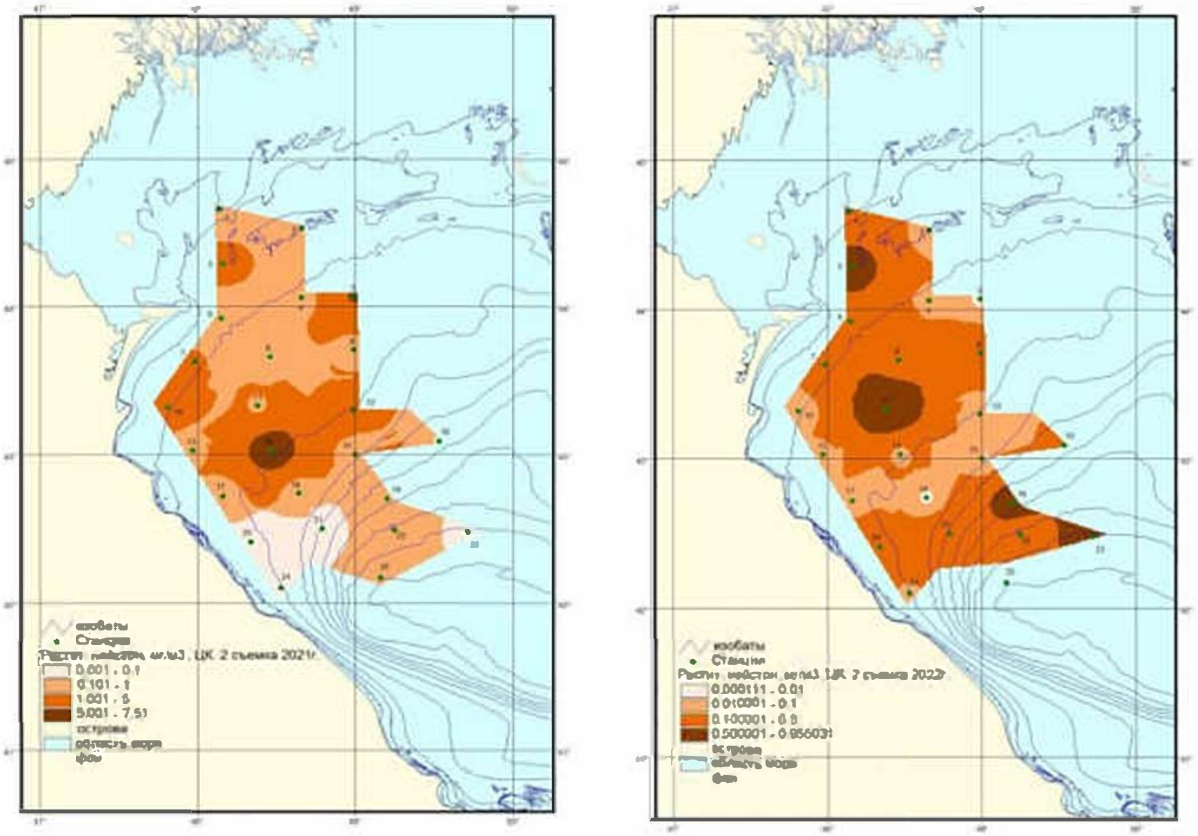
Рисунок 4 – Биомасса и численность растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Количественные показатели синезеленых водорослей по сравнению с первой съемкой заметно возросли, чему способствовало интенсивное развитие *Aphanizomenon issatschenkoi* и видов рода Anabaena, Anabaenopsis.

Распределение биомассы растительного нейстона на акватории лицензионного участка Центрально-Каспийский было неравномерным (рис. 5). Наиболее высокие биомассы нейстона в первую съемку (10,0-29,5 мг/м^3 в 2021 г. и 129,1-307,5 мг/м^3 в 2022 г.) отмечались в его южной части, где наблюдалось максимальное развитие *P. calcar-avis*. С продвижением на север биомасса водорослей существенно сокращалась. Во вторую съемку наибольшая биомасса растительного нейстона (0,96- 7,51 мг/м^3), главным образом, за счет вегетации *P. calcar-avis*, в оба года наблюдалась в центральной части лицензионного участка. Два небольших по площади пятна отмечались в северной и юго-восточной части в 2022 г. На остальной акватории участка биомасса не превышала 1 мг/м^3.



а) б)



в) г)

Рисунок 5 – Распределение биомассы растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

а) I съемка 2021 г.; б) I съемка 2022 г.; в) II съемка 2021 г.; г) II съемка 2022 г.

Следовательно, качественный состав растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» во время исследований отличался многообразием числа видов (72 таксономические единицы). Основу флористического разнообразия определяли диатомовые водоросли. Количественные показатели растительного нейстона, как в среднем за исследуемый период, так и отдельно по годам, уменьшались от первой съемки ко второй за счет развития ризосолении. Наиболее высокопродуктивной была южная (первая съемка) и центральная (вторая съемка) часть лицензионного участка.

Список литературы

1. Ардабьева А.Г. 2017. Развитие фитопланктона Северного Каспия в начале XXI века // Сборник статей научно-практической конференции с международным участием 11 – 15 сентября 2017 г., Севастополь, С. 102-106.

2. Ардабьева А.Г. 2019. Развитие растительного нейстона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» // Материалы VII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань, С. 7-12.

3. Зайцев Ю.П. 1970. Морская нейстонология. Киев: «Наукова думка», 264 с.

4. Левшакова В.Д. 1971. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия Тр. КаспНИРХ. Т. 26, С. 67-82.

5. Усачев П.И. 1961. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр.ВГБО. Т.11. М: АН СССР, С. 411-415.

УДК 639.2.053.7 : 597-153 : 591.524.11 (262.81)

СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ И ИХ КОРМОВОЙ БАЗЫ В АКВАТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО КАСПИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАЛОВЫХ СЪЕМОК В 2021-2023 ГОДАХ

М.М. Ахундов,
Э.В. Мамедов,
Э.Э. Джафарова,
М.А. Багирова,
Ф.А. Каримова,
С.Н. Сулейманов,
Н. Ч.Гулиева,
Н.И. Бабаева,
С.Дж.Гусейнзаде
Научно-исследовательский центр рыболовства и аквакультуры,
Министерство экологии и природных ресурсов азербайджанской республики,
AZ 1073, г. Баку, Ясамальский район, ул. К. Казимзаде, 100А,
azfiri@auzeurotel.com

Аннотация. Проведена оценка относительной численности и биоэкологических особенностей промысловых видов рыб и их кормовой базы на основе комплексных морских траловых съемок в акватории азербайджанского прибережья Среднего и Южного Каспия. В траловых уловах в 2021-2023 гг. было обнаружено 10 видов рыб. Основу вылова промысловых видов рыб в западной части Каспийского моря представляли рыбы 4 семейств (осетровых, карповых, сельдевых и кефалевых). По численности и биомассе в Южном Каспии в прибрежных водах Азербайджана в основном доминировали кутум (43,54%), вобла (25,85%), кильки (17,69%). В Среднем Каспии по численности и биомассе доминировали вобла (53,7%), кефаль (14,82%) и сельди (пузанки) – (9,3%). В акватории Среднего Каспия уловы рыб в основном наблюдались на глубинах 10-25 м на траверзах Сиазань и Губа. В Южном Каспии наибольшие уловы рыб наблюдались на траверзах Куркоса, Зюйд-Ост-Култук, Ленкорань и Шахагач на глубинах 10-25 м. Основу биомассы донной фауны западного прибрежья Южного Каспия составляли моллюски, на долю которых приходилось до 91% от общей биомассы бентоса. В целом в 2021-2023 гг. количественное соотношение популяций *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* в Каспийском море составляло,

соответственно, 75% и 25%, тогда как в акватории Южного Каспия наблюдается преобладание численности *Beroe ovata* (90-95%).

Ключевые слова: азербайджанское прибрежье, численность рыб, кормовая база, биомасса бентоса, изменение климата.

В настоящее время формирование биоресурсов у азербайджанского побережья Каспийского моря происходит на фоне неблагоприятных климатических, гидролого-экологических условий Каспийского моря. Под воздействием климатических изменений изменяются жизненные циклы и распределение уникальных эндемичных видов Каспийского моря, нарушаются трофические связи и функционирование экосистем.

Значительное снижение пресноводного стока реки Кура приводит к нежелательному вторжению морской воды в речную экосистему, оказывая негативное воздействие на ее биоразнообразие и экологическое равновесие (Mamedov et.al., 2016; Akhundov, Mamedov et.al., 2021). Это оказывает негативное воздействие на формирование запасов популяций проходных и полупроходных видов рыб и вызывает сокращение численности и биомассы кормовых организмов.

Целью настоящей работы было проведение анализа биоэкологических (качественных и количественных) параметров популяций промысловых видов рыб и состояния их кормовой базы в азербайджанских прибрежных водах Среднего и Южного Каспия в 2021-2023 гг.

Методика. Сбор и обработку материала осуществляли в летний период (июль-август) 2021-2022 гг. в азербайджанском секторе Среднего и Южного Каспия на глубинах 10, 25, 50, 75 и 100 метров. Траления выполняли с борта научно-исследовательского судна «Алиф Гаджиев», для лова рыб использовали 24,7 метровый донный трал. Проводили определение видового, размерно-весового состава, распределения и динамики численности рыб. Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Рикер, 1977; Карпюк и др., 2006 и др.).

Сбор зоопланктона и двух видов гребневиков (*Mnemiopsis leidyi, Beroe ovata*) проводили с помощью сети Джеди (Газ №500/ D=0,5 м) тотальным обловом толщи воды на всех станциях с глубинами от 10 до 100 м. Пробы бентоса собирали дночерпателем «Ван-Вина» площадью захвата 0,2 м^2 на тех же глубинах. Обработка материалов проводили количественно-весовым методом с вычислением биомассы (г/м^2) и численности (экз./м^2) беспозвоночных организмов (Бирштейн, 1968; Романова, 1983).

Результаты исследований. В траловых уловах в 2021-2023 гг. было обнаружено 10 видов рыб. Основу вылова рыб в азербайджанской части Каспийского моря составляли рыбы из 4 семейств (осетровых, карповых, сельдевых и кефалевых). По численности и биомассе в основном доминировали кутум (43,54%), вобла (25,85%), килька (17,69%). В Среднем Каспии по численности и биомассе доминировали вобла (53,7%), кефаль (14,82%) и сельди (пузанки) – (9,3%). По данным учетных траловых съемок в акватории Среднего Каспия уловы рыб в основном наблюдались на глубинах 10-25 м на траверзах Сиазань и Губа. В Южном Каспии наибольшие уловы рыб

наблюдались на траверзах Шахагач, Ленкорань, Куркоса, Зюйд-Ост-Култук на глубинах 10-25 м.

Кутум. Размерно-весовой состав кутума в Южном Каспии в уловах трала в июле-августе 2021-2023 гг. был представлен рыбами длиной от 22 до 43 см, в среднем 26,5 см, а вес рыб изменялся от 151 до 1,115 г., в среднем 241 г. При этом, в уловах доминировали рыбы размерной группы 20-25 см (52,8 %). Коэффициент упитанности кутума по Фультону изменялся от 1,134 до 1,483, составляя в среднем 1,283. Возрастной состав рыб был представлен особями от 1+ до 3+ лет. Более того, длина половозрелых особей кутума, используемых для рыбоводных целей, варьировала от 35 до 65 см, в среднем 45 см, а масса от 0,8 до 1,8 кг, составляя в среднем 1, 5 кг.

За период 2018-2022 гг. промысловые уловы кутума в Азербайджане изменялись от 147 до 99,95, составляя в среднем 114,07 тонн. С целью воспроизводства запасов кутума в Азербайджане за период 2019-2023 гг. с Гызылагачского рыбоводного хозяйства (НВХ) в Каспийское море было выпущено от 2,070 до 2,546 млн. молоди кутума, в среднем 2,367 млн.экз.

Вобла. Размерные характеристики воблы показали следующие результаты: длина воблы в уловах в Среднем Каспии изменялась от 14, 5 см до 28 см, составляя среднем 19,04 см, а масса рыб колебалась от 48 до 524 г., составляя в среднем 110,3 г. Коэффициент упитанности (Q) воблы варьировал от 0,977 до 2,075, составляя в среднем 1,560. Наибольшие исследовательские уловы воблы наблюдались в Среднем Каспии составляя в среднем 54% от всего улова. В исследовательских уловах в основном доминировали особи размерной группы 18-20 см (56%). В 2018-2022 гг. промысловые уловы воблы варьировали от 92,7 до 39,9 тонн, в среднем 53,9 тонн.

Лещ. Длина леща в уловах донного трала изменялась от 20 до 30 см, в среднем 26,2 см, а масса рыб составляла 110-560 г, в среднем 380 г. За период 2018-2022 гг. в промысловых уловах доля леща составляет 3-4 тонны.

Кефаль. Размерно-весовой состав кефали в уловах трала в Среднем и Южном Каспии был представлен особями длиной от 21 см до 42 см, в среднем 24 см, с массой тела от 87 до 887 г, в среднем – 160 г. Коэффициент упитанности по Фультону (Ф) рыб варьировал от 0,767 до 1, 619, в среднем составлял 1, 156. Возрастной состав рыб был представлен особями от 1+ до 4+ лет. В 2018-2022 гг. промысловые уловы кефали в Азербайджане изменялись 112,6 до 89,95 тонн, составляя в среднем 86,76 тонн.

Обыкновенная килька. В исследовательских уловах 2021-2023 гг. длина обыкновенной кильки варьировала от 9,0 см до 13,0 см, а масса – 8,0- 16, 4 г. Средние показатели длины и массы обыкновенной кильки составляли 10,3 см и 10,2 г. соответственно. Коэффициент упитанности по Фультону варьировал 0,78 до 1,17, составляя в среднем 0,94. В уловах преобладали кильки размерной группы 10,0-10,5 см (20%) (рис. 1). Возрастной состав рыб был представлен особями обыкновенной кильки от 2+ до 5+ лет. Доля рыб в возрасте трех лет (2+) составила 25 %, четырех лет (3+) – 45 %, пяти лет (4+) – 24 % и рыб в возрасте шести лет (5+) – всего 6%. Видовой состав в промысловых уловах килек в азербайджанском прибрежье Каспийского моря

представлен на (рис.2). В промысловых уловах 2016-2022 гг. в основном доминировала обыкновенная килька (88,53 %) от всего улова.

Рисунок – 1 Размерный состав обыкновенной кильки в Среднем и Южном Каспии в 2021-2023 гг.

Рисунок – 2 Видовой состав промысловых уловов килек в Азербайджане в 2016-2022 гг. (в %)

С 2001 г. популяции килек, в основном анчоусовидной кильки, находятся под воздействием черноморского вселенца – гребневика мнемиопсиса, являющегося конкурентом в питании каспийских килек и прямым хищником для икры и

личинок (Камакин и др., 2005; Mamedov, 2016; Ахундов, Мамедов, Джафарова, 2021; Ахундов, Мамедов, Джафарова, 2023).

Впервые в 2021 г. в Каспийском море был обнаружен новый вид гребневика *Beroe ovata* – естественный враг *Mnemiopsis leidyi*. Ожидается, что с появлением *Beroe ovate* произойдут кардинальные изменения в планктонных сообществах Каспийского моря, что позитивно повлияет на восстановление популяции каспийских килек и зоопланктонных организмов. (Ахундов, Мамедов и др., 2021 г.). По материалам исследования численности популяций двух видов гребневиков в 2021-2023. гг. в экосистеме Южного Каспия численность *Beroe ovata* составила 90-95%, а *Mnemiopsis leidyi* – 5-10% (рис. 3). В целом в 2021-2023 гг. количественное соотношение популяций *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* в Каспийском море было 75% на 25 % (рис. 3).

Рисунок – 3 Соотношение численности популяции *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* в Среднем и Южном Каспии в 2021-2023 гг.

В целом, в 2021-2023 гг. гидрологические и гидрохимические условия Каспийского моря были благоприятными для обитания популяций рыб. В Среднем Каспии температура поверхности морской воды изменялась от 23,9 до 25,9°С, составляя в среднем 25,2 °С. Количество кислорода в морской воде варьировало от 7,38 до 8,42, в среднем 7,76 мг/л. В Южном Каспии температура поверхности морской воды изменялась от 27,3 до 28,7, составляя в среднем 28,1° С. При этом содержание кислорода в морской воде составляло в среднем 7,39 мг/л, при колебании 7,34-7,54 мг/л.

В ходе проведенных исследований за 2021-2023 гг. установлено, что западное прибрежье Южного Каспия является одним из продуктивных районов для нагула и формирования запасов промысловых видов рыб. Анализ состояния кормовой базы рыб Южного Каспия был проведен в районах улова рыб на разрезах Зюйд-Ост Култук, Норд-Ост Култук, Куркоса и Ленкорань на изобатах глубин от 10 до 100 м. Видовое разнообразие донных животных было представлено 14-18 видами и группами бентосных организмов в 2021-2022 годах, соответственно.

Средняя биомасса бентосных организмов в исследуемом районе Южного Каспия варьировала от 98,86 г/м^2 в 2021 г. до 169,32 г/м^2 в 2022 г. Основу биомассы донной фауны в 2021 году формировали моллюски, на долю которых приходилось до 91%

общей биомассы всего бентоса. Доминирующим видом была *Cerastoderma lamarcki* (86% биомассы моллюсков и 64% их численности). В то время как в 2022 г. ситуация была немного иной. Моллюски также составляли основу биомассы донной фауны, на долю которых приходилось 81% общей биомассы всего макрозообентоса. При этом доминирующим видом был *Mytilaster lineatus* (75% биомассы моллюсков и 40% их численности) (рис.4).

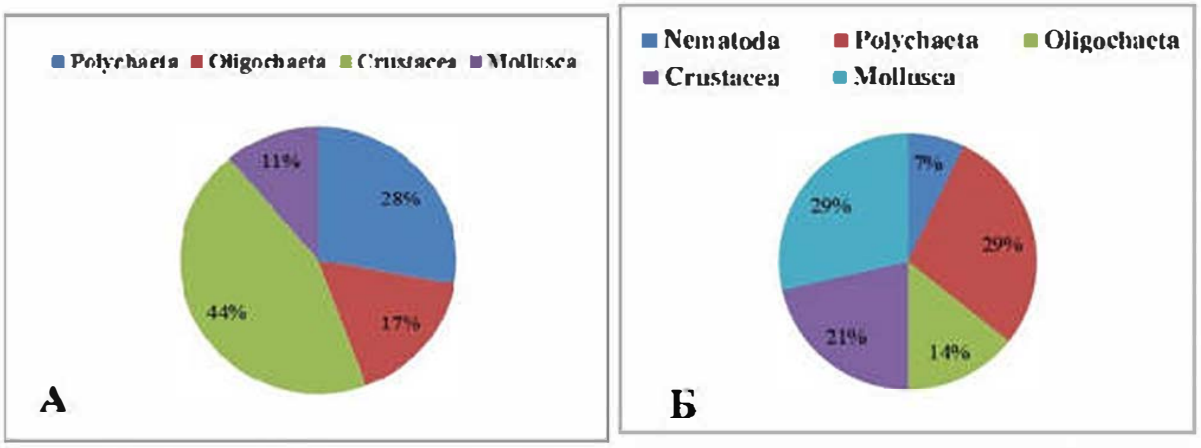


Рисунок – 4 Процентное соотношение видового состава макрозообентоса в западном прибрежье Южного Каспия в 2021(А) и 2022(Б) гг.

В ходе проведенных исследований структурных характеристик развития макрозообентоса за 2021-2022 гг. установлено, что западное прибрежье Южного Каспия является одним из продуктивных районов для нагула и формирования запасов промысловых видов рыб.

В последние годы происходят изменения в динамике популяций рыб, снижение видового состава и численности промысловых видов рыб в учетных уловах донного трала. Анализ размерно-весовых показателей рыб показал, что основные биологические характеристики находились в переделах среднемноголетних колебаний длины и массы исследованных рыб, связанных с общими тенденциями изменений в экосистеме моря.

В целом, по результатам морских траловых съемок, проведенных в 2021-2023 гг., наблюдается снижение исследовательских уловов промысловых видов рыб по сравнению с периодом 2005-2011 гг. При этом состояние биологических и структурных показателей популяций промысловых видов рыб в азербайджанском прибережье Каспийского моря остается удовлетворительной и на уровне средних многолетних значений.

Следует особо отметить, что климатические изменения, а также ухудшение гидрологических и экологических условий моря негативно влияют на рост и размножение рыб, что может привести к сокращению численности и запасов промысловыхвидов рыб.

Список литературы

1. Ахундов М.М., Мамедов Э.В., Джафарова Э.Э. Состояние планктонного сообщества в результате появления *Beroeo vata* и его воздействия на экосистему

Каспийского моря. // Материалы VIII научно-практической конференции с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (22 октября 2021 г., Астрахань). – Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 2021. –346 с.

2. Ахундов М.М., Мамедов, Э.В., Джафарова Э.Э. Краткая характеристика состояния запасов промысловых видов рыб и их кормовой базы у побережья Азербайджана в 2021-2022 гг. //Сборник материалов Международной научно-практической конференции к 90-летию Балхашского филиала: «РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ». Казахстан, г. Балхаш, 07-08 июля 2023 г., С.59-62.

3. Бирштейн Я.А. и др. Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность, 1968 г. 416 с.

4. Камакин А.М.Особенности формирования популяций вселенца Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) (*Ctenophora: Lobata*) в Каспийском море: автореф. дис. канд. биол. наук. Астрахань, 2005. 23 с.

5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М: Пищевая промышленность, 1966, 376 с.

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

7. Романова Н.Н. Методические указания к изучению бентоса южных морей. М.: ВНИРО, 1983, 13 с.

8. Akhundov M.M., Mamedov E.V., Jafarova E.E. Assessment of the state of the Caspian Sea ecosystem due to the impact of climate changes in recent years, based on the results of studies in the coastal waters of Azerbaijan.// Scientific Conference on Climate Change in the Caspian Sea Region, UNEP, 27-28 October 2021.

9. Mamedov E.V. Management of Caspian Biodiversity Protection and Conservation Management of Caspian Biodiversity Protection and Conservation // The Handbook of Environmental Chemistry. Springer, Berlin, Heidelberg. Jan 1, 2016.

УДК 639.3.05; 574.22

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ В МЕСТАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Бедрицкая И.Н.

Пятиконова О.В.

Чехомов С.П.

Дьякова С.А.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Эффективность работы садковых рыбоводных хозяйств обусловлена рядом факторов, среди которых немаловажное значение имеет качество водной среды. Для водотоков низовьев Волги в последнее десятилетие характерно повышение количества поступающих биогенных элементов. Усиление антропогенной эвтрофикации может возникать при работе садковых хозяйств, особенно по мере увеличения их мощности. С целью оценки состояния водной среды в весенний период в местах действующих рыбоводных хозяйств исследовали 2 водотока Астраханской области, отличающихся уровнем антропогенной нагрузки. Определено, что качество водотока, расположенного вне зоны прямого антропогенного воздействия, соответствовало основным рыбоводным требованиям, в то время как водоток протекающий большей частью в районе городской черты характеризовался более высоким содержанием трудноокисляемых органических и взвешенных веществ, худшими санитарно-микробиологическими показателями. При этом, разница в гидрологических характеристиках водотоков и мощности хозяйств определила различия степени воздействия выращиваемых объектов аквакультуры на водотоки.

Ключевые слова: садковое хозяйство, товарная аквакультура, водоем, химические и биологические методы, качество воды.

Приоритетным направлением развития товарной аквакультуры Астраханской области является поиск и внедрение малозатратных и высокоэффективных методов рыбоводства, среди которых наиболее перспективным является способ выращивания объектов аквакультуры в садковых линиях [Поляков и др., 2016]. Садковый тип индустриальных хозяйств является наиболее простым. Хозяйства могут сооружаться в короткие сроки. Водообмен в садках осуществляется за счёт естественного перемещения водных масс в водотоке.

Основными источниками загрязнения при работе садковых хозяйств являются корм и продукты метаболизма рыб. Около 85% потерь и фекалий осаждается непосредственно под садками [Кокуричева, Чинарева, Экимова, 2003]. Усиление эвтрофикации водоема происходит с увеличением мощности садкового хозяйства, расположенного в нем [Карачев, Липпо, 2010]. Поэтому следует размещать в водоёме оптимальное количество садков и вносить такое количество органических веществ, которое водоёмы могут полностью утилизировать [Магомаев, 2007].

Цель работы: оценить условия водной среды в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств Астраханской области.

Материалы и методы

При определении состояния водной среды для выращивания объектов товарной аквакультуры в отдельных садковых рыбоводных хозяйствах и оценки степени их влияния на природные водоемы в весенний период исследовали два водотока (пр. Царев, ер. Три ерика) в районе расположения рыбоводных участков, количества садков, а также наличия природных (проточность, глубина) и антропогенных факторов. Выбор водотоков для исследований осуществляли по результатам картографической обработки данных с учетом расположения РВУ (рыбоводных участков) на водотоках.

В ходе исследований осуществляли ряд полевых и лабораторных работ с применением химических и биологических методов: определение скорости течения (измеритель скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1) и глубины водотока (эхолот Lowrance Elite-5 DSI, ручной лот), температуры воды [РД 52.24.496-2018], водородного показателя pH [ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97], абсолютного содержания растворенного кислорода [РД 52.24.419-2019], перманганатной окисляемости [ГОСТ Р 55684-2013], химического потребления кислорода [ПНД Ф 14.1:2:3.100-97], нитритов [РД 52.24.381-2017], аммонийного азота [ПНД Ф 14.1:2:3.1-95], взвешенных веществ [ПНД Ф 14.1:2:3.110-97], анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) [ПНД Ф 14.1:2:4.15-95], нефтепродуктов [ПНД Ф 14.1:2:4.128-98], токсичности с использованием *Daphnia magna Straus* [ГОСТ Р 56236-2014 (ИСО 6341:2012)], общего количества колиформных бактерий (ОКБ), общего микробного числа (ОМЧ) при 22°С и 37°С, наиболее вероятного числа энтерококков (НВЧ) [МУК 4.2.1884-04].

Отбор проб воды (поверхностный, придонный горизонты) осуществляли на рассматриваемых участках водотоков в 500 м выше садковой линии и ниже по течению: в непосредственной близости от садков и в 500 м [ГОСТ 17.1.5.04-81, ГОСТ 70282-2022, ГОСТ 59024-2020]. Количество точек отбора на пр. Царев – 3, ер. Три ерика – 3.

Для оценки качества водной среды использовали нормативы, разработанные для водных объектов рыбохозяйственного значения [Приказ МСХ РФ от 13.12.2016 г. № 552], воды поверхностных водоисточников [СанПиН 1.2.3685-21], природных поверхностных вод [ГОСТ Р 56236-2014] и значения биотического индекса [Вудивисс, 1977] для определения степени органического загрязнения.

Результаты

Ерик Три ерика. Глубина в точках выше и ниже садковой линии составляла 6,3 и 11,0 м, в районе расположения садков – в среднем 4,5 м, температура воды у поверхности – 12,8-14,0°С, в придонном горизонте – 12,4-13,7°С. Скорость течения в поверхностном горизонте была достаточной (более 0,1 м/с) для нормального водообмена в районе размещения садков (0,14 м/с), в то время, как у дна отмечено замедление движения водных масс в 2 раза (0,07 м/с). Реакция среды – слабощелочная (8,3-8,5 ед. pH). Кислородный режим, в целом, удовлетворительный (10,4-11,8 мг/дм^3, 101-113%) с некоторым перенасыщением за пределами садковой линии (500 м выше и ниже по течению). Содержание взвешенных веществ в придонном горизонте (14,4-21,4 мг/дм^3) было выше, чем у поверхности (11,2-14,4 мг/дм^3) и снижалось от верхней точки вниз по течению. Величина перманганатной окисляемости (ПО) (7,2-9,6 мгО/дм^3) в районе садков была наименьшей. Химическое потребление кислорода (ХПК) в 1,2-1,5 раза превышало норматив для поверхностных вод (до 15 мг/дм^3) с наибольшими значениями в 500 м ниже садков (23,0 мг/дм^3) [СанПиН 1.2.3685-21]. Значения нитритов, аммонийного азота, АПАВ и нефтепродуктов находились в пределах ПДК (0,2, 0,5, 0,1 0,05 мг/дм^3 соответственно показателям) [Приказ МСХ РФ от 13.12.2016 г. № 552]. Биологическими методами исследований (биотестирование, биоиндикация) качество воды оценено как «нетоксичное», относится к категории «чистые воды» (за исключением точки в 500 м ниже садковой линии – «грязные воды») [ГОСТ Р 56236-

2014; Вудивисс, 1977]. Общее число микроорганизмов (ОМЧ) в воде (500-6200 КОЕ/1 мл) было более высоким в придонном горизонте. Общее количество колиформных бактерий (ОКБ) (23-240 КОЕ/100 см^3) и наиболее вероятное число (НВЧ) энтерококков (до 23 КОЕ/100 см^3) в воде не превышало нормативный показатель для воды поверхностных водных объектов (не более 1000 КОЕ/100 см^3, не более 100 КОЕ/100 см^3 соответственно показателям) [СанПиН 1.2.3685-21].

Протока Царев. Река в исследуемом районе отличается значительным перепадом глубин – 2,0-7,0 м (4,0 м в районе садков). Скорость течения как в поверхностном (0,23-0,4 м/с), так и в придонном горизонте (0,26-0,38 м/с) достаточно высокая (более 0,1 м/с). Температура воды в момент отбора проб составляла 7,6-7,8°С, практически не отличаясь по горизонтам. Реакция среды слабощелочная – 8,0-8,1 ед. pH. Содержание взвешенных веществ в придонном горизонте (32,0-51,0 мг/дм^3), преимущественно, было выше, чем у поверхности (28,8-37,2 мг/дм^3). Содержание растворенного кислорода в воде, как в поверхностном, так и придонном горизонтах было достаточным для нормальной жизнедеятельности гидробионтов (11,4-12,0 мг/дм^3, 93-99%) Величина перманганатной окисляемости как у поверхности, так и у дна (9,2 мгО/дм^3) не изменялась на всем протяжении рассматриваемого участка. ХПК – было выше (в 1,2-1,5 раза) норматива для поверхностных вод (не более 15 мг/дм^3) с максимальными значениями в поверхностном горизонте в 500 м выше садковой линии (23 мг/дм^3). Значения нитритов, аммонийного азота, АПАВ и нефтепродуктов находились в пределах ПДК (0,2, 0,5, 0,1 0,05 мг/дм^3 соответственно показателям). По результатам биотестирования качество воды на всем протяжении участка оценено как «нетоксичное». Анализ видового состава биоиндикаторных бентосных организмов позволил отнести исследуемые воды к разным категориям – от «умеренно-загрязненные воды» (в районе садков) до «загрязненные» (в 500 м ниже садковой линии) и «грязные» (в 500 м выше садковой линии). Общее микробное число находилось в пределах 340-4260 КОЕ в 1 мл воды. Общее количество колиформных бактерий (23-240 КОЕ/100 см^3) не превышало нормативный показатель для воды поверхностных водных объектов (не более 1000 КОЕ/100 см^3). Наиболее вероятное число энтерококков (23-240 КОЕ/100 см^3), преимущественно, превышало нормативный показатель для воды поверхностных водных объектов (не более 100 КОЕ/100 см^3) и свидетельствовало о наличии фекального загрязнения.

Заключение

В весенний период в воде, поступающей в район садковых линий, расположенных на ер. Три ерика и пр. Царев, не зарегистрировано превышения ПДК нитритов, аммонийного азота, АПАВ и нефтепродуктов. Содержание растворенного кислорода было достаточным для обитания гидробионтов. Вместе с тем, водная среда в 500 м выше садковых линий пр. Царев характеризовалась более высоким содержанием трудноокисляемых органических веществ (на 20%), процентом элиминации тест-организмов (на 10%), количеством взвешенных веществ (в 2 раза), КОЕ ОМЧ при 22°С (в 3 раза), НВЧ КОЕ энтерококков (в 240 раз, фекальное загрязнение), низким качеством воды («грязные»), чем в ер. Три ерика. Качество фоновой воды, поступающей в садки в весенний период по гидролого-гидрохимическим и токсикологическим параметрам было

значительно выше в ер. Три ерика, чем в пр. Царев и соответствовало основным рыбоводным требованиям.

При этом, более слабое течение на ер. Три ерика, а также более высокая мощность хозяйства (107 садков) способствовало образованию скоплений органических веществ в 500 м после садковых линий и ухудшению качества воды (от «чистой» (фон) до «грязной»), в то время как в пр. Царев (22 садка) с более высокой скоростью воды содержание трудноокисляемой органики снижалось вниз по течению с изменением категории вод с «грязные» до «загрязненные». По этой же причине в большей степени (в 2 раза) зарегистрировано ухудшение санитарно-микробиологических показателей придонной воды в 500 м ниже садков в ер. Три ерика (увеличение ОМЧ по сравнению с фоном).

Авторы выражают признательность и благодарность сотрудникам лаборатории водных проблем и токсикологии и сотрудникам лаборатории ихтиопатологии Волжко-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») за участие в сборе и обработке материала.

Список литературы

1. ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки хранения проб природных вод общие технические условия. [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294835/4294835624.htm (дата обращения 05.06.2023)

2. ГОСТ 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index/74/74335.htm?ysclid=lj2oq8eywb455397676 (дата обращения 05.06.2023)

3. ГОСТ 70282-2022 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Data/789/78922.pdf?ysclid=lj2ol4wa4k318807480 (дата обращения 05.06.2023)

4. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index/55/55514.htm (дата обращения 05.06.2023)

5. ГОСТ Р 56236-2014 (ИСО 6341:2012) «Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus». [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293767/4293767304.htm (дата обращения 05.06.2023)

6. Карачев Р.А. Садковое рыбоводство и экология: возможно ли эффективное компромиссное решение/Р.А. Карачев, Е.В. Лишо. // Рыбное хозяйство, 2010, № 6, С. 86-92.

7. Кокуричева С.П. Влияние сухих гранулированных кормов на гидрохимический режим воды/ Кокуричева С.П., Чинарева И.Д., Экимова С.Б. // Разведение, селекция, генетика, воспроизводство и частная зоотехния с.-х. животных.- СПб., 2003.- С. 51-54.

8. Магомаев Ф.М Товарное рыбоводство- Астрахань Изд-во КаспНИРХ, 2007- 600 с.

9. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов (с изм. № 1,2,3) [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293851/4293851827.htm (дата обращения 05.06.2023)

10. ПНД Ф 14.1:2:3.100-97 Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом (издание 2016 г.). [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751545.htm?yscli=lj2ow7rzy4456972095 (дата обращения 05.06.2023)

11. ПНД Ф 14.1:2:3.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293751/4293751544.htm (дата обращения 05.06.2023).

12. ПНД Ф 14.1:2:3.1-95 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера (издание 2017 г.) [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293850/4293850892.htm (дата обращения 05.06.2023).

13. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом (издание 2018 г.) URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293730/4293730055.htm (дата обращения 05.06.2023)

14. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-058-2012). [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293770/4293770987.htm (дата обращения 05.06.2023)

15. ПНД Ф 14.1:2:4.15-95 Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстракционно-фотометрическим методом [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293808/4293808613.htm (дата обращения 05.06.2023)

16. Поляков А. В. Гидролого-гидрохимический режим водоема как лимитирующий фактор при выращивании рыбы в садках / А. В. Поляков, С. В. Пономарёв, А. В. Конькова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. – С. 70 – 74. – ISBN 2073-5529

17. РД 52.24.381-2017 Массовая концентрация нитритного азота в водах. методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293739/4293739151.htm (дата обращения 05.06.2023).

18. РД 52.24.419-2019 Руководящий документ. Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика измерений йодометрическим методом. [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293726/4293726785.htm (дата обращения 05.06.2023)

19. РД 52.24.496-2018 Методика измерений температуры, прозрачности и определения запаха воды (издание 2018 г.). [Электронный ресурс] – URL: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293736/4293736072.htm (дата обращения 05.06.2023)

20. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс] – URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lj2ngtiy7v118116124 (дата обращения 14.06.2023)

УДК 597.556.333.1:591.4

БИОЛОГИЯ КАВКАЗСКОГО РЕЧНОГО БЫЧКА (*PONTICOLA CONSTRUCTOR* NORDMANN, 1840) ОЗЕРА ЯСХАН (УЗБОЙ, ТУРКМЕНИСТАН) В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Булатов С.А

Международный институт моделирования и прогнозирования развития морских и гипергалинных экосистем, Россия, Московская область, 141603, г. Клин, пос. Майданово, 18-19, mimge_rus@mail.ru, mimge2020@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты исследований кавказского речного бычка (*Ponticola constructor*) из озера Ясхан, расположенного в русле Узбоя на территории Туркменистана. Наличие в соленой части Ясхана кавказского речного бычка показывает былую связь Узбоя с Каспийским морем. Приводятся оригинальные данные по изучению меристических и пластических признаков кавказского речного бычка оз. Ясхан. С использованием литературных данных дается сравнение с морфометрическими признаками популяций кавказского речного бычка из других мест обитания. В связи с тем, что в настоящее время вид включен в Красный список видов МСОП, находящихся под угрозой исчезновения, необходимо разработать и реализовать комплекс мер по сохранению реликта Узбоя *P. constructor*.

Ключевые слова: кавказский речной бычок (*Ponticola constructor*), озеро Ясхан, Узбой, биология, морфология.

Западный Узбой, расположенный на северо-западе Туркменистана, со своим загадочным прошлым вызывает большой интерес у многих исследователей. Одной из загадок Узбоя является существование трех пресных озер: Ясхан, Каратегелек и Тоннатан, содержащих реликтовую фауну Каспия и Амударьи [Старостин, 1992].

Экстремальные условия обусловили и экстремальность многих форм жизни в этих озерах. Знание образа жизни рыб Узбоя представляет интерес по целому ряду причин, и в первую очередь потому, что на этих озерах совершенно отсутствует промысел и их ихтиофауна сохранила девственный характер Известно, что формирование ихтиофауны озер Узбоя шло за счет проникновения видов из Арала и Каспия, поэтому она также может быть рассмотрена как промежуточная между ихтиофаунами Каспийского и Аральского округов Понтокаспийско-Аральской провинции.

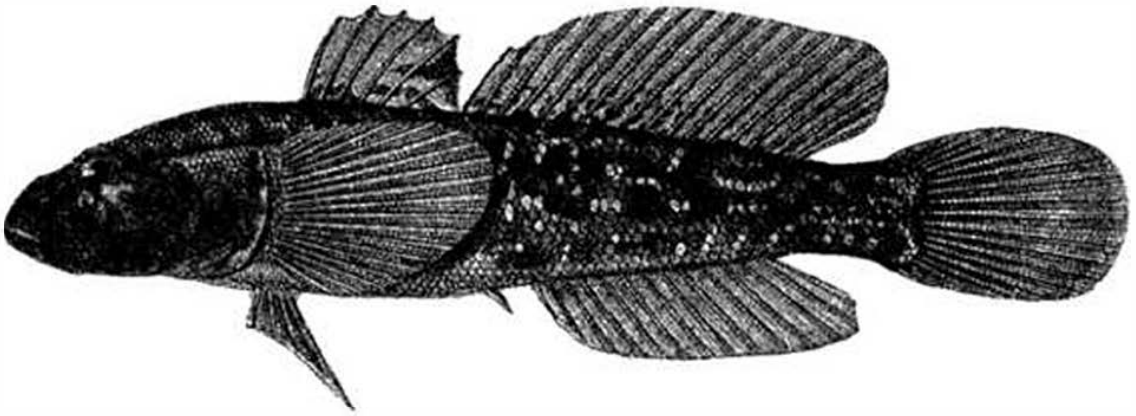


Рисунок 1 – Кавказский речной бычок (*Ponticola constructor*) [по Бергу, 1949]

Кавказский речной бычок был впервые обнаружен в ихтиофауне озер Узбоя в 1935 г. экспедицией Туркменской научно-исследовательской зоологической станции (рис. 1), как *Neogobius cephalarges constructor* (Nordman), 1840 [Старостин, 1992]. В настоящее время название *N. cephalarges constructor* признано синонимом вида *Ponticola constructor* (Nordmann), 1840 [Neilson, Stepien, 2009]. Наличие в соленой части озера Ясхан кавказского речного бычка показывает былую связь озер Узбоя с Каспийским морем [Алиев, 1953]. Этого вида нет в Араде, но он обитает в Каспии, откуда *P. constructor* и мог попасть в озеро в результате неоднократного поднятия уровня Каспийского моря и трансгрессии его в сторону Узбоя [Алиев и др., 1988]. Несмотря на долгий период, который прошел с периода первого обнаружения бычка в соленой части оз. Ясхан, до настоящего времени его биология остается слабо изученной. Сейчас мало внимания уделяется непромысловым видам рыб, представляющих интерес как генетическая единица. Отсюда, знание биологии кавказского речного бычка из уникального и заповедного участка (оз. Ясхан) представляет особый интерес.

Целью наших исследований явилось изучение биологии кавказского речного бычка (*P. constructor*) из оз. Ясхан.

Рисунок 2 – Карта-схема расположения оз. Ясхан (Узбой, Туркменистан)

Оз. Ясхан расположено в Приузбойском физико-географическом районе и является самым нижним водоем по руслу Узбоя [Бабушкин, Когай, 1971]. Озеро имеет вид подковообразной старицы (рис. 2), расстояние между ее концами 500 м, развернутая длина около – 6 км [Старостин, 1992], в координатах 39°41′23′′ с.ш. и 55°33′39′′ в.д.

Таблица – Меристические и пластические признаки кавказского речного бычка из оз. Ясхан

Признак	*min–max*	$M \pm \mu$	σ	*C*, %
Длина всей рыбы, см	9,99–12,30	10,77±0,28	0,75	6,98
Длина рыбы без С, см	8,06–10,40	8,93±0,28	0,74	8,29
Чешуй в боковой линии, шт.	59–63	61±0,67	1,77	2,91
Лучей в I спинном плавнике (I D), шт.	VI–VII	VI	–	–
Лучей во II спинном плавнике (II D), шт.	I 17,00–I 18,00	I 17,50±0,17	0,45	2,55
Лучей в анальном плавнике (A), шт.	I 13,00–I 14,00	I 13,50±0,17	0,45	3,29
Тычинок на I жаберной дуге, шт.	40,00–43,00	41,30±0,40	1,05	2,53
Длина головы, см	2,61–3,26	2,90±0,09	0,23	8,01
Высота головы, см	1,39–1,70	1,57±0,05	0,13	8,08
Длина рыла, см	0,75–1,10	0,91±0,04	0,12	12,50
Диаметр глаза (горизонтальный), см	0,50–0,70	0,60±0,03	0,08	13,03
Заглазничный отдел головы, см	1,41–1,70	1,60±0,04	0,12	7,21

Длина верхнечелюстной кости, см	0,84–1,20	1,01±0,04	0,12	11,55
Длина нижнечелюстной кости, см	1,05–1,60	1,29±0,07	0,19	14,42
Ширина лба, см	0,40–0,50	0,45±0,02	0,04	9,27
Наибольшая высота тела, см	1,41–1,90	1,74±0,06	0,15	8,82
Наименьшая высота тела, см	0,79–0,90	0,83±0,02	0,04	5,12
Длина хвостового стебля, см	1,31–1,90	1,53±0,07	0,17	11,26
Антедорсальное расстояние, см	3,09–3,80	3,40±0,09	0,24	7,10
Расстояние от ануса до А, см	0,20–0,35	0,23±0,02	0,05	17,03
Длина основания I D, см	1,28–1,80	1,47±0,06	0,17	10,99
Длина основания II D, см	2,82–3,60	3,13±0,09	0,24	7,81
Расстояние между I D и II D, см	0,70–1,00	0,90±0,03	0,09	10,11
Высота I D, см	1,02–1,40	1,22±0,05	0,13	10,93
Высота II D, см	1,21–1,60	1,32±0,05	0,13	9,60
Длина грудных плавников, см	1,89–2,50	2,19±0,08	0,21	9,56
Ширина грудных плавников, см	1,01–1,30	1,17±0,03	0,09	7,30
Длина брюшных плавников, см	1,59–2,24	1,84±0,08	0,21	11,37
Длина основания А, см	1,95–2,30	2,16±0,05	0,12	5,65
Высота А, см	0,90–1,40	1,19±0,06	0,16	13,61
в % к длине тела				
Длина головы	25,20–29,42	26,93±0,49	1,29	4,81
Высота головы	13,82–15,89	14,58±0,27	0,71	4,85
Наибольшая высота тела	14,10–17,15	16,18±0,40	1,06	6,52

Продолжение таблицы

Признак	*min–max*	$M \pm \mu$	σ	C, %
Наименьшая высота тела	7,13–8,32	7,75±0,18	0,47	6,11
Длина хвостового стебля	13,11–15,45	14,20±0,25	0,67	4,71
Антедорсальное расстояние	30,84–32,85	31,59±0,30	0,80	3,53
Расстояние от ануса до А	1,81–3,16	2,52±0,17	0,46	19,24
Длина основания I D	12,09–15,92	13,97±0,45	1,20	8,58
Длина основания II D	27,38–30,05	29,04±0,34	0,90	3,09
Расстояние между I D и II D	6,80–9,01	8,08±0,23	0,61	7,59
Высота I D	9,90–12,71	11,34±0,38	1,01	8,94
Высота II D	11,73–14,21	12,86±0,33	0,89	6,88
Длина основания А	18,70–21,50	20,08±0,36	0,95	4,74
Высота А	9,00–12,99	11,08±0,45	1,19	10,69
в % к длине головы				
Длина рыла	26,88–35,71	31,65±1,14	3,00	9,49
Диаметр глаза (горизонтальный)	16,77–25,00	20,93±0,98	2,58	12,34
Заглазничный отдел головы	50,54–62,84	55,48±1,60	4,24	7,65
Длина верхнечелюстной кости	30,11–38,71	35,01±1,13	2,98	8,50

Длина нижнечелюстной кости	37,63–51,61	44,59±1,58	4,18	9,37
Ширина лба	13,23–19,16	15,70±0,72	1,91	12,13

Примечание: *min–max* – минимальное и максимальное значения признаков, ***M*** – средняя арифметическая, *μ* – ошибка средней арифметической, *σ* – среднее квадратическое отклонение и *C* – коэффициент вариации.

Западная часть северной половины озера представляет собой плесовый участок длиной по оси 2100 м и средней шириной 100–120 м, максимальная глубина озера – 4,9 м [Старостин, 1992]. Соленость воды в водоеме колеблется от 2,6 до 3,7 ‰ [Гидрогеология ..., 1972].

Исследования проводились по материалу, собранному в оз. Ясхан. Исследование 5 меристических и 25 пластических признаков кавказского речного бычка производились путем морфометрических измерений с использованием общепринятых методик [Правдин, 1966]. При анализе использовались минимальное (*min*) и максимальное (*max*) значения признаков, средняя арифметическая (***M***), ошибка средней арифметической (*μ*), среднее квадратическое отклонение (*σ*) и коэффициент вариации (*C*) [Лакин, 1980].

Оригинальные данные по меристическим и пластическим признакам кавказского речного бычка из оз. Ясхан приведены в таблице, из анализа которой видна определенная степень вариативности морфометрических признаков *P. constructor*.

Настоящие исследования показали, что кавказский речной бычок в оз. Ясхан представлен особями с длиной тела от 9,99 до 12,30 см, в среднем – 10,77±0,28 см, с VI–VII лучами в I D, I 17–18 лучами во II D, I 13–14 лучами в A, в боковой линии 59–63 чешуй, 40–43 тычинки на 1 жаберной дуге. По последним данным Л.С. Берга [1949] максимальная зафиксированная длина особей *P. constructor* из оз. Ясхан ранее не превышала 11,8 см. Окраска тела рыб коричнево-бурая.

Половой диморфизм у исследованных рыб внешне выражен слабо, лишь у рыб крупных размеров можно при измерении плавников отметить более крупные их размеры у самцов. Самцы во время нереста черного цвета с белой каемкой по верхнему краю первого спинного плавника [Москул, 1998].

Следует отметить, что морфометрические признаки рыб, обитающих в новых изолированных экосистемах, являются наиболее характерным показателем адаптации. Изучение особенностей изменения этих признаков представляет особый интерес, поскольку именно они позволяют установить степень пластичности организмов, их возможности приспособления к изменяющимся условиям существования. Установлено, что длина тела, количество чешуй в боковой линии, а также количество жестких и мягких лучей в первом и втором спинном плавниках, а также в анальном плавнике, у исследованных особей не выявили расхождений и укладываются в пределы, приводимые в общепринятых диагнозах для данного вида [Берг, 1949; Москул, 1998; Kottelat, Freyhof, 2007; Абрамчук, Иваненко, 2017].

Известно, что у данного вида бычка ширина лба вдвое меньше диаметра глаза [Берг, 1949]. Наши исследования показывают, что ширина лба у *P. constructor* из оз.

Ясхан почти в полтора раза меньше диаметра глаза. Отмечено сходство исследованных нами особей по соотношению длины рыла к диаметру глаза с популяциями *P. constructor* из бассейна Черного моря [Kottelat, Freyhof, 2007]. Верхняя губа к углам рта у изученных особей не расширена, что также характерно для отдельных рыб популяции кавказского речного бычка из р. Куры [Берг, 1949; Абрамчук, Иваненко, 2017].

Внутрипопуляционные исследования показали (см. таблицу), что из 30 изученных нами признаков наиболее изменчивыми являются длина рыла (коэффициент вариации *C* = 12,50 %), высота анального плавника (*C* = 13,61 %), длина нижнечелюстной кости (*C* = 14,42 %) и расстояние от ануса до анального плавника (*C* = 17,03 %). Вариабельными также можно считать длину верхнечелюстной кости (*C* = 11,55 %), длину хвостового стебля (*C* = 11,55 %), длину основания первого спинного плавника (*C* = 10,99 %), расстояние между первым и вторым спинными плавниками (*C* = 10,11 %), высоту первого спинного плавника (*C* = 10,93 %), длину брюшных плавников (*C* = 11,37 %), отношение расстояния от ануса до анального плавника к длине тела (*C* = 18,24 %), а также отношения к длине головы горизонтального диаметра глаза (*C* = 12,34 %) и ширины лба (*C* = 12,13 %).

Кавказский речной бычок в оз. Ясхан характеризуется широким спектром питания, потребляя рыбу (преимущественно плотву), водных клопов, бокоплавов, личинок и куколок хирономид, ручейников и стрекоз [Алиев, 1953; Алиев и др., 1988].

Ряд исследователей отмечают сходство *P. constructor* с бычком-рыжиком (*Ponticola eurycephalus* Pallas, 1811), называя кавказского речного бычка его пресноводной формой [Москул, 1998]. В тоже время, другие исследователи выделяют *P. constructor* [syn. *Neogobius constructor* (Nordmann), 1840] в самостоятельный вид пресноводного бычка [Атлас ..., 2002].

P. constructor обитает в реках впадающих в Черное и Каспийское моря – Кубань, Кура, Аракс и другие [Абрамчук, Иваненко, 2017]. В Туркменистане кавказский речной бычок кроме оз. Ясхан еще встречается в р. Атрек, впадающей в Каспийское море, являясь объектом любительского рыболовства [Рустамов, 2011; Рустамов, Шакирова, 2013].

С 2008 г. *P. constructor* включен в Красный список видов МСОП, находящихся под угрозой исчезновения, как вид, вызывающий наименьшее беспокойство [Freyhof, Kottelat, 2008].

Из вышеизложенного следует, что необходимо продолжить дальнейшие исследования биологии уникальной популяции кавказского речного бычка в ихтиофауне оз. Ясхан для разработки и осуществления мероприятий по его сохранению.

Автор выражает искреннюю благодарность бывшему сотруднику Института зоологии АН Туркменистана, ныне ведущему научному сотруднику Татарского отделения ФГБНУ «ВНИРО» (ТатарстанНИРО), кандидату биологических наук Шакировой Фирдауз Мубараковне за предоставленный для проведения настоящих исследований отловленный материал.

Список литературы

1. Абрамчук А.В., Иваненко А.М. 2017. Ихтиофауна бассейна Кубани: учебное пособие. Краснодар: изд-во «Кубанский гос. ун-тет», 195 с.

2. Алиев Д.С. 1953. Ихтиофауна пресноводных озер Западного Узбоя. Труды Мургабской гидробиологической станции 2: 2–15.

3. Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М. 1988. Рыбы внутренних водоемов Туркменистана. Ашхабад: изд-во «Ылым», 142 с.

4. Атлас пресноводных рыб России. Т. 2. 2002. Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: изд-во «Наука», 253 с.

5. Бабушкин Л.Н., Когай Н.А. 1971. Физико-географическое районирование Туркменской ССР. Ташкент: изд-во «Фан», 184 с.

6. Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 3. М.-Л.: изд-во «АН СССР», 1381 с.

7. Гидрогеология СССР. Том 38. Туркменская ССР. 1972. М.: изд-во «Недра», 565 с.

8. Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: изд-во «Высшая школа», 293 с.

9. Москул Г.А. 1998. Рыбы водоемов бассейна Кубани (определитель). Краснодар, 177 с.

10. Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: изд-во «Пищевая промышленность», 376 с.

11. Рустамов А.К. 2011. Животный мир Туркменистана и его охрана (на примере фауны позвоночных животных). Ашхабад: изд-во «Ылым», 246 с.

12. Рустамов А.К., Шакирова Ф.М. 2013. Конспект современной ихтиофауны Туркменистана. Научный сборник, посвященный 95-летию А.К. Рустамова и 60-летию Э.А. Рустамова «Изучение биоразнообразия Туркменистана (позвоночные животные)». Москва-Ашхабад: изд-во «ИПЧ Алгоритм», 78–89.

13. Старостин И.В. 1992. Фауна внутренних водоемов Туркменистана. Ашгабат: изд-во «Ылым», 256 с.

14. Freyhof J., Kottelat M. 2008. *Ponticola constructor*. The IUCN Red List of Threatened Species. e.T187867A8637324. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T187867A8637324.en.

15. Kottelat M., Freyhof J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, 646 p.

16. Neilson M.E., Stepien C.A. 2009. Escape from the Ponto-Caspian: Evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei). Molecular Phylogenetics and Evolution 52(1): 84–102. DOI: 10.1016/j.ympev.2008.12.023

УДК 595.32:639.28:639.51

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ

ЦИСТ РАЧКА *ARTEMIA PARTHENOGENETICA* (BRANCHIOPODA, ANOSTRACA) ЗАЛИВА КАРА-БОГАЗ-ГОЛ (КАСПИЙСКОЕ МОРЕ)

Булатов С.А

Международный институт моделирования и прогнозирования развития морских и гипергалинных экосистем, Россия, Московская область,
141603, г. Клин, пос. Майданово, 18-19,
minge_rus@mail.ru, minge2020@gmail.com

Аннотация. Залив Кара-Богаз-Гол обладает высоким естественным потенциалом цист галофильного рачка *Artemia parthenogenetica*, которые могут использоваться в различных направлениях народного хозяйства. Однако, промышленная добыча цист артемии в заливе Кара-Богаз-Голе в настоящее время не ведется по причине нахождения популяции рачка в угнетенном состоянии. Для возрождения промысла цист артемии предложен комплекс мероприятий, направленных на улучшение гидрологического и экологического режимов залива.

Ключевые слова: *Artemia parthenogenetica*, Кара-Богаз-Гол, Каспийское море, цисты, промысел, комплекс мероприятий.

Залив Кара-Богаз-Гол является самым крупным в мире соляным резервуаром, расположенным в восточной части Каспийского моря у берегов Туркменистана. Площадь поверхности зеркала залива по состоянию на 2020 г. составляет около 17 300 км^2 [Гинзбург и др., 2022]. Соленость вод в различных участках Кара-Богаз-Гола колеблется от 40 до 270 ‰ [Булатов, 2019], однако за последние 100 лет она достигала 300 ‰ [Лепешков и др., 1981]. По анализу кернов донных отложений, взятых у берега залива, было установлено, что в первую фазу голоцена (с 9,2 по 8,5 тыс. лет назад) в Кара-Богаз-Гол поступали воды текущих с севера рек Карын-Жарик и Кайдак и он был пресноводным водоемом, не связанным с Каспием; начиная с периода 2,2 тыс. лет назад и по настоящее время залив имеет связь с Каспийским морем [Leroy et al., 2006]. Возникновение Кара-Богаз-Гола было обусловлено образованием Хазарского и Хвалынского бассейнов. Залив неоднократно подвергался оводнению и усыханию, но лагунные отложения этого времени не сохранились [Лепешков и др., 1981]. Последнее усыхание Кара-Богаз-Гола произошло в 80-х годах прошлого века в результате реализации проекта по его отсечению от Каспийского моря путем перекрытия плотиной пролива, соединяющего залив с морем [Булатов, 2019]. После перекрытия уровень Кара-Богаз-Гола достиг самого минимальной отметки за последние 200 лет [Giralt et al., 2003]. В 1992 г. плотина была разрушена, приток морской воды в залив был возобновлен [Фролов, 1999], что привело к снижению солености вод до 100–120 ‰ и последующему появлению в 1993 г. живых рачков, относящихся к роду *Artemia* Leach, 1819. Цисты (покоящиеся яйца) жаброногого рачка артемии используются в качестве стартового корма в аквакультуре при разведении креветок и ценных видов рыб. Кроме того, рачок на всех стадиях своего развития является признанным тест-объектом при проведении токсикологических исследований для оценки состояния окружающей среды и

экологического риска различных ксенобиотиков [Руднева, 2004]. Артемия способна утилизировать сельскохозяйственные отходы и тепло энергетических объектов, перспективна в качестве одного из звеньев систем биологической очистки загрязненных вод. В настоящее время, предлагается использовать рачка для очистки морских вод Каспия от нефтяных загрязнений, однако, подобные проекты связаны с высокими финансовыми затратами [Булатов, 2019].

Artemia широко распространена во многих соленых водоемах земного шара. Повышенный спрос на цисты рачка в первую очередь обусловлен продолжающимся ростом производства продукции мировой аквакультуры, которое по состоянию на 2020 г. составило 122,6 млн. т в живом весе, а в денежном выражении – 281,5 млрд. долл. США [ФАО ..., 2022]. Основные запасы цист артемии сосредоточены в водоемах США, Китая, России, Казахстана и Узбекистана, которые в настоящее время являются одними из главных поставщиков цист на мировых рынках. Однако, в последнее время отмечается сокращение объемов поставок цист рачка из водоемов России и Узбекистана [ВАРПЭ ..., 2023], в связи с чем возникает необходимость поиска новых природных источников цист.

Промышленное освоение популяции артемии в заливе Кара-Богаз-Гол было начато в 1995 г. на основании постановления Президента Туркменистана от 13 ноября 1995 г. № 2394 «О концессионном договоре с фирмой «ИНВЕ н.в.». Так был открыт в Туркменистане новый потенциал биоресурса цист на международном рынке *Artemia* (рис. 1).

Рисунок 1 – Цисты артемии залива Кара-Богаз-Гол: *1* – сбор цист с побережья залива, *2* – внешний вид цист артемии залива Кара-Богаз-Гол

Одновременно была начата разработка научных основ сохранения и рационального использования популяции рачка залива. Созданные на основании распоряжения Кабинета Министров Туркменистана от 19 марта 1998 г. №7 экспертная комиссия и научные группы, включавшие известных исследователей-гидробиологов д-ра П. Соргелоос, д-ра Ж. Ван Стаппена, к.б.н. Ф.М. Шакирову и др., занимались изучением биологии и ресурсов, а также среды обитания популяции артемии залива Кара-Богаз-Гол (рис. 2).

Рисунок 2 – Команда исследователей популяции артемии залива Кара-Богаз-Гол: *1* – слева на право: С.А. Булатов, А.И. Акмурадов, д-р Б. Мардэп (США), д-р Ж. Ван Стаппен (Бельгия), д-р Э. Нассенс (Бельгия); *2* - к.б.н. Ф.М. Шакирова и к.х.н. Н.В. Чернова

Исследования по изучению биологии и экологии карабогазгольской артемии, начатые в 90-х годах, продолжаются и по настоящее время [Шакирова, Булатов, 2003; Шакирова и др., 2011; Булатов, 2019, 2022; Bulatov, 2022]. Установлено, что в заливе Кара-Богаз-Гол популяция рачка представлена одними самками, и, являясь партеногенетической, относится специалистами к полиморфному виду *Artemia parthenogenetica* Barigozzi, 1974 [Шакирова, Булатов, 2003; Bulatov, 2022]. Идентификация и установление принадлежности этого полиморфного вида продолжаются до сих пор [Sainz-Escudero et al., 2021].

По нашим оценочным данным, в период с 1998 по 2002 гг., максимальные запасы цист артемии в заливе Кара-Богаз-Гол составляли 121,3 тыс. т (в 1999 г.), минимальные – 1,9 тыс. т (в 2000 г.) [Булатов, 2019]. Объем возможного изъятия сухих цист за вышеуказанный период оценивался в пределах от 1,3 до 78,6 тыс. т. (таблица). Причем только за период с 1997 по 1999 гг. в заливе единоличным пользователем было добыто до 3,7 тыс. т. цист [Булатов, 2021], что составляло не более 2 % от ежегодного объема общего допустимого улова [Булатов, 2019].

Таблица – Данные по запасам и объемам возможного изъятия цист артемии в заливе Кара-Богаз-Гол за период с 1998 по 2002 гг. [по Булатову, 2019]

Год	Общий запас цист, в тыс. тонн	Объем возможного изъятия цист, в тыс. тонн
1998	116,0	75,3
1999	121,3	78,6
2000	1,9	1,3
2001	2,6	1,7
2002	3,1	2,0

Запасы цист карабогазгольской артемии при благоприятных условиях в течение многих лет могут обеспечивать в изобилии мировые потребности аквакультурных хозяйств, ежегодно формируя и наполняя бюджет Туркменистана на сумму до 393 млн.

долл. США, учитывая, что экспортная цена добытых и очищенных цист составляет 5 долл. США за 1 кг [Булатов, 2021], а переработанных и упакованных доходит до 45 долл. США за 1 кг.

Следует отметить, что диаметр гидратированных цист артемии из залива составляет 227,0–288,6 мкм, в среднем – 257,0 мкм; диаметр декапсулированных цист – 210,9–277,5 мкм, в среднем – 240,1 мкм; толщина хориона цист колеблется от 2,8 до 16,2 мкм, в среднем – 9,5 мкм. Согласно классификации размеров цист [Vanhaecke, Sorgeloos, 1980], цисты рачка из Кара-Богаз-Гола можно отнести к цистам с промежуточными размерами. Кроме того, карабогазгольские цисты меньше загрязнены токсичными тяжелыми металлами, по сравнению с цистами артемии из других мест обитания, что делает их более перспективными для использования в аквакультуре [Bulatov, 2022].

Наибольшую ценность для аквакультуры представляют получаемые из цист однодневные науплиусы, используемые в качестве стартового живого корма. Науплиусы артемии из Кара-Богаз-Гола имеют длину от 376,0 до 450,0 мкм, в среднем – 402,0 мкм, т.е. обладают размерами, позволяющими потреблять их большинством личинок и молоди выращиваемых в условиях аквакультуры рыб и ракообразных [Булатов, 2019].

Начиная с 2000 г. в заливе Кара-Богаз-Гол произошло резкое сокращение маточного поголовья популяции рачка, в результате чего к 2002 г. промысел цист был практически прекращен [Булатов, 2021]. Причиной тому стало скопление рассола в проливе, приведшее к сокращению поступления в залив каспийской воды в объемах, достаточных для поддержания солевого баланса в Кара-Богаз-Голе на оптимальном для развития популяции артемии уровне [Булатов, 2019]. По состоянию на конец 2020 г. уровень воды в заливе, по данным системы HYDROWEB, LEGOS (Франция), опустился до отметки -29,25 м в Балтийской системе высот (БС) при уровне Каспийского моря - 28,5 м БС, площадь залива при этом составила примерно 17 300 км^2; в 2021 г. уровень воды в заливе продолжил падение [Гинзбург и др., 2022]. Для сравнения, после 1992 г. площадь залива составляла около 18 000 км^2 при уровне Каспия - 27,0 м БС [Булатов, 2022].

По данным оптических изображений MODIS-Terra, в заливе в настоящее время отмечаются незначительные скопления таких трассеров, как фитопланктон и цисты *Artemia*, что связано, по всей видимости, с очень высокой соленостью вод залива [Гинзбург и др., 2022]. Так, по сравнению с 1996 г., когда соленость Кара-Богаз-Гола составляла 210–215 ‰, в 2001–2002 гг. соленость выросла на 50 ‰, достигнув 260–265 ‰ - значений, токсичных для рачка [Булатов, 2021]. Последние лабораторные исследования показали, что, при достаточном количестве пищи в среде обитания и постепенном изменении солености от 170 до 240 ‰, науплиусы и взрослые рачки из залива обладают высокой выживаемостью, а последние еще и способны размножаться [Булатов, 2019].

Благоприятные значения гидрологического и экологического режимов Кара-Богаз-Гола могут создать условия для появления маточного поголовья рачка из сохранившихся в акватории водоема скоплений цист. Для этого уже сейчас необходимо решить следующие задачи:

- во-первых, обеспечить поддержание солевого баланса в водоеме на уровне, достаточном для развития кормовой базы рачка и его воспроизводства в естественных условиях;

- во-вторых, провести вспомогательные инокуляционные мероприятия – инкубацию цист *Artemia* в контролируемых человеком условиях с последующим выпуском в залив Кара-Богаз-Гол подросших животных для нагула и цистонашения.

Реализация данных задач возможна через разработку «дорожной карты», которая, на наш взгляд, должна включать следующий комплекс мероприятий:

1) возведение временного регулируемого гидротехнического сооружения в районе магистрального моста через пролив, соединяющий залив с Каспийским морем, с целью ограничения поступления воды по водотоку;

2) проведение работ по углублению русла пролива и его очистке от избытка рассола для обеспечения беспрепятственного доступа каспийских вод в объемах, позволяющих «распреснить» насыщенные рассолы Кара-Богаз-Гола, с предварительной оценкой влияния проводимых работ на экосистему водотока;

3) оценка современного состояния естественной популяции артемии залива Кара-Богаз-Гол и ее среды обитания для возможности использования ее ресурсов при проведении инокуляционных работ;

4) сбор с акватории залива необходимого количества оставшихся цист рачка с целью формирования стартового потенциала науплиусов и взрослых животных, необходимого для проведения инокуляционных работ;

5) организация рыбоводного хозяйства в приустьевой части залива с целью получения достаточного количества животных на различных стадиях развития, с последующим зарыблением ими залива для нагула и цистонашения в естественных условиях;

6) проведение научно-исследовательских работ по оценке состояния выращиваемых животных в условиях рыбоводного хозяйства и залива, кормовой базы водоема (водоросли, бактерии и т.п.), гидрохимических показателей среды обитания рачка, перспективности формирования промысловых скоплений цист артемии на акватории Кара-Богаз-Гола.

Государственная поддержка, при участии заинтересованных специалистов и исследователей, позволит решить поставленные задачи через реализацию предложенного комплекса мероприятий, обеспечив восстановление статуса залива Кара-Богаз-Гола как одного из крупнейшего в мире поставщика цист галофильного рачка артемия.

Список литературы

1. Булатов С.А. 2019. Современное состояние залива Кара-Богаз-Гол (Каспийское море). Бо-Бассен: ГлобеЭдит, 210 с.

2. Булатов С.А. 2021. Артемия залива Кара-Богаз-Гол – важнейший компонент гипергалинной аквакультуры каспийского региона. Национальная научно-практическая конференция с международным участием «Каспий в цифровую эпоху» в рамках

международного научного форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития». Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 355–359.

3. Булатов С.А. 2022. Состав и структура альгофлоры залива Кара-Богаз-Гол (Каспийское море). Вопросы современной альгологии 28(1): 59–73. DOI: 10.33624/2311-0147-2022-1(28)-59-73

4. ВАРПЭ изучила ситуацию с поставками цист артемии. Фишньюз. 06.04.2023. URL: https://fishnews.ru/news/46958 (дата обращения: 10.05.2023).

5. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. 2022. О динамике вод в заливе Кара-Богаз-Гол (спутниковая информация). Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 19(4): 265–279. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-265-279

6. Лепешков И.Н., Буйневич Д.В., Буйневич Н.А., Седельников Г.С. 1981. Перспективы использования солевых богатств Кара-Богаз-Гола. Москва: изд-во «Наука», 274 с.

7. Руднева И.И. 2004. Артемия – важнейший компонент гипергалинных водоемов юга Украины и Крыма. Международный научно-исследовательский семинар «Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ее запасов и их использование». Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 79–93.

8. ФАО. 2022. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. На пути к «голубой» трансформации. Рим: ФАО, 236 с.

9. Фролов А.В. 1999. Залив Кара-Богаз-Гол как регулятор уровня Каспийского моря. Вестник Каспия 3: 24–28.

10. Шакирова Ф.М., Булатов С.А. 2003. Современное состояние популяции *Artemia salina* (L.) залива Карабогазгол и перспективы ее рационального использования. Tethys Aqua Zoological Research 2: 61–72.

11. Шакирова Ф.М., Удачина М.А., Булатов С.А. 2011. Биология и экология артемии залива Карабогазгол как ценного кормового объекта для рыбного хозяйства. Всероссийская научная конференция с международным участием посвященная 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» «Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России». С.-П.: изд-во ФГНУ «ГосНИОРХ», 378–382.

12. Bulatov S.A. 2022. Metal content in the cysts of *Artemia parthenogenetica* (Branchiopoda, Anostraca) from Kara-Bogaz-Gol Bay (the Caspian Sea). Hydrobiological Journal 58(1): 56–66. DOI: 10.1615/HYDROBJ.V58.I1.60

13. Giralt S., Julia R., Leroy S., Gasse F. 2003. Cyclic water level oscillations of the KaraBogazGol – Caspian Sea system. Earth and Planetary Science Letters 212(1–2): 225–239.

14. Leroy S.A.G., Marret F., Giralt S., Bulatov S.A. 2006. Natural and anthropogenic rapid changes in the Kara-Bogaz Gol over the last two centuries reconstructed from palynological analyses and a comparison to instrumental records. Quaternary international 150: 52–70. DOI: 10.1016/j.quaint.2006.01.007

15. Sainz-Escudero L., López-Estrada E.K., Rodriguez-Flores P.C., Garsia-Paris M. 2021. Settling taxonomic and nomenclatural problems in brine shrimps, *Artemia* (Crustacea:

Branchiopoda: Anostraca), by integrating mitogenomics, marker discordances and nomenclature rules. PeerJ 9:e10865: 1–62. DOI: 10.7717/peerj.10865

16. Vanhaecke P., Sorgeloos P. 1980. International study on *Artemia*. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. V. 4. // The brine shrimp *Artemia* / eds.: Persoone G., Sorgeloos P., Roels O., Jaspers E., Wetteren P. 393--405.

УДК 597.556.331.1-169 (262.81)

ЗАРАЖЕНИЕ БЫЧКОВЫХ РЫБ (GOBIIDAE) НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ» В 2022 Г.

Воронина Е.А.

Проскурина В.В.

Лахтина А.Э.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье показаны результаты паразитологического исследования бычковых рыб на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г. Паразитофауна характеризовалась низким биоразнообразием и была представлена паразитическими организмами пресноводного и морского происхождения, из которых только один - *Cucullanellus minutus* являлся специфичным видом. Наибольший уровень зараженности отмечали у постоянного сочлена паразитоценоза бычковых рыб - нематоды *Cucullanus sphaerocephalus*. Невысокие показатели встречаемости и численности выявленных паразитов в первую съемку, увеличение уровня зараженности на фоне проявления патогенного воздействия *Ligula intestinalis* во второй съемке свидетельствовали об удовлетворительной эпизоотической ситуации в I съемке и неблагополучной по лигулидозу во II съемке на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г.

Ключевые слова: бычковые рыбы, паразитофауна, зараженность, лигулидоз, инвазионное заболевание, «Центрально-Каспийский».

Для проведения паразитологических исследований на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г. было отобрано 84 экз. бычковых рыб на 11 станций. Размерно-весовые показатели обследованных рыб варьировали от 8,0 до 12,0 см и 6,1 - 31,2 г в I съемке и от 6,0 до 10,7 см и 3,4 - 24,7 г во II съемке. В обе съемке преобладали самцы. Сбор, фиксацию, обработку материала и видовую идентификацию проводили по общепринятым в паразитологии методикам и определителям [Мусселиус и др., 1983; Быховская-Павловская, 1985; Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР, 1987].

Фауна паразитов бычковых рыб на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в период первой съемки включала следующие виды: *Glugea sp.*

(Microsporidea: Glugeidae), *Cryptocotyle concava* (Trematoda: Heterophyidae). *Cucullanus sphaerocephalus*, *Cucullanellus minutus* (Nematoda: Cucullanidae). *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae), *Ergasilus sieboldi*, *Ergasilus briani* (Crustacea: Ergasilidae).

Частота встречаемости круглых червей сем. Cucullanidae характеризовалась высоким уровнем инвазии. Доля данной группы нематод составляла 57,78 % от общего числа паразитов. Наиболее массовыми среди кукулянид являлись круглые черви *C. sphaerocephalus* с интенсивностью инвазии 1 - 14 экз., в их популяции преобладали половозрелые особи (68,12 % против 26,08 % - личинок). Узкоспецифичные нематоды - *C. minutus* в меньшей степени инвазировали рыбу и были представлены только зрелыми формами. Доминирование половозрелых гельминтов указывало о завершении их цикла развития и слабом пополнении паразитоценоза бычков. Оба вида нематод локализовались в просвете кишечника, не вызывая патогенного воздействия.

В меньшей степени обнаружены паразиты жаберного аппарата: рачки сем. Ergasilidae и метацеркарии трематод *C. concava*, абсолютная численность которых составляла 13,33 и 22,96 %, соответственно при низкой интенсивности инвазии.

В целом, качественный состав бычков в период проведения первой съемки на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» не отличался видовым разнообразием, доминирующей группой являлись нематоды сем. Cucullanidae, которые составляли «ядро» паразитофауны бычковых рыб. Инвазия выявленными паразитами протекала на бессимптомном уровне.

Видовой состав паразитарной составляющей гобиид в период проведения второй съемки на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» претерпел некоторые изменения. В паразитофауне отсутствовали ракообразные *Ergasilus briani* (Crustacea: Ergasilidae), помимо зарегистрированных видов в первой съемке, во второй съемке были обнаружены цестоды *Ligula intestinalis* (Cestoda: Ligulidae). Видовое соотношение в обе съемки не изменялось (по 7 видов паразитов).

Для теплолюбивых ракообразных сем. Ergasilidae температура воды играет важную роль на всех этапах жизненного цикла. При благоприятных условиях самки за короткий период продуцируют несколько поколений личинок. Сокращение встречаемости ракообразных связано с гидротермическим режимом водоема, не позволившим сформировать новые генерации копепод во II съемке. Снижение уровня инвазии и численности рачков обусловило их паразитирование на латентном уровне.

Если ракообразные снижали свою активность к периоду II съемки, то микроспоридии ее увеличивали. Превалентность этих одноклеточных организмов также зависит от условий окружающей среды. Поскольку численность споровиков увеличилась ко II съемке (ИО с 0,39 до 1,29 экз.), сформировавшийся температурный диапазон был более благоприятен для их развития и сохранения очага инвазии данных простейших.

Преобладание нематод сем. Cucullanidae сохранилось и во вторую съемку. В возрастной структуре обоих видов гельминтов отмечали как половозрелые, так и личиночные формы, однако соотношение, по сравнению с первой съемкой, изменилось. В популяции *C. sphaerocephalus* стали превалировать личинки, у *C. minutus* кроме зрелых

форм появились и личиночные, что свидетельствовало об активном процессе пополнения паразитоценоза бычковых рыб кукулянидами в районах исследования. В количественном аспекте доминирующее положение занимали метацеркарии трематод *C. concava* (42,08 % от всех паразитов) с максимальной численностью 61 экз.

Известно, что метацеркарии р. Cryptocotyle традиционно локализуются в коже, мышцах и жабрах рыб. По мере роста личинок облекающая их капсула приобретает темный цвет, обусловленный скоплением меланоцитов, и выступает над поверхностью кожи, что при интенсивной инвазии (в таком случае диагностируется «чернопятнистая болезнь» - «black spot disease») значительно ухудшает товарный вид рыбы. Кроме того, интенсивное поражение метацеркариями трематод сопровождается уменьшением содержания в мышцах рыб липидов, снижением плодовитости самок, а при локализации метацеркарий на роговице глаза приводит к потере рыбами зрения [Корнейчук, Мартыненко, 2009].

Степень зараженности бычков большинством паразитических организмов не достигала эпизоотически значимых величин и носила характер паразитоносительства (таблица).

Таблица – Паразитофауна бычковых рыб на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в I и II съемках 2022 г.

Паразит	I съемка			II съемка		
	ЭИ, %	СИИ, экз	ИО, экз	ЭИ, %	СИИ, экз	ИО, экз
Microsporidea						
Glugea sp.	5,55	7,00	0,39	6,06	21,25	1,29
Trematoda						
Cryptocotyle concava	38,89	4,43	1,72	34,85	8,09	2,82
Nematoda						
Contracaecum sp.	5,55	1,00	0,06	4,55	1,00	0,05
Cucullanellus minutus	22,22	2,25	0,50	7,58	1,80	0,14
Cucullanus sphaerocephalus	61,11	6,27	3,83	45,45	3,73	1,70
Cestoda						
Ligula intestinalis	0,00	0,00	0,00	10,61	1,29	0,14
Crustacea						
Ergasilus sieboldi	33,33	2,83	0,94	21,21	2,71	0,58
Ergasilus briani	5,55	1,00	0,06	0,00	0,00	0,00

Во второй съемке признаки инвазионного заболевания все же были отмечены за счет ремнецов *L. intestinalis*. Уровень заражения цестод, проявляющих патогенные свойства составил 10,61 %. Выявление лигулидозной инвазии, вероятно, связано с пищевыми приоритетами гобиид, в рационе которых увеличилось число инвазионных промежуточных хозяев лигулид. Значительные размеры паразитов могут указывать на

продолжительный период развития в организме бычков (рисунок), то есть заражение могло произойти в предыдущем году, меньшие размеры лигул свидетельствуют о инвазии рыб в начале вегетативного периода.

а б

Рисунок – Плероцеркоиды ремнецов *L. intestinalis*: внешний вид паразитов (а); морфометрические данные (б)

Данный гельминт даже при единичном заражении приводит к механическому сдавливанию кишечника, прекращению питания, атрофии внутренних органов, и как следствие, к гибели пораженной рыбы. Проявление признаков инвазионного заболевания (лигулеза) регистрировали у всех пораженных рыб.

Таким образом, паразитофауна бычков на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г. была типичной для обследованных рыб и не отличалась биоразнообразием. Доминирующее положение занимали представители класса Nematoda с преобладанием отр. Cucullanata. Инфрасообщество формировалось моно- и поликсенными паразитами, относящимися как к морскому, так и пресноводному комплексу. В обе съемки соотношение инвазионных форм оставалось равным, однако во II съемке преобладали наиболее потенциально опасные паразиты. Сезонные флуктуации численности паразитов были разнонаправленными и обуславливались гидрологическими условиями моря, биологическими особенностями паразитов и их хозяев. Постоянное присутствие у гобиид нематод сем. Cucullanidae свидетельствует о сбалансированности их паразито - хозяинных отношений. Снижение пресса паразитических копепод положительно отразилось на эпизоотической ситуации исследуемой акватории, однако выявление у обследованных бычковых рыб во второй съемке симптомов инвазионной болезни вследствие лигулидозной инвазии не позволило оценить эпизоотическую обстановку на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г., в целом, благополучной.

Список литературы

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

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

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

4. Корнийчук Ю.М., Мартыненко И.М. 2009. Особенности распределения метацеркарий трематод рода Cryptocotyle (Heterophyidae) по поверхности тела бычка-кругляка Apollonia (Neogobius) Melanostomus. Экология моря, Т. 79. С. 11-14.

УДК 639.238.053.7 : 597.556.333.7 (262.81)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛОВОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЕФАЛИ В 2021-2022 ГГ. НА АКВАТОРИИ УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ»

Гаврилова Д.А.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, gavrilovadarya2014@mail.ru

Аннотация. Статья включает результаты ежегодного мониторинга численности кефали вида сингиль на акватории участка «Северный» в сравнительном аспекте двух лет. Представлены карты распределения, подробно рассмотрена динамика уловов, включая их размерно-весовой, половой, возрастной состав. На основании полученных данных выявлены сезонные особенности распространения скоплений и сделан общий вывод о благополучном состоянии популяции сингиля исходя из количественного и качественного состава уловов.

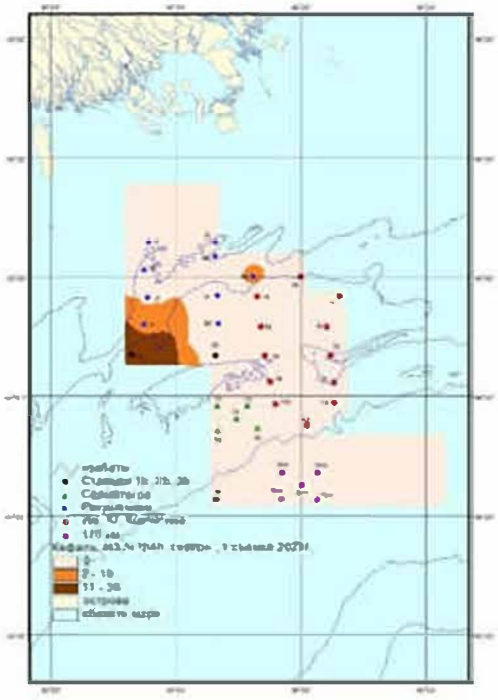
Ключевые слова: кефаль, лицензионный участок «Северный», динамика уловов, распределение, биологические показатели.

Участок «Северный» является частью нерестового и нагульного ареала многих гидробионтов, в том числе морских рыб. В 2021-2022 гг. уловы морских рыб на рассматриваемой акватории были представлены кильками (обыкновенной и анчоусовидной), морскими сельдями, атериной, бычками и кефалью. Кефаль – это уникальный пример акклиматизации рыб в Каспийском бассейне, который со времени интродукции в 30-е гг. XX в. стал важным промысловым объектом [Пробатов, 1959; Хорошко, 1982]. В настоящее время в уловах российской акватории Каспийского моря встречается только один вид кефалей – сингиль [Гаврилова, 2021].

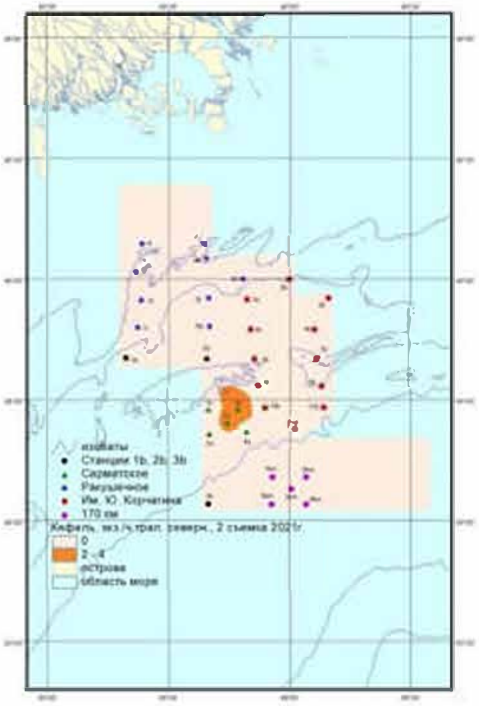
В период первой съемки 2021 г. кефаль встречалась в уловах на трёх станциях участка «Северный» (1b, 1r, 4fr). Концентрации по участку колебались от 0 до 36 экз./час траления, составляя в среднем 1,4 экз./час траления. Самое многочисленное скопление располагалось над глубиной 11 м к югу от б. Средняя Жемчужная. Во вторую съёмку сингиль присутствовал на двух станциях (ст. 2s, 3s), где его уловы составляли 2-4 экз./час траления (в среднем по участку 0,2 экз./час траления). На большей части акватории участка данный вид отсутствовал (рисунок 1).

На следующий год уловы кефали на участке в целом снизились, распределение

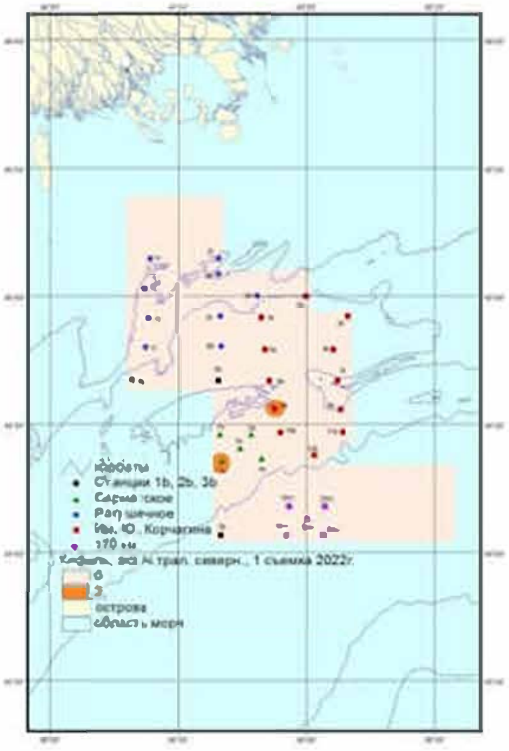
ограничивалось акваторией двух станциях (9k, 5s) с концентрациями 2 экз./час траления. Средний показатель вылова по участку составлял 0,1 экз./час траления. Во второй съёмке единичный улов кефали отмечался на ст. 3b. Скопление плотностью 4 экз./час траления располагалось над изобатой 21 м в юго-западной части участка.



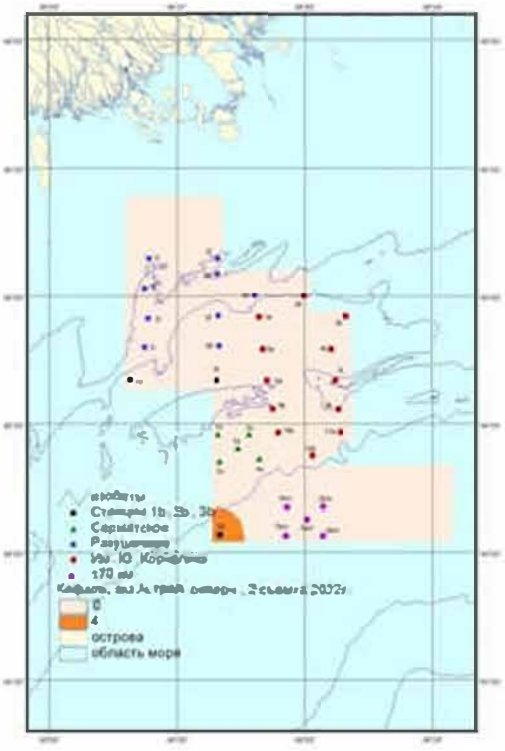
1 съемка 2021 г.



2 съемка 2021 г.



1 съемка 2022 г.



2 съемка 2022 г.

Рисунок 1 – Распределение кефали, экз./час траления

Биологические показатели кефали за период наблюдений были подвержены межгодовым и сезонным колебаниям. По данным первой съемки 2021 г. длина кефали варьировала от 25 до 40 см, масса – от 260 до 940 г при средних значениях 36,7 см и 670 г соответственно. Доля самок составляла 61 %. Состояние половых желёз производителей (II стадия зрелости) соответствовало их нагульному периоду.

Во вторую съемку сингиль встречался длиной от 30 до 37 см и массой от 370 до 800 г. Средние биологические показатели составляли 33,0 см и 560 г. Относительно ранее выловленных особей рыбы отличались более высоким коэффициентом упитанности - 1,558. В половом составе, в отличие от результатов первой съемки, преобладали самцы (67 %). Производители имели VI-II стадию зрелости половых желёз, что указывало на прошедший нерест (таблица 1).

Таблица 1 – Уловы и биологические показатели кефали в 2021 г.

Показатели	I съёмка	II съёмка
Средний улов, экз./час траления	1,4	0,2
Средняя длина, см	36,7	33,0
Средняя масса, г	670	560
Упитанность по Фультону	1,355	1,558
Средний возраст, лет	5,0	4,3

В уловах первой съемки 2022 г. средняя длина сингиля была 33,0 см, масса - 550 г. Отмечалось равновесное соотношение полов. Средний возраст рыб составлял 4,0 года. Нерест кефали ещё не начался, что подтверждалось состоянием гонад (II стадия зрелости). В последующей съемке присутствовали только половозрелые самцы, средняя длина которых составляла 29 см, средняя масса – 400 г. Особи характеризовались высоким коэффициентом упитанности по Фультону (таблица 2).

Таблица 2 – Уловы и биологические показатели кефали в 2022 г.

Показатели	I съёмка	II съёмка
Средний улов, экз./час траления	0,1	0,1
Средняя длина, см	33,0	29,0
Средняя масса, г	550	400
Упитанность по Фультону	1,530	1,640
Средний возраст, лет	4,0	3,0

Таким образом, сравнительный анализ данных мониторинга на акватории участка «Северный» свидетельствовал о наиболее высокой концентрации кефали в первую съемку 2021 г. Межгодовые колебания ее уловов были незначительны и характеризовались средними величинами в диапазоне от 0,1 до 1,4 экз./час траления. В распределении скоплений прослеживалась сезонная закономерность их перемещения из северной части участка в южную, связанная с особенностями миграций рыб. Размерно-весовые характеристики, упитанность рыб, а также половой и возрастной состав уловов кефали претерпевал изменения, но оставался близок многолетнему уровню. Следовательно, популяция сингиля - вида кефалевых рыб, который входит в состав

ихтиофауны акватории участка «Северный», в настоящее время характеризуется стабильными показателями относительной численности и биологических параметров.

Список литературы

1. Гаврилова Д.А. 2021. Современное состояние популяции кефали (Liza aurata, Risso, 1810) в западной части Каспийского моря. Автореф. дис. канд. биол. наук. Астрахань, 17 с.

2. Пробатов С.Н. 1959. Теоретическое значение и практические результаты акклиматизации кефали в Каспийском море. Биологические основы рыбного хозяйства. Томск: изд-во Томского ун-та, 301-308.

3. Хорошко А.И. Особенности биологии черноморских кефалей, акклиматизированных в Каспийском море. Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 17 с.

УДК 551.582.1

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В 2021 ГОДУ

Гаврилова Е.В.,

Гонтовая И.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Каспийский морской научно-исследовательский центр», Россия, 414045, г. Астрахань, ул. Шаяева, д.14,

irinagontovaya7_74@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор, где приводятся сведения о метеорологических условиях и гидрологическом режиме в российском секторе Каспийского моря. Дана краткая характеристика синоптических процессов, наблюдавшихся в 2021 году аномалиях различных климатических элементов, опасных гидрологических явлений. Представлены обзоры сгонно-нагонных колебаний.

Ключевые слова: российский сектор Каспийского моря, климат, норма, аномалия, синоптические процессы, скорость ветра, температура, осадки, сгонно-нагонные колебания.

Последние десятилетия прошли под знаком глобальной проблемы, вставшей перед человечеством в результате индустриальной революции: потепления, связанного с изменением концентрации парниковых газов в атмосфере при сжигании ископаемого топлива. Чтобы успешно ориентироваться в этой проблеме и решать возникающие задачи, необходима надежная и своевременная информация о состоянии и изменениях климата [Доклад, 2022].

В связи с освоением новых нефтегазоносных районов в российском секторе Каспийского моря (https://lukoil.ru/PressCenter/Pressreleases/Pressrelease/lukoil-nachal-poiskovoe-burenie-na-novykh) особого внимания требует мониторинг воздействия добычи

нефти на окружающую среду. Производственно-экологический контроль и мониторинг подробных исследований всех гидрометеорологических параметров, недоучет гидрометеорологических условий могут привести к осложнению производственной деятельности на акватории моря. Поэтому оценка и анализ текущих изменений гидрометеорологических условий Каспийского моря – одна из важных составляющих гидрометеорологического обеспечения предприятий морских отраслей экономики, действующих на Каспийском море.

Обзор подготовлен по данным государственной наблюдательной сети Росгидромета, осуществляющей гидрометеорологические наблюдения на Каспии, с использованием данных гидрометеорологических станций (МГ-II) о. Тюлений, Дербент, Изберг, Махачкала и морского гидрологического поста (МГП-I) Лагань, предоставленных Астраханским, Дагестанским и Калмыцким ЦГМС.

Сведения о метеорологических характеристиках тумана взяты из базы данных, размещённой на сайте «Погода и климат» (http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php). Под количеством случаев будем понимать явление погоды (туман), у которого перерыв между возникновением явлений (туманов) продолжался 6 ч и более [РД 52.27.724-2019]. Нормы рассчитывались согласно рекомендациям ВМО (*Всемирная Метеорологическая Организация*), как среднее многолетнее значение за последний 30-летний период (1981-2010 гг.), рекомендованный в качестве стандартной нормы на XVI сессии Комиссии по климатологии [ВМО-№ 1137, 2014 г.]. В общем понятии *аномалия* – это *отклонение* от *нормы [Хромов, Мамонтова, 1974]*. Аномалии температуры воздуха и количества осадков определяли как отклонение наблюдаемого значения от нормы. Представлены сезонные описания, расчеты проводились по календарным сезонам: зима – с декабря предшествующего года по февраль анализируемого, весна – март, апрель, май, лето – июнь, июль, август и т. д. Среднегодовое значение рассчитывалось за календарный год. Опасные явления (ОЯ) выбирались согласно «Положению об опасных явлениях», утверждённому приказом ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» от 26.02.2016 № 22 с изменениями (далее «Положение об ОЯ») [Положение об ОЯ, 2016].

Синоптический обзор

В течение года над акваторией российского сектора Каспийского моря преобладала циклоническая циркуляция. Циклоническая деятельность в основном обуславливалась влиянием южных циклонов (наибольшее влияние оказывали орографические и термические циклоны). Влияние западных и северо-западных циклонов было незначительно и наблюдалось в холодное время года. Повторяемость влияния отрогов субтропических максимумов наблюдалась чаще, чем воздействие гребней и отрогов азиатского антициклона. Повторяемость вторжения арктических антициклонов, а также малоградиентных барических полей повышенного и пониженного давления была незначительна.

Режим ветра

В северо-западной части моря, по данным МГ-II о. Тюлений, в течение года наибольшую повторяемость имели ветра восточной (13,6-16,1 %) и западной (6,8-8,1 %) четверти. На ветра других направлений в среднем приходилось 2,0-5,0 %. Максимальное

значение среднемесячной скорости ветра отмечено в марте (6,9 м/с), минимальное – в августе (4,0 м/с). В течение года преобладали ветра со средней скоростью в градации 4-5 м/с (22,6 %) и 6-7 м/с (20,5 %), повторяемость средней скорости ветра в градации 14-15 м/с составила 1,1 %. Абсолютный максимум скорости ветра (20 м/с) зафиксирован в весенние месяцы (7 марта, 10 мая) и 16 ноября.

На западном побережье Среднего Каспия наибольшую повторяемость составили юго-восточные ветры (15,1-23,4 %). Значительную долю составляли ветра северо-западного направления (11,1-17,1 %). По данным МГ-II Изберг, большой процент повторяемости имели ветра юго-западного (13,4 %) и северного (10,8 %) направления. На ветра других направлений в среднем приходилось 0,3-5,0 %. Максимальная среднемесячная скорость ветра, по данным МГ-II Махачкала, отмечена в марте (3,7 м/с), в Изберге – в сентябре (4,0 м/с), в Дербенте – в ноябре (2,5 м/с). Минимальная среднемесячная скорость ветра составила: 2,3 м/с в июле и в сентябре, по данным МГ-II Махачкала; 2,9 м/с в январе по МГ-II Изберг; 1,8 м/с в августе по МГ-II Дербент. В течение года преобладали слабые ветра, суммарная повторяемость которых составила 84,1-98,4 %. Повторяемость средней скорости ветра в градации 14-15 м/с составила всего 0,1 % в Изберге. Годовые максимумы скорости ветра (22-27 м/с) зафиксированы в январе, марте и ноябре.

Среднегодовая скорость ветра составила: 2,2-3,4 м/с по станциям западного побережья Среднего Каспия и 5,6 м/с на о. Тюлений, что в пределах нормы.

Сильные ветра (≥ 15 м/с) [РД 52.27.724-2019, Положение об ОЯ, 2016] наблюдались в течение всего года, однако наибольшее число дней с сильными ветрами приходилась на осень и весну. Число дней с максимальной скоростью ветра, равной и более 15, 20, 25 м/с составило: 112 дней на о. Тюлений, 60 дней в Махачкале, 59 дней в Изберге. Наименьшее число дней (24) с сильными ветрами отмечено на МГ-II Дербент.

Средняя годовая повторяемость штилей составила 2,6-8,3 %, наибольшая повторяемость отмечена на МГ-II Дербент (8,3 %), наименьшая – на островной станции Тюлений (2,6 %). Распределение средней годовой повторяемости штиля в основном характеризовалось убыванием с севера на юг.

Режим волнения

Режим волнения обусловлен разнообразием ветровых условий на Каспии и определяется главным образом распределением скорости и направления преобладающих ветров [Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1992]. У западного побережья Среднего Каспия в районе Махачкалы преобладало ветровое волнение, а в районе Изберг – Дербент преобладающим типом волнения была зыбь.

Максимальная высота волн (1,0 м) отмечена на МГ-II Махачкала у волнения юго-восточного направления (14 декабря) и на МГ-II Изберг у северного (24 сентября) и юго-восточного (16 ноября) направления. Преобладающими были волны высотой 0,25-0,5 м.

Режим температуры воздуха

2021 год вошел в пятерку самых теплых лет за весь период наблюдений. Среднегодовые температуры воздуха составили 13,5-14,8 °С, что на 1,2-1,5 °С выше нормы.

По данным Дербента 2021 г., вместе с 2020 и 2018 гг. (14,8 °С) занимает второе место, а самым теплым с начала регулярных инструментальных наблюдений (с 1922 г.) остается 2019 год (15,0 °С). В Изберге по-прежнему самым теплым остается 2010 г. со средней годовой температурой 14,1 °С, 2021 г. вместе с 2020 и 2018 гг. (13,7 °С) в ранжированном ряду наблюдений (от наиболее теплого года к наиболее холодному) заняли третье место. На о. Тюлений самыми теплыми стали 2020 и 2010 г. со средней температурой 13,8 °С, 2021 г. (13,6 °С) занимает третье место. По данным Махачкалы, 2021 г. вместе с 1981 г. (13,5 °С) занимают пятое место.

Температуры воздуха зимнего, весеннего и летнего сезонов значительно превышали норму: зимой на 0,9-1,1 °С; весной на 1,3-1,6 °С. Положительные аномалии летних температур составили 2,0-2,7 °С. Лето 2021 года, по данным МГ-II Дербент, стало самым жарким за столетнюю историю метеонаблюдений, средняя температура воздуха составила 26,8 °С, что выше нормы на 2,7 °С, в ранжированном ряду наблюдений второе место занимает лето 2010 года (26,5 °С). Для станций Изберг, Махачкала и о. Тюлений самым жарким остается лето 2010 года. Аномалии температуры осеннего сезона были в диапазоне от минус 0,9 до плюс 0,1 °С.

В результате сформировавшихся гидрометеорологических условий 19 мая и 02 июня 2021 года по югу Астраханской области наблюдалось редкое атмосферное явление – пыльная (песчаная) буря в виде вала, которое также распространилось на отдельные районы Калмыкии и Дагестана [Гонтовая и др., 2023].

Рекорды максимальной средней месячной температуры воздуха в 2021 году:

– август 2021 года стал самым жарким месяцем за весь период наблюдений, на всех станциях обновлены рекорды средней месячной температуры воздуха, установленные ранее (в 2014 г. на станциях западного побережья Среднего Каспия и в 2010, 2014 гг. на островной станции Тюлений). Среднемесячная температура воздуха составила 27,4-28,5 °С, отклонения от нормы – 0,3-0,8 °С;

– в апреле на МГ-II Махачкала средняя месячная температура повторила апрельские месячные рекорды 2016, 2012 и 1983 гг. (12,7 °С), отклонения от нормы составили 2,3 °С.

Рекорды максимальной/минимальной месячной температуры воздуха:

– в мае 2021 года перекрыт максимум температуры воздуха на МГ-II Дербент (32,5 °С, 22 мая), предыдущий максимум отмечен в мае 2019 года (31,6 °С, 30 мая);

– в июне 2021 года установлен рекорд максимальной месячной температуры воздуха на о. Тюлений (35,8 °С, 28 июня), предыдущий максимум отмечен 23 июня 2015 года (35,4 °С);

– в марте обновлен рекорд минимальной месячной температуры воздуха на МГ-II Изберг (-7,3 °С, 13 марта), предыдущий минимум отмечен 12 марта 2012 года (-7,2 °С).

Атмосферные осадки

По режиму увлажнения 2021 г. был неоднородным. В районе Изберг – Дербент

осадков выпало больше нормы (124-131 %); на о. Тюлений и в Махачкале – меньше нормы (83-94 %).

В зимний сезон количество осадков выпало больше нормы (136-158 %). Дождливым был декабрь 2020 года (167-328 % нормы), в январе и в феврале 2021 года наблюдался дефицит осадков. В весенний сезон осадков выпало меньше нормы на о. Тюлений и в Махачкале (38 и 88 %) и больше нормы в районе Изберг – Дербент (108-144 %). В летний период осадков выпало меньше нормы (55-78 %). Самым сухим месяцем был август, в северо-западной части Северного Каспия осадков не было совсем. В осенний период количество осадков выпало больше нормы (103-224 %), существенные превышения месячных сумм осадков над нормами наблюдались в сентябре (126-196 %) и в октябре (150-449 %).

Туманы

Туманы относятся к неблагоприятным явлениям погоды, приводящим к значительному ухудшению видимости. Годовое количество случаев с туманом в 2021 г. по северо-западному побережью Северного Каспия (МГП-1 Лагань) составило 48, на западном побережье Среднего Каспия – от 11 до 24 случаев. Видимость ухудшалась до 50-500 м. Можно отметить, что пространственное распределение и динамика количества случаев с туманом изменяется с севера на юг.

Уровень моря

В 2021 году на всех морских станциях и постах наблюдался пониженный фон уровней, что объяснялось низким стоком Волги (208 км^3), который был существенно ниже нормы (242 км^3) и объема стока 2020 г. (280 км^3). По объему годового стока 2021 год входит в семерку самых маловодных лет за последние четверть века.

В 2021 году внутригодовые величины подъема и спада уровня изменялись в довольно широком диапазоне. По данным МГ-II Махачкала, самое низкое положение уровня наблюдалось в ноябре, декабре (-28,42 м), по данным МГ-II о. Тюлений – в ноябре (-28,51 м), на МГП-I Лагань – в сентябре (-28,27 м); высокое положение уровня наблюдалось в мае, июне (-28,18…-27,84 м).

Максимальные годовые уровни воды были вызваны нагонными ветрами с максимальными значениями при подъеме -27,88…-26,93 м. Минимальные годовые уровни воды, вызванные влиянием ветра западной четверти, при сгоне составили -28,63…-28,99 м.

Сгонно-нагонные колебания уровня в российском секторе Каспийского моря

В 2021 г. на МГ-II о. Тюлений было зафиксировано шесть нагонных ситуаций с подъемом уровня моря на 34-62 см, не превысивших опасную отметку. На МГП-I Лагань было зарегистрировано 65 случаев сгонно-нагонных ситуаций: 29 нагонов и 36 случаев с ветровым сгоном воды, максимальное месячное значение нагона составило 1,24 м, максимальное месячное значения сгона – 0,87 м.

Наибольшая повторяемость сгонно-нагонных колебаний наблюдалась осенью (27,7 %) и весной (36,9 %), наименьшая – отмечена в феврале, июле и в августе (2-5 %).

Продолжительность ветровых нагонов составила: 1-2 дня на о. Тюлений; 1-4 дня в Лагани, максимальная – 7 дней (02-08 октября). Продолжительность ветровых сгонов в Лагани составила 1-4 дня, максимальная – 5 дней (25-29 марта).

25 октября на западном побережье Среднего Каспия, по данным морской станции Махачкала, в результате действия северо-западного ветра (днем порывы до 20 м/с) наблюдался ветровой сгон, уровень достиг критерия опасного явления (-63 см) [Положение об ОЯ, 2016]. Согласно «Положению об опасных природных гидрометеорологических явлениях (ОЯ) на территории ЮФО и СКФО», утверждённому приказом ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» от 26.02.2016 № 22, для Махачкалы критерием «ОЯ» принята отметка -50 см. В январе, феврале, марте, сентябре, ноябре минимальные месячные уровни (-45...-49 см) в Махачкале приближались к критериям ОЯ.

Температуры воды

В 2021 году среднегодовая температура воды, по данным береговых и островных морских станций расположенных в российском секторе Каспийского моря, составила 14,2-14,7 °С, что на 1,1-2,1 °С выше нормы. Температура воды весеннего и летнего сезонов значительно превышала норму: в весенний период на 1,6-2,4 °С; положительные аномалии летних температур составили 2,2-3,3 °С. Установлен среднегодовой рекорд температуры воды: по данным МГ-II Махачкала – 14,7 °С, предыдущий рекорд отмечен в 1966, 2018 и 2019 гг. (14,1 °С); по данным МГ-II о. Тюлений – 14,3 °С, предыдущий рекорд отмечен в 2019 г. (14,4 °С).

Рекорды максимальной средней месячной температуры воды

По данным МГ-II Дербент, в апреле обновлен максимум средней месячной температуры воды (12,5 °С), предыдущий рекорд отмечен в апреле 2000 г. (11,9 °С). По данным МГ-II Махачкала, среднемесячное значение температуры воды в апреле повторило рекордное значение апрельской температуры 1962 г. (12,2 °С). В августе обновлены рекорды средней месячной температуры на МГ-II Изберг, Махачкала, о. Тюлений.

Рекорды максимальной месячной температуры воды

По данным МГ-II Махачкала, установлены три рекорда максимальной месячной температуры воды: в апреле (17,1 °С); в июне (29,4 °С); в августе (30,9 °С). По данным МГ-II Изберг, в сентябре перекрыто значение максимальной месячной температуры воды (29,0 °С).

Обзор ледовых условий (зима 2020/2021 гг.)

Зима 2020/2021 гг. была мягкой с неустойчивым ледовым покровом в северо-западном районе Каспия. Сумма отрицательных температур воздуха, по данным метеостанции Астрахань, составила -385,5 °С, по о. Тюлений -93,0 °С.

28 ноября были зафиксированы первые ледовые явления в районе Лагани, в районе о. Искусственный – 4 декабря. В первой декаде декабря образовался устойчивый припай. Первое полное замерзание в Лагани наблюдалось 5 декабря, в районе о. Искусственный – 11 декабря. Максимальная толщина льда у о. Искусственный

зафиксирована 25 декабря 2020 г. (13 см). Во второй декаде января лед наблюдался на более 60 % площади Северного Каспия.

В середине третьей декады февраля акватория моря находилась под влиянием арктического антициклона, минимальная температура воздуха опускалась до -11,9...-17,7 °С. Наблюдалось интенсивное ледообразование, охватившее всю северную часть Каспийского моря [Гидрометеорологические..., 1986]. Максимальная толщина льда в районе Лагани зафиксирована 26 февраля 2021 г. (14 см). По данным морских постов окончательное очищение ото льда наблюдалось: 7 марта в Лагани, 16 марта у о. Искусственный. Продолжительность дней в ледовый период со льдом у о. Искусственный составило 75 дней, в Лагани – 67 дней. Вследствие аномально теплой погоды у о. Тюлений в течение всего зимнего периода отсутствовал ледяной покров.

В холодные зимы максимальная продолжительность ледового периода составляет: 125 дней (1984/1985 гг.) у о. Искусственный, 143 дня (1997/1998 гг.) в Лагани, 132 дня (1993/1994 гг.) у о. Тюлений.

В заключение можно сказать, что 2021 год вошел в пятерку самых теплых лет за всю историю наблюдений по температуре воздуха и воды. Повышенный температурный фон отразился на повышении температуры воды и привел к сокращению продолжительности дней в ледовый период со льдом. Зима 2020/2021 гг. была мягкой. По режиму увлажнения 2021 г. был неоднородным. В 2021 году на всех морских постах наблюдался пониженный фон уровней моря, что объяснялось низким стоком Волги.

Список литературы

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. 2022. Москва: Росгидромет, 104 с.

2. РД 52.27.724-2019. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Москва: ФГБУ «Гидрометцентр России», 66 с.

3. ВМО-№ 1137. 2014. Комиссия по климатологии. Шестнадцатая сессия. Гейдельберг 3-8 июля 2014 г.. Женева - Швейцария, 79 с.

4. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. 1974. Метеорологический словарь. Издание третье переработанное и дополненное. Ленинград: Гидрометеоиздат, 568 с.

5. Положение об опасных явлениях, утверждённое приказом ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» от 26.02.2016 № 22 с изменениями от 18.03.2016 № 34, 17.05.2016 № 69, 22.06.2016 № 81, 10.08.2016 № 104, 15.02.2017 № 15, 17.05.2017 № 60, 30.05.2017 № 65, 11.07.2017 № 84, 26.03.2019 № 23, 29.04.2019 № 41, 30.04.2019 № 43, 30.04.2019 № 44, 21.06.2019 № 70, 21.02.2020 № 17, 25.02.2020 № 21, 02.04.2021 № 57, 11.08.2021 № 157, 29.10.2021 № 207, 10.11.2021 № 210, 17.11.2021 № 216.

6. Гидрометеорология и гидрохимия морей. 1992. Том VI, Каспийское море. Вып. 1, Гидрометеорологические условия, под ред. канд. геогр. наук Ф.С. Терзиева, д-ра геогр. наук А.Н. Косарева, канд. геогр. наук А.А. Керимова. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 356 с.

7. *Гонтовая И.В., Татарников В.О., Очеретный М.А.* 2023. Анализ условий возникновения пыльных бурь на территории Астраханской области в 2021 году. Метеорология и гидрология. № 3: 119-128.

8. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. 1986. Том II, Каспийское море. Вып. 1-3, под ред. Ф.С. Терзиева. Ленинград: Гидрометеоиздат, 268 с.

УДК 639.371.5.03 (282.247.41)

САЗАН (*CYPRINUS CARPIO L.*) КАК ОБЪЕКТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА В ЦЕЛЯХ КОМПЕНСАЦИИ УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ

Досаева В.Г.,
Кириллов Д.Е.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Подготовка комплекса природоохранных мероприятий, направленных на сохранение биоразнообразия и численности ценных промысловых рыб в условиях промышленного освоения углеводородного сырья.

В работе представлены аспекты природоохранных мероприятий, осуществляемых в Астраханской области путем искусственного воспроизводства гидробионтов. Дана оценка результатов воспроизводства сазана (*Cyprinus carpio L.*) в целях компенсации ущерба, причиненного водным биоресурсам. Исследования выполнялись в 2016-2022 гг. на рыбоводных предприятиях Астраханской области. Установлено, что в результате реализации природоохранных мероприятий за 7 лет в р. Волга и ее водотоки были выпущены около 24,17 млн экз. молоди сазана массой 15-20 г.

Ключевые слова: сазан, компенсация ущерба, искусственное воспроизводство, водные биоресурсы, промысловые виды рыб.

В результате воздействия комплекса антропогенных факторов на водные объекты [Гурьева, 2010; Рылина и др., 2012; Карыгина, 2019; Шумова, 2014; Лардыгина, 2019] и гидробионтов [Барабанов и др., 2016; Барабанов, 2017; Лепилина и др., 2017], наблюдается вытеснение важных объектов промысла малоценными видами, снижение запасов водных биоресурсов [Горохов и др., 2022; Барабанов, 2021; Шипулин, 2021], для сохранения которых осуществляется их искусственное воспроизводство предприятиями ФГБУ «Главрыбвод» в рамках государственного задания.

Согласно действующему законодательству, хозяйствующие субъекты, чья деятельность оказывает воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания, осуществляют мероприятия по компенсации наносимого ущерба. Размер наносимого ущерба определяется согласно методикам, утвержденным Приказом Росрыболовства от 6 мая 2020 г. № 238 и (в случае нарушения законодательства о

рыболовстве и сохранении водных биоресурсов) Приказом Минсельхоза РФ от 31 марта 2020 г. № 167. Компенсационные мероприятия посредством искусственного воспроизводства должны обеспечить ежегодное пополнение промыслового запаса биоресурсов и прирост уловов (промысловый возврат) в объеме прогнозируемого ущерба.

В Астраханской области выпуск молоди рыб от искусственного воспроизводства осуществляется в р. Волгу и ее водотоки. В качестве одного из видов рыб, выпускаемых в целях компенсации ущерба ВБР, широко используется сазан, который, так же как и осетровые, отнесен к приоритетным объектам искусственного воспроизводства.

Работы по воспроизводству сазана в целях компенсации ущерба водным биоресурсам осуществляются заводским способом на рыбоводных предприятиях различных форм собственности. Средняя штучная навеска водных биоресурсов должна соответствовать Приказу Минсельхоза России от 30 января 2015 г. № 25 "Об утверждении методики расчета...», однако нами была обоснована масса выпускаемой в целях компенсационных мероприятий молоди сазана, равная 15 г. До такой массы можно выращивать сеголетков без применения кормления, на естественной кормовой базе, что позволяет рыбоводным хозяйствам исключить из себестоимости молоди одну из самых затратных статей. Также указанная масса больше, нежели стандартная, отвечает целям сохранения и восстановления численности вида, учитывая гораздо более поздние сроки размещения в естественных водоемах, когда вся стандартная молодь уже закончила скат, и кормовая база не испытывает такой нагрузки, как в период массовой миграции. Выпуск осуществляется в сентябре-ноябре, когда пищевая активность, в том числе и у хищников, снижена.

Объем компенсационных мероприятий определяется не только наличием хозяйствующих субъектов, наносящих ущерб, но и родом, а также интенсивностью их деятельности в каждом расчетном периоде. Таким образом, объем выпуска молоди в целях компенсации ущерба не является постоянной величиной и ежегодно меняется (рис. 1).

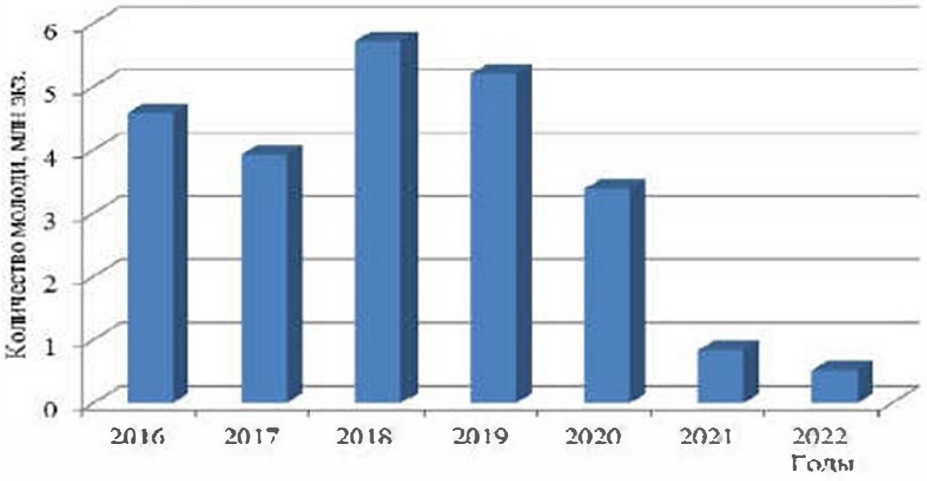


Рисунок 1 - Выпуск молоди сазана в целях компенсации ущерба, наносимого водным видам биоресурсов. Астраханская область

Однако наблюдающаяся в Астраханской области тенденция к уменьшению объема компенсационных мероприятий путем искусственного воспроизводства сазана не означает снижения количества субъектов, деятельность которых наносит ущерб водной среде и гидробионтам. Снижению количества молоди сазана, выпускаемой в рамках указанных мероприятий способствует ряд факторов:

1. Снизилось количество рыбоводных предприятий различных форм собственности, осуществляющих искусственное воспроизводство сазана. Из-за неясных перспектив при участии в тендере на право выпуска молоди для хозяйствующих субъектов, наносящих ущерб, собственники предпочитают выращивать и реализовывать товарную продукцию по предварительным заявкам, что позволяет планировать производство и не зависеть от сложной и непредсказуемой процедуры.

2. Некоторые крупные предприятия исполняют компенсационные мероприятия в Волгоградской области, также относящейся к Волжско-Каспийскому рыбохозяйственному бассейну, хотя хозяйственную деятельность, наносящую ущерб водным биоресурсам, осуществляют в Астраханской области. При этом часть молоди выпускается в Волгоградское водохранилище, повышая продуктивность последнего, а не водотоков р. Волги.

3. С тех пор как было принято решение о стандартной массе молоди осетровых видов, пополняющих природные популяции, увеличилась доля русского осетра в общем объеме молоди, выпускаемой в целях компенсации ущерба. Значительная роль принадлежит здесь Каспийскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод», госзадание которого на искусственное воспроизводство водных биоресурсов практически ежегодно уменьшается, а мощности и имеющийся резерв производителей позволяют получать почти в 1,5-2 раза больше молоди.

4. Согласно п. 3 Приказа Росрыболовства от 6 мая 2020 г. № 238, расчет ущерба осуществляется различными организациями, не только научно-исследовательскими, поэтому возрастает вероятность появления ошибок при отсутствии необходимых наблюдений по ряду учитываемых позиций, приводящих к занижению объемов компенсационных мероприятий.

5. Коэффициенты промыслового возврата требуют уточнений, учитывая изменения, произошедшие со времени их разработки.

6. Расчет ущерба не производится при осуществлении некоторых видов деятельности, в том числе всех видов рыболовства, некоторых видов дноуглубления и сейсморазведки и т.д., осуществление которых на деле оказывает воздействие на водные биоресурсы.

Эффективность выпуска молоди сазана массой 15 г, а зачастую, как практикуется, и более, демонстрирует расчет величины возврата взрослых особей. Так, за 7 лет было выпущено 24,17 млн экз. молоди сазана массой 15-20 г, ожидаемый промвозврат от которой составит 821780 экз. или 2136,63 т, что равно двукратному годовому объему вылова сазана. Учитывая, что максимальные объемы выпуска крупной молоди осуществлялись в 2016-2019 гг., основу уловов в 2006-2017 гг. составляли 5-7-летки

[Левашина и др., 2020], в 2020 г. – 3-3,5 летки [Барабанов и др., 2021], а сейчас, по данным лаборатории речных и полупроходных рыб Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») - 4-6-летки, становится очевидной значительная роль выпуска молоди сазана массой 15 г в наблюдающемся увеличении запасов вида (рис. 2).

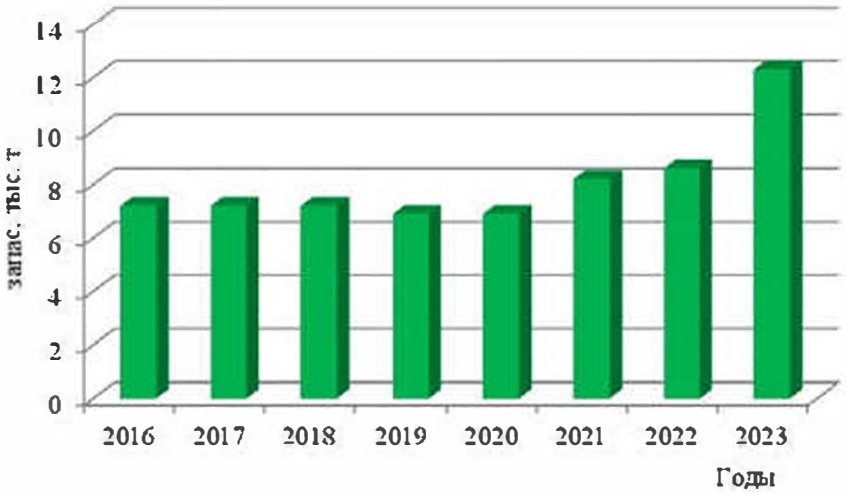


Рисунок 1 - Динамика промыслового запаса сазана в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (по Левашина и др., 2020 г. и данным Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»))

Масса воспроизводимых сеголетков, на деле превышающая таковую у стандартной молоди, выпускаемой с НВХ, почти в 10 и более раз, позволяет резко повысить ее выживаемость из-за недоступности основному массовому хищнику – окуню, и многократно увеличивает коэффициент промыслового возврата, что соответствует целям компенсации ущерба, наносимого ВБР. В итоге коэффициент промвозврата такой молоди почти в 30 раз превышает таковой от стандартной.

Следует отметить, что сазан является важным объектом промышленного и любительского рыболовства, излюбленной пищей жителей региона. При этом сазан созревает и возвращается в промысел гораздо быстрее, чем, например, осетровые виды рыб. Заготовка производителей сазана в целях ресурсного обеспечения в современных условиях гораздо менее трудоемка и более реальна.

Для дальнейшего увеличения и восстановления запасов сазана необходимо не только учитывать требования рыбохозяйственной отрасли к объемам и срокам половодья, состоянию водных объектов и нерестилищ, но и расширять составляющую искусственного воспроизводства в пополнении природных популяций указанного вида. Компенсационные мероприятия также занимают определенную нишу среди путей сохранения водных биоресурсов, представляя собой дополнительный объем воспроизводства рыб и увеличения их запасов.

Список литературы

1. Барабанов В. В., Ткач В. Н., Просвирин Д. Н. 2016. Сравнительная оценка

размерного состава рыб из уловов промышленного и любительского рыболовства в Астраханской области. Вестник АГТУ, Сер.: Рыбное хозяйство №2: 234-41.

2. Барабанов В.В. 2017. Оценка влияния любительского рыболовства на водные биологические ресурсы и разработка мер по его регулированию в условиях Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область). Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск: 24 с.

3. Барабанов В.В., Левашина Н.В., Ткач В.Н., Солохина Т.А., Ижерская В.А., Югай Т.В., Никифоров С.Ю. 2021. Краткий обзор состояния полупроходных и речных рыб при проведении биологического мониторинга в районе расположения объектов месторождения им. В. Филановского в 2020 г. VIII научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 34-41.

4. Горохов М.Н., Барабанов В.В., Ткач В.Н. 2022. Механизм оценки антропогенного воздействия на запасы водных биологических ресурсов в Астраханской области. Рыбное хозяйство. — № 6: 16–20.

5. Гурьева М.С. 2010. Геоэкологические проблемы качества водных ресурсов и их рационального использования (на примере Астраханской области) – Автореф. дис. канд. геогр. наук. Астрахань: АГУ, 28 с.

6. Карыгина Н.В. 2021. О содержании, распределении и генезисе углеводородов в водах Северного Каспия. VIII научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 83-83.

7. Лардыгина Е.Г. 2019. Основные изменения гидрологических условий половодий на Нижней Волге. Сборник научных статей по результатам исследований Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 78-81.

8. Левашина Н.В., Ветлугина Т.А., Барабанов В.В., Белоголова Л.А. Состояние запасов воблы, судака, сазана, линя в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах // Рыбоводство и рыбное хозяйство. №1, 2020.– с. 8-15.

9. Лепилина И.Н., Сафаралиев И.А., Чаплыгин В.А. 2017. Влияние неконтролируемого, нерегулируемого, несообщаемого (ННН) промысла на численность осетровых рыб в Каспийском море. VI научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 127-133.

10. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30 января 2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)» (с изменениями на 25 августа 2015 г.).

[Электронный ресурс].-2015 - URL:https://docs.cntd.ru/document/420253563 (дата обращения 17.07.2023).

11. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 г. № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» [Электронный ресурс] - 2020 - URL: https://docs.cntd.ru/document/564859759 (дата обращения 21.07.2023).

12. Приказ Росрыболовства от 06.05.2020 № 238 "Об утверждении Методики определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния" [Электронный ресурс].-2020 - URL: https://docs.cntd.ru/document/565068800 (дата обращения 24.07.2023).

13. Рылина О.Н., Карыгина Н.В., Попова О.В., Галлей Е.В., Львова О.А., Ивлиева Л.М., Чехомов С.П., Азаренко А.В., Тарасова О.Г. 2012. Оценка современного эколого-токсикологического состояния экосистемы Северного Каспия. Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море: Сб. научн. тр. Астрахань. Издательство ФГУП «КаспНИРХ», 144-155.

14. Шитулин С.В. 2021. Состояние запасов водных биоресурсов Волжско-Каспийского бассейна и меры по их сохранению в условиях развития нефтедобычи. VIII научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), 306-309.

15. Шумова Н.А. Изменение экологически значимых параметров гидрологического режима Нижней Волги при зарегулировании стока. Аридные экосистемы, 2014, том 20, № 3 (60): 33-47.

УДК 579.68(262.81)

МИКРОБИОЦЕНОЗ АКВАТОРИИ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ» В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

Дьякова С.А.,
Менькова А.В.,
Кирюхина Е.Р.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, djakova.s.a@gmail.com

Аннотация. В статье представлены данные по численности сапротрофного и нефтеокисляющего бактериопланктона и бактериобентоса на акватории лицензионного

участка «Северный» период 2014-2022 гг. В гетеротрофном бактериальном сообществе сапротрофы занимали доминирующее положение. Микробиологическая обстановка на исследуемой акватории оценена как удовлетворительная.

Ключевые слова: микроорганизмы, сапротрофы, нефтеокисляющие бактерии, бактериопланктон, бактериобентос.

Каспийское море – высокопродуктивный водоем, обладающий огромными запасами биологических ресурсов. Долгие годы акватория Северного Каспия, где сосредоточены нагульные ареалы проходных и полупроходных видов рыб, относилась к заповедной зоне [Курапов, 2006]. В начале XXI века в Северном Каспии начинают исследования нефтяных месторождений, первая северокаспийская нефть добыта в 2010 г. на месторождении им. Ю Корчагина [Арабов, 2019]. Мониторинговые исследования, проводимые в Каспийском море, позволяют не только контролировать параметры среды обитания гидробионтов, но и спрогнозировать векторы изменения гидролого-гидрохимических и гидробиологических показателей. Важным фактором экологической оценки состояния моря, а также степени антропогенного воздействия на него, является количество сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий, так как именно они играют важную роль в минерализации органического вещества и круговороте биогенных элементов, создают основу для кормовой базы всех гидробионтов, активно участвуют в процессах самоочищения моря [Обухова, Светашёва, 2011; Соколова, 2011; Карыгина и др., 2014]. Численность и соотношение сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий являются одним из показателей благополучия моря, в связи с чем особую актуальность приобретает ежегодный мониторинг численности нефтеокисляющего и сапротрофного бактериопланктона и бактериобентоса.

В 2014-2022 гг. на акватории лицензионного участка «Северный» были проведены исследования по определению численности сапрофитной и нефтеокисляющей микробиоты воды и донных отложений.

Отбор проб донных отложений в поверхностном слое грунта производили с помощью дночерпателя («Океан-50»), пробы воды отбирали с помощью гидрологического зонда SBE-32 Carousel Water Sampler. Для определения численности различных групп гетеротрофных бактерий использовали метод предельных разведений с последующим высевом на плотные питательные среды [Нетрусов, 2005].

Результаты проведенных микробиологических исследований показали, что численность сапротрофных бактерий в грунте акватории лицензионного участка превышала концентрацию нефтеокисляющих микроорганизмов (таблица 1).

Таблица 1 – Численность бактерий в донных отложениях акватории лицензионного участка «Северный» в 2014-2022 гг., тыс. КОЕ/г.

Месторождение	Год исследований								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сапротрофные бактерии									
«Ракушечное»	65,93	81,96	197,03	42,53	19,08	24,72	19,11	4,71	4,67

им. Ю. Корчагина	60,65	68,43	71,77	81,95	38,69	19,42	16,75	8,57	5,22
«Сарматское»	38,30	91,54	47,40	11,00	73,00	43,10	14,78	29,40	15,29
«170 км»	24,43	58,29	34,80	22,80	48,10	54,80	35,10	21,96	23,40
Лицензионный участок «Северный»	47,33	75,06	87,75	39,57	44,72	35,51	21,43	16,16	12,14
Нефтеокисляющие бактерии									
«Ракушечное»	15,10	17,70	27,74	12,41	3,39	2,72	4,80	1,24	1,67
им. Ю. Корчагина	7,51	5,25	16,38	21,93	2,29	1,68	1,29	2,26	2,01
«Сарматское»	6,90	41,08	14,70	3,55	3,67	4,99	4,72	5,44	3,39
«170 км»	5,00	22,87	7,70	11,34	4,50	3,78	3,25	3,13	2,89
Лицензионный участок «Северный»	8,63	21,72	16,63	12,31	3,46	3,29	3,51	3,02	2,49

На акватории лицензионного участка «Северный» численность сапротрофного бактериобентоса в среднем варьировала в диапазоне 12,14-87,75 тыс. кл./г, максимум концентрации отмечен в 2016 г., минимум – в 2022 г. Среднегодовая численность сапротрофных бактерий за период 2014-2022 гг. составляла 42,19 тыс. кл./г. В период 2014-2017 гг. концентрация сапротрофных бактерий в донных отложениях месторождений «Ракушечное» и им. Ю. Корчагина превышала аналогичный показатель для месторождений «170 км» и «Сарматское». В период 2018-2022 гг. отмечена обратная тенденция. В целом, в период исследований выявлен тренд на снижение численности сапротрофных бактерий в донных отложениях как на акватории всего лицензионного участка, так и на каждом месторождении в отдельности.

Численность нефтеокисляющих бактерий уступала сапротрофам и в среднем изменялась в диапазоне 2,49-21,42 тыс. кл./г, максимум количества отмечен в 2015 г., минимум – в 2022 г. Среднегодовая численность нефтедеструкторов за период 2014-2022 гг. составляла 8,34 тыс. кл./г. (таблица 1). Также, как и для сапротрофного бактериобентоса, в период исследований выявлен тенденция к снижению численности нефтеокисляющих бактерий в донных отложениях акватории всего лицензионного участка и на каждом месторождении в отдельности.

Соотношение нефтедеструкторы/сапротрофы находилось в пределах 5-50 %, при этом если рассматривать акваторию всего лицензионного участка «Северный», то практически на протяжении всего периода исследований доля нефтедеструкторов в гетеротрофном бактериобентосе оставалась достаточно стабильной (16-28 %), за исключением 2018 и 2019 гг., когда соотношение нефтедеструкторы/сапротрофы снизилось до 8-9 %.

Концентрация сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий в воде лицензионного участка «Северный» в среднем уступала бактериобентосу, что закономерно ввиду специфичности донных отложений как биотопа для микроорганизмов (таблица 2).

Таблица 2 – Численность бактерий в воде акватории лицензионного участка «Северный» в 2014-2022 гг., тыс. КОЕ/мл.

Месторождение	Год исследований								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сапротрофные бактерии									
«Ракушечное»	1,64	4,21	14,48	3,77	3,30	1,09	1,46	0,91	1,91
им. Ю. Корчагина	1,90	1,44	7,83	3,33	2,57	3,36	0,93	1,17	1,22
«Сарматское»	3,03	1,67	3,83	1,36	2,53	0,59	0,74	1,90	0,67
«170 км»	3,28	0,71	3,18	0,83	0,99	3,66	2,89	1,08	0,33
Лицензионный участок «Северный»	2,46	2,01	7,33	2,32	2,35	2,18	1,50	1,26	1,03
Нефтеокисляющие бактерии									
«Ракушечное»	0,31	2,03	1,65	1,68	1,58	0,20	0,84	0,30	0,86
им. Ю. Корчагина	0,35	0,40	1,25	1,63	1,42	0,78	0,57	0,48	0,31
«Сарматское»	0,46	0,44	0,87	0,88	0,33	0,19	0,54	0,70	0,29
«170 км»	0,54	0,28	1,05	3,44	0,30	0,63	2,17	0,32	0,17
Лицензионный участок «Северный»	0,41	0,79	1,20	1,91	0,91	0,45	1,03	0,45	0,41

Численность сапротрофного бактериопланктона на акватории лицензионного участка «Северный» в среднем варьировала в диапазоне 10,3-7,33 тыс. кл./мл, максимум концентрации отмечен в 2016 г., минимум – в 2022 г. Среднегодовая численность сапротрофных бактерий за период 2014-2022 гг. составляла 2,49 тыс. кл./мл. Наибольшую численность сапротрофных бактерий в воде, в основном, регистрировали на месторождении «Ракушечное», за исключением 2019-2020 гг., когда максимум отмечен на месторождении «170 км», и 2021 г. с максимумом на месторождении «Сарматское». В целом, в период исследований выявлен тренд на снижение численности сапротрофных бактерий в воде как на акватории всего лицензионного участка, так и на каждом месторождении в отдельности.

Численность нефтеокисляющего бактериопланктона уступала сапротрофному, концентрация бактерий в среднем изменялась в диапазоне 0,41-1,91 тыс. кл./мл, максимум количества отмечен в 2017 г., минимум – в 2013 и 2022 г. Среднегодовая численность нефтедеструкторов за период 2014-2022 гг. составляла 0,84 тыс. кл./г. Также, как и для сапротрофного бактериопланктона, в период исследований выявлен тренд на снижение численность нефтеокисляющих бактерий в донных отложениях акватории всего лицензионного участка и на каждом месторождении в отдельности.

Соотношение нефтедеструкторы/сапротрофы в воде находилось в пределах 16-82 %. В отличие от донного биотопа, в воде соотношение двух групп бактерий ежегодно разнилось. Так, в 2015, 2018, 2021 и 2022 гг. доля нефтедеструкторов в гетеротрофном бактериобентосе находилась на уровне 38-39 %, в 2014, 2016 и 2019 гг., соотношение

нефтедеструкторы/сапротрофы снижалось до 16-20 %, а в 2017 и 2020 гг. – повышалось до 68-82 %.

Таким образом, на протяжении всего периода исследований на акватории лицензионного участка «Северный» отмечали взаимосвязь донного и водного биотопов. Для сапротрофного и нефтеокисляющего бактериопланктона и бактериобентоса определен девятилетний тренд снижения численности бактерий. Максимумы и минимумы численности микроорганизмов в воде и грунте практически совпадали. Доминирующее положение в гетеротрофном бактериопланктоне и бактериобентосе занимали сапротрофные бактерии, что обусловлено широким спектром усвояемых субстратов данной физиологической группой микроорганизмов.

Соотношение нефтеокисляющих и сапротрофных бактерий в воде выше, чем в донных отложениях, что косвенно указывало на более высокую адаптивность бактериопланктона к нефтяным углеводородам и уязвимость донного экотопа к поллютанту. При этом в бактериопланктоне размах вариации соотношения нефтедеструкторов и сапротрофов в воде значительно выше, чем в донных отложениях, что могло указывать на большую стабильность донного экотопа по сравнению с водой. В целом невысокие показатели численности гетеротрофного бактериопланктона (в частности сапротрофов) в период исследований могли свидетельствовать о сбалансированности микробиоценоза акватории и отсутствии выраженного органического загрязнения.

Список литературы

1. Карыгина Н.В. Проскурина В.В., Лардыгина Е.Г., Дегтярева Л.В., Кравченко Е.А., Головатых Н.Н., Галлей Е.В., Дьякова С.А., Шокашева Д.И. 2014. Абиотические и биотические факторы, формирующие условия обитания биоресурсов Каспийского моря // Международная научно-практическая конференция «Сохранение биологических ресурсов Каспия». Астрахань: Изд-во АГТУ, 210-214.
2. Куликова, И. Ю. 2009. Видовое разнообразие углеводородокисляющих микроорганизмов. Микроорганизмы в процессах деструкции и биоремедиации (проблемные лекции): 134–173.
3. Курапов А.А., Попова Н.В., Островская Е.В. 2006. Экологическая безопасность нефтяных операций на мелководном шельфе. Международная практика и опыт российских компаний на Северном Каспии. Астрахань: Изд-во ООО «Новая артель», 266 с.
4. Нетрусов А.И., 2005. Практикум по микробиологии. М.: Академия, 608 с.
5. Обухова О.В., Светашёва Д.Р., 2011. Загрязнение нефтепродуктами акватории Северного Каспия. Вестник Астраханского государственного технического университета № 1: 20-23.
6. Соколова В.В., 2011. Оценка ассимиляционного потенциала и ассимиляционной емкости Северного Каспия по отношению к нефтяному загрязнению. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе № 10: 40-44.
7. Арабов М.Ш., Арабов С.М. 2019. Особенности добычи нефти и газа на

месторождениях Каспийского моря. Газовая промышленность. 2019. № 4(783). 46-49.

УДК 591.524.11 (262.81)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗООБЕНТОСА НА АКВАТОРИИ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ».

Жаткина О.В.,
Минакова Е.В.,
Кашин Р.Д.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В работе дается оценка видовому составу зообентоса на акватории лицензионного участка «Северный» в 2022 году. Всего выявлено всего 49 видов и форм донных беспозвоночных (38 таксонов в первую и 35 во вторую съемки). В сравнении приводятся результаты среднемноголетнего ряда наблюдений за период 2017 – 2021 гг. В ходе исследований было отмечено преобладание ракообразных по видовому разнообразию над остальными представителями биоценоза. Биомассу донной фауны традиционно создавали двустворчатые моллюски. Распределение основных видов донных беспозвоночных на исследуемой акватории было неравномерно; также, наблюдалось уменьшение видового состава от первой ко второй съемке.

Ключевые слова: Каспийское море, зообентос, донные беспозвоночные, видовое разнообразие, численность, биомасса.

Исследования макрозообентоса проходили на лицензионном участке *ООО «ЛУКОЙЛ - Нижневолжскнефть»* «Северный», который включал в себя акватории месторождений «Ракушечное», им. Ю. Корчагина, «Сарматское», «170 km».

Отбор проб зообентоса осуществлялся по определенной сетке станций. Сбор, камеральную обработку и анализ материалов исследований проводили по стандартным методикам [Методика изучения биогеоценозов ..., 1975; Методические указания к изучению..., 1983] с использованием определителей [Бирштейн, Виноградова, 1968]. Полученные результаты дают возможность оценить таксономическое разнообразие и количественное распределение зообентоса на данной акватории.

Таксономическая структура донной фауны в районе лицензионного участка «Северный» в первую съемку 2022 г. была представлена 38 видами и формами беспозвоночных, включающих в себя кишечнополостных – 1, червей – 7, ракообразных – 26 и моллюсков – 4 (рис. 1).

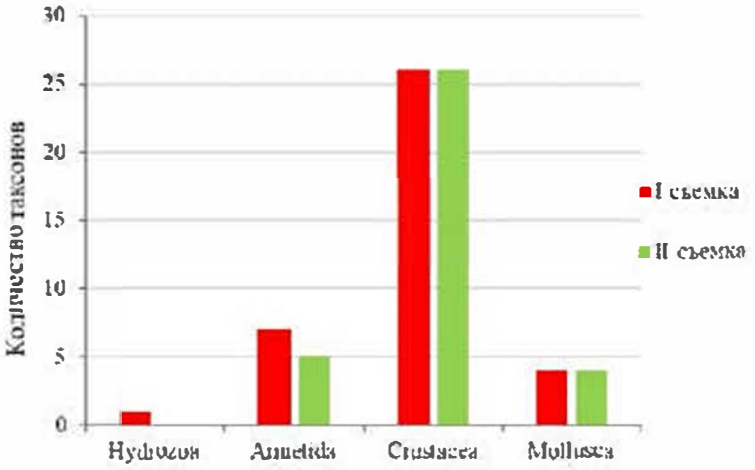


Рисунок 1 – Качественный состав зообентоса на лицензионном участке «Северный» в I и II съемки 2022 года

По частоте встречаемости на исследуемой акватории из группы червей преобладали малощетинковые Oligochaeta (97 %), многощетинковые Marenzelleria sp. (97 %), *Hediste diversicolor* (88 %). Среди ракообразных наиболее часто встречались кумовые, а именно *Schizorinchus billametatus* (56 %), *Stenocuma graciloides* (85 %), а также, бокоплавы *Stenogammarus similis* (56 %) и усоногие рачки *Balanus improvisus* (50 %). В группе моллюсков наибольшим распространением характеризовались *Mytilaster lineatus* (35 %), *Abra ovata* (38 %) (табл. 1).

Таблица 1 – Видовой состав зообентоса на лицензионном участке «Северный»

	I съемка						II съемка					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CNIDARIA												
Hydrozoa	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Cordylophora caspia	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
VERMES												
Polychaeta												
Marenzelleria sp.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Hediste diversicolor	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Hypania invalida	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hypaniola kowalewskii	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Manayunkia caspica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fabricia sabella	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hirudinea												
Piscicola caspica	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caspiobdella tuberculata	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Archaeobdella esmonti	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Nematoda	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-

Planaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA												
Mysidacea												
Limnomysis benedeni	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Paramysis loxolepsis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.baeri	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Caspiomysis knipowitschi	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Cumacea												
Schizorinchus billamelatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sch. eudorelloides	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Sch. scabriusculus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Sch. knipowitschi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pterocuma pectinata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pt. sowinskyi	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudocuma cercaroides	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Stenocuma diastyloides	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
St. tenuicauda	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-
St. grasilis	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
St. graciloides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C. campylaspoides	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Amphipoda												
Amathillina cristata	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Am. pusilla	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-
Am. spinosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Dikerogammarus caspius	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
D. haemobaphes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Akerogammarus knipowitschi	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
A. contiguus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenogammarus carausui	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+
St. compressus	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
St. macrurus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
St. similis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Niphargoides corpulentus	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niph. compactus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Niph. caspius	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niph. spinicaudatus	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niph. robustoides	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Niph. maeoticus	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Niph. derzhavini	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
Niph. aequimanus	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+
Niph. quadrimanus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Pontogammarus abbreviatus	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Pandorites podoceroides	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
P. platycheir	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Iphigenella andrussovi	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Gmelinopsis tuberculata	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Gmelina costata	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
G. pusilla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
G. brachyura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus belmingi	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Cardiophilus baeri	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
Chaetogammarus ischnus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ch. pauxillus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ch. warpachowskyi	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontoporeia affinis microphtalma	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
Caspicola knipovitschi	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammarus andrussovi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Revolugammarus balcanicus	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Gammaridae sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Corophium robustum	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
C. chelicorne	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
C. spinolosum	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
C. curvispinum	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
C. nobile	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
C. mucronatum	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
Corophiidae sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopoda												
Jaera sarsi caspica	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Decapoda											-	
Rhitropanopeus harrisii	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Cirripedia											-	
Balanus improvisus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
INSECTA											-	
Chironomidae	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
Coleoptera	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOLLUSCA												
Mytilaster lineatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cerastoderma lamarcki	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Didacna piramidata	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
D. trigonoides	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
D. parallella	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. barbotdermarnyi	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-

D. protracta	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
D. profundicola	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Hypanis semipellucida	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H. albida	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
H. leviuscula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adacna polymorhpa	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
A. glabra	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra ovata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Theodoxus pallasi	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Gastropoda sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тела моллюска	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	55	48	56	52	35	38	43	43	41	40	38	35

Средние количественные показатели зообентоса на акватории исследования составили 8,1 г/м^2 и 2464 экз./м^2 при колебании массы по станциям от 0,9 г/м^2 до 53,7 г/м^2, численности от 750 до 4890 экз./м^2.

В формировании количественных показателей доминировали организмы «мягкого» бентоса, в основном ракообразные (56 %), а именно *Sch. bilamellatus, St. similis, Stenocuma gracilis, Chaetogammarus pauxillus*. На долю червей проходился 41 %, большой вклад внесли недавние вселенцы Marenzelleria sp. и малощетинковые Oligochaeta; на долю моллюсков и кишечнополостных проходилось 2 % и 0,2 % от общей численности зообентоса соответственно.

Показатели биомассы донного сообщества создавали двустворчатые моллюски (54 %) с преобладанием видов *M. lineatus, Cerastoderma lamarcki*. Субдоминировали по биомассе черви (30 %) и ракообразные (22 %). Среди червей наибольший показатель был отмечен у малощетинковых Oligochaeta и полихет *H. diversicolor*, а из группы ракообразных превалировал кумовый рачок *Sch. bilamellatus*.

Во вторую съемку исследований общий видовой состав уменьшался на 3 таксона по причине сокращения в группе червей на 2 единицы и полного отсутствия на акватории кишечнополостных.

Среди червей высокий процент встречаемости наблюдался у Marenzelleria sp. (74 %), *H. diversicolor* (91 %) и Oligochaeta (94 %); у ракообразных наиболее встречаемыми видами были *St. similis* (35 %), *Stenogammarus compressus* (44 %). Из группы моллюсков доминировали по распространению на акватории *M. lineatus* (47 %), *C. lamarcki* (59 %).

Показатели биомассы во вторую сьемку варьировали от 0,5 до 41,1 г/м^2, численности от 290 до 5330 экз./м^2, составив в среднем 8,8 г/м^2 и 1659 экз./м^2, соответственно.

В количественном отношении наблюдалось снижение общей численности в 1,4 раза. Как и в первую сьемку, во вторую наибольшее видовое разнообразие отмечено в группе ракообразных (53 %), доминирующим видом являлся представитель сем. Gammaridae – *Ch. pauxillus*. На долю кольчатых червей по численности приходилось (53

%), традиционно массовыми видами были Oligochaeta, а также полихеты Marenzelleria sp., *H. diversicolor*; моллюски составили 5 % от общей численности донных организмов.

По биомассе доминантами оставалась группа моллюсков (66 %) с преобладанием вида *C. lamarcki*. Также произошло увеличение общей биомассы моллюсков от первой ко второй съемке в 1,5 раза (с 3,9 до 5,8 г/м^2). В «мягком» зообентосе наблюдалось сокращение биомассы в группе кормовых донных организмов в 1,4 раза (с 1,8 до 1,3 г/м^2) за счет выедания их бентосоядными рыбами и жизненным циклом донных животных. В процентном соотношении доля червей и ракообразных составляла 19 и 5 %, соответственно.

В среднемноголетнем ряду наблюдений таксономический состав в период 2017 – 2021 гг. в большей степени формировали ракообразные, при этом, при проведении первой съемки исследований, ракообразные составляли 55 таксономических единиц; во вторую съемку количество таксонов уменьшалось, составив 43 единицы. Видовой состав червей и моллюсков в первую съемку был разнообразнее и представлен 10 и 14 таксонами, соответственно. Во вторую съемку происходило сокращение таксонов червей до 7, моллюсков - до 13. Для кишечнополостных эти показатели оставались неизменными, а количество насекомых увеличивалось на одну таксономическую единицу во вторую съемку (рис. 2).

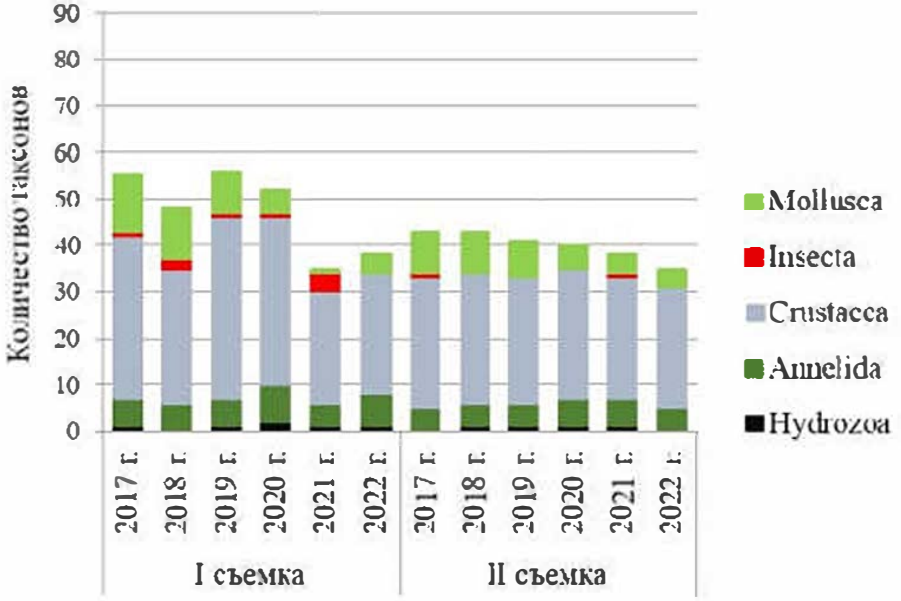
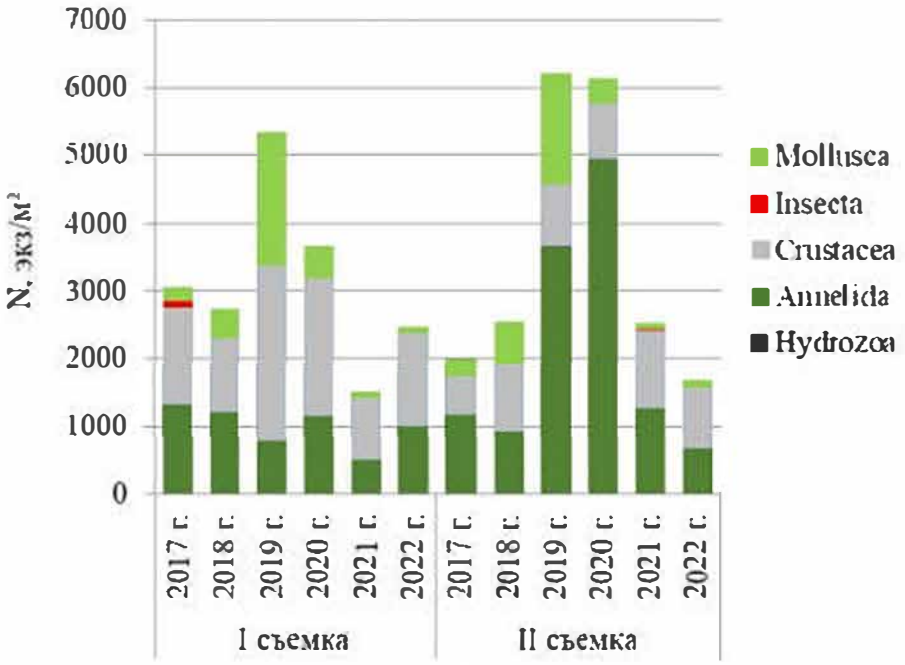


Рисунок 2 – Качественный состав зообентоса на лицензионном участке «Северный» в период в 2017-2022 гг.

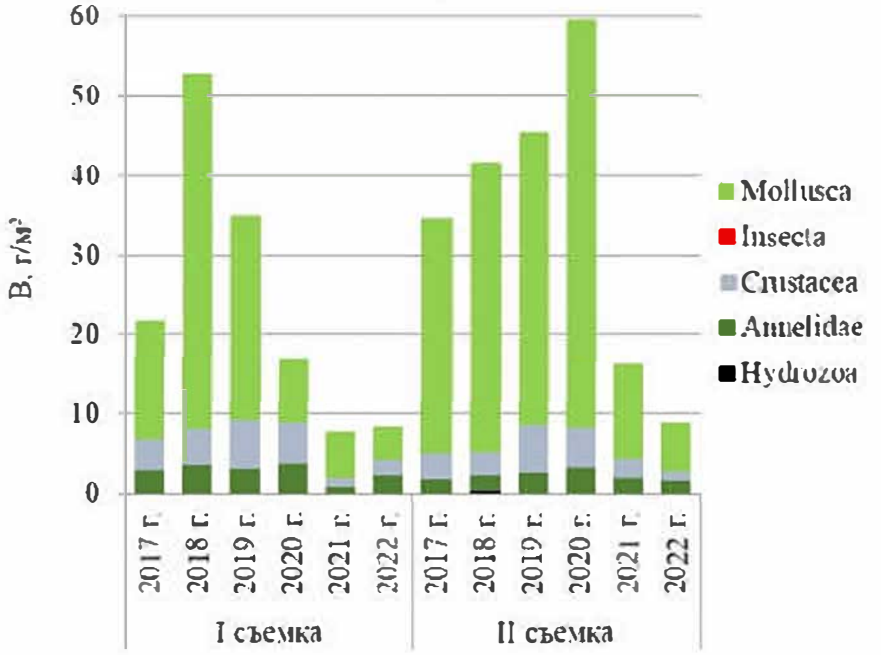
Широкий ареал распространения среди червей на протяжении пяти лет получили полихеты *H. diversicolor* и Oligochaeta. Из ракообразных можно отметить кумовых *Sch. billamelatus*, *St. graciloides*, бокоплавов *St. similis*, *Gmelina pusilla*, *Chaetogammarus ischnus*, *Ch. pauxillus*, усоногих рачков *B. improvisus*. Среди двустворчатых моллюсков в разные годы исследований массовыми были виды: *M. lineatus*, *C. lamarcki*, *A. ovata*. Кроме того, в пробах встречались моллюски класса Gastropoda.

Характеризуя в сравнительном аспекте межгодовую динамику количественных показателей зообентоса, следует отметить, что формирование такого показателя как численность происходило преимущественно за счет представителей «мягкого» бентоса

(рис. 3). Особенно высока была доля «мягкого» бентоса в 2019 и в 2020 гг. во второй съемке, достигавшая 94 % от общей численности беспозвоночных.



а)



б)

Рисунок 3 – Количественные показатели зообентоса на лицензионном участке «Северный», а) численность; б) биомасса

Структурообразующая роль при формировании общей биомассы в течение рассматриваемого периода исследований традиционно принадлежала представителям «жесткого» бентоса, преимущественно двустворчатым моллюскам, при этом в отдельные годы достигая 80-87 % от общей массы обнаруженных донных организмов.

Таким образом, результаты исследования состояния донных сообществ на акватории лицензионного участка «Северный» показали, что динамика развития бентоса

на исследуемой акватории в последние годы не претерпевала существенных изменений. Видовой состав донного населения составляли организмы пяти групп: кишечнополостные, ракообразные, черви, насекомые и моллюски. В 2022 году в двух съемках отсутствовала группа насекомых. Как в 2017-2021 гг., так и в 2022 г. численные показатели формировали организмы «мягкого» зообентоса, а именно черви и ракообразные. Основу биомассы традиционно создавали двустворчатые моллюски. Распределение основных видов донных беспозвоночных на исследуемой акватории было идентичным, преобладающие виды в составе бентоса не претерпевали больших сезонных изменений.

Список литературы

1. Бирштейн Я.А., Виноградова Л.Г. Атлас беспозвоночных Каспийского моря – М: Пищевая промышленность, 1968. 430 с.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
3. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР; под ред. Н.Н. Романовой. М.: ВНИРО, 1983. 14 с.

УДК 574.5 (262.81)

БИОРЕСУРСЫ КАЗАХСТАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Камелов А.К.,
Калдыбаев С.К.
Атырауский филиал ТОО «Казэкопроект», Казахстан, г. Атырау,
ул. Афанасьева, 86, askar.kamelov@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты комплексных мониторинговых исследований состояния экосистемы и биологических ресурсов казахстанского сектора Каспийского моря, выполненные в 2022 г. Видовой состав и количественные показатели гидробионтов характеризуют кормовую базу северо-восточной части Каспийского моря как благоприятную для нагула рыб. Приведена информация об ухудшении состояния популяций осетровых рыб в северо-восточном Каспии, наряду с сокращением численности, в их популяциях происходит ряд других негативных изменений. Запасы морских рыб находятся в стабильном состоянии, однако их промысловому использованию препятствует отсутствие соответствующей материально-технической базы. Вид кутум выведен из Перечня редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Популяции полупроходных промысловых видов рыб находятся в удовлетворительном состоянии, отмечено снижение объемов естественного воспроизводства этих рыб. Оценено состояние каспийских раков.

Ключевые слова: Каспийское море. Казахстанский сектор, биологические ресурсы, рыбы, осетровые, морские, полупроходные, кормовая база, раки

В 2022 г. гидрохимические параметры вод казахстанского сектора Каспийского моря, как и в прошлые годы, не оказывали негативного влияния на жизнедеятельность гидробионтов. Была установлена достаточно стабильная ситуация по токсикантам, кислородному и биогенному режимам и другим параметрам водной среды. Наблюдаемая картина укладывалась в рамки средних многолетних показателей без значительных от них отклонений.

Кормовая база рыб находится в удовлетворительном состоянии. Результаты исследования питания рыб свидетельствуют об отсутствии дефицита в питании.

По состоянию развития кормовой базы пастбища северо-восточной части Каспийского моря рыб - бентофагов можно оценить, как среднепродуктивные. Наиболее благоприятными кормовыми угодьями явились мелководья (до 6,0 м), на которых развивалась основная масса слабо солоноватоводных комплексов моллюсков и ракообразных - основного источника откорма рыб - бентофагов. По численности в оба сезона доминировали черви (в среднем- 65,5%), по биомассе –моллюски (в среднем - 40,7%).

В Жайык (Урало)-Каспийском бассейне промысловое значение имеют более 30 видов рыб. Здесь обитает шесть видов осетровых: белуга, севрюга, русский и персидский осетры, шип и стерлядь. Пик промысла этих рыб приходился на 1970–1980 гг. XX века. В 1977 г. общий вылов осетровых в реке Жайык достиг максимальной величины–10400 т, из которых 9870 т составляла севрюга. С 90-х годов начался резкий спад численности и уловов всех видов осетровых рыб Жайык-Каспийского бассейна, обусловленный комплексом причин, в числе которых нерациональный легальный и нелегальный промыслы. Снижение их объемов продолжалось на протяжении 2000-х гг. и к 2008–2009 гг. вылов снизился до 11,3 т. В настоящее время в Жайык на нерест заходят единичные особи осетровых, пропуск производителей на нерестилища снизился до минимальных показателей.

После введения моратория на вылов осетровых рыб в 2010 г. только осетровым рыбоводным заводам разрешается производить их отлов в р. Жайык для искусственного воспроизводства. Исследования показали, что наряду с сокращением численности, в популяции осетровых рыб казахстанского сектора моря происходит и целый ряд таких негативных изменений, как снижение размерно-весовых, возрастных показателей, плодовитости особей и другие [1].

Наибольший промысловый потенциал в ихтиоценозе казахстанского сектора Каспийского моря имеют морские рыбы, которые могут обеспечивать улову до 10 тыс. т. Их запасы представлены в основном каспийскими килькамц, а именно – килькой обыкновенной. Также в эту группу входят морские сельди и кефали. В настоящее время промысловое освоение морских рыб не оказывает значительного влияния на их численность и запасы. Более того, выделенные объемы ежегодно не осваиваются по

причине отсутствия соответствующего материально-технического обеспечения (флот, орудия лова и др.).

В последние годы увеличивается численность кефали, что отразилось на ее уловах. Для полного освоения лимита кефали в пределах казахстанского сектора моря требуется расширение территории промысловых участков и ведение промысла на незакрепленной акватории моря.

Оценка современного состояния вида кутум в казахстанской части Каспийского моря, выполненная на основе критериев МСОП, позволила установить, что современная численность и условия устойчивого существования кутума восстановлены до пределов, исключающих угрозу их воспроизводству и сохранению генофонда в состоянии естественной свободы и рекомендовать исключение рыбы кутум из Перечня редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и Красной книги Республики Казахстан. В сентябре 2022 г. вышло соответствующее постановление Правительства РК.

Современный казахстанский промысел на Каспии основывается на запасах полупроходных и речных видов рыб, приуроченных к рекам Жайык и Кигаш и их опресненным предустьевым акваториям. В последние годы складываются неблагоприятные условия для воспроизводства некоторых видов рыб. Снизилась водность реки Жайык, что влечет за собой цепь неблагоприятных гидрологических условий для захода производителей в реку, их нереста и ската молоди в море. Снижение уровня моря привело к сокращению площади мелководных, хорошо прогреваемых и богатых кормом участков, на которых происходили откармливание и адаптация к морской воде личинок и молоди рыб.

Уловы прибрежного рыболовства составляют в последние годы около 7 тыс. тонн и представлены в основном лещом, воблой, сазаном и судаком. При этом, в результате низкой эффективности естественного воспроизводства в последние годы запасы основных видов рыб генеративно пресноводного комплекса (вобла и лещ) в Жайык-Каспийском бассейне сократились.

Сокращение масштабов естественного воспроизводства отдельных видов рыб бассейна, наряду с водохозяйственными условиями, определяется и высоким антропогенным прессом на нерестовую часть популяции, в том числе со стороны слабо регулируемого легального и нелегального промысла, в результате чего большая часть производителей не достигает мест нереста. На качество нерестилищ оказывает негативное влияние зарастаемость растительностью, заиливание проток, а также частые пожары, случающиеся в камышовой зоне моря и приводящие к выгоранию нерестового субстрата. Со снижением уровня моря особо негативную роль стали играть сгонно – нагонные явления.

В настоящее время состояние популяций каспийских раков в Мангистауской области характеризуется как стабильное. Обследованные районы можно считать перспективными для организации промысла. В условиях рациональной добычи был рекомендован вылов раков порядка 7 т.

Таким образом, комплексные мониторинговые исследования 2022 г., выполненные на акватории казахстанского сектора Каспийского моря ТОО «Казэкопроект» демонстрируют удовлетворительное состояние популяций водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Список литературы

1. Камелов А.К. 2023. Осетровые рыбы Жайык-Каспийского бассейна. Атырау: изд-во НКОК Н.В., 268 с.

УДК 551.2+622.276.1/4.04

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА МОРСКИХ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ)

Касьянова Н.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», Россия, 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, nkasyanova@mail.ru

Аннотация. Проведен краткий критический анализ эффективности геофизического (сейсмического, сейсмологического) метода геодинамического мониторинга, проводимого на морских разрабатываемых месторождениях. Приведен пример пространственно-временного прогноза осадки морского дна на полный срок эксплуатации месторождения им. Ю.Корчагина в Северном Каспии. Прогнозные значения осадки морского дна предвычислены по данным последнего утвержденного варианта технологической схемы разработки и гидродинамической модели. Даны рекомендации по повышению эффективности ведения мониторинга деформационного состояния недр на разрабатываемых месторождениях в связи с нефтедобычей.

Ключевые слова: месторождение, методы геодинамического мониторинга, деформационные процессы, прогноз, геодинамические риски.

Представление проблемы и актуальность тематики исследования. В истории нефтяного освоения Северного Каспия уже известен пример крупнейшей экологической катастрофы, связанной с природно-техногенной аварией [Касьянова и др., 2003], происшедшей в 2000 году на нефтяном месторождении Кашаган в казахстанском секторе Северного Каспия.

С 2001 года законодательно предписано на разрабатываемых месторождениях «...ведение мониторинга состояния недр, включая процессы сдвижения горных пород и земной поверхности, геомеханических и геодинамических процессов при недропользовании в целях предотвращения вредного влияния горных разработок на

горные выработки, объекты поверхности и окружающую природную среду» [Положение ..., 2001]. При этом, право выбора метода геодинамических наблюдений остается за нефтегазовыми компаниями.

Обычно основным методом геодинамического мониторинга на сухопутных разрабатываемых месторождениях являются классические повторные геодезические измерения. Из-за невозможности проведения их в морских условиях, при проектировании геодинамического мониторинга (2003 г.) на морских месторождениях имени Ю. Корчагина и месторождении имени В.П. Филановского НК «ЛУКОЙЛ» был выбран геофизический (сейсмический, сейсмологический) метод геодинамического мониторинга, предложенный и впоследствии реализованный силами сотрудников института океанологии имени П.П. Ширшова РАН. Следует отметить, что уже известные на тот период сенсорные технологии геодеформационного и геотехнического мониторинга тогда остались без должного внимания.

Так, 10 лет на данных месторождениях ведется добыча углеводородов и осуществляется геодинамический мониторинг состояния недр. Это достаточный период наблюдения для накопления базы данных и получения первичной оценки изменения напряженно-деформационного состояния недр в связи с техногенной нагрузкой на недра и просадкой морского дна, неизбежно развивающейся по мере отбора флюидов.

В геологической литературе все чаще появляются научные публикации с результатами геодинамического (деформационного) мониторинга, проводимого на разрабатываемых месторождениях углеводородов [Викторова и др., 2004; Гатиятуллин и др., 2007]. Однако, результаты мониторинга деформационного состояния недр в пределах месторождений Северного Каспия до сих пор в открытой печати не получили освещения.

Актуальность обсуждаемых ниже вопросов определяется недоучетом деформационных процессов на разрабатываемых месторождениях углеводородов и неэффективностью использования геофизического (сейсмического и сейсмологического) метода в качестве основного метода геодинамического мониторинга.

Критический анализ эффективности геофизического (сейсмического и сейсмологического) метода, как основного метода геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях. На разрабатываемых месторождениях основная техногенная нагрузка на недра обусловлена добычей углеводородов, которая всегда сопровождается развитием деформационных процессов – просадки земной поверхности (морского дна), накапливающейся по мере отбора флюидов. Представляется, что «закрытость» искомых данных проводимого сейсмического и сейсмологического мониторинга или результатами их анализа имеет объективные причины:

1) выбранный в качестве основного геофизический (сейсмический, сейсмологический) метод геодинамического мониторинга по своей сути не позволяет получить искомые данные - количественно выраженные техногенные геодеформации (амплитуда и скорость просадки) и распознать их природу;

2) целевое использование информации о сейсмопроявлениях, регистрируемые донными сейсмографами, сомнительно в связи с отсутствием надежных критериев

распознания ***природы*** импульсов на записях вертикальных и горизонтальных сейсмометрических каналов, отсутствием критериев оценки и главное – критериев прогнозирования сейсмопроявлений/землетрясений. Донные сейсмографы, даже закрепленные на утяжеленных основаниях (плитах) и заглубленные (на 1-1,5 м) на морском дне, регистрируют все без исключения «сотрясения», в том числе вызванные воздействием на сейсмограф морской фауны (плавающих рыб и пр.), погодных условий (интенсивность волнения моря), смещений поверхностной части грунтов (и даже «ударов» смещенных ракушек, песчинок и пр.), торошение льдов и пр.

По мнению автора, реализуемый сейсмический метод, как основной метод геодинамического мониторинга на морских разрабатываемых месторождениях углеводородов Северного Каспия не эффективен. Такое заключение было сделано и ранее по результатам проведения научной экспертизы на стадии проектирования организации геодинамического полигона на указанных месторождениях.

Результаты проведенного пробного геодинамического (сейсмического) мониторинга (2003 г.) на месторождении имени Ю. Корчагина говорят сами за себя: за 3,5 месяца непрерывных наблюдений было установлено 152 сейсмопроявления (землетрясения), которые произошли на расстояниях от 10 до 1000 км (территория Северного и Среднего Каспия) в диапазоне магнитуд 1,8 - 4,4 (до 6-7 баллов). В то же время, согласно бюллетеням Центральной опытно-методической экспедиции Геофизической службы РАН (г. Обнинск), за данный период времени реально произошло всего 12 землетрясений с эпицентрами в Западном и Восточном Предкавказье, Западном Казахстане, Туркмении и Южном Каспии. Иными словами, ни одного землетрясения в Северном и Среднем Каспии за рассматриваемый период не было. Тогда по результатам анализа этих 152 землетрясений были сделаны важные наблюдения: «...импульсные помехи коррелируются со временем суток и могут быть вызваны воздействием морской фауны на донный сейсмограф...», «...фоновые помехи на записях вертикальных и горизонтальных сейсмометрических каналов коррелируют с погодными условиями (интенсивностью волнения моря)» (Отчет института океанологии им. П.П. Ширшова, 2003, Фонды ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть»).

Научные результаты.

Информация о современном геодинамическом состоянии недр в пределах рассматриваемых месторождений для автора настоящей статьи имеет научный интерес. Дело в том, что ранее (2003 г.) был сделан пространственно-временной прогноз осадки морского дна и техногенного геодинамического риска (с использованием шкалы геодинамических рисков) на полный срок эксплуатации месторождения имени Ю. Корчагина *(рисунок)* [Касьянова и др., 2007]. Прогнозные количественные значения осадки морского дна были предвычислены по данным последнего (на тот период) утвержденного варианта технологической схемы разработки и гидродинамической модели (с учетом отбора и закачки флюидов по годам, по вводимым в эксплуатацию скважинам).

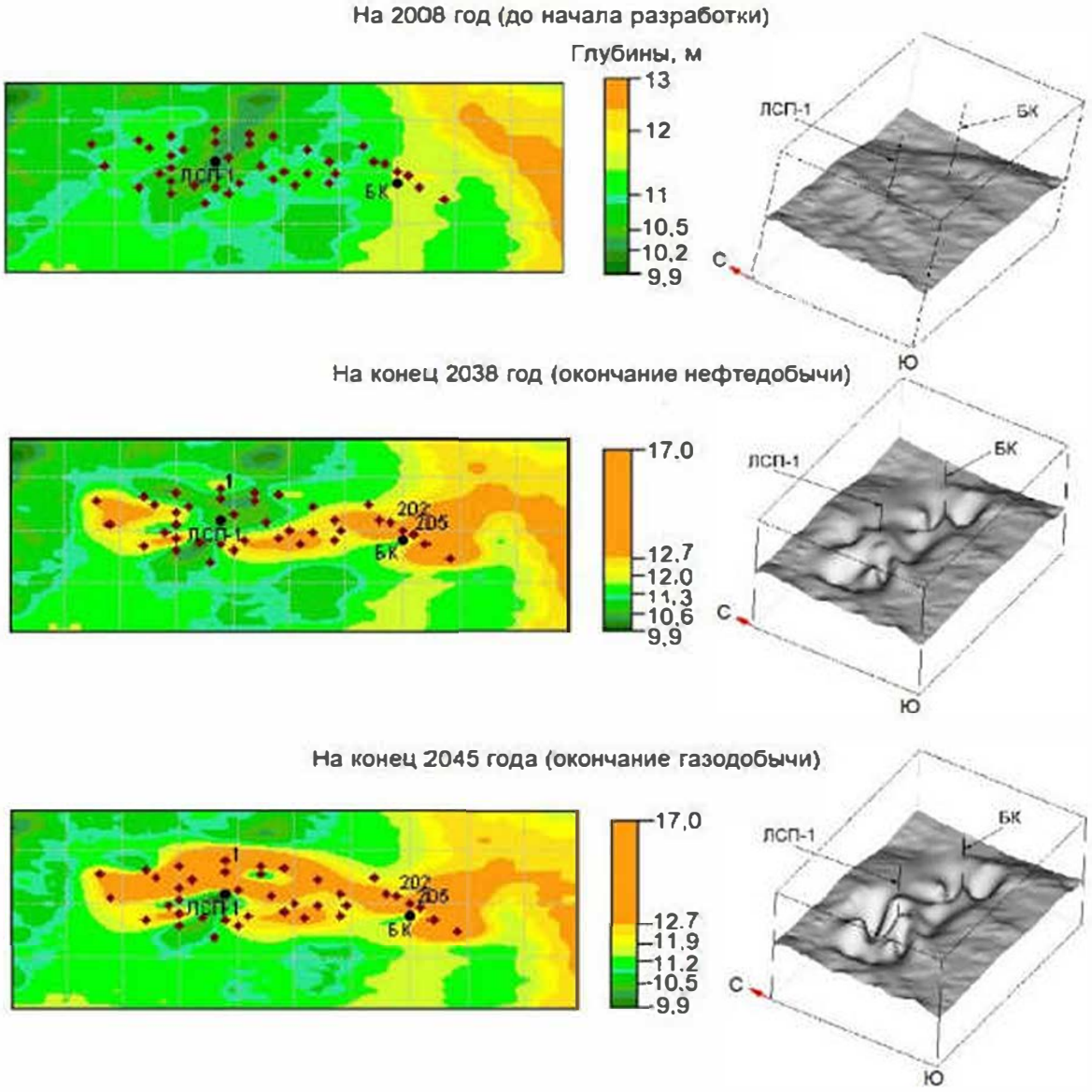


Рисунок – 2-х и 3-х мерные изображения поверхностей рельефа морского дна на разные периоды планируемой разработки месторождения имени Ю. Корчагина
[Касьянова и др., 2007]

Конечно, результаты сравнения прогнозных и реальных (если бы они были) данных развития геодеформаций (осадки морского дна) спустя 10 лет разработки месторождения представляют интерес, как минимум для автора.

Согласно выполненному прогнозу, начало развития критических значений техногенных деформаций (просадки) на месторождении имени Ю. Корчагина наступит на 10-15 год разработки. По мере дальнейшего отбора флюида техногенные деформации накапливаются и увеличивается степень геодинамического риска (вероятность возникновения нештатных и аварийных ситуаций на инженерных сооружениях). В частности, уже к 2038 году прогнозируемые (предвычисленные) неравномерные по площади и высокоамплитудные деформации морского дна на месторождении с большой долей вероятности, станут причиной разного рода аварий (крен платформы, оказавшихся

на борту деформационных воронок, вероятны деформирование и сломы вертикальных и горизонтальных стволов скважин).

К сожалению, данный прогноз развития техногенных деформационных процессов (просадки) на разрабатываемом месторождении имени Ю.Корчагина нечем подтвердить (как и опровергнуть) по причине отсутствия (?) данных реального мониторинга деформационного состояния недр в пределах месторождения.

В последние годы на геодинамическом полигоне на рассматриваемых морских месторождениях применяются технологии комплексного мониторинга акваторий [Лобковский, Ковачев, 2013], проводится геотехнический мониторинг (автоматизированный мониторинг) с привлечением непрерывного спутникового и оптического контроля устойчивости морских объектов (платформ); иногда геотехнических наблюдений за поведением стволов скважин по данным инклинометрии [Кузьмин и др., 2019]). Вместе с тем, все эти наблюдения в большей степени решают задачи геотехнического мониторинга состояния конкретных инженерных сооружений и выступают лишь как дополнительные методы в рамках геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях.

Выводы.

Исходя из целей проведения геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях углеводородов, геофизические (сейсмические, сейсмологические) методы наблюдения и контроля, реализуемые в качестве основных на геодинамическом полигоне в Северном Каспии, представляются неэффективными в связи с отсутствием надежных критериев а) распознания ***природы*** импульсов на записях вертикальных и горизонтальных сейсмометрических каналов (регистрируемые донными сейсмографами), б) прогнозирования сейсмичности.

Основным методом геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях углеводородов, где основная техногенная нагрузка на недра обусловлена отбором флюидов, должен быть метод, который позволяет в режиме мониторинга получить достоверную количественную оценку развития техногенных деформационных процессов (просадка, которая по мере отбора флюида только увеличивается), предшествующих сейсмичности. Таковыми на сегодняшний день являются классические геодезические измерения (недостаток: недоступны измерения геодеформаций в акваториях) и сенсорные технологии (возможность проведения непрерывных и высокоточных измерений в любых природных условиях и разных параметров в зависимости от вида мониторинга: деформационного, экологического, геотехнического).

Изначально неправильно принятые решения по выбору геофизического (сейсмического, сейсмологического) метода, как основного метода геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях углеводородов в Северном Каспии могут сильно повлиять на промышленную и экологическую безопасность в районе нефтедобычи.

Рекомендации.

В рамках осуществляемого на морских месторождениях (где нефтедобыча ведется уже 10 лет) геодинамического мониторинга рекомендуется как можно скорее рассмотреть возможность применения сенсорных (деформационных) технологий, которые позволят с высокой точностью количественно оценивать пространственно-временные особенности развития геодеформационных процессов (просадку) на месторождениях. Внедрение этих технологий будет также способствовать решению задач экологического и геотехнического мониторинга.

При оценке и прогнозировании техногенных геодинамических рисков рекомендуется учитывать результаты ранее выполненного пространственно-временного прогноза развития деформационных процессов (осадки) на месторождении имени Ю. Корчагина на полный срок его эксплуатации [Касьянова и др., 2007]. Просадка на разрабатываемых месторождениях – деформации техногенного происхождения (во времени только накапливается), значит связанными с ними рисками можно управлять (например, путем соответствующей корректировки технологической схемы разработки).

С целью своевременного предотвращения (недопущения) развития критических значений геодеформаций и возможного последующего разрушения пород, которые могут стать причиной возникновения нештатных и аварийных ситуаций на нефтегазовых инженерных сооружениях, рекомендуется использовать уже имеющийся опыт прогнозирования аварий на скважинах и трубопроводах по геодинамическому факту [Касьянова и др., 1998], разработанную и апробированную шкалу (критерии) геодеформационных рисков [Касьянова, 2003].

Список литературы

1. Викторова Е.В., Изюмов С.Ф., Кузьмин Ю.О., Попов В.Н. 2004. Геодинамический мониторинг на разрабатываемых месторождениях нефти и газа. Горный информационно-аналитический бюллетень,12: 46-54.

2. Гатиятуллин Р.Н., Залялов И.М., Кашуркин П.И., Кузьмин Ю.О., Рахматуллин М.Х. 2007. Изучение современных деформационных и сейсмических процессов на Ромашкинском геодинамическом полигоне. В сборнике: Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Международная геологическая конференция. Науч. ред.: Д.К. Нургалиев, Ю.К. Щукин. Казань: 222-225.

3. Касьянова Н.А. 2003. Экологические риски и геодинамика. М.: изд-во «Научный мир», 312 с.

4. Касьянова Н.А., Баюканский Ю.Ф., Репей А.М., Ахундов С.Р., Кулиева Р.А., Пленков А.А. 2007. Пространственно-временной прогноз осадки морского дна на полный срок эксплуатации месторождения им. Ю.Корчагина. Нефтяное хозяйство, 5: 50-54.

5. Касьянова Н.А. Геодинамические риски. 2000. В учебнике: Экологические функции литосферы. Под ред. В.Т. Трофимова. М.: изд-во МГУ имени М.В. Ломоносова, 432 с.

6. Касьянова Н.А., Захарова Н.А., Хураськин Л.С. 2003. Каспийская экологическая катастрофа 2000 года и ее возможные геодинамические корни. Геоэкология, 2: 170-180.

7. Касьянова Н.А., Соколовский Э.В., Шимкевич С.В. 1998. Результаты прогноза аварий скважин и порывов трубопроводных систем по геодинамическому фактору. Нефтяное хозяйство, 9: 75-77.

8. Лобковский Л.И., Ковачев С.А. Технологии комплексного мониторинга акваторий в условиях освоения нефтегазовых месторождений. 2013. Международный симпозиум «Инновационные технологии и исследования окружающей среды «RE:2013 – Research Environmets 2013». М.: изд-во Ларнака Кипр, МФТИ, 24-34.

9. Кузьмин Ю.О., Дещеревский А.В., Фаттахов Е.А., Кузьмин Д.К., Казаков А.А., Аман Д.В. 2019. Анализ результатов деформационных наблюдений системой инклинометров на месторождении им. В.П. Филановского. Геофизические процессы и биосфера, 18 (4): 86-94.

10. Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр. Постановление Госгортехнадзора России №18 от 22.05.2001 г.

УДК 504.5 : 628.394.6 (262.81)

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ УЧАСТКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. Ю. КОРЧАГИНА МЕТОДОМ ГУДНАЙТ–УОТЛЕЯ

Кашин Р.Д.,
Минакова Е.В.,
Жаткина О.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Цель работы состояла в определении органического загрязнения на участке месторождения им. Ю. Корчагина ООО «ЛукойлНижневолжскнефть» олигохетным индексом. Актуальностью данной работы является малоизученность в настоящее время исследований определения загрязненности органическим веществом индексом Гуднайт–Уотлея на акватории Северного Каспия. Основным методом определения загрязненности было отношение количества численности олигохет к общей численности всех бентосных организмов. В результате были выявлены участки с наибольшим и наименьшим органическим загрязнением на акватории Северного Каспия.

Ключевые слова: биоиндикация, органическое вещество, загрязнение, Oligochaeta, индекс Гуднайт-Уотлея, Северный Каспий

Каспийское море – изолированная акватория, где аккумулируются различные вещества абиотического и антропогенного происхождения, воздействие которых на

гидробионты неоднозначно [Агатова и др., 2017]. Органическое вещество (ОВ) оказывает больше влияние на накопление в донных отложениях таких токсических соединений в круговороте химических элементов [Виленский, Даценко, 1985, Мур, Рамамурти, 1987, Немировская, 2004, Дегтярева, 2013].

Нефть способна негативно повлиять на морских обитателей и может стать серьезным загрязнителем акваторий, в том числе Каспийского моря. В связи с этим сохранение биологического разнообразия и целостности экосистемы Каспийского моря является приоритетными основами использования природных ресурсов [Студников и др., 2018].

Биоиндикация – один из методов определения степени загрязнения акватории, основывающийся на оценке состояния живых организмов в природных условиях [Ляшенко, 2012]. Исследования в водоемах биоиндикационными метадоми являются интегрирующим фактором определения состояния экосистем и должны носить системный характер в рамках гидроэкологического мониторинга водных сред [Зинченко, 2016].

Бентосные организмы являются одним из первых звеньев транспортировки ОВ в круговороте веществ. За счет их продолжительного развития и оседлого образа жизни именно зообентос характеризует состояние водной экосистемы [Зыков, Валиулин, 2016]. К биоиндикаторным организмам относятся олигохеты, чья численность является показательной в связи со способностью органического загрязнения массовому развитию малощетинковых червей [Крылова, 2009].

Олигохеты – представители инфауны, свободноживущие черви, питающиеся грунтом, детритом и водорослями [Hunt, 1925, Атлас беспозвоночных Каспийского моря, 1968, Яблонская, 1975], на развитие которых влияет глубина, гидродинамическая активность вод и тип грунта [Попченко, 1988, Childress, 1995; Nijboer et al., 2004; Батурина, Лоскутова, 2010].

Метод оценки качества вод (индекс Гуднайта–Уотлея) основан на отношении числа олигохет к общей численности бентосных организмов в процентах. Олигохеты достигают большой численности в донных отложениях с обогащенной органикой и легко переносят загрязнение, в отличие от других зообентосных организмов, встречающихся в основном в более чистых водах.

Данный индекс на практике используется с 6 градациями качества вод (в модификации Пареле): в диапазоне величин индекса 0–17 % – очень чистая; 17–33 % – чистая; 34-50 % – умеренно загрязненная; 51–67 % – загрязненная; 68–84 % – грязная; 85-100 % – очень грязная [Лебедева и др., 2002].

Цель работы состояла в определении органического загрязнения на акватории месторождения им. Ю. Корчагина индексом Гуднайта-Уотлея.

Пробы были отобраны в 2022 г. в западной части Северного Каспия I и II съемки экспедиционных работ Волго-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») на участке месторождения им. Ю. Корчагина лицензионного участка «Северный».

Во время двух съемок на данном участке было отобрано и исследовано 24 пробы. Материал был отобран в соответствии с методическими указаниями [Методическое

указание к изучению..., 1983]. Отбор проб осуществлялся дночерпателем «Океан-50» площадью забора 0,1 м^2. Отобранный материал промывался через сито из газа № 23. Организмы помещались в банку и заливались водой с последующим добавлением формалина с разведением до 4 %. В лабораторных условиях были определены общая численность зообентоса и численность олигохет [Атлас беспозвоночных Каспийского моря, 1968], рассчитаны показатели индекса Гуднайта-Уотлея.

Более близко расположенные к дельте р. Волги квадраты (352, 353, 379) характеризовались по индексу Гуднайт-Уотлея за весь исследуемый период как «чистые» и «умеренно загрязненные» воды, показатель которых варьировал от 27,9% до 42,4% (табл. 1). Наименьшие показатели зарегистрированы в 352 и 379 квадратах во второй съемке.

На участках, в большей степени подверженных речному стоку (квадраты 380, 407, 408), среднее значение индекса Гуднайта-Уотлея с мая по октябрь уменьшилось почти в 1,5 раза. По критериям оценки вод, эти районы характеризовались как «чистые» (квадрат 380) и «очень чистые» (квадраты 407 и 408) с показателями 25,8, 9,6 и 13,7%, соответственно.

На наиболее отдаленных от стока пресных вод квадратах (428, 429) средние показатели были в несколько раз меньше по сравнению с вышеописанными. В первой съемке индекс Гуднайт-Уотлея составил 3,9% (квадрат 428 и квадрат 429); во второй съемке значение индекса составило в этом районе 3,8%, что характеризовало эту акваторию по градации качества вод как «очень чистые».

Таблица 3 – Средние показатели индекса Гуднайта-Уотлея

кв	Индекс	Значение
352	27,93211	чистая
353	42,40437	умеренно загрязненная
379	32,70095	чистая
380	25,83013	чистая
407	9,649123	очень чистая
408	13,66667	очень чистая
428	3,829533	очень чистая
429	3,062307	очень чистая

По всей исследуемой акватории выявлена тенденция снижения индекса Гуднайта-Уотлея от первой съемки ко второй, что обусловлено сезонной минерализацией органического вещества. В пространственном распределении наиболее высокие показатели в районе, в большей степени подверженному влиянию волжского стока; низкие – на границе со Средним Каспием.

Список литературы

1. Агатова А.И., Торгунова Н.И., Серебренникова Е.А., Духова Л.К. 2017. Пространственно-временная изменчивость органического вещества в водах Каспийского моря // Водные ресурсы. Т. 46. № 1. С. 70–81.

2. Атлас беспозвоночных Каспийского моря / под ред. Я.А. Бирштейна. 1968. М.: Пищевая промышленность, 414 с.

3. Батурина М.А., Лоскутова О.А. 2010. Олигохеты некоторых пресных водоемов Арктики. Журнал Сибирского федерального университета. Биология. Т. 3. № 2. С. 177-198.

4. Виленский В.Д., Даценко Ю.С. 1985. Микроэлементы в донных отложениях Учинского водохранилища: оценка изменений в бассейне Волжского источника водоснабжения. Водные ресурсы. № 4. С. 128–135.

5. Дегтярева Л.В. 2013. Пространственное распределение органического вещества в донных отложениях Северного Каспия в зависимости от абиотических и биотических факторов среды. Естественные науки. № 2 (43). С. 49-55.

6. Дегтярева Л.В., Кострыкина Т.А., Дапрова Д.С., Кашин Д.В., Письменная О.А., Петренко Е.Л. 2019. Отношение кольчатых и круглых червей к кислороду в западной части Северного Каспия. Вестник Астраханского Государственного Технического Университета. Серия: Рыбное хозяйство. № 1 (март). С. 20-27.

7. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Абросимова Э.В., Промахова Е.В. 2016. Применение биотических идентификаторов для оценки качества поверхностных вод (на примере малых рек бассейна Нижней Волги) // Астраханский вестник экологического образования. № 3 (37). С. 61-72.

8. Зыков И.Е., Ваулин Д.Е. 2016. Интегральная оценка численности макрозообентоса при определении индекса Гуднайта-Уитлея // Международный научно-исследовательский журнал. № 12 (54). Ч. 1. С. 22-24.

9. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / под ред. Е.А. Яблонской. 1985. М.: Наука, 276 с.

10. Крылова Е.Н. Оценка качества воды и донных отложений Телецкого озера по составу и количеству олигохет // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 1 (13). С. 30-32.

11. Лебедева Н.В., Криволуцкий Д.А., Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.Н., Смуров А.В., Максимов В.Н., Тикунов В.С., Огуреева Г.Н., Котова Т.В. 2002. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 432 с.

12. Ляшенко О.А. 2012. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. СПб: ГТУРП, 67 с.

13. Мур Дж., Рамамурти С. 1987. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ. М.: Мир, 288 с.

14. Немировская И.А. 2004. Углеводороды в океане (снег – лёд – вода – взвесь – донные осадки). М.: Научный Мир, 328 с.

15. Поиченко В.И. 1988. Малощетинковые черви. Флора и фауна водоемов Европейского Севера. Л.: Наука, С. 51 – 58.

16. Романова Н.Н. 1983. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М.: ВНИРО, 14 с.

17. Студников С.Н., Малиновская Л.В., Кузин А.В. 2018. Динамика развития

зообентоса на акватории месторождения им. Ю. Корчагина в Северном Каспии. Вестник АГТУ. Астрахань. Сер.: Рыбное хозяйство №2. С. 89-97.

18. Яблонская Е.А. 1975. Многолетние изменения биомассы разных трофических групп бентоса Северного Каспия. Труды ВНИРО. Т. CVIII. С. 50-64.

19. Childress J.J. 1995. Are there physiological and biochemical adaptations of metabolism in deep-sea animals? Trends in Ecology and Evolution. V. 10. P. 30-36.

20. Hunt O.D. 1925. The food of the bottom fauna of the Plymouth. I. Marine Biol. Assoc. U. K. Vol. 13. P. 560-599.

21. Nijboer R.C., Wetzel M.J., Verdonschot P.F.M. 2004. Diversity and distribution of Tubificidae, Naididae, and Lumbriculidae (Annelida: Oligochaeta) in the Netherlands: an evaluation of twenty years of monitoring data. Hydrobiology. V. 520. P. 127-141.

УДК 639.3.03

МАСШТАБЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ

Кириллов Д.Е.,

Досаева В.Г.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (КаспНИРХ), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, demetrius69@mail.ru , dosaeva2@mail.ru

Аннотация. В последние десятилетия выпуски молоди осетровых рыб ОРЗ Волго-Каспийского бассейна намного ниже, по сравнению с максимальными показателями (в 80-е годы прошлого столетия). В работе приводятся данные по состоянию маточных и ремонтных стад и современным объёмам воспроизводства осетровых и полупроходных рыб. Объём выпуска молоди осетровых видов зависит от числа зрелых самок в сформированных на ОРЗ стадах. Для наращивания объёмов воспроизводства необходимо увеличивать численность стад, как путем возобновления заготовки и доместикации производителей из естественной среды, так и закладкой новых поколений ремонта. Анализ ситуации показывает, что современные объёмы выпуска молоди осетровых и полупроходных рыб на порядки меньше кормового потенциала северной части Каспийского моря. При условии реконструкции предприятий, интенсификации и должном проведении мелиоративных мероприятий роль искусственного воспроизводства может быть значительно увеличена.

Ключевые слова: маточные стада, осетровые рыбоводные заводы, нерестово-выростные хозяйства, искусственное воспроизводство, выпуск молоди.

Введение

В состав рыбохозяйственного комплекса Волго-Каспийского бассейна входят рыбоводные заводы, осуществляющие выпуск водных биологических ресурсов для поддержания численности популяций, вылов которых запрещен или ограничен (ценные

и особо ценные виды водных биологических ресурсов; рыбы осетровых видов; виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации и её субъектов) и осуществляется в целях пополнения биоразнообразия и исполнения международных обязательств государства. Усилиями нашей страны осуществляется до 65-70 % воспроизводства осетровых на Каспии.

Зарегулирование стока Волги в 1958 г. оказало крайне отрицательное влияние на естественное воспроизводство проходных и полупроходных рыб. В результате численность и запасы промысловых рыб резко сократились. По данным учетных траловых съемок в 1968-1970 гг. в Каспийском море абсолютная численность осетра в среднем оценивалась в 93,7 млн экз., севрюги – 85,3 млн экз., белуги - 12,0 млн экз. [1, 2]. В 2006 г. при проведении учетной съемки численность осетровых снизилась до 44,6 млн экз., в т.ч. осетра – 33,8 млн экз., севрюги – 7,8 млн экз., белуги – 3,0 млн экз. [2, 3].

Материалы и методы исследований

Сбор материалов осуществляли на семи осетровых рыбоводных заводах (далее – ОРЗ) и трех нерестово-выростных хозяйствах (НВХ) ФГБУ «Главрыбвод», входящих в зону мониторинга искусственного воспроизводства водных биоресурсов. Каспийский филиал ФГБУ «Главрыбвод» включает шесть осетровых рыбоводных заводов, Нижневолжский филиал ФГБУ «Главрыбвод» - Волгоградский осетровый рыбоводный завод. Кроме того, сбор материалов по выпуску молоди рыб осетровых видов проводили на НЭКА Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (КаспНИРХ) «БИОС».

Результаты исследований.

Осетровые. В прошлом столетии выпуск молоди осетровых видов от искусственного воспроизводства мог весьма значительно превышать современный уровень, суммарно составляя около 80 млн экз. в год. Использовавшаяся в то время биотехнология воспроизводства предусматривала отлов зрелых ходовых производителей рыб осетровых видов, их кратковременное выдерживание на ОРЗ, гормональную стимуляцию и последующее получение зрелых половых продуктов [4]. Осетровые рыбоводные заводы были обеспечены достаточным количеством качественных производителей яровой группы, заготавливаемых в Волге и ее водотоках, чем и были обусловлены высокие результаты воспроизводства. В современный период, когда ход зрелых производителей проходных осетровых видов (особенно белуги и севрюги) в Волгу практически отсутствует, основу воспроизводства составляют маточные продуктивные стада производителей, сформированные на ОРЗ как из рыб, отловленных в естественной среде (доместицированных), так и выращенных от икры в заводских условиях в ремонтных стадах (аквакультурные) [5].

Искусственное воспроизводство белуги в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне осуществляется только в Астраханской области обособленными структурными подразделениями ОРЗ ФГБНУ «Главрыбвод», а также НЭКА «БИОС» Волго-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Молодь севрюги и стерляди выпускается только ОРЗ «Лебяжий» Каспийского филиала ФГБНУ «Главрыбвод», молодь осетра русского – всеми ОРЗ.

Согласно данным осенней бонитировки 2022 г., на ОРЗ ФГБУ «Главрыбвод» общая численность доместицированного маточного стада белуги *(Huso huso L.)* составляла 38 экз., аквакультурного – 302 экз. Объемы искусственного воспроизводства белуги оставляют желать лучшего: с начала прошлого десятилетия лишь в 2011, 2018 и в 2020-22 гг. выпуск молоди несколько превышал 1,0 млн экз.

Искусственное воспроизводство осетра русского *(Acipenser gueldenstaedtii Brandt)* осуществляется на всех ОРЗ Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона и колеблется в среднем на уровне 28 млн экз. молоди в год, что способствует сохранению его численности на относительно высоком уровне по сравнению с другими видами осетровых рыб. За десятилетний период 2010-2020 гг. осетровые заводы выпустили свыше 300 млн экз. молоди русского осетра.

Учитывая отсутствие в течение трех последних лет заготовки так называемых «диких» производителей, выпуск молоди осетра в последние годы производится за счет сформированных на ОРЗ маточных стад. Согласно данным осенней бонитировки 2022 г., на ОРЗ ФГБУ «Главрыбвод» общая численность доместицированного маточного стада осетра составляла 2483 экз., аквакультурного – 1052 экз. (включая младший ремонт).

Искусственное воспроизводство севрюги *(Acipenser stellatus Pallas)* в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в настоящее время осуществляет лишь одно структурное подразделение ФГБНУ «Главрыбвод» – ОРЗ «Лебяжий». Многолетние выпуски севрюги в Волжско-Каспийском бассейне давно находятся на критически низком уровне, последний раз превысив 1 млн экз. в 2009 г. В целом, в период 2010-2022 гг. от созревших в искусственных условиях особей севрюги доместицированного и ремонтного стад ежегодно выпускалось незначительное количество молоди (0,080-0,247 млн экз), а в 2011 и 2017 гг. выпуска не было вовсе, ввиду отсутствия зрелых производителей. Численность маточных стад севрюги на ОРЗ в настоящее время незначительна, и составляет 21 экз. доместицированных производителей и 90 экз. аквакультурных (включая младший ремонт). Для увеличения объёмов воспроизводства вида крайне необходимо увеличивать численность стад севрюги, как путем возобновления заготовки и доместикации производителей из естественной среды, так и закладкой новых поколений ремонта.

Искусственное воспроизводство стерляди *(Acipenser ruthenus L.)*, осуществляемое предприятиями ФГБУ «Главрыбвод» в Астраханской (ОРЗ «Лебяжий») и Волгоградской областях (Волгоградский ОРЗ), демонстрирует стабильные результаты. В 2011-2022 гг. выпуск стерляди рыбоводными предприятиями бассейна колебался от 0,830 до 2,978 млн экз. На Александровском и «Лебяжьем» ОРЗ «Главрыбвода» сформированы продуктивные стада этого вида, состоящие из рыб доместицированной группы и выращенных из ремонта. Стадо доместицированной стерляди в 2022 г. насчитывало 289 экз., аквакультурное стадо - 458 экз.

Следует отметить, что расчетные рекомендованные выпуски молоди осетровых рыб, с учетом состояния кормовой базы северной части Каспийского моря определены в объёме 11,62 млн экз. белуги, 136,33 млн экз. русского осетра, 267,17 млн экз. севрюги, 17,67 млн экз. стерляди, что намного превышает существующие показатели. Основным

фактором, лимитирующим выпуск молоди рыб осетровых видов, особенно белуги и севрюги, является численность зрелых самок из маточных стад.

Полупроходные виды.

Для полупроходных видов рыб роль искусственного воспроизводства в нерестово-выростных хозяйствах особенно возрастает в маловодные годы, обеспечивая до 15-20 % уловов частиковых рыб [6].

Искусственное воспроизводство полупроходных видов рыб в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне осуществляется в Астраханской области в системе нерестово-выростных хозяйств Каспийского филиала ФГБУ «Главрыбвод» от заготовленных производителей.

Лещ *(Abramis brama L.)*. Искусственное воспроизводство леща в Волжско-Каспийском бассейне проводится в трех нерестово-выростных хозяйствах – Александровском, Икрянинском и Камызякском. Исторический максимум выпуска молоди леща (2605,4 млн экз.) отмечен в 1994 г [6]. В течение 30 последних лет объемы искусственного воспроизводства молоди леща находились на уровне около 2,0 млрд экз. с небольшими колебаниями, что позволяло удерживать количество данного вида в промысловом возврате около 3,7 тыс. т. Однако, в последние годы объем выпуска молоди леща снижался, причем в 2019, 2020 и 2021 гг. довольно значительно - до 1,457; 1,443 и 1,406 млрд экз., что в дальнейшем скажется на численности популяции. В 2022 г. снижение было еще более значительно – 1,297 млрд экз.

Сазан *(Cyprinus carpio L.)*. В настоящее время, молодь сазана воспроизводится только одним структурным подразделением ФГБУ «Главрыбвод» - Икрянинским НВХ. В XX в. объемы искусственного воспроизводства сазана были значительными и достигали 1 млрд экз. [6]. В 2012-2022 гг. выпуск молоди сазана из НВХ сократился до 10-17 млн экз. (в 2022 г. – 11,745 млн. экз.). Для увеличения запасов сазана необходимо многократно увеличить выпуск молоди нерестово-выростными хозяйствами.

Судак *(Stizostedion lucioperca L.)*. Искусственное воспроизводство этого вида в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне осуществляется на Александровском НВХ Каспийского филиала ФГБУ «Главрыбвод». В последние годы наблюдается тенденция к снижению объемов выпуска молоди судака, которые в последнее десятилетие упали весьма значительно: от 14,127 млн. экз. в 2013 г. до 6,806 млн. экз. в 2022 г (а в отдельные годы (в 2014, 2015, 2018, 2021 гг.) выпуск снижался до уровня 3,894-5,609 млн. экз.).

Расчетные, рекомендованные в разработанном Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО («КаспНИРХ») «Биологическом обосновании предельно допустимых объёмов выпуска молоди водных биологических ресурсов на 2023-2025 гг.» объёмы выпуска молоди полупроходных видов рыб НВХ Астраханской области с учетом кормового потенциала северной части Каспийского моря составляют: леща 3702,0 млн экз., сазана – 1483,3 млн экз., судака – 336,16 млн экз., что на порядки превышает имеющиеся показатели. Эффективность искусственного воспроизводства полупроходных видов рыб зависит от количества заготовленных производителей и гидрологического режима реки Волги.

Выводы.

Современные показатели воспроизводства осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна находятся на стабильном уровне, полупроходных видов – имеют тенденцию к снижению объёмов выпуска.

Искусственное воспроизводство осетровых видов лимитируется численностью продуктивных стад, которые в свою очередь требуют регулярного пополнения. Увеличение численности производителей и, соответственно, выпускаемой молоди осетровых может быть достигнуто двумя способами: формированием продуктивных стад из доместицированных рыб (заготовленных в природе), что позволит увеличить выпуск молоди в краткие сроки и выращиванием собственных ремонтных стад от икры, с целью обеспечения воспроизводственных предприятий производителями в будущем, без изъятия последних из естественной среды.

Искусственное воспроизводство полупроходных видов рыб лимитируется численностью заготовленных производителей и находится в прямой зависимости от гидрологических условий реки Волги. Обводнение хозяйств в современных условиях проводится, преимущественно, самотеком в период весеннего половодья, что приводит к неполному заливию отдельных водоемов. Увеличение численности выпускаемой молоди полупроходных видов рыб (лещ, сазан, судак) может быть достигнуто за счет мелиоративных мероприятий в НВХ, проведения их реконструкции.

Список литературы

1. Федосеева Е.А., Астафьева С.С. Современное состояние искусственного воспроизводства ценных видов рыб в Волго-Каспийском бассейне и пути повышения его эффективности. В кн.: Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Матер. научн. конф. С.-Пб., 2010, с. 241-245.

2. Ходоревская Р.П. Поведение, распределение и миграции осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. Диссертация на соискание уч. ст. доктора биологических наук. Астрахань, 2002, 466 с.

3. Ходоревская Р.П., Павлов А.В., Рубан Г.И. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М., Товарищество науч. изд. КМК, 2007, 242 с.

4. Мильштейн В.В. Осетроводство. М., «Легкая и пищевая промышленность», 1982, 152 с.

5. Шевченко В.Н., Пискунова Л.В., Попова А.А. Результаты эксплуатации маточного стада осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги. В кн.: Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2005, с. 545-555.

6. Васильченко О. Н. Биологические основы повышения эффективности искусственного воспроизводства полупроходных рыб в низовьях Волги. Астрахань, КаспНИРХ, 2005. - 150 с.

УДК 639.517. 591.113

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОЛИМФЫ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА (*CHERAX QUADRICARINATUS*)

Козлова Н.В.,
Никитин Ф.И.,
Пятиконова О.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина д. 1, kaspnirh@vniro.ru

Аннотация. Исследованы физиолого-биохимические показатели гемолимфы австралийского красноклешневого рака, содержащихся на НЭКА «БИОС», являющегося в настоящее время одним из наиболее перспективных объектов выращивания, Определен диапазон значений биохимических веществ и относительное соотношение гемоцитов в гемолимфе гидробионтов.

Ключевые слова: аквакультура, австралийский красноклешневый рак, установка с замкнутой системой водоснабжения, физиолого-биохимические показатели, гемолимфа.

При культивировании объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водоснабжения, особенно беспозвоночных, прижизненное исследование физиологического статуса гидробионтов позволяет оценить условия их содержания. В качестве материала удобно исследовать гемолимфу, в частности ее гематологические и биохимические показатели.

Цель исследования – изучить физиолого-биохимические показатели гемолимфы половозрелых особей австралийских красноклешневых раков в процессе выращивания.

Объектом исследования служили разноразмерные половозрелые особи австралийского красноклешневого рака (далее АККР) без разделения по полу возраста 1-3 года, содержащиеся на научно-экспериментальном комплексе аквакультуры «БИОС» (НЭКА «БИОС») Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Содержание АККР осуществляли в маломощных установках замкнутого водоснабжения (далее УЗВ) общим объемом 3,0 м^3, оснащенных убежищами норного типа. Площадь каждого бассейна составляла 1,5 м^2. Для ежедневного кормления раков в УЗВ, использовали сухой корм для молоди осетровых Coppens из расчета 5% от массы.

Контроль за гидрохимическими показателями проводили ежедневно в соответствии с общепринятыми гидрохимическими методами, описанными в литературе [Пятиконова и др., 2022]. Температура воды составила +27,0°С, содержание кислорода – 7,4-8,2 мг/л, соблюдался режим освещения «день/ночь».

Гемолимфу для исследований отбирали у ракообразных прижизненно одноразовыми шприцами с соблюдением правил асептики и антисептики методом пункции вентрального синуса, без предварительной обработки гемолимфы антикоагулянтами. Принимая во внимание высокую скорость свертывания гемолимфы

раков, работу по ее отбору выполняли с высокой скоростью [Иванов и др., 2011]. Биохимический анализ гемолимфы выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе BioChem Analette. Перед анализом гемолимфу центрифугировали в течение 5 мин при 3000 об/мин и температуре 4°С. Гемоцитарную формулу - процентное соотношение различных типов гемоцитов определяли по мазкам гемолимфы АККР. Окраску мазков гемолимфы проводили, используя краску – фиксатор Май-Грюнвальда и краситель Романовского-Гимзы [Иванова, 1983]. Идентификацию гемоцитов проводили по стадиям их цитогенеза, оценивая дифференциальным подсчетом четырех типов клеток [Лагуткина и др., 2021].

Полученные данные обрабатывали согласно методам, описанным в работе А.П. Бавриной (2020). Физиолого-биохимические показатели гемолимфы представлены в виде статистических характеристик: 25, 50 (медиана), 75 процентили, минимум (Min) и максимум (Max).

Результаты биохимических показателей исследования гемолимфы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Биохимические показатели гемолимфы австралийского красноклешневого рака

Показатели	Процентиль			Min	Max
	25-я	50-я	75-я		
Общий белок, г/л	27,00	31,80	53,80	24,90	62,40
Альбумин, г/л	8,00	8,75	16,10	6,40	19,60
Холестерин, ммоль/л	0,60	0,95	1,00	0,50	1,40
Глюкоза, ммоль/л	0,30	0,40	0,50	0,30	0,70
Фосфор, ммоль/л	1,00	1,05	1,20	1,00	1,30
Кальций, ммоль/л	8,00	9,15	11,50	7,00	20,70

Концентрация общего белка варьировала в широком диапазоне величин 24,90-62,40 г/л, что соответствовало литературным данным [Скафарь, Шумейко, 2022]. Содержание альбумина по результатам квантильного анализа было в пределах 6,40-19,40 г/л, медиана показателя составляла 8,75 г/л, что приходилось на 27,5% от общего белка. Полученные результаты аналогичны относительному содержанию альбумина у широкопалых речных раков *Astacus astacus* по данным Н.Ю. Корягиной и др. (2010).

Размах концентраций холестерина в гемолимфе АККР соответствовал диапазону 0,60-1,40 ммоль/л. По литературным данным Л.Ю. Лагуткиной и др. (2022) холестерин у АККР составлял 3,2 ммоль/л, по данным Корягиной и др., (2010) аналогичный показатель у широкопалого речного рака – 0,3 ммоль/л. У другого представителя ракообразных – камчатского краба концентрация холестерина была на уровне 0,4 ммоль/л [Загорский, 2013].

Содержание глюкозы у АККР варьировало от 0,3 до 0,7 ммоль/л, соответствующие величины, согласно литературе [Корягина и др., 2010], ранее были

отмечены у длинопалого речного рака. По данным И.А. Загорского (2013) в гемолимфе камчатского краба в условиях бассейнового комплекса уровень глюкозы составлял 0,41 ммоль/л.

По сравнению с позвоночными животными у раков более высокий уровень кальция, сопоставимый уровень фосфора [Корягина и др., 2010] Содержание фосфора у исследованных нами особей составляло по медиане значений 1,05 ммоль/л. Зарегистрированное содержание кальция в гемолимфе АККР 9,15 ммоль/л соотносится с литературными данными содержания данного биохимического вещества у ракообразных [Пронина, 2010, Иванов и др., 2011; Загорский, 2013].

Клетки гемолимфы ракообразных представлены гемоцитами. У речных раков (*Astacus astacus и Pontastacus leptodactylus*) выделяют четыре три типа гемоцитов: агранулоциты, полугранулоциты, гранулоциты и прозрачные клетки [Пронина, Корягина, 2015]. У АККР описаны также аналогичные четыре вида клеток гемолимфы [Скафарь, Шумейко, 2022; Лагуткина и др., 2021]. Процентное содержание гемоцитов у АККР по результатам наших исследований представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Гемоцитарная формула австралийского красноклешневого рака

Показатель	Значение, %
Агранулоцит	13
Полугранулоцит	20
Гранулоцит	57
Прозрачная клетка	10

Наибольшее относительное количество было представлено гранулоцитами (57%), что соотносится с исследованиями Лагуткиной Л.Ю. и др. (2021) и Wentao at al. (2017). Полугранулоциты и гранулоциты ракообразных выполняют функцию иммунной защиты организма, являются фагоцитами [Soderhall at all, 1984; Корягина и др., 2010].

Таким образом, по результатам исследований зарегистрированные величины биохимических показателей гемолимфы АККР соответствовали значениям, описанным в литературе для ракообразных. В гемолимфе АККР идентифицировано четыре вида клеток с преобладанием гранулоцитов. Контроль физиолого-биохимических показателей гемолимфы АККР необходимо осуществлять при его выращивании, так как этот процесс позволяет оценить условия содержания гидробионтов.

Список литературы

1. Баврина А.П. 2020. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. В помощь исследователю. № 2 (63): С. 95-104.

2. Загорский И.А. 2013. Физиологические основы жизнедеятельности камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в условиях транспортировки. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.:ВНИРО, 24 с.

3. Иванов А.А., Корягина Н.Ю., Пронина Г.И., Ревякин А.О. 2011. Физиолого-биохимические адаптации речных раков (*Astacus astacus*) при изменении минерализации водной среды. Известия ТСХА. Вып. 3.С. 120-128.

4. Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М: «Легкая и пищевая промышленность», 79 с.

5. Корягина Н. Ю., Пронина Г. И., Ревякин А. О. 2010. Сравнительная характеристика альтернативных биомоделей по гематологическим и биохимическим показателям. Биомедицина. № 2. 2010. С. 25 – 32. .

6. Лагуткина Л.Ю., Евграфова ЕМ, Кузьмина Е.Г, Мазлов А.М. 2021. Гематологические и биохимические показатели гемолимфы австралийского красноклешневого рака. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. №2. С. 134–143.

7. Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. 2015. Референсные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное Хозяйство. № 4. С. 103-108.

8. Пятикопова О.В., Анкешева Б.М., Тангатарова Р.Р., Бедрицкая И.Н. 2022. Гидрохимические условия выращивания австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в Астраханской области. Водные биоресурсы и среда обитания. Т.5. № 3. С. 32-47.

9. Скафарь Д. Н., Шумейко Д. В. 2022. Гемоциты австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*): морфология и гемограмма Журнал эволюционной биохимии и физиологии. Т. 58. № 6. С. 507-519.

10. Soderhall K., Johansson M. W., Smith V. J. 1988. Internal Defence Mechanisms. Freshwater crayfish. Biology, management and exploitation, edited by D.M Holdich and R.S. Lowery. P. 213–235.

11. Wentao Z., Wen L., Yunlong Z., Danli W., Zhongxiang M., Getao S. 2017. Ultrastructural and immunocytochemical analysis of circulating hemocytes from Cherax quadricar-inatus (von Martens, 1868). Indian Journal of Animal Research V.51 (1): P.129–134.

УДК 597.423-135: 577.21 (262.81)

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Козлова Н.В.,

Макарова Е.Г.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),

Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, natali19_12@mail.ru

Аннотация. Цель работы состояла в исследовании генетического разнообразия молоди русского осетра возрастной категории 2+ и старше в Каспийском море. Генетическая характеристика рыб представлена на основании результатов анализа пяти ядерных маркеров и участка Д-петли митохондриальной ДНК. По результатам

микросателлитного анализа выявлен высокий уровень основных показателей разнообразия: количества аллелей и гетерозиготности, зафиксирован незначительный дефицит гетерозигот в трех локусах. Анализ нуклеотидных последовательностей контрольного региона митохондриальной ДНК показал высокое разнообразие митохондриальных гаплотипов, отражающих количество участвующих в воспроизводстве самок.

Ключевые слова: русский осетр, микросателлитные локусы, аллели, митохондриальные гаплотипы, полиморфизм.

В настоящее время биологические ресурсы каспийских осетровых, составляющие основу мирового генофонда этих реликтовых ценнейших рыб, находятся в угнетённом состоянии в результате браконьерского промысла, зарегулирования р. Волги, загрязнения промышленными и бытовыми стоками вод, что привело к сокращению площади нерестилищ, изменению гидрологического режима в нижнем течении р. Волги и сокращению естественного воспроизводства, [Ходоревская, Романов, 2007; Довгопол и др., 2015; Власенко и др., 2020]. Искусственное воспроизводство осетровых видов рыб, включая русского осетра, в современных условиях является основным источником восполнения численности их естественных популяций. По данным мониторинга, проводимого ФГБНУ «ВНИРО», на протяжении нескольких лет, доля идентифицируемой в морских уловах молоди русского осетра заводского происхождения находится на уровне до 78% [Мюге, Барминцева, 2020]. Для сохранения русского осетра в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне необходимы и актуальны исследования генетического полиморфизма молоди рыб.

Цель исследования - оценка генетического разнообразия молоди русского осетра в Каспийском море в 2022 г.

Пробы фрагментов плавников русского осетра возрастной категории 2+ и старше в количестве 84 экз. были отобраны во время экспедиций по Северному Каспию на научно-исследовательских судах Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ВКФ «КаспНИРХ») в 2022 г.

Выделение и последующую очистку тотальной ДНК проводили на адсорбционных колонках PALL [Ivanova et al., 2006] из фрагментов плавников, отобранных прижизненно в соответствии с МР 4.2.001-2015 и зафиксированных в 95% этаноле. Образцы ядерной ДНК были проанализированы с использованием микросателлитных локусов An20, Afug41, Afug51, AoxD165, AoxD161, описанных ранее для других видов осетровых рыб [Барминцева, Мюге, 2013; Henderson-Arzahola, King, 2002], длины фрагментов ДНК идентифицировали в компьютерной программе GeneMapper 4.1. (Applied Biosystems). Мультиплекс из пяти микросателлитов был разработан в отделе молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО» [Мюге, Барминцева, 2008]. Эта панель активно используется в ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Анализ полиморфизма участка Д-петли митохондриальной ДНК (мтДНК) проводили с использованием праймеров DL651 (ATCTTAACATCTTCAGTG) и AHR3 (CATACCATAATGTTTCATCTACC) [Мюге и др., 2008; Барминцева, Мюге, 2017].

Визуализацию ПЦР-продуктов осуществляли в 2%-м агарозном геле, окрашенным бромистым этидием, в 0,5х ТВЕ-буфере. Секвенирование проводилось с праймера AHR3 с набором BigDye v.3.1. Анализ полученных нуклеотидных последовательностей проводили в программе Sequencing Analysis 5.4. (Applied Biosystems), выравнивание сиквенсов осуществляли в программе MEGA5.0 [Tamura, 2011].

Амплифицированные продукты подвергали электрофоретическому разделению с помощью системы капиллярного электрофореза ABI-3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems).

Для оценки генетического разнообразия по микросателлитным локусам определяли относительные частоты аллелей в программе Structure 2.3.4. [Pritchard et al., 2000], число аллелей на локус, наблюдаемую и ожидаемую гетерозиготность, индекс фиксации Райта рассчитывали в MS Excel 2010.

Номера гаплотипов мтДНК присваивали в соответствии с базой данных мт гаплотипов ФГБНУ «ВНИРО».

Расчёт индексов генетической изменчивости контрольного региона мтДНК - нуклеотидного и гаплотипного разнообразия, числа полиморфных сайтов проводился в программе Arlequin ver. 3.11 [Excoffier, Lischer, 2010]. Построение дендрограммы выполнено с помощью программы MEGA 5.0 [Tamura, 2011].

Результаты исследования молоди русского осетра позволили выявить 79 аллелей в пяти микросателлитных локусах (таблица). Наиболее полиморфными были локусы Afug41 с размерным диапазоном 177-265 п.н. и Afug51 с диапазоном 204-284 п.н.. Наименее полиморфным был маркер AoxD161, в котором зафиксировано 10 аллелей с диапазоном 102-138 п.н. В микросателлитах зафиксированы доминантные аллели: в локусе An20 – 165 п.н. (частота 0,360) и 173 п.н. (0,304), в Afug51 – 232 п.н. (частота 0,236), в AoxD165 – 178 п.н. (частота 0,236), в AoxD161 – 130 п.н. (частота 0,243) и 126 п.н. (частота 0,174). В участке гена Afug41 не отмечено четкого доминирования аллелей. Полученные результаты доминантных частот аллелей соответствовали литературным данным [Барминцева, Мюге, 2013].

В ядерном геноме молоди русского осетра уровень наблюдаемой гетерозиготности варьировал от 0,964 (An20) до 1,000 (AoxD165 и AoxD161). В трех локусах из пяти исследованных зарегистрирован дефицит гетерозигот, индекс фиксации в них принимал положительные значения, т.е. отмечена тенденция увеличения гомозиготных генотипов в этих участках ядерной ДНК. В маркерах AoxD165 и AoxD161 значения наблюдаемой гетерозиготности превышали теоретически ожидаемую, индекс фиксации Райта характеризовался отрицательными значениями.

Таблица - Показатели генетического разнообразия молоди русского осетра

Локусы	Число аллелей на локус	Гетерозиготность		Индекс фиксации Райта
		наблюдаемая	ожидаемая	
Afug41	21	0,988	0,999	0,011
An20	13	0,964	0,975	0,011
Afug51	19	0,976	0,996	0,020
AoxD165	16	1,000	0,989	-0,011

AoxD161	10	1,000	0,994	-0,006

Результаты анализа контрольного участка мтДНК молоди русского осетра длиной 695 п.н. позволили выявить 58 гаплотипов (рисунок). Высокое разнообразие мт гаплотипов, наследуемых по материнской линии, свидетельствовало о большом количестве самок, участвующих в воспроизводстве. Общее число полиморфных сайтов составило 117 позиций нуклеотидов – 16,8% от всех сайтов исследованного участка. Показатель гаплотипного разнообразия был высоким - 0,986. Нуклеотидное разнообразие, характеризующее среднее количество нуклеотидных различий на сайт при попарных сравнениях последовательностей ДНК, составило 0,038.

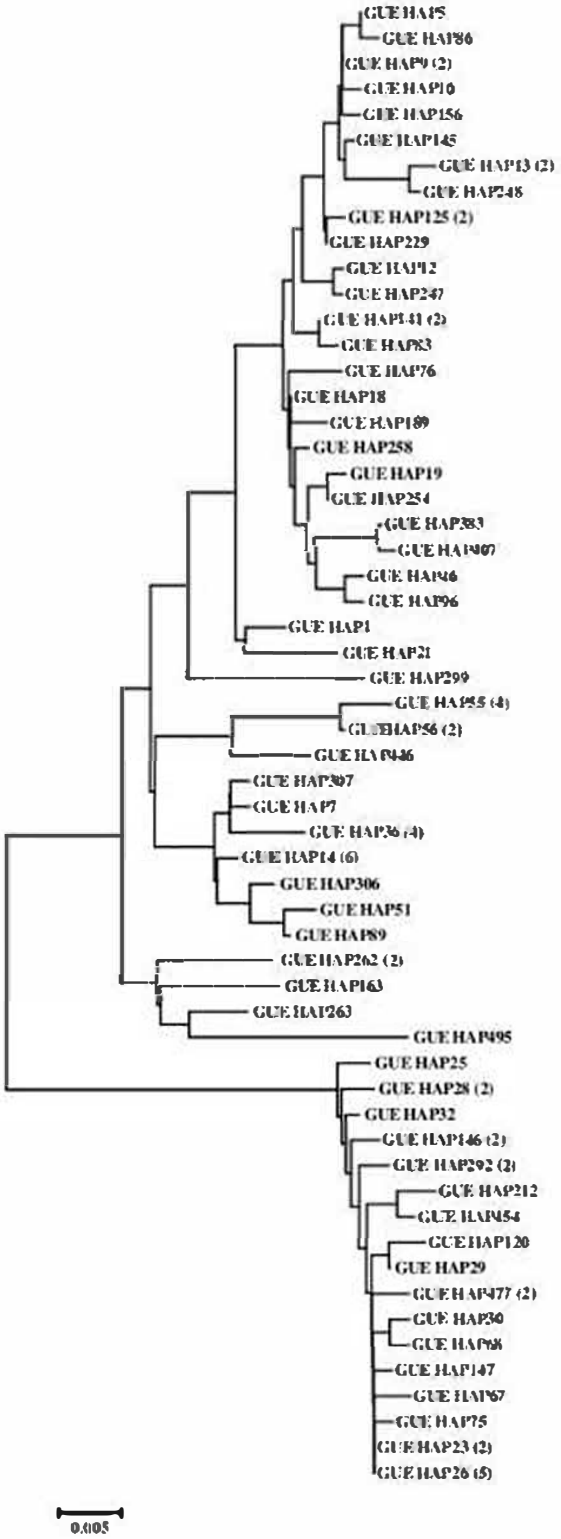


Рисунок – Дендрограмма мт гаплотипов молоди русского осетра

Таким образом, по данным генетического мониторинга молоди русского осетра выявлен высокий уровень основных показателей генетического разнообразия по пяти микросателлитным маркерам: количеству аллелей и гетерозиготности, что необходимо для адаптации рыб в естественной среде обитания. Зафиксированы высокие значения индексов молекулярного разнообразия контрольного участка мтДНК. Выявлен незначительный дефицит гетерозит в трех локусах из пяти, что может быть вызвано

инбридингом и связано с отсутствием генетического контроля искусственного воспроизводства при получении молоди осетровых для выпуска в естественную среду.

Список литературы

1. Барминцева А.Е., Мюге Н.С. 2013. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения. Генетика. Т.4. № 9: 1093-1105. DOE: 10.7868/S0016675813090038.

2. Барминцева А.Е., Мюге Н.С. 2017. Природный генетический полиморфизм и филогеография сибирского осетра Acipenser baerii Brandt, 1869. Генетика. Т. 53. № 3: 345-355. DOE: 10.7868/S001667581703002X.

3. Власенко А.Д., Булгакова Т.И., Лепилина И.Н., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А. 2020. История и состояние запасов осетровых (Acipenseridae) в Каспийском бассейне. Вестник МГТУ. Т. 23. № 2: 105–114. DOI: 10.21443/1560-9278-2020-23-2-105-114.

4. Довгопол Г.Ф., Сафаралиев И.А., Коноплева И.В., Иванова Л.А. 2015. Состояние запасов и распределение осетровых в Каспийском море. XVII Международная научная конференция «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России». Махачкала: изд-во «Типография ИПЭ РД», 460-463.

5. МР 4.2.001-2015. Методики молекулярно-генетического анализа водных биоресурсов и объектов аквакультуры, а также продукции из них. 2015. М. ВНИРО, 23 с.

6. Мюге Н.С., Барминцева А.Е. 2020. Геномные исследования для сохранения осетровых: анализ наследования полиплоидных локусов и разработка панели маркеров для идентификации гибридов осетровых и продукции из них. Вестник РФФИ: Биоразнообразие как ресурс: изучение и использование. № 2 (106): 78-87.

7. Мюге, Н.С., Барминцева, А.Е. Набор олигонуклеотидных праймеров для определения видовой принадлежности осетровых рыб и продукции из них // Патент на изобретение № 2332463 от 28 августа 2008 г.

8. Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М., Мюге В.Н., Барминцев В.А. 2008. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов. Генетика. Т. 44: 931-917.

9. Ходоревская Р.П., Романов А.А. 2007.Состояние запасов осетровых рыб Каспийского моря и стратегия их восстановления. Рыбное хозяйство. № 3: 50-52.

10. Ivanova, N.V., deWaard, J., Hebert, P.D.N. 2006. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. Mol. Ecology Notes. V.6: 998-1002.

11. Excoffier L., Lischer H.E.L. 2010. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. Molecular Ecology Resources. V. 10: 564-567.

12. Henderson-Arzahola A., King T.L. 2002. Novel microsatellite markers for Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) population delineation and broodstock management. Mol. Ecol. Notes. V.2: P. 437-439.

13. Tamura K. MEGA5: 2011. Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Mol. Biology and Evolution. V. 28: 2731-2739.

14. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics. V. 155: 945-959.

УДК 597.423-152.6 : 639.2.053.7 (262.81)

НАГУЛ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА АКВАТОРИИ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ». РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА В 2019-2022 гг.

Коноплева Н.В.,
Сафаралиев Н.А.,
Ленина Н.Н.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Россия, 414256, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные ежегодного экологического мониторинга осетровых рыб на лицензионном участке «Северный» за первую и вторую съемки в 2019-2022 гг. Установлено, что в весенне-летний период осетровые нагуливались в северной части моря, с преобладанием численности рыб в северной приглубой зоне. Увеличение численности и встречаемости осетра в средней части моря происходит в осенний период за счет рыб, мигрирующих с мелководий Северного Каспия.

Ключевые слова: осетровые, трал, сети, распределение, численность, уловы, акватория, месторождение

Численность и запасы осетровых рыб ежегодно сокращаются. Популяции севрюги и белуги в настоящее время находятся в депрессивном состоянии. К нестабильности численности, изменениям плотности скоплений и деформациям в размерных и возрастных структурах популяции осетровых рыб в целом по акватории Каспийского моря и на отдельных участках привело множество причин (воздействие промысла, колебания уровня моря, водности пресноводного стока, солености, увеличение температуры воды, загрязнение, ухудшение токсикологической ситуации, снижение численности производителей и объемов выпуска молоди и др.). Лицензионный участок «Северный» находясь в Северном и Среднем Каспии охватывает огромную акваторию моря и отражает происходящие процессы с популяциями осетровых и других видов рыб. Проведение исследований в условиях повышенной антропогенной нагрузки на экосистему Каспийского моря является необходимой частью изучения популяций осетровых рыб нагуливающихся на акватории месторождений и всего биогеоценоза в целом.

В 2019-2022 гг. экологический мониторинг на участке «Северный», проводился традиционно в два этапа: первая съемка выполнялась в весенне-летний период (первая съемка), вторая – осенью (вторая съемка). Экспедиционные исследования выполнялись на научных судах Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Траления осуществлялись донными тралами (9 и 24,7-метровые), на акватории северной мелководной части моря использовались ставные сети с ячеей 70, 80, 90, 100, 110 мм. Плотность концентраций оценивалась по улову на усилие экз./траление и экз./сетепостановку. За сезон 2019-2022 гг. было выполнено 270 тралений донными тралами на глубинах от 3,2 до 30,5 м и 5 сетных постановок. Из них 125 тралений выполнено в мелководной зоне Северного Каспия, 145 тралений – в районах с глубинами от 6,0 до 30,5 м (приглубая зона Северного Каспия и в Среднем Каспии). Выловлено 112 экз. осетра и 3 экз. севрюги.

Обработка биологического материала проводились по общепринятой методике [Правдин, 1966] и согласно инструкции сбора первичных данных [Инструкции по сбору..., 2011].

Летний нагул (первая съемка) осетра за рассматриваемый период 2019-2022 гг. проходил преимущественно в приглубой зоне Северного Каспия (им. Ю. Корчагина и «Сарматская»), где он традиционно формирует повышенные скопления в последнее десятилетие. Концентрируется особи данного вида на банках Кулалинская и Большая Жемчужная и на акватории между ними.

В 2019 г. нагул осетра на акватории месторождения им. Ю. Корчагина проходил в основном в южной части данного участка, на 4 станциях (7k, 8k, 10k и 11k) (рис. 1). Однако, скоплений он не образовывал и зарегистрирован на станциях единичными экземплярами. Средний улов составил 0,36 экз./траление (табл. 1).

Рисунок 1 – Распределение осетра на лицензионном участке «Северный» в первую съемку (лето) 2019 г.

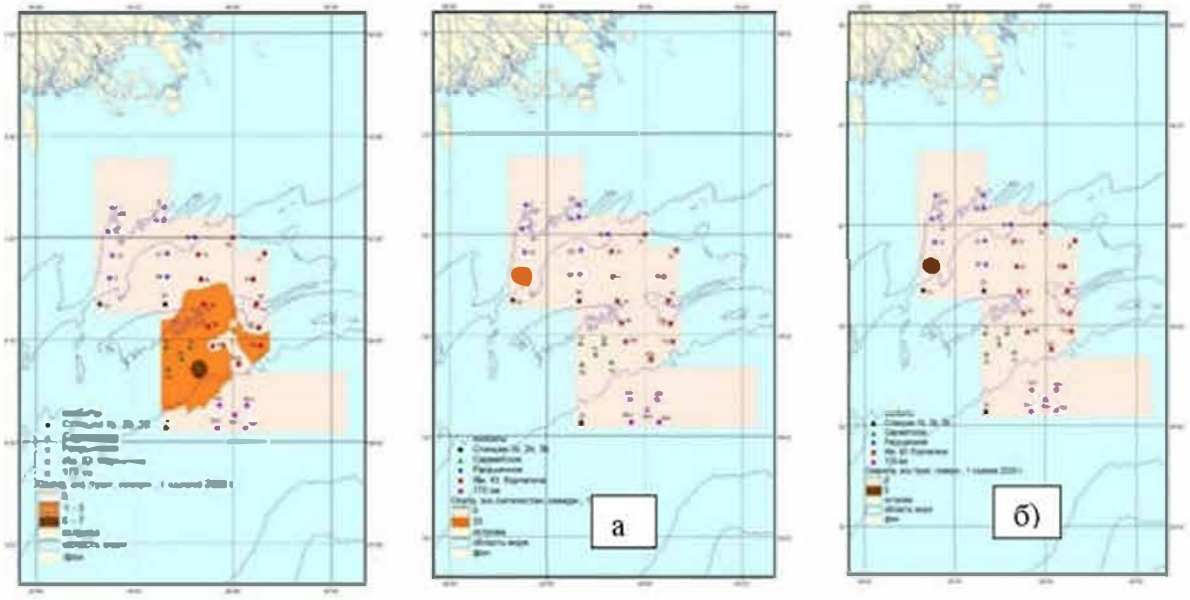
Таблица 1 – Динамика средних уловов осетровых рыб на акватории месторождения им. Ю. Корчагина в 2019-2022 гг., экз./траление

Годы	Первая съемка		Вторая съемка	
	Осетр	Севрюга	Осетр	Севрюга
2019	0,36	0	0,18	0
2020	0,42	0	0,50	0
2021	0,08	0	0,50	0
2022	0,17	0	0,50	0

Видовой состав траловых уловов в 2020 г. был представлен только осетром. Как и в прошлом году нагул проходил в приглубой части Северного Каспия. Наиболее высокая встречаемость (100 %) зафиксирована на акватории месторождения «Сарматское», где и наблюдаюсь высокая плотность скоплений с разовыми уловами 5; 7 экз./траление (ст. 3s и 4s) (рис. 2а).

В среднем показатель вылова осетра на месторождении «Сарматское» составил 3,0 экз. на одно траление (табл. 2).

На участке месторождения им. Ю. Корчагина осетр отмечался в его юго-западной части на станциях 6k, 9k и 11k (рис. 2а). Встречался он в траловых уловах в 4 раза реже (25,0 %), чем на месторождении «Сарматское», уловы не превышали 2 экз./траление. Соответственно и средний показатель вылова был значительно ниже и составил 0,42 экз./траление (табл. 2).



Траловый лов Сетной лов: а) осетр; б) севрюга

Рисунок 2 – Распределение осетровых на лицензионном участке «Северный» в первую съемку (лето) 2020 г.: а) траловый лов (экз./траление). Сетной лов (экз./сетепостановку): б) осетр; в) севрюга

Таблица 2 – Динамика средних уловов осетровых рыб на акватории месторождения «Сарматское» в 2019-2022 гг., экз./траление

Годы	Первая съемка		Вторая съемка	
	Осетр	Севрюга	Осетр	Севрюга

2019	0	0	0,40	0,2
2020	3,00	0	0,20	0
2021	0	0	0,20	0
2022	0,20	0	1,40	0

Несмотря на образование дефицита кислорода на глубинах 7,0-12,0 м и гипоксии на глубинах 13,0-20,0 м в южной и центральной части месторождений им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и развитии стратификации с высокой разностью (12-15^0 С) поверхностной и придонной температур [Отчет «Обзор результатов…», 2020] активному нагулу осетра в локальных районах северной приглубой части моря в 2020 г. способствовали высокая биомасса бентоса (24,7 г/м^2), преимущественно за счет ракообразных сем. Gammaridae и двустворчатых моллюсков (*M. Lineatus. C. Lamarcki. D. protracta. A. ovata*). Высокой частотой встречаемости характеризовались также полихеты ***Hediste diversicolor*** и кумовые раки (ракообразные) [Кострыкина и др., 2021]. В уловах отмечены в основном сеголетки осетра (95,0 %). Длина и масса молоди нового поколения осетра варьировала от 14,0 до 27,0 см, масса – от 10,0 до 65,0 г.

Данные сетного лова летом 2020 г. в период первой съемки показали высокую посещаемость осетровыми и участка месторождения «Ракушечное» в северной мелководной части Каспия. Нагул осетровых проходил восточнее свала банки Средняя Жемчужная на глубине 6,0 м (рис. 2 б, в). Улов осетра (ст. 1г) составил 11,5 экз./сетепостановку, севрюги - 1,0 экз./сетепостановку (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика средних уловов осетровых рыб на акватории месторождения «Ракушечное» в 2019-2022 гг., экз./траление; экз./сетепостановку

Годы	Первая съемка				Вторая съемка			
	Осетр		Севрюга		Осетр		Севрюга	
	трал	сети	трал	сети	трал	сети	трал	сети
2019	0,11	0	0	0	0	-	0	-
2020	0	11,50	0	1,00	0	-	0	-
2021	0,56	-	0	-	0	-	0	-
2022	0	1,00	0	0	0,22	1,00	0	0

Привлекающим фактором для осетровых на месторождение «Ракушечное» была численность кольчатых червей, которыми питаются молодые особи осетра и севрюга [Отчет «Обзор результатов…», 2020].

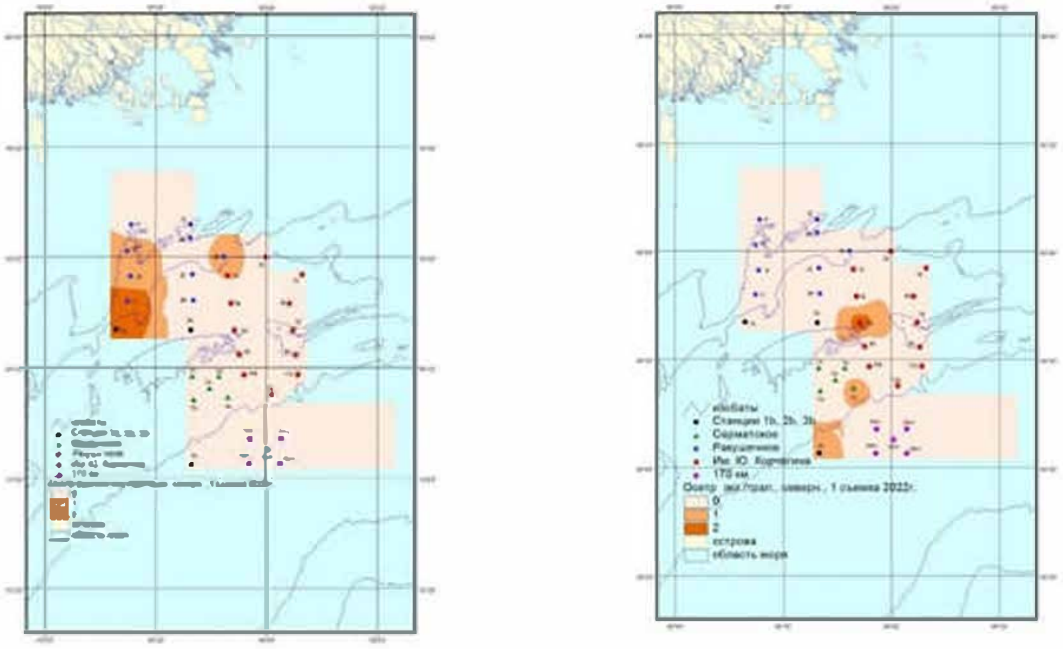
Размерный состав осетра представлен рыбами длиной 61,0 – 100,0 см, массой 1,0 - 4,6 кг. Севрюга была крупнее осетра, длина и масса особей составили 109,0; 110,0 см и 3,4; 3,7 кг соответственно.

В первую съемку 2021 г. в отличие от аналогичных сезонов 2019 и 2020 гг. осетр нагуливался преимущественно в мелководной части лицензионного участка «Северный» (42,8 %) (рис. 3а), чему способствовали благоприятные для обитания температурный и газовый режимы, а также опресняющее воздействие волжского стока, простирающегося до 6 метровой изобаты. На всей остальной акватории участка во время проведения

первой съемки преобладали водные массы с соленостью более 8,0‰ [Отчет «Обзор результатов…», 2020]. Разовые уловы осетра варьировали от 1 до 2 экз. за одно траление. Средние показатели уловов на акватории месторождения «Ракушечное» и на станциях 1b-3b составляли 0,56 и 0,67 экз./траление соответственно (табл. 3, 4). В границах месторождения им. Ю. Корчагина (в мелководной части) улов был ниже – 0,08 экз./траление (табл. 1). В приглубой части Северного и в Среднем Каспии осетр в траловых уловах отсутствовал.

В период проведения первой съемки в уловах отмечены преимущественно молодые рыбы (62,5 %). Линейно-весовые показатели варьировали от 34,0 до 132,0 см, масса – от 0,12 до 11,2 кг.

По данным тралового лова в 2022 г. (первая съемка) встречаемость осетра на обследованной акватории лицензионного участка «Северный» была в 1,5 раза ниже, чем в аналогичный период 2021 г. Нагул осетра в границах участка, как и в прошлые годы, проходил преимущественно в приглубом районе (рис. 3а), где отмечена наибольшая численность рыб (акватория станций 1-3b – 0,33 экз./трал.) (табл. 4). На акватории месторождения Сарматское уловы наблюдались в юго-восточной части (0,20 экз./трал.) на месторождении им. Ю. Корчагина (0,17 экз./траление) - в западной части участка (табл. 1, 2; рис. 3б).



а) б)

Рисунок 3 – Распределение осетра на лицензионном участке «Северный» в первую съемку (лето): а) 2021 г.; б) 2022 г.

В мелководной части Северного (месторождение «Ракушечное») и в западной части Среднего Каспия (месторождение «170-км») траловые уловы были не результативные (рис. 3б). В целом по участку «Северный» средний улов составил 0,12 экз./трал.

Таблица 4 – Динамика средних уловов осетровых рыб на акватории участка 1b-3b в 2019-2022 гг., экз./траление; экз./сетеностановку

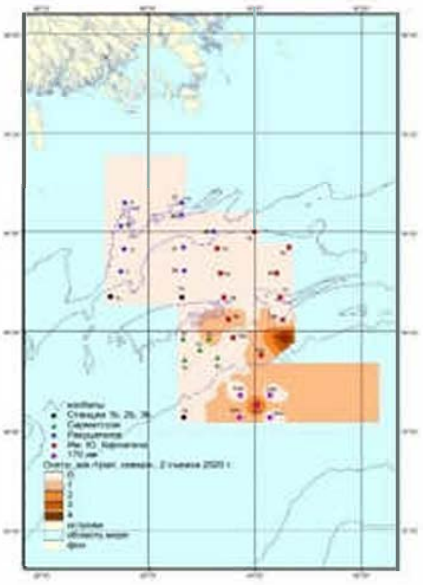
Годы	Первая съемка		Вторая съемка	
	Осетр	Севрюга	Осетр	Севрюга
2019	0	0	0,33	0
2020	0	0	0	0
2021	0,67	0	0	0
2022	0,33	0	0,33	0

Увеличение уловов осетра во вторую съемку, особенно в зонах больших глубин происходит в результате миграции рыб с мелководий с наступлением осеннего похолодания. Хотя на отдельных структурах снижение плотности скоплений по сравнению с весенне-летним периодом возможно из-за передислокации мест нагула. Так, встречаемость осетра в 2019 г. в границах месторождения им. Ю. Корчагина по сравнению с летним периодом (36,4%) снизилась до 18,2 %. В этот период часть популяции осетровых смещается с мелководных участков на большие глубины (рис. 4а). Что и наблюдалось при проведении мониторинга: осетр отсутствовал в мелководной зоне Северного Каспия и продолжал нагул на акватории месторождений «Сарматское», «170 км» и на южных станциях месторождения им. В. Корчагина (ст. 8k и 10k) (рис. 4а). Численность рыб снизилась в два раза по сравнению с первой съемкой 2019 г. (табл. 1).

Длина и масса осетра колебалась в широких пределах от 28,0 до 103,0 см, от 0,065 до 4,45 кг.

В северо-восточной части месторождения «Сарматское» на глубине 13,1 м отмечена севрюга с размерами 5,0 см и 2,05 кг. Улов был равен 0,2 экз./траление (табл. 2).

Снижение встречаемости по всему участку «Северный» наблюдалось и в 2020 г. (с 23,5 % до 17,6 %). Разовые уловы снизились до 1-4 экз./траление, в среднем составляя 0,32 экз./на одно траление. Нагул осетра проходил преимущественно в южной части месторождения им. Ю. Корчагина и на акватории «170 км» (рис. 4б). Соответственно увеличился средний улов на этих структурах до 0,5 и 0,8 экз./траление (табл. 1, 5). Как и летом уловы представлены молодью осетра.



а) б)

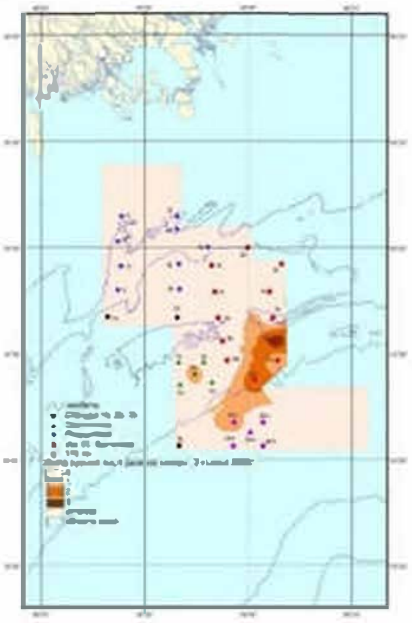
Рисунок 4 – Распределение осетра на лицензионном участке «Северный» в вторую съемку (осень): а) 2019 г.; б) 2020 г.

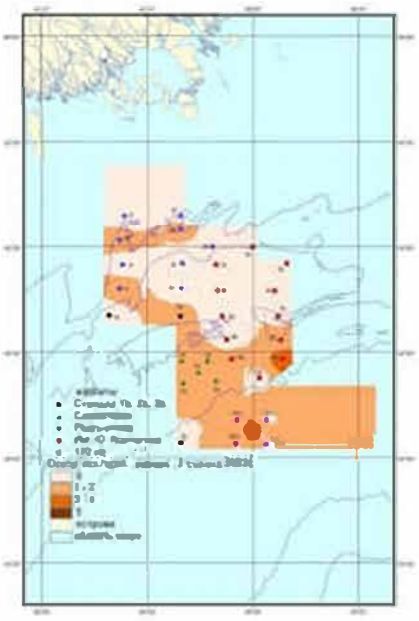
Таблица 5 – Динамика средних уловов осетровых рыб на акватории месторождения «170 км» в 2019-2022 гг., экз./траление; экз./сетепостановку

Годы	Первая съемка		Вторая съемка	
	Осетр	Севрюга	Осетр	Севрюга
2019	0,20	0	0,60	0
2020	0	0	0,80	0
2021	0	0	0,20	0
2022	0	0	1,20	0

Нагул осетра осенью 2021 г. (вторая съемка) проходил преимущественно в южной части месторождения им. Ю. Корчагина, на акватории месторождений «Сарматское» и «170 км» (рис. 5а). Зарегистрировано увеличение уловов в результате комфортного температурного режима сформировавшегося на большей части акватории, что благоприятно сказалось на развитие кормовой базы и нагуле ихтиофауны (табл. 2; 5). Наибольший улов был равен 3 экз./траление, средний показатель вылова на лицензионном участке «Северный» был на уровне данных первой съемки - 0,24 экз./на одно траление.

В отличие от двух предыдущих лет во вторую съемку 2022 г. наблюдалось увеличение встречаемости осетра по всему участку «Северный» до 41,2%. Разовые уловы возросли до 5 экз./траление, в среднем составляя 0,65 экз./на одно траление. Нагул осетра проходил в основном в юго-восточной части месторождения им. Ю. Корчагина, на акваториях месторождений «Сарматское» и «170 км» (рис. 5б).





а) б)

Рисунок 5 – Распределение осетра на лицензионном участке «Северный» в вторую съемку (осень): а) 2021 г.; б) 2022 г.

Соответственно увеличился средний улов на этих структурах до 0,5, 1,4 и 1,2 экз./траление (табл. 1; 2; 5). Как и в первую съемку, уловы представлены в основном молодыми особями осетра.

Таким образом, основные уловы осетра в весенне-летний период (первая съемка) на акватории лицензионного участка «Северный» формировались преимущественно в приглубой зоне Северного Каспия, исключением стал 2021 г., когда основной нагул проходил в северном мелководном районе моря (месторождение «Ракушечное»). В 2020 г. на акватории данного месторождения в траловых уловах отмечалась севрюга (1,0 экз./сетепостановку).

Отмечена динамика перераспределения численности рыб на отдельных участках, преимущественная тенденция снижения численности. На акватории месторождения «170 км», расположенного в Среднем Каспии уловы в последние три года исследований были не результативные.

Результаты второй съемки во многом зависят от процессов миграции осетровых и накопленного водными массами тепла за летний период. При высоком теплозапасе осетровые задерживаются в северной части моря, продолжая нагуливаться и откармливаться. Численность их в этот период варьирует в зависимости от сроков начала миграции и ее продолжительности. Показатели вылова на исследуемой акватории лицензионного участка «Северный» по сравнению с первой съемкой по годам наблюдений увеличились в 2019 г. с 0,18 до 0,24 экз./траление и в 2022 г. с 0,12 до 0,65 экз./траление. В 2021 г. средний улов был на уровне летнего и составил 0,24 экз./траление. Снижение отмечено в 2020 г. с 0,59 (первая съемка) до 0,32 экз./траление (вторая съемка). Наибольшая численность в осенний период (вторая съемка) 2022 г. (1,4 и 1,2 экз./траление) отмечена на акватории месторождений «Сарматское» и «170 км».

В заключение можно отметить, что несмотря на общую тенденцию сокращения численности осетровых рыб в Каспийском море, акватория участка «Северный» сохраняет статус важного нагульного ареала и миграционной трассы для этого семейства рыб.

Список литературы

1. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания (под ред. Судакова Г.А.). Астрахань: КаспНИРХ, 2011. 193 с.
2. Кострыкина Т.А., Попова Е.В., Жаткина О.В. Макробентос на лицензионном участке «Северный» в летне-осенний период 2016-2020 гг. // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы VIII науч.-практ. конф. с междунар. участием (22 октября 2021 г.). Астрахань, 2021. С. 162-168.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. С. 376.

4. Обзор результатов биологического мониторинга на лицензионных участках «Центрально-Каспийский» и «Северный» в 2020 г. / под ред. Кашина Д.В. – 2020. – 69 с.

УДК 597.423-152.6 : 639.2.053.7 (262.81)

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ОСЕТРА НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «СЕВЕРНЫЙ» В 2019-2022 гг.

Коноплева И.В.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414256, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются влияние факторов среды и незаконного изъятия осетровых рыб по данным мониторинга на лицензионном участке «Северный» в 2019-2022 гг. Выяснено, что наиболее предпочтительной глубиной на которой нагуливалась основное количество осетра в летний период является диапазон от 6,0 до 18,0 м в северной мелководной и приглубой зонах Каспийского моря, температуре и прозрачности воды 23,0; 19,0 ^{0}C и 2,0 м, соответственно. Осенью диапазон распределения смещается в сторону увеличения глубины и прозрачности.

Наблюдаемая тенденция уменьшения численности осетра в результате действия ННН-промысла на акватории российского сектора Каспийского моря, прослеживается и на лицензионном участке «Северный».

Ключевые слова: факторы, глубина, температура воды, прозрачность, незаконный вылов, численность, количество, распределение.

В современный период осетровые рыбы, как и другие гидробионты вынуждены жить и размножаться в условиях постоянного нарастания антропогенных нагрузок на экосистему Волго-Каспия, вызывающих ухудшение условий нагула в море и размножения - в реках [Лукьяненко, 1989].

Антропогенные воздействия, представляющие собой комплекс проявлений любых форм хозяйственной и иной деятельности человека, приводят к явным или скрытым нарушениям природной структуры и функций водных сообществ, состава и свойств их биотопов, являются одними из сложных для выявления и расчета ущерба.

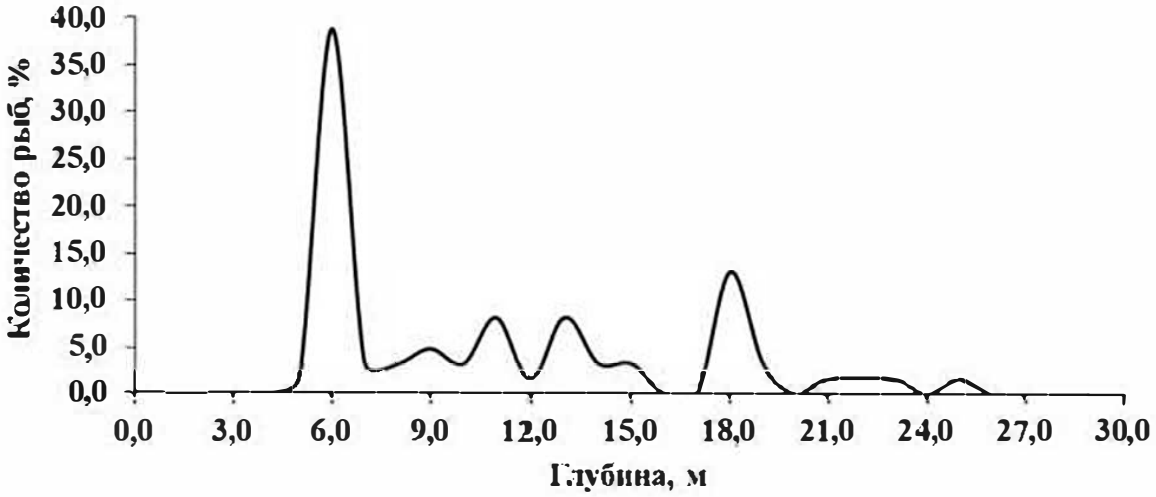
В 1990-2000-е годы наряду с официальной добычей (выловом) активно развивался незаконный промысел, в результате которого из промысловых и нерестовых запасов происходило чрезмерное изъятие крупных особей осетра, севрюги и белуги. Численность популяций видов испытывала значительные колебания. Доля взрослых особей в популяции всех видов осетровых снизилась до 20,0-10,0 %.

В последние десятилетия усилению антропогенного воздействия на морскую экосистему Каспийского моря способствовало освоение нефтегазовых месторождений всеми прикаспийскими государствами. Тревожной особенностью этой ситуации является

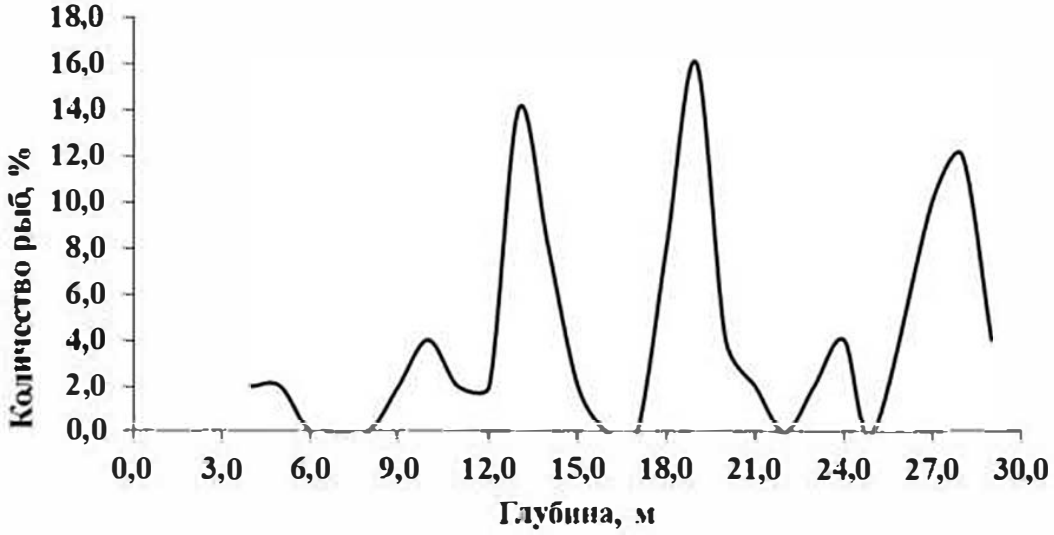
совпадение районов повышенной биопродуктивности моря и наиболее сильного антропогенного пресса [Сокольский и др., 2021].

В работе были проанализированы распределение и количество осетра по глубинам, в зависимости от температуры воды и прозрачности в весенне-летний и осенний периоды.

Рассматривая глубинное распределение осетра в 2019-2022 гг. (данные по всем учетным орудиям лова) было выяснено, распределялся он в диапазоне от 5,0 до 25,0 м. Наибольшее количество рыб в весенне-летний период нагуливалось на глубинах 6,0; 18,0 м в северной мелководной и приглубой зонах Каспийского моря (рис. 1а).



а)



б)

Рисунок 1 – Глубинное распределение осетра на акватории лицензионного участка Северный в 2019-2022 гг.: а) первая съемка; б) вторая съемка

В границах лицензионного участка «Северный» - это наиболее посещаемые осетровыми видами рыб, акватории месторождений «Ракушечное», им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и точки 1b и 2b.

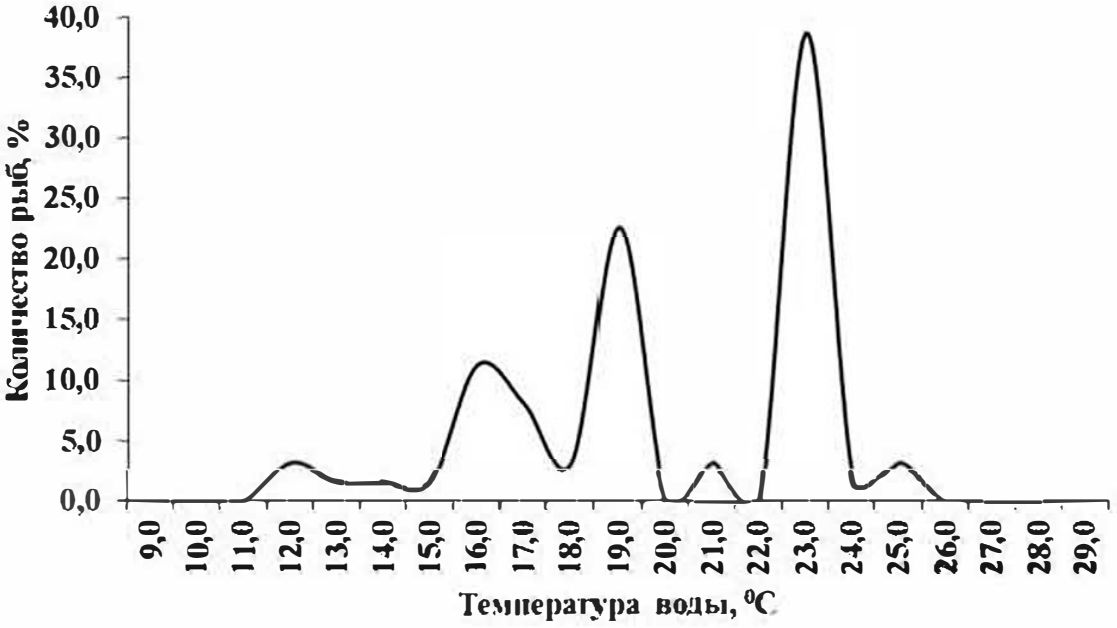
Такое распределение по глубинам в этом сезоне года вполне объяснимо биологией данного вида. Весной популяции осетровых рыб мигрируют в северную часть и другие мелководные районы моря [Ходоревская и др., 2014]. Они перемещаются по акватории в поисках пищи и чаще всего нагуливаются на отмелях и в прибрежной полосе моря, где вода быстрее прогревается и развиваются различные группы бентосных организмов. В этот период осетр придерживается небольших глубин. Кроме того, в состав его рациона в определенном возрасте входит рыба, мигрирующая сюда весной (килька, атерина) или обитающая здесь (бычковые), которую он активно добывает в мелководной зоне.

Необходимо отметить, что отношение к глубине у осетровых рыб проявляется с раннего возраста [Беляева, 1965; Тарабрин и др., 1981; Ходоревская и др., 2007; 2014] и вызвано выживаемостью и стратегией вида. Нагул осетра на участках с разными глубинами способствует более полному использованию экологической ниши и снижению конкуренции с другими видами рыб.

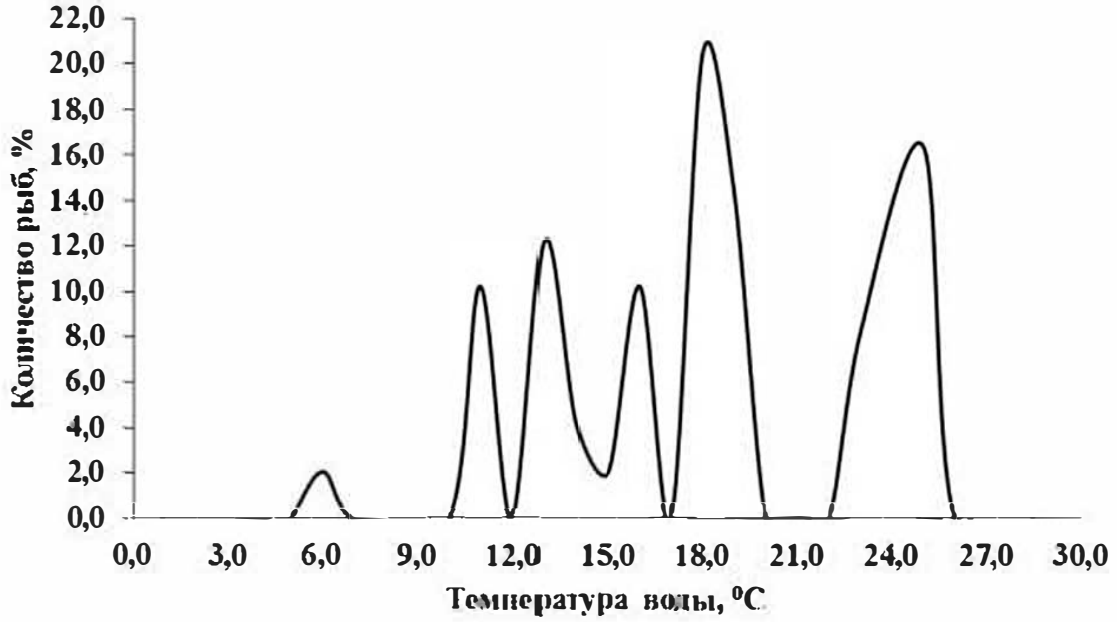
Осенью (вторая съемка) глубинный ареал обитания осетровых увеличивается в связи с миграцией в зону больших глубин. Наибольшая численность рыб наблюдалась на глубинах 13,0; 19,0 и 27,0-28,0 м (рис. 1б). В границах лицензионного участка «Северный» южная часть месторождения им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и «170 км».

Как и другие проходные осетровые осетр является эвритермным видом, с широким температурным диапазоном обитания. Весной часть популяции вида в северной части моря активно питается уже при 3,0-4,0 ^{0}С. Наиболее плотные нагульные скопления осетра в этот период образуются при 8,0-10,0 ^{0}С. Летом в средней части моря осетр предпочитал участки с температурой воды от 13,0 до 23,0 ^{0}С [Легеза, 1969; Ходоревская, Калмыков, 2013; Ходоревская и др., 2014].

По данным мониторинга нагул осетра в период первой съемки проходил при температуре воды от 12,0 до 26,0 ^{0}С (рис. 2а).



а)



б)

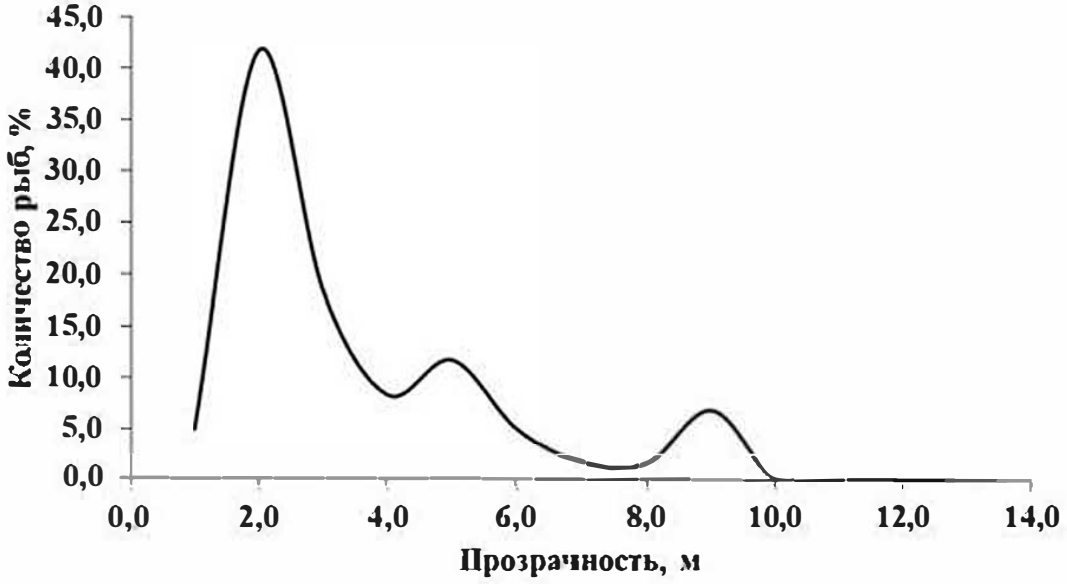
Рисунок 2 – Распределение осетра на акватории лицензионного участка Северный в 2019-2022 гг. в зависимости от придонной температуры воды: а) первая съемка; б) вторая съемка

Наибольшая численность особей отмечена при температуре воды в придонном слое 23,0 и 19,0 °С в приглубой зоне Северного Каспия, на акватории месторождений «Сарматское» и им. В. Корчагина. Данные мониторинга полученные в первую съемку вполне согласуется с данными указанных выше авторов.

Осенью размах температуры, при которой осетр нагуливался по сравнению с летним более широкий. Наблюдалось несколько пиков, наибольшее количество рыб было на участке с температурой 18,0 и 25,0 °С, меньше – при температуре 11,0; 13,0 и 16,0 °С и совсем немного – при температуре 6,0 °С (рис. 2б). Такая растянутость свидетельствует о происходящих миграционных процессах и продолжении нагула частью популяции на мелководье.

По данным Р.П. Ходоревской со авторами [2007; 2014] больших различий в сезонном распределении осетра по прозрачности не выявлено. Летом взрослые особи осетра нагуливаются при прозрачности до 5,0 м, молодь - от 2,0 до 3,0 м. Весной русский осетр встречаются при прозрачности от 1,0 до 4,0 м. Осенью особи осетра наблюдаются чаще всего при прозрачности 1,0-3,0 м [Ходоревская и др., 2007; 2014].

Исследования показали летнее распределение осетра приурочено к районам моря с прозрачностью от 1,0 до 10,0 м, с наибольшей численностью рыб при 2,0-х метровой прозрачности (рис. 3а). Осенью (вторая съемка) наибольшее количество осетра на акватории лицензионного участка «Северный» нагуливалось при прозрачности 7,0 м, наблюдающееся на больших глубинах (рис. 3б).



а)

б)

Рисунок 3 – Распределение осетра на акватории лицензионного участка Северный в 2019-2022 гг. в зависимости от прозрачности воды: а) первая съемка; б) вторая съемка

Одним из негативных антропогенных факторов, ежегодно подрывающих численность и запасы осетровых как в Каспийском море, так и на акватории отдельных участков, является неучтенный вылов. К сожалению несмотря на введенный мониторинг на вылов осетровых рыб в Каспийском бассейне ННН-промысел продолжает изымать взрослую часть популяции этих рыб. Так, на месторождении «170 км» за первую съемку в 2019-2022 гг. не было выловлено ни одного экземпляра осетровых рыб. В границах лицензионного участка «Северный» наблюдается снижение численности осетра: в 15 раз (месторождение «Сарматское»), в 5,2 раза (месторождение им. Ю. Корчагина), в 2,0 раза на участке станций 1b-3b. Только на акватории месторождения «Ракушечное» отмечено повышение численности особей данного вида в 5,1 раз с 0,11 (2019 г.) до 0,56

экз./траление (2021 г.).

В осенний период (вторая съемка) суммарный траловый улов осетра увеличился в 1,3 раза, преимущественно на месторождениях в северной приглубой части и в Среднем Каспии, что связано с миграцией рыб с северных мелководий. На акватории месторождений «Сарматское» и «170 км» уловы стабильно отмечаются только в осенний период.

Общая численность осетра по результатам летней учетной съемки в западной части Северного и Среднего Каспия за период 2019-2021 г. снизилась в 1,2 раза с 5,86 (2019 г.) до 4,97 млн экз. (2021 г.) что отразилось на показателях вылова и на отдельных участках моря. Несмотря на небольшое увеличение численности русского осетра в 2022 г. до 5,98 млн экз. этот показатель на акватории лицензионного участка «Северный» в 2022 г. был самой низкой из 4-х рассматриваемых годов (0,94-0,29 млн экз.) - 0,12 млн экз. рыб. В траловых и сетных уловах преобладают молодые рыбы. Средние биологические показатели русского осетра на акватории лицензионных участков, как и на всей акватории северной и средней части Каспийского моря продолжают снижаться.

Таким образом, проведенный анализ показал влияния факторов среды на распределение и численность осетра в разные сезоны года подтвердил существующую зависимость между этими компонентами. В теплое время года осетр нагуливается на мелководье, с осенним понижением температуры воды мигрирует в глубоководные районы моря. Наибольшее количество осетра в летний период выловлено при температуре и прозрачности воды 23,0; 19,0 ^{0}C и 2,0 м. Осенью в результате процессов миграции и откочёвки части популяции в приглубую зону Северного Каспия и в Средний Каспий температурный диапазон нагула и прозрачность увеличились.

Продолжающееся изъятие ННН-промыслом осетровых рыб снижает численность их популяций. Тенденция уменьшения численности осетра наблюдается на акватории российского сектора Каспийского моря, так и на лицензионном участке «Северный». Такие виды как севрюга и белуга в последние десятилетие встречаются единично.

В результате постоянного воздействия абиотических и антропогенных факторов, включая ННН-промысел, численность осетровых в настоящее время подвержена большим колебаниям и требует постоянного контроля за состоянием запасов этих популяций рыб.

Список литературы

1. Беляева, В.Н. Количественный учет сеголетков осетровых в дельте Волги и Северном Каспии / В.Н. Беляева // Вопр. ихтиологии. - 1965. – Т. 5. - Вып. 3/ 36. - С. 496.

2. Легеза, М.И. Закономерности распределения и формирования численности осетровых в Каспийском море: автореф. дис… докт. биол. наук. – Баку, 1969. – 34 с.

3. Лукъяненко В.И. 1989. Влияние загрязнений на условия обитания, нагула и воспроизводства волго-каспийских осетровых // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Краткие тезисы научных докладов к предстоящему Всесоюзному совещанию (ноябрь 1989 г.). Астрахань. С. 198-201.

4. Тарабрин, А.Г. Распределение и питание сеголеток осетровых в приустьевой области р. Урал / А.Г. Тарабрин, В.М. Стыгар, Н.Е. Песериди // Рациональные основы введения осетрового хозяйства. – Волгоград. - 1981. – С. 236-238.

5. Раиса Ходоревская, Владислав Калмыков. Осетровые Волго-Каспийского бассейна. LAMBERT. Academic Publishing. – 2013. 104 с.

6. Сокольский А.Ф., Канбетов А. Ш., Попов Н.Н., Муташев Б.А., Рабазанов Н.И. 2021. Современное экологическое состояние вод Каспийского моря при освоении нефтегазовых месторождений. Юг России: экология, развитие. Т. 16 № 2. С. 98-107.

7. Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. 2007. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. Товарищество научных изданий КМК, 242 с.

8. Ходоревская, Р.П. Влияние факторов среды на распределение осетровых в Каспийском море // Р.П. Ходоревская, В.А. Калмыков, И.А. Сафаралиев, И.В. Коноплева / Поведение рыб. Материалы докладов V Всероссийской конференции. 8-9 ноября 2014 г., Борок, Россия. – Кострома: Костромской печатный дом. - 2014. - С. 282-287.

УДК 599.745.3:595.3:639.2.053.7./8

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ (PHOCA CASPICA) В ПЕРИОД 2017-2023 ГГ.

Кузнецов В.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414256, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspnirh@vniro.ru

Аннотация. Каспийский тюлень в марте 2020 г. был внесён в Красную книгу Российской Федерации Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 24.03.2020 г. № 162 как уязвимый вид. Поэтому очень важно вести постоянный мониторинг среды обитания и общей численности популяции каспийского тюленя. В период с мая по октябрь 2017-2022 гг. и в мае 2023 г. сотрудниками Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в западной части Северного и Среднего Каспия проводились визуальные учёты каспийского тюленя на морских ИС «Исследователь Каспия», «Гидробиолог» и «Медуза». Всего за исследуемый период обнаружено 925 особей, включая и мёртвых тюленей. Мёртвые особи в среднем за многолетний период составляли 9% от общего числа учтённых особей.

Ключевые слова: каспийский тюлень, маршрутный учёт.

Каспийское море – крупнейший на Земле замкнутый водоём, который может классифицироваться как самое большое бессточное озеро либо как море – из-за своих размеров, а также его ложе, образованное земной корой океанического типа. В море обитает единственный представитель морских млекопитающих. Мониторинг

распределения и численности популяции каспийского тюленя в последние десятилетия проводится исключительно в ледовый период года, методом авиаучётной съёмки, выполняющихся с воздушных судов. В летний период на свободной от льда акватории судовой маршрутный учёт является основным инструментом для изучения его сезонных и кормовых миграций.

Целью настоящей работы было проведение анализа ледовых условий в период размножения половозрелых самок каспийского тюленя и результатов судовых маршрутных учётов за многолетний период.

Материалом для исследований служили спутниковые снимки и карты-схемы о фактической ледовитости Северного Каспия Гидрометцентра России и научно-исследовательского центра космической гидрометеорологии «Планета», а также результаты маршрутных учётов каспийского тюленя на поверхности акватории Каспийского моря с использованием морских научно-исследовательских судов. Маршрутные учёты живых и мёртвых тюленей проводились в дневное время во время комплексных траловo-сетных гидроакустических и конусных съёмок в зоне ответственности Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») [Методики оценки запасов..., 2011]. Учёты проводились силами штурманов из капитанской рубки морского судна. Дистанция до тюленей оценивалась глазомерно. В специальный бумажный журнал капитан или штурман заносил количество встреченных живых и мёртвых особей, их географические координаты. Определялось расстояние от наблюдаемого объекта до линии движения судна. Во время комплексных рейсов маршруты судов проходили ежегодно в разные сезоны года по одинаковой сетке учётных станций. Для отсутствия повторяемости регистрации тюленей во время учётов определялась средняя плотность распределения тюленей за весь рейс (экз./км^2). Наряду с этим находилась частота встречаемости (экз./100 км) каспийского тюленя и общее количество живых особей во время пути следования судна за день наблюдения. Данная величина (экз./км^2) являлась основным и определяющим показателем при оценке мониторинга тюленей и динамике движения их численности за многолетний период. Камеральная обработка результатов ледовой обстановки в зимний период и судового маршрутного учёта тюленей в нагульный период, а также производство графических карт с использованием полученной пространственной информации осуществлялась в географических информационных системах (ГИС) открытого программного обеспечения, таких как Google Earth Pro 7.3.6 и QGIS 3.30.0.

В Каспийском море, в отличие от других морских бассейнов РФ, субпопуляции у каспийского тюленя отсутствуют. Существует одна популяция, общая численность

которой на 2021 г. находится на уровне 302,0 тыс. экз. [Бизиков и др., 2021]. По многолетним данным КаспНИРХ, тюлени активно совершают сезонные миграции вдоль западного и восточного побережья с юга на север и обратно. Весной отдельные больные и ослабленные особи после зимовки остаются на нагул в Северном Каспии. После восстановления своих энергетических запасов эти тюлени продолжают мигрировать в южную часть моря. Распределение и численность больных и ослабленных тюленей зависит от концентраций пищевых организмов и наличия ледяного субстрата для размножения, линьки и отдыха [Кузнецов, Шипулин, 2019].

Процессы размножения и лактации у половозрелых самок каспийского тюленя происходят на льдах Северного Каспия в зимний период. По мере приближения сроков размножения продуцирующих самок тюлени проникают вглубь ледового пространства, отыскивая наиболее прочные льды. Характер формирования щенных залежек определяется температурными особенностями зимы и динамикой льдообразования. В многолетнем аспекте ледовитость Северного Каспия имеет значительные колебания от 22 до 97%. Начиная с 2017 по 2020 гг. наметилась тенденция снижения площади ледового субстрата. В последние 3 года снова идёт рост ледовитости и создаются благоприятные ледовые условия для размножения половозрелых самок каспийского тюленя (рис. 1).

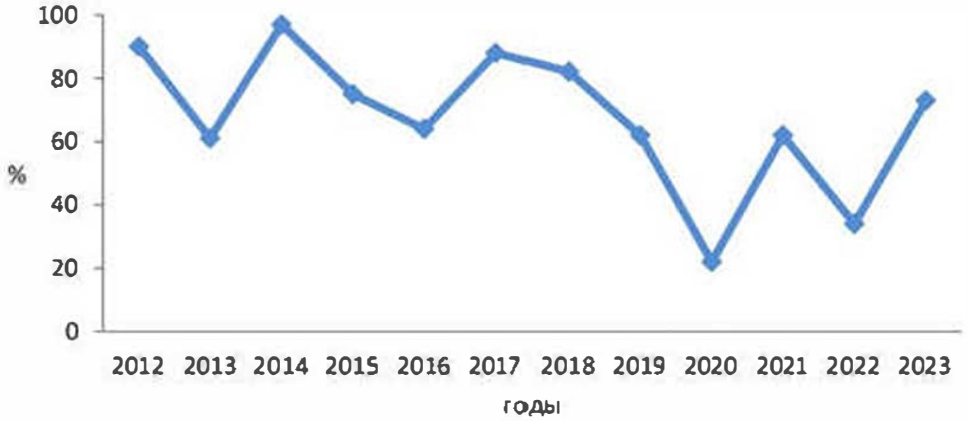


Рисунок 1 – Многолетняя динамика ледовитости Северного Каспия в начале февраля на момент массового размножения, %

Увеличение ледовой площади в период размножения и лактации в многолетнем аспекте может в значительной степени влиять на уменьшение смертности приплода в ледовый и постледовый период его жизни.

В период с мая по октябрь 2017-2022 гг. на морских судах Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в западной части Северного и Среднего

Каспия, а также в восточной части Среднего Каспия осуществлялся судовой маршрутный учет каспийского тюленя. За общий период проведено 830 дневных учётов, обследована акватория моря в 42121 км. Среднегодовая ширина учёта варьировала от 0,08 до 0,14 км при среднемноголетнем значении 0,113 км. Учтено 925 экз. каспийского тюленя, в том числе 838 живых и 87 мёртвых особей (табл. 1).

Таблица 1 – Маршрутные учеты каспийского тюленя

Годы	Количество учетов, дни	Общая длина маршрутов, км	Средняя ширина учета, км	Количество особей, экз.	
				живые	мертвые
2017	140	6488	0,11	66	20
2018	161	6906	0,11	126	22
2019	153	7896	0,11	175	6
2020	140	7594	0,13	204	23
2021	106	6319	0,14	134	7
2017-2021	140	7041	0,12	141	16
2022	130	6918	0,08	133	9

Относительная доля мёртвых особей в общем количестве всех учтённых тюленей в среднем за многолетний период составила 9%. В разные годы исследований данная величина колебалась от 3% (2019 г.) до 23% (2017 г.). Увеличение относительного показателя за год в многолетней динамике могло быть связано с участившимися выбросами мёртвых особей каспийского тюленя в районе дагестанского побережья. В 2017 г. максимальное значение за весь период исследований может быть следствием выбросов мёртвых тюленей на дагестанском побережье в ноябре 2016 г. в размере 300 особей. С 2017 по 2019 гг. величина смертности снизилась до 3%, что являлось благоприятным фактором в популяции каспийского тюленя. В 2020 г. смертность снова выросла до 10%. В декабре 2020 г. на дагестанском побережье снова произошёл выброс мёртвых тюленей в количестве 300 особей [Рожнов и др., 2022]. В 2021 г. относительная численность погибших тюленей значительно уменьшилась, а в 2022 г. этот показатель увеличился с 5 до 6%, что однозначно было связано с массовым выбросом мёртвых особей каспийского тюленя в декабре 2022 г. в районе дагестанского побережья. В этом случае общая численность мёртвых тюленей составила 2732 особей.

Эпицентр выбросов мёртвых тюленей находился в районе северной части бухты Сулак и южнее устья р. Сулак. Северная граница определена у села Крайновка. Южная граница проходила южнее г. Избербаш, в районе базы отдыха Парнас. С 03 по 11 декабря 2022 г. осуществлялись работы по обследованию дагестанского побережья. В работах принимали участие специалисты ФГБНУ «ВНИРО», Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Прикаспийского института биологических ресурсов, ИПЭЭ РАН и представители Северо-Кавказского территориального

управления. Выбросы мёртвых тюленей отмечались на большей части побережья с протяжённостью в 228 км. В разных районах побережья концентрации особей варьировали от 1 до 76 экз. на 1 км береговой полосы. Общая численность мёртвых тюленей составила 2732 особей. Предполагаемой причиной гибели тюленей могла быть гипоксия вследствие сейсмической активности каспийского моря (рис. 2).

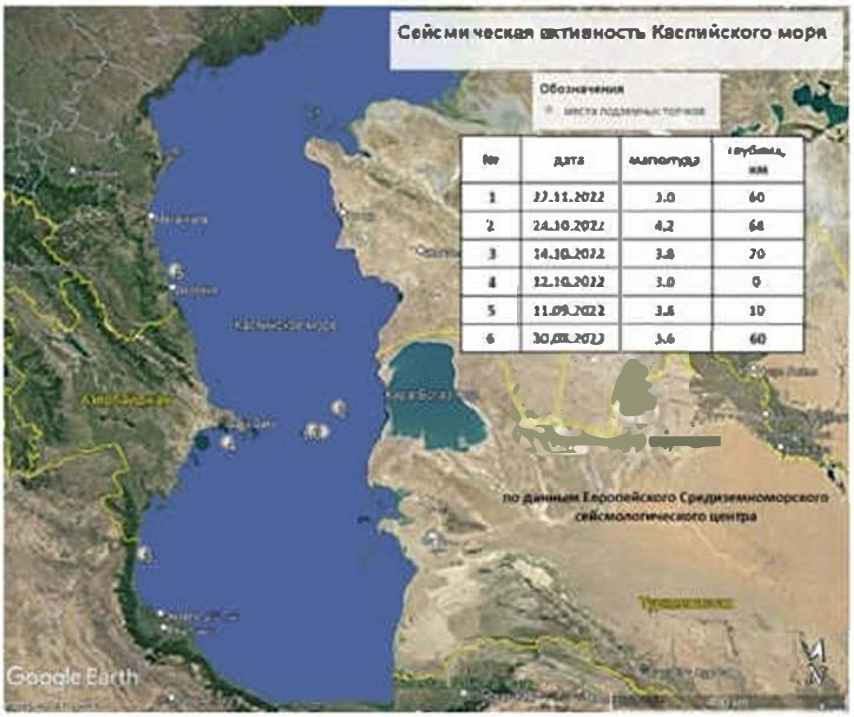


Рисунок 2 – Карта подземных толчков за период с августа по ноябрь 2022 г.

За весь период обследования береговой полосы дагестанского побережья было измерено 244 особи. Длина тела мёртвых тюленей варьировала у особей от 78 до 149 см при среднем значении 118 см. В соотношении полов превышали самцы (59%). Толщина жирового слоя в районе груди у взрослых особей находилась в пределах от 5 до 9 см. Средняя толщина находилась на уровне 6,7 см. Среди половозрелых самок относительная доля беременных, у которых присутствовал эмбрион, не превышала 6,5%.

Комплексные тралово-сетные гидроакустические и конусные съёмки на акватории Северного и Среднего Каспия в период 2017-2022 гг. в разные сезоны года, во время которых выполняется судовой маршрутный учёт каспийского тюленя, проходят примерно в одинаковые даты и в одинаковых районах моря. Маршруты рейсов по годам имеют равную направленность и структуру маршрутов движения научно-исследовательских судов. В качестве примера приводятся карты распределения живых особей каспийского тюленя на поверхности акватории моря в 2021 и 2022 гг. (рис. 3-4).

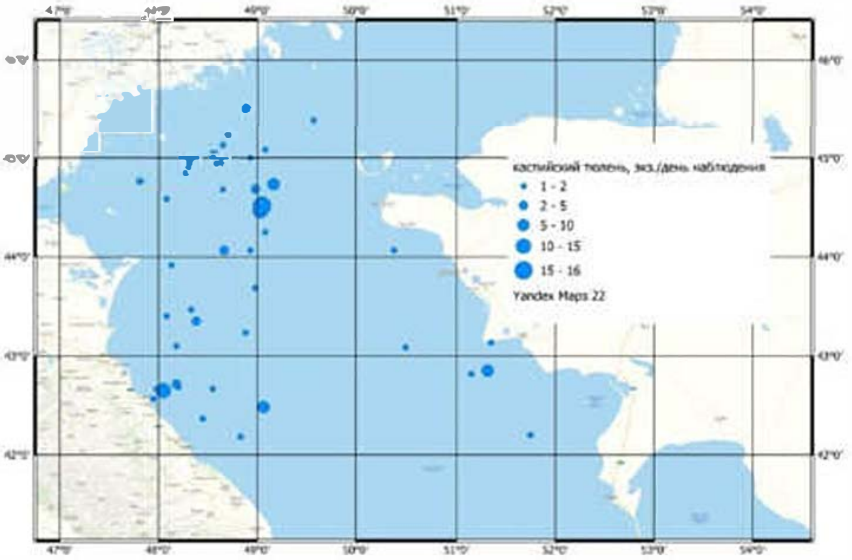


Рисунок 3 – Встречаемость тюленей на поверхности моря в период с мая по октябрь 2021 г., экз./день наблюдения

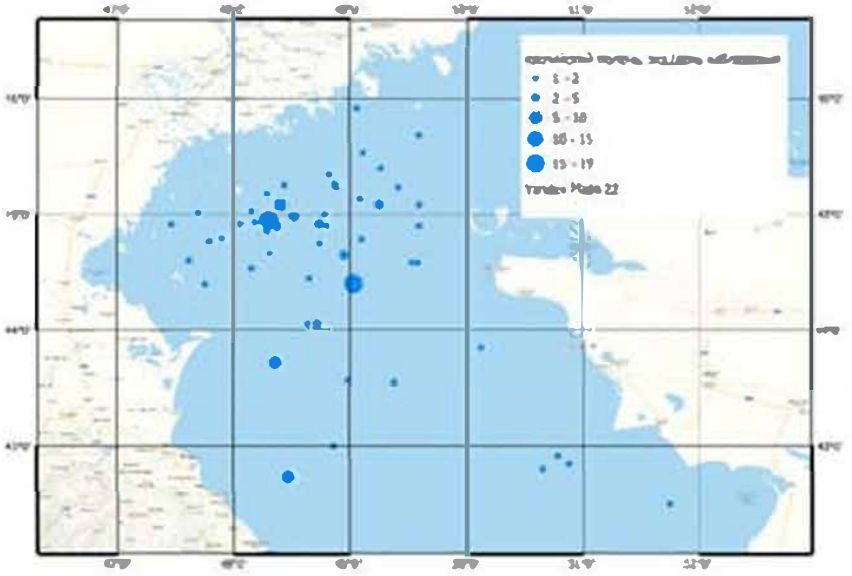


Рисунок 4 – Встречаемость тюленей на поверхности моря в период с мая по октябрь 2022 г., экз./день наблюдения

Распределение тюленей (экз./день наблюдения), показанных на картах-схемах свойственно многолетнему распределению тюленей в последние годы. Их ареал обитания охватывает северную часть моря, западное и восточное побережья Среднего Каспия. Частота встречаемости в разных районах моря варьирует от 1 до 19 особей за день наблюдения. В 2021 г. встречаемость тюленей отмечалось в достаточной мере на западном побережье Среднего Каспия. В 2022 г. распределение тюленей в большей степени было приурочено к районам Северного Каспия. В средней части моря, что на западном и восточном побережьях, тюлени наблюдались в единичных экземплярах. Это могло быть связано с сейсмической активностью Среднего Каспия и массовыми выбросами мёртвых тюленей на дагестанском побережье в декабре 2022 г.

В многолетнем аспекте такие показатели структуры популяции, как средняя плотность распределения и частота встречаемости тюленей, имеют тенденцию к росту. Средняя плотность распределения тюленей за последние 5 лет увеличилась на 135%, частота встречаемости тюленей – 121%. За исключением 2021 г. ежегодно наблюдалось увеличение численности тюленей в исследуемых районах моря. Снижение численности тюленей в 2021 г. связано, прежде всего, с сейсмической активностью Каспийского моря и выбросами мёртвых особей на дагестанском побережье в декабре 2020 г.

Выбросы мёртвых тюленей на дагестанском побережье в декабре 2022 г. также могут привести к снижению численности тюленей в 2023 г. в западной части Северного и Среднего Каспия. Но в течение последующих двух лет средняя плотность распределения и частота встречаемости тюленей будет восстановлена до исходных значений за счёт подхода тюленей из других районов моря.

В мае 2023 г. в западной части Северного и Среднего Каспия в рамках траловоакустической съёмки оценки состояния запасов морских видов рыб проведены на ИС «Исследователь Каспия» судовые маршрутные учёты каспийского тюленя, включая живых и мёртвых особей. Количество учтённых особей составило 17 экз., в том числе 16 экз. живых и одна мёртвая особь. Мёртвый тюлень был зарегистрирован на акватории моря западнее банки Кулалинская. Живые тюлени отмечались по всему маршруту учёта на расстоянии от 50 до 130 м до линии движения судна.

Общая протяженность визуальных учётов тюленей на обследованной акватории Северного и Среднего Каспия составила 549,45 км. Средняя встречаемость тюленей за два рейса колебалась от 2,20 до 10,13 экз./100 км при среднем значении 6,16 экз./100 км. Средняя плотность распределения особей за два рейса находилась на уровне 0,36 экз./км^2. Тюлени встречались на большей площади исследуемой акватории моря с глубинами от 11 до 620 м. За весь период исследований проведено 8 дневных учётов. Протяжённость каждого учёта варьировала от 19,81 до 108,45 км при среднем значении в 68,68 км. Встречаемость тюленей в дневных учётах варьировала от 1 до 5 экз. за день визуальных наблюдений.

Результаты весеннего маршрутного учёта каспийского тюленя свидетельствуют о разнонаправленном движении численных показателей в аналогичный период по сравнению с 2022 г. Средняя плотность распределения тюленей уменьшилась с 0,53 до 0,36 экз./км^2, а частота встречаемости увеличилась с 2,52 до 6,16 экз./100 км, что было связано с массовым выбросом мёртвых тюленей на дагестанском побережье в декабре 2022 г.

В настоящее время общая численность популяции каспийского тюленя, по оценке Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), находится в стабильном состоянии и составляет 311 тысяч особей. Данная величина запасов подтверждается авиаучётной инструментальной мультиспектральной съёмкой по учёту взрослых особей и приплода в зимний период 2022 г. Анализ результатов предыдущих авиаучетов за 2012, 2020, 2021 и 2022 гг. показывает увеличение численности воспроизводства щенков в 2022 г. на 14% по сравнению со среднемноголетними значениями. Но несмотря на это естественная смертность популяции сохраняет ежегодный показатель до 10-15% от общей численности тюленей. Тюлени ежегодно погибают в Каспийском море от естественных причин (старость, болезни, неблагоприятные гидрометеорологические условия и др.). Опыт последних лет может свидетельствовать об увеличении природных и климатических катаклизмов. А это в свою очередь приведёт к новым массовым выбросам мёртвых тюленей на каспийском побережье. Необходимо постоянно на побережьях моря отслеживать смертность каспийского тюленя и принимать своевременные меры по утилизации мёртвых особей для соблюдения санитарных норм.

Список литературы

1. Бизиков В.А., Черноок В.И., Сидоров Л.К., Шипулин С.В., Климов Ф.В., Беляев В.А., Кузнецов В.В., Васильев А.Н., Скольский В.А., Марабаев Е.Н., Ербулеков С.Т., Куанышев Е.К. 2021. Оценка численности популяции каспийского тюленя по результатам инструментальных авиаучётов на льдах в северной части Каспийского моря в 2012, 2020 и 2021 гг. Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России» №4: 81-93.

2. Кузнецов В.В., Шипулин С.В. 2019. Экологический мониторинг каспийского тюленя (Phoca caspica) в 2017-2018 гг. X Международная конференция «Морские млекопитающие Голарктики». Сборник научных трудов. Т. 1. Москва: изд-во РОО «Совет по морским млекопитающим», 163-171.

3. Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов каспийского бассейна с целью управления рыболовством / под ред. Судакова Г.А. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. 119 с.

4. Рожнов В.В., Бизиков В.А., Магомедов М.-Р.Д., Соловьёва М.А., Шипулин С.В., Кузнецов В.В., Суворова И.В., Сидоров Л.К., Белокобыльский И.Ф., Проскурина В.В. 2022. О гибели каспийских тюленей на дагестанском побережье Каспийского моря осенью 2020 г. и её возможных причинах. Труды ВНИРО. Т. 187, 87-109.

УДК 639.2.053.7 : 597-152.6 (262.81)

КРАТКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ НА АКВАТОРИЯХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ «СЕВЕРНЫЙ» И «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ» В 2022 Г.

Левашина Н.В.,
Ткач В.Н.,
Солохина Т.А.,
Югай Т.В.,
Ижерская В.А.,
Никифоров С.Ю.,
Козырева Е.В.,
Оганова И.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-infi@mail.ru

Аннотация. По результатам исследований, проведенных на лицензионных участках в 2022 г. рассмотрено распределение, относительная численность, биологические показатели полупроходных рыб. На основании данных по распределению и концентрациям установлено значение исследованных участков «Северный» и «Центрально-Каспийский» в жизненном цикле полупроходных рыб.

Ключевые слова: полупроходные виды рыб, улов, концентрации, исследуемый лицензионный участок, соленость, акватория, съемки.

В 2022 г. Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») были продолжены работы по проведению мониторинга на 25 станциях лицензионного участка «Центрально-Каспийский» и на 34 станциях лицензионного участка «Северный», включающий участки месторождений «Ракушечное», им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и «170 км». Экспедиционные исследования на акватории лицензионных участков проводились в два этапа на НИС «Гидробиолог» и НИС «Исследователь Каспия».

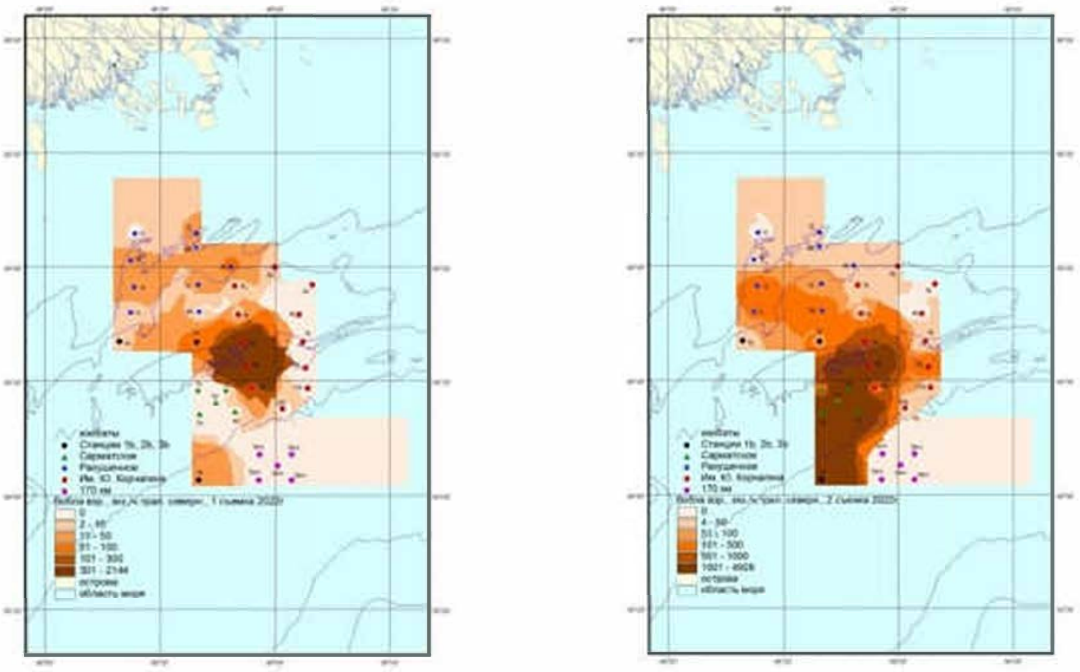
Акватория участка «Северный» расположена своей большей частью в западном районе Северного Каспия. Северный Каспий является основным районом нагула полупроходных рыб. Участок «Северный» – является основным местом нагула воблы, ее молоди и некоторых других видов рыб, нагуливающихся в его опресненных районах. В связи с расположением участка в водах с относительно высокой соленостью, из рыб пресноводного комплекса в период 1 съемки на акватории участка «Северный» встречались 3 вида рыб: вобла, лещ, сазан, в период 2 съемки – вобла, лещ, карась и кугум (табл. 1).

Таблица 1 – Видовой состав полупроходных рыб на акватории лицензионного участка «Северный»

Виды рыб	1 съемка		2 съемка	
	Общий вылов, экз./час траления	Доля в улове,%	Общий вылов, экз./час траления	Доля в улове %
Вобла	3336	96,9	21022	98,67
Лещ	104	3,0	344	1,3
Карась	-	-	2	0,01
Сазан	2	0,1	-	-
Кутум	-	-	4	0,02
Итого	3442	100,0	21372	100,0

Вобла относится к полупроходным рыбам. Состояние запасов воблы находится на очень низком уровне, в последние годы были практически утрачены целые поколения в структуре популяции вида. В 2022 г. в Волжско-Каспийском бассейне промысловый запас ее составил 23,5 тыс. т, улов – 1,16 тыс. т. Численность воблы с каждым годом снижается, промысловые запасы находятся в депрессивном состоянии, что в перспективе может привести не только к исчезновению этого вида, но и отразиться на видах рыб, для которых она является основным кормовым объектом.

После нереста в апреле - мае почти вся популяция воблы мигрирует в море для нагула. Летом ареал воблы расширяется и в августе – сентябре она в полной мере осваивает весь свой нагульный ареал в Северном и Среднем Каспии. Акватория исследованного участка имеет важное значение для формирования численности воблы, являясь местом нагула взрослой части популяции. Общий вылов воблы на всех станциях лицензионного участка «Северный» в период первой съемки составлял 3336 экз./час траления, в период второй съемки он увеличился и составил 21022 экз./час траления. В наибольшем количестве вобла встречалась во время первой съемки на акватории месторождения им. Ю. Корчагина, где уловы варьировали от 0 до 2144 экз./час траления при среднем значении 119,2 экз./час траления, что ниже уровня 2021 г. (1238,7 экз./час траления). Вобла была поймана преимущественно в центральной части участка (рис. 1). В период второй съемки в наибольшем количестве вобла встречалась на акватории месторождения «Сарматское», где ее уловы варьировали от 232 до 4800 экз./час траления, при среднем значении на одну станцию 2334,4 экз./час траления и на станциях 1b, 2b, 3b (16-4928 экз./час траления), при среднем значении на одну станцию 1676 экз./час траления (рис. 1).



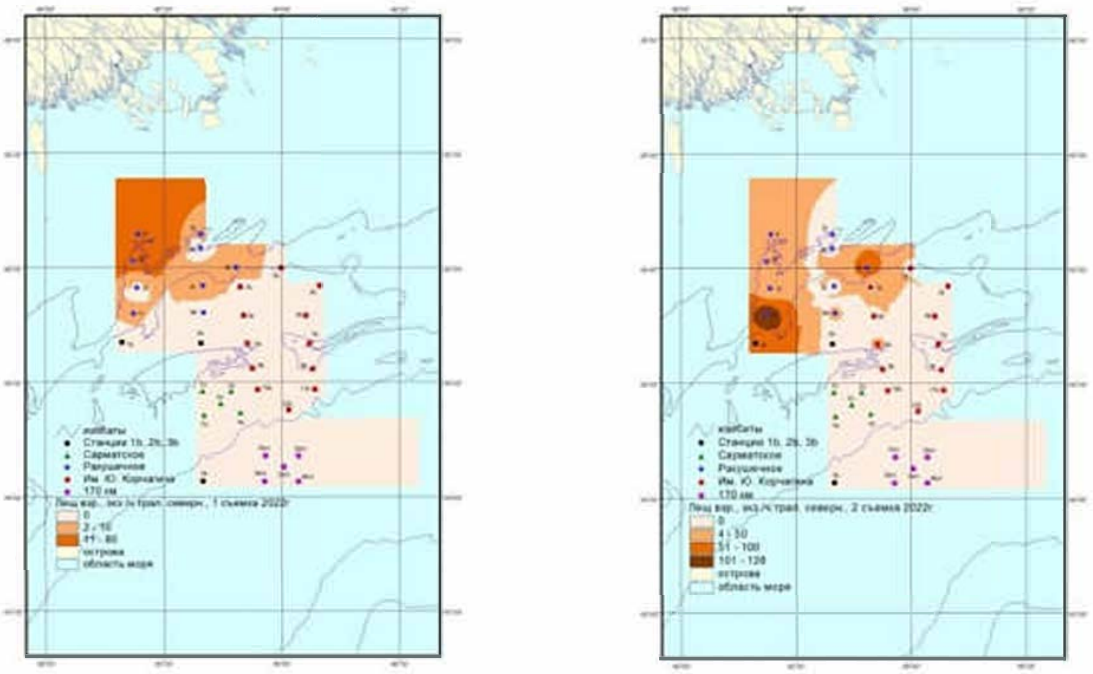
1 съемка **2 съемка**

Рисунок 1 – Распределение воблы на лицензионном участке «Северный», экз./час траления

В период второй съемки численность воблы на акватории лицензионного участка «Северный» увеличилась. Концентрации ее на акватории месторождений были достаточно высокие: месторождение им. Ю. Корчагина - 218-2464 экз./час траления, «Ракушечное» - 108-168 экз./час траления, «Сарматское» - 232-4800 экз./час траления, станция 3b участка «Северный» - 4928 экз./час траления. В районе месторождения «170 км» в траловых уловах вобла отсутствовала. Длина воблы в уловах варьировала в пределах 10-20 см, возраст – от 1+ до 4+ лет. Средние показатели длины, массы и возраста исследованных рыб составили 14,2 см, 0,061 кг и 2,5+ лет соответственно. Упитанность по Фультону – 2,1.

Лещ является одним из массовых полупроходных видов рыб Волжско-Каспийского бассейна, доля его составляет около 25 % от общего вылова полупроходных и речных рыб. В 2022 г. в Волжско-Каспийском бассейне промысловый запас его находился на уровне 55,2 тыс. т, промысловый улов – 11,8 тыс. т. В последние годы запас леща увеличился, за счет вступления в промысел среднеурожайных поколений.

В период первой и второй съемок на участке «Северный» лещ нагуливался в районе месторождения «Ракушечное». Доля его вылова в первую съемку составила 3 % от рыб пресноводного комплекса. Уловы леща колебались в пределах от 0 до 80 экз. /час траления, при среднем значении на одну станцию 3 экз./час траления. В наибольшем количестве (80 экз./час траления) лещ встречался на севере (1f) исследуемого участка (рис. 2).



1 съемка **2 съемка**

Рисунок 2 – Распределение леща на лицензионном участке «Северный», экз./час траления

Доля леща в период второй съемки составляла 1,3 %, концентрация варьировала от 0 до 128 экз./ час траления при среднем значении 8,2 экз./ час траления. Максимальное количество леща (128 экз./ час траления) отмечалось на севере участка (ст.1г). Увеличение численности леща на исследуемом участке отражало характер его нагульных миграций при сложившихся благоприятных условиях в это время года. Размерный ряд леща изменялся от 10 до 27 см, возраст – от 1+ до 3+ лет, доминировали рыбы (46,2 %) длиной 20-21 см, возрастом 2+ - 3+ лет. Средняя длина и масса составили 16,5 см и 0,100 кг, возраст 2+ лет.

Основные места обитания сазана – речные водоемы и водотоки р. Волги, авандельта и мелководные до глубины 3-5 м участки Северного Каспия, где весной перед заходом в дельту он образует преднерестовые скопления. В Волго-Каспийском и Северо-Каспийском (Астраханская область) рыбохозяйственных подрайонах сазан является одним из ценных объектов промысла, здесь сосредоточен основной запас вида. В современный период в Волжско-Каспийском бассейне численность популяции и уловы сазана увеличились, поскольку в промысле участвуют среднеурожайные и урожайные поколения 2017-2020 гг. Промысловый запас вида в 2022 г. составлял 19,699 тыс. т, что выше уровня 2021 г. на 1,749 тыс. т. Улов сазана в 2022 г. также увеличился и составил более 3,0 тыс. т, что на 400 т выше, чем в 2021 г. Состояние запасов сазана находится в удовлетворительном состоянии.

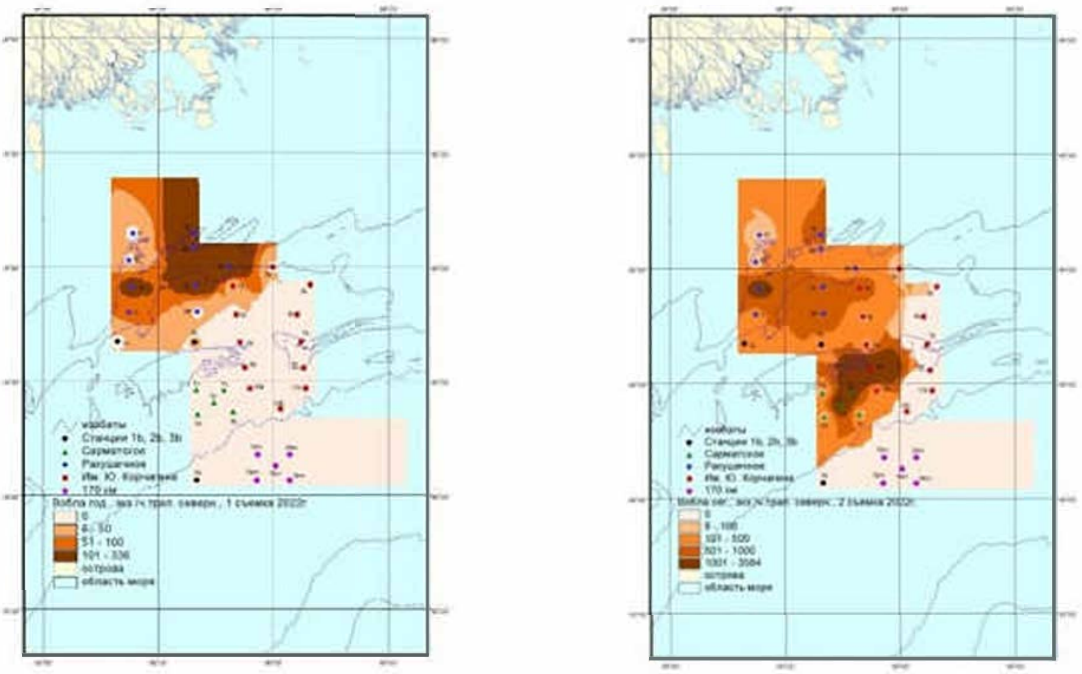
На акватории лицензионного участка «Северный» сазан встречался в уловах только в период первой съемки в северо-западной части месторождения «Ракушечное» на станции 1f . Общий вылов его составил 2 экз./час траления, при среднем улове на

одну станцию – 0,2 экз./час траления. Средняя длина сазана составила 32 см, масса – 0,450 кг, упитанность по Фультону – 1,37.

Карась – доминирующий по численности вид в группе «прочие» пресноводные, доля его вылова составляет более 40%. Промышленный вылов карася в 2022 г. достигал 7,0 тыс. т. Многочисленность карася способствует расширению его ареала. Низкие уровни воды в последние годы и обильное зарастание водоемов способствуют созданию благоприятных условий нереста, выживанию молоди, обеспеченности кормом и приводят к росту запасов, численности и уловов карася. В настоящее время при достаточно высоких уловах карася отмечается низкая его ликвидность. На лицензионном участке «Северный» он отмечался в уловах во время второй съемки на месторождении им. Ю. Корчагина, на глубине 10,0 м, при температуре воды 18,8^{0}С и прозрачности 1,8 м. Доля карася на месторождении составляла 0,1 %, при среднем улове на 1 станцию 0,3 экз./час траления. Средние биологические показатели карася на участке составили длина – 24 см, масса – 0,600 кг, упитанность по Фультону – 4,340.

Кутум – ценная промысловая рыба Среднего и Южного Каспия. Промысловые уловы кутума не высокие, в 2022 г. вылов – около 18 т. Кутум был пойман во время второй съемки на месторождении им.Ю. Корчагина в центральной части участка на ст. 6к в количестве 2 экз./час траления на глубине 11,7 м, при температуре воды 16,8 ^{0}С, прозрачности 6 м. Средний улов на станцию на этом месторождении составил 0,2 экз./час траления, в общем улове исследуемой акватории 0,05 экз./час траления. Низкие уловы кутума в акватории участка объясняются немногочисленностью вида. Длина его составила 32 см, масса – 0,450 кг, упитанность по Фультону – 1,37.

Молодь полупроходных рыб в период первой съемки была представлена только годовиками воблы, которые встречались в основном на акватории месторождения «Ракушечное», а также на станции 2 b (рис. 3). Уловы годовиков воблы варьировали от 0 до 336 экз./час траления, средний улов в целом на участке – 3,5 экз./час траления. В период второй съемки молодь полупроходных рыб в уловах была представлена воблой, лещом и судаком генерацией 2022 г. Доля воблы в уловах сеголеток составляла 97,0%, леща – 2,9%, судака – 0,1%. Уловы сеголеток воблы на участке колебались от 0 до 3584 экз./час траления, сеголеток леща – от 0 до 176 экз./час траления, судака – от 0 до 3 экз./час траления при среднем улове 382,2 экз./час траления, 11,4 экз./час траления и 0,1 экз./час траления соответственно. Сеголетки воблы встречались на акватории месторождений «Ракушечное», им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и станциях 1 b, 2 b (рис. 3). Сеголетки леща осваивали акваторию месторождения «Ракушечное» и станции 1 b, 2 b. Сеголетки судака встречались единичным скоплением на ст. 1 f. Наибольшее значение для нагула и формирования численности молоди полупроходных рыб имело месторождения «Ракушечное».



годовики **сеголетки**

Рисунок 3 – Распределение годовиков (первая съемка) и сеголеток (вторая съемка) воблы, экз./час траления

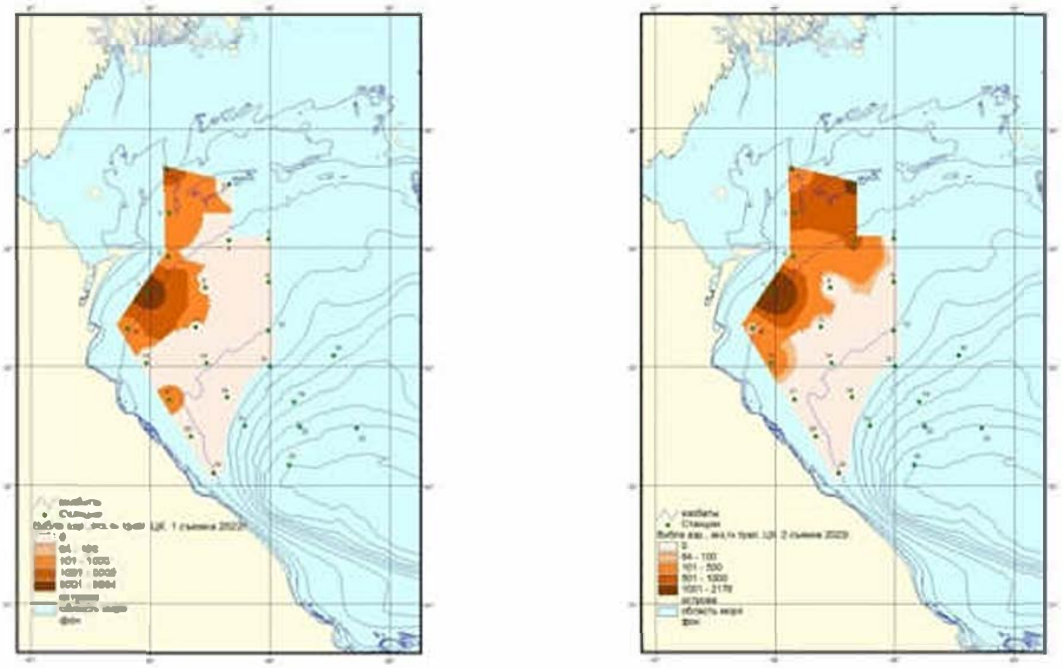
Полупроходные рыбы традиционно осваивают акваторию лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в его северной части и вдоль дагестанского побережья. В первую съемку 2022 г. в траловых уловах встречалась вобла, лещ и молодь полупроходных рыб. Во вторую съемку видовой состав был представлен воблой, лещом, судаком, чехонью, жерехом, кутумом и молодью полупроходных и речных рыб (табл. 2).

Таблица 2 – Видовой состав полупроходных рыб на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский»

Виды	1 съемка		2 съемка	
	Общий улов, экз./час траления	Доля в улове, %	Общий улов, экз./час траления	Доля в улове, %
Вобла	10204	96,7	5174	66,1
Лещ	350	3,3	2630	33,6
Судак	-	-	10	0,1
Чехонь	-	-	10	0,1
Жерех	-	-	6	0,06
Кутум	-	-	2	0,04
Итого	10554	100	7832	100

Вобла на акватории участка «Центрально-Каспийский» преобладала в уловах в первой и во второй съемках. В первой съемке уловы ее варьировали от 0 до 8064 экз./час траления, при среднем улове на всём участке 408,1 экз./час траления, что в 1,6 раза больше, чем в 2021 г., но на уровне показателя 2020 г. Распространение воблы ограничивалось глубиной 40 м. Максимальная концентрация (8064 экз./час траления)

наблюдалась на западе участка (ст. 7) рядом с Аграханским полуостровом на глубине 16 м, при температуре 14,5 °С и прозрачности воды 4,0 м (рис. 4). В период второй съемки уловы воблы колебались от 0 до 2176 экз./час траления при среднем значении 206,9 экз./час траления, что ниже уровня 2021 г. (322 экз./час траления). Максимальная ее концентрация (2176 экз./час траления) отмечалась, как и в первую съемку, на западе участка (ст. 7) рядом с Аграханским полуостровом (рис. 4).

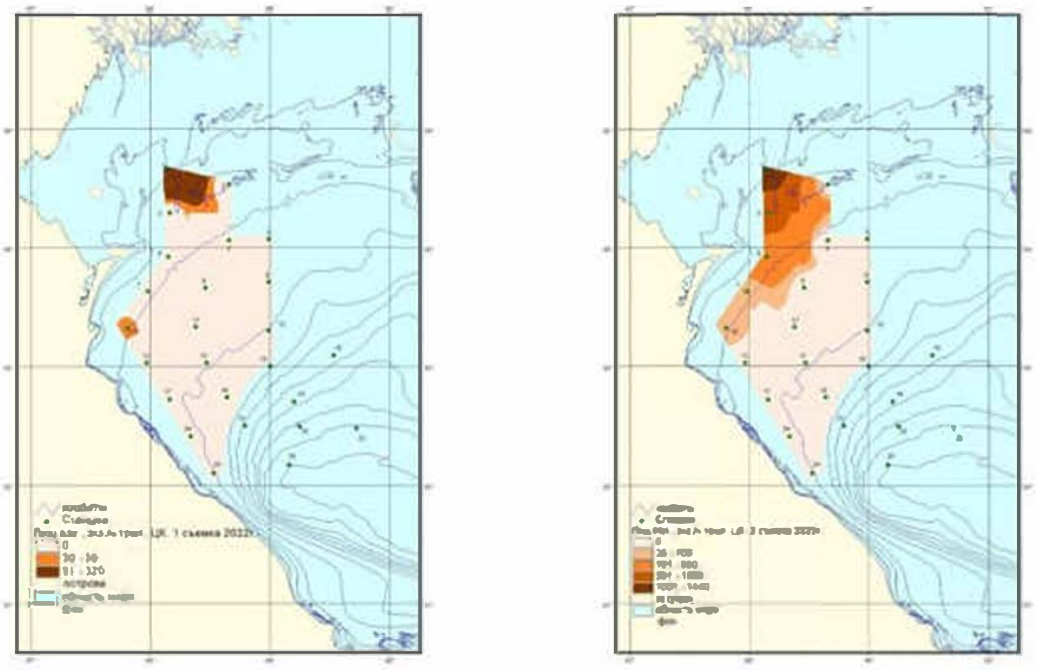


1 съемка **2 съемка**

Рисунок 4 – Распределение воблы на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский», экз./час трал

Снижение численности воблы на исследуемой акватории во вторую съемку обусловлено ее рассредоточением в места нагула. Основные ее скопления формировались в районах с глубинами до 20 м. Длина воблы в уловах изменялась от 10 до 24 см, возраст от 1+ до 6+ лет. Средняя длина, масса и возраст воблы составили 13,8 см, 0,055 кг и 2,3+ лет соответственно.

Лещ. Участок «Центрально-Каспийский» не является традиционным районом обитания леща, поэтому данный вид встречается на ограниченной акватории, вдоль Дагестанского побережья. В период первой съемки уловы леща изменялись от 0 до 320 экз./час траления. Вид встречался только на двух станциях (1, 10) в северной и западной частях исследуемого участка в количестве 320 и 30 экз./час траленияна глубине 5 и 18 м, при температуре воды 17,7 и 14,1^{0}С, прозрачности 1 и 6 м соответственно. Средняя величина улова на одну станцию составила 14 экз./ час траления, что в 2 раз ниже уровня 2021 г. (28,2 экз./ час траления) (рис. 5).



1 съемка **2 съемка**

Рисунок 5 – Распределение леща на лицензионном участке «Центрально-Каспийский», экз./час траления

В период второй съемки количество леща на акватории участка увеличилось, доля его составила 33,6 %. Уловы варьировали от 0 до 1440 экз./ час траления, средний улов составлял 105,2 экз./ час траления, что на уровне аналогичного показателя 2021 г. (118,2 экз./ час траления). Лещ концентрировался на севере и северо-западе исследуемого участка (рис. 5). Длина леща варьировала от 11 до 35 см, доминировали рыбы длиной 22-27 см (58,4 %). Средние значения длины, массы и возраста рыб соответствовали 23,5 см, 0,315 кг и 3,8+ лет.

Судак в период первой съемки на акватории исследуемого участка не встречался. Во время второй съемки судак был пойман только на одной станции (3) в северной части участка в количестве 10 экз./час траления при средней величине улова 0,4 экз./час траления на глубине 16 м при температуре воды 26,9 °С и прозрачности 3 м. Средние значения длины, массы и возраста соответствовали 16,4 см, 0,08 кг и 1+ лет.

Чехонь в период первой съемки в уловах не регистрировалась. Во второй съемке чехонь отмечалась в северной части исследуемой акватории в количестве 4 экз./час траления на глубине 5 м при температуре воды 25,9°С и прозрачности 1 м. Средний улов составил 0,4 экз./час траления. Средние биологические показатели длины, массы и возраста чехони составляли 20,6 см, 0,130 кг и 3+ лет соответственно.

Жерех встречался в уловах только во вторую съемку на севере участка, в количестве 6 экз./час траления. Доля его составляла 0,1 %, при среднем улове на 1 станцию 0,2 экз./час траления. Жерех отмечался южнее свала Средней Жемчужной банки на глубине 5 м, при температуре воды 25,9°С и прозрачности до 1,0 м Длина его изменялась от 34 до 38 см, средняя длина – 35,7 см, масса – 0,700 кг, возраст – 3+ лет.

Кутум был пойман во вторую съемку на западе участка ст. 7 в восточной части Аграханского полуострова в количестве 2 экз./час траления на глубине 16,0 м, при температуре воды 25,5 ^{0}С. Средняя концентрация составила 0,1 экз./час траления. Низкие уловы кутума в акватории участка объясняются немногочисленностью вида. Длина кутума составила 40 см, масса – 1,200 кг, возраст – 4+ лет.

В период первой съемки на участке Центрально-Каспийский **молодь полупроходных рыб** в уловах трала не встречалась. Видовой состав молоди в период второй съемки был представлен сеголетками воблы и леща, с преобладанием в уловах (80,4%) воблы. Молодь полупроходных рыб для нагула использовала небольшую часть акватории в наиболее мелководной северной части участка.

Таким образом, на акватории лицензионного участка «Северный» нагуливались 5 видов рыб: вобла, лещ, сазан, карась и кутум, преобладала вобла, более 90%. Наибольшие концентрации воблы были отмечены на акватории месторождений «Сарматское» и им. Ю. Корчагина. Количество воблы ко второму периоду съемок увеличилось, что связано с перераспределением вида в поисках кормовых организмов на нагульной площади Северного Каспия. Состояние популяции воблы в настоящее время находится в депрессивном состоянии, а ее доминирование обусловлено расположением участка, который находится на традиционном ареале ее нагула, откорма и миграций. Лещ в наибольшем количестве нагуливался на месторождении «Ракушечное». Максимальные скопления леща были отмечены на северо-западе исследуемого участка. Уловы остальных видов были единичными, нагуливались они в мелководной, опресненной зоне исследуемых акваторий. Месторождения «Ракушечное» и им. Ю. Корчагина имело наибольшее значение для нагула и формирования популяций полупроходных, речных рыб и их молоди.

На акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» встречались вобла, лещ, судак, чехонь, жерех, кутум и молодь полупроходных рыб. Вобла, лещ и другие виды осваивали северную и западную часть исследованной акватории. Молодь полупроходных рыб на обоих исследованных участках была представлена воблой и лещом. В наибольшем количестве отмечалась молодь воблы на севере участка «Центрально-Каспийский».

Качественные показатели всех видов рыб находились на уровне современных среднемноголетних значений. Распределение рыбы в районе исследований определялось в основном гидрологическими условиями моря, кормовой базой и соответствовало основным жизненным этапам рыб.

УДК 597.551.2-11: 597-1.05 (262.81)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДИ ВОБЛЫ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Маркина И. А.,
Уколова И. О.,

Козлова Н. В.
Волжско- Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина д. 1, kaspnirh@vniro.ru

Аннотация. Проведено исследование физиолого-биохимических показателей мышц молоди воблы в северной части Каспийского моря за период 2018-2022 гг. Изучали основные энергетические резервные вещества организма – общие липиды и водорастворимый белок. Выявлены диапазон значений биохимических субстратов в мышечной ткани годовиков воблы и межгодовая динамика показателей в исследуемый период.

Ключевые слова: вобла, мышечная ткань, общие липиды, водорастворимый белок.

Современное состояние запасов воблы чрезвычайно напряженное. Только за последние 20 лет запасы воблы уменьшились более чем в 2 раза, уловы ее упали в 6 раз, за период наблюдений с 1932 г. – более чем в 130 раз [Барабанов и др., 2022]. Сокращение численности воблы Волжско-Каспийского бассейна связана с систематическим несоблюдением оптимальных рыбохозяйственных попусков воды в весенний период и нагрузкой ННН-промысла, существенно снижающих эффективность ее естественного воспроизводства и, соответственно, пополнение запасов [Барабанов и др., 2022].

Формирование численности молоди воблы начинается в речной системе и продолжается в период нагула в море. При этом урожайность сеголеток карповых рыб характеризуется значительной вариабельностью и зависит от комплекса экосистемных факторов [Белоголова, Солохина, 2017]. Индикатором негативного влияния различных факторов среды на рыб и обеспеченность их пищей может служить уровень физиологического благополучия.

Актуальность данной работы заключается в обобщении информации о физиолого-биохимических показателях молоди воблы в Северном Каспии в современный период.

Цель работы – изучить содержание общих липидов и водорастворимого белка в мышечной ткани молоди воблы.

Отбор проб молоди воблы (годовиков) осуществляли в Северном Каспии в июне-июле 2018-2022 гг. в соответствии с общепринятыми методиками [Инструкции по сбору..., 2011]. Всего проанализировано 78 экз. молоди воблы. В мышцах рыб исследовали содержание общих липидов модифицированным методом с сульфофосфованилиновым реактивом по Цольнеру-Кирну [Методы ветеринарной клинической..., 2004] и водорастворимого белка - по методу Варбурга и Христиана [Методы биологии развития, 1974]. Статистическую обработку данных проводили согласно методам, описанным в работах [Баврина, 2020; Баврина, 2021]. При статистическом анализе содержания общих липидов и водорастворимого белка в мышечной ткани рыб использовали 25, 50 (медиана), 75 процентили, минимум (Min) и максимум (Max). Для сравнения выборок по биохимическим показателям применяли

критерий Краскела–Уоллеса.

Результаты исследования общих липидов в мышцах годовиков воблы в 2018-2022 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание общих липидов в мышцах годовиков воблы

Годы	Процентиль			Min	Max
	25-я	50-я (медиана)	75-я		
2018	0,58	0,65	0,77	0,44	0,99
2019	0,85	1,01	1,33	0,56	1,96
2020	0,84	0,93	1,11	0,69	1,47
2021	0,83	0,88	0,93	0,80	0,97
2022	0,82	0,96	1,11	0,66	1,46

По результатам квантильного анализа медиана общих мышечных липидов составила 0,65, 1,01, 0,93, 0,88 и 0,96% в 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 гг. соответственно. За период 2018-2022 г. медиана исследуемого биохимического субстрата составила 0,89% в среднем диапазоне 0,73-1,01%.

Таким образом, в 2018 г. зарегистрированные показатели общих липидов в мышцах молоди воблы были ниже среднемноголетних значений.

Размах вариации значений концентраций общих липидов в мышцах годовиков воблы составлял от 0,44% в 2018 г. до 1,96% в 2019 г. Сравнительный анализ (критерий Краскела–Уоллеса) по годам выявил более низкие показатели содержания общих липидов в 2018 г. относительно 2019, 2020 и 2022 гг. ($p<0,05$), что находилось в прямой зависимости от общего индекса наполнения кишечников [Расторгуева, 2022].

Результаты исследования другого пластического и энергетического субстрата организма - водорастворимого белка в мышцах молоди воблы представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание водорастворимого белка в мышцах годовиков воблы

Годы	Процентиль			Min	Max
	25-я	50-я (медиана)	75-я		
2018	46,74	50,95	61,35	40,23	68,38
2019	42,99	48,82	55,39	36,97	60,86
2020	49,90	53,63	55,47	35,35	57,05
2021	40,13	40,44	41,21	39,35	43,22
2022	43,74	50,92	53,23	38,24	60,54

За период 2018-2022 гг. у молоди воблы медиана водорастворимого белка в мышцах колебалась от 40,44 до 53,63 мг/г. В период 2018-2022 г. медиана исследуемого биохимического показателя составила 50,28 мг/г при среднем диапазоне 45,01-55,47 мг/г. В 2021 г. концентрации мышечного водорастворимого белка были ниже среднемноголетних величин.

Размах вариации содержания белка в мышцах годовиков воблы за исследуемый период был в пределах от 35,35 мг/г в 2020 г. до 68,38 мг/г в 2018 г. Отмечено снижение содержания водорастворимого белка в 2021 г. по сравнению с 2018 и 2020 гг. ($p<0,05$) (критерий Краскела–Уоллеса), что зависело от спектра питания молоди и от выборки рыб.

Таким образом, по результатам исследований 2018-2022 гг. выявленные межгодовые изменения содержания общих липидов и водорастворимого белка в мышечной ткани годовиков воблы находились в прямой зависимости от питания рыб.

Список литературы

1. Баврина, А.П. 2020. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях . В помощь исследователю. № 2 (63): С. 95-104.

2. Баврина, А.П. 2021. Современные правила применения параметрических и непараметрических критериев в статистическом анализе медико-биологических данных. В помощь исследователю. - № 1 (66) –:64-73.

3. Барабанов В. В., Горохов М. Н., Шипулин С. В. 2022. О мерах по сохранению и восстановлению популяции воблы Rutilus rutilus caspius (Jakovlev, 1870).Рыбное хозяйство. №5: 77-81.

4. Барабанов В.В., Левашина Н.В., Никитин Э.В., Васильченко О.М., Лардыгина Е.Г. 2023. К вопросу пропуска производителей воблы на нерестилища дельты р. Волги. 2023. Всероссийская конференция ученых и специалистов, посвященная 160-летию Н.М. Книповича «Актуальные проблемы освоения водных биологических ресурсов Российской Федерации». Мурманск: изд-во «ПИНРО» им. Н. М. Книповича. 56-58 с.

5. Белоголова Л. А., Солохина Т. А. 2017. Численность сеголеток воблы, леща и судака в западной части Северного Каспия в 2012-2016 годах. Вестник АГТУ, Сер.: Рыбное хозяйство. № 3: 9-16.

6. Детлаф Т.А., Бродский В.Я., Гаузе Г.Г. 1974. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические. М.: изд-во Наука, 619 с.

7. Кондрахин И.П. 2004. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник . М.: изд-во «КолосС», 520 с.

8. Расторгуева С.В. 2022. Питание популяции воблы (*Rutilus Rutilus Caspicus* Jakowlev, 1870) в западной части Северного Каспия в 2021 г. Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием). Махачкала: изд-во ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 161-168.

9. Судаков Г.А. 2011. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: изд-во «КаспНИРХ»,193 с.

УДК: 591.524.12 (262.81)

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА НА АКВАТОРИИ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ» В 2021-2022 ГГ.

Мартьянова М.Н.,
Никулина Л.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются изменения качественного состава и количественных величин зоопланктона лицензионного участка «Центрально – Каспийский» за период 2021-2022 гг.

Ключевые слова: зоопланктон, разнообразие, качественный состав, численность, биомасса, лицензионный участок, годовая динамика.

Экологический мониторинг занимает ведущее место в охране морских вод от загрязнения. Возрастание антропогенной нагрузки на экосистему Каспийского моря, которая связана с разведкой и добычей нефтеуглеводородов, вызывает необходимость регулярного наблюдения за состоянием окружающей среды на акватории моря.

Зоопланктон является одним из важнейших компонентов водной экосистемы, быстро и чутко реагирует на изменения экологического состояния водоемов [Мордухай-Болтовской, Ривьер, 1977].

В 2021-2022 гг. на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» проводились гидробиологические исследования. Составной частью этих исследований являлось наблюдение за состоянием зоопланктонного сообщества.

Цель работы – провести анализ качественных и количественных показателей состояния зоопланктона.

Сбор и обработка материала выполнены по общепринятой методике [Инструкция по сбору и обработке, 1977]. Орудием лова являлась сеть Джеди, Д = 36 см, газ-капрон № 49. На каждой станции проводился лов зоопланктона тотально. Пробы фиксировались 40% формалином до конечной концентрации 4%. Всего было собрано и обработано в лабораторных условиях 100 проб.

Анализ материалов по изучению разнообразия и количественных характеристик зоопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» за период 2021-2022 гг. показал, что наибольшее количество видов зарегистрировано во время проведения первой съемки. В среднем за два года наблюдений в первую съемку в качественном составе зоопланктона насчитывалось 30 таксономических единиц. Зооценоз исследуемого участка моря был представлен следующими группами беспозвоночных: Protozoa, Rotatoria, Cladocera, Copepoda и личинками донных животных Bivalvia, Cirripedia. Наибольшее разнообразие видов отмечалось в группе ветвистоусых раков, субдоминировали коловратки и веслоногие ракообразные. Состав остальных отделов зоопланктона характеризовался небольшим видовым разнообразием (рисунок 1).

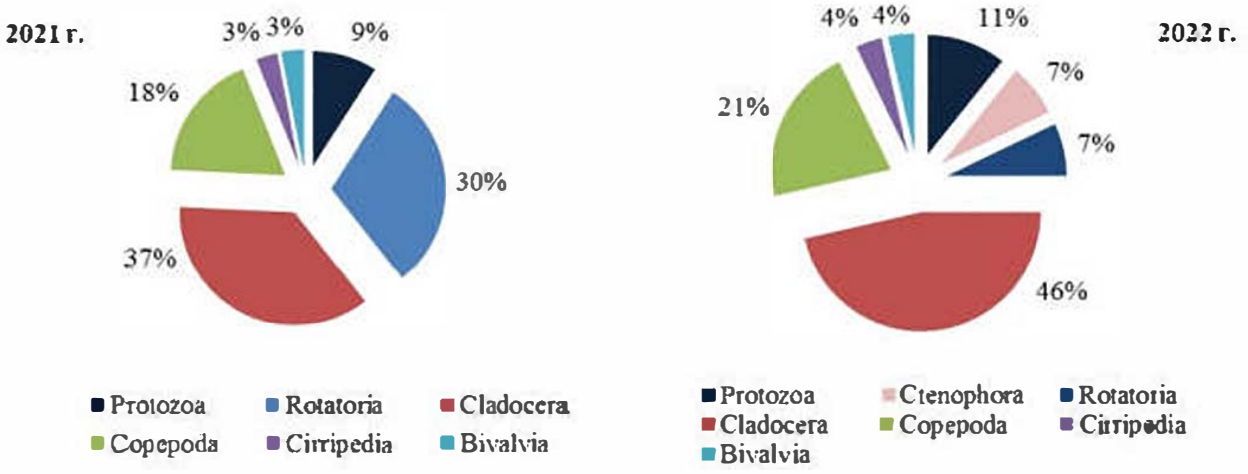


Рисунок 1 – Качественный состав зоопланктона на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в первую съемку 2021-2022 гг.

Средняя численность и биомасса зоопланктона в период наблюдений составляла 2,4 тыс. экз./м^3 и 22,2 мг/м^3. Основу количественных величин определяли веслоногие рачки, составив 51% численности и 61% биомассы от общего числа беспозвоночных (рисунок 2).

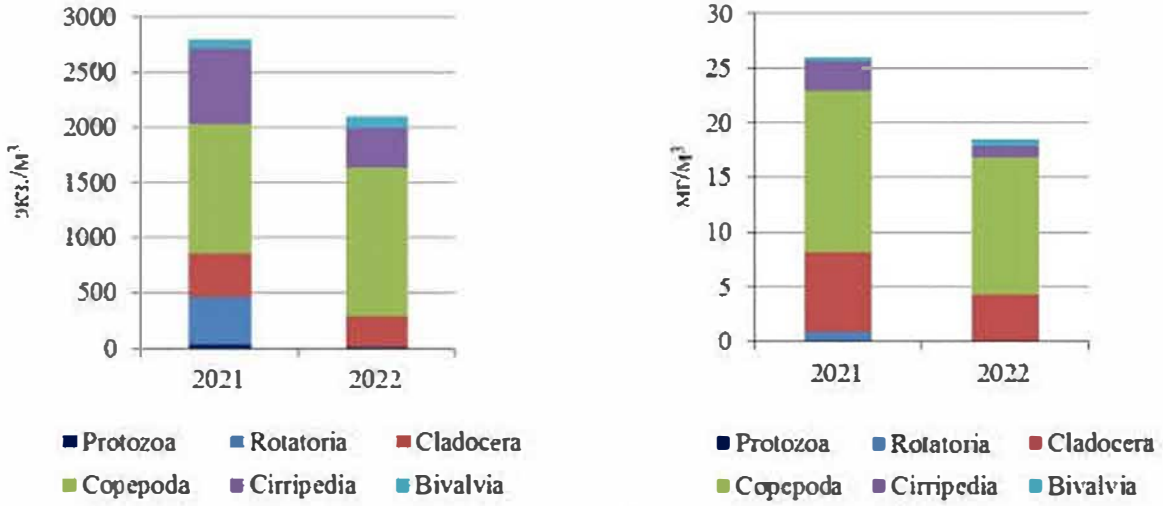


Рисунок 2 – Численность (экз./м^3) и биомасса (мг/м^3) зоопланктона на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в первую сьемку 2021-2022 гг.

Качественный состав Copepoda и Cladocera по годам в период первой съемки существенно не изменялся. В группе Copepoda наиболее интенсивно развивалась *Acartia tonsa*, представленная науплиальными, копеподитными и взрослыми стадиями. Дополняли количественные величины *Calanipeda aquaedulcis*, *Heterocope caspia*, *Halicyclops sarsi*, организмы Harpacticoida gen.sp., Cyclopoida gen.sp. Численное преимущество среди ветвистоусых рачков принадлежало видам *Evadne anonyx*, *Pleopis polyphemoides*, *Evadne nordmanni*. В группе коловраток в 2021 году лидирующими являлись виды рода Brachionus (*Brachionus diversicornis* и *B. quadridentatus quadridentatus*). В 2022 году в рассматриваемый период развитие коловраток было

слабым. Всего в составе группы были отмечены два вида - *Asplanchna priodonta* и *Synchaeta pectinata*. Среди факультативных планктеров наиболее интенсивно развивались личинки усоногих ракообразных. Плотность велигеров Bivalvia была небольшой. Из простейших наиболее часто в пробах выявлялись организмы подкласса Foraminifera и зоопланктеры рода Centropyxis. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* в первую съемку в пробах зоопланктона не наблюдался.

Межгодовые изменения зоопланктона во вторую съемку характеризовались снижением качественного состава, при этом существенные изменения в видовой структуре не наблюдались. Подавляющее большинство видов обитали постоянно. Небольшая замена видов происходила в основном в группах Rotatoria, Cladocera, Copepoda. В среднем в качественном составе зоопланктона насчитывались 22 таксономические единицы зоопланктеров (рисунок 3).

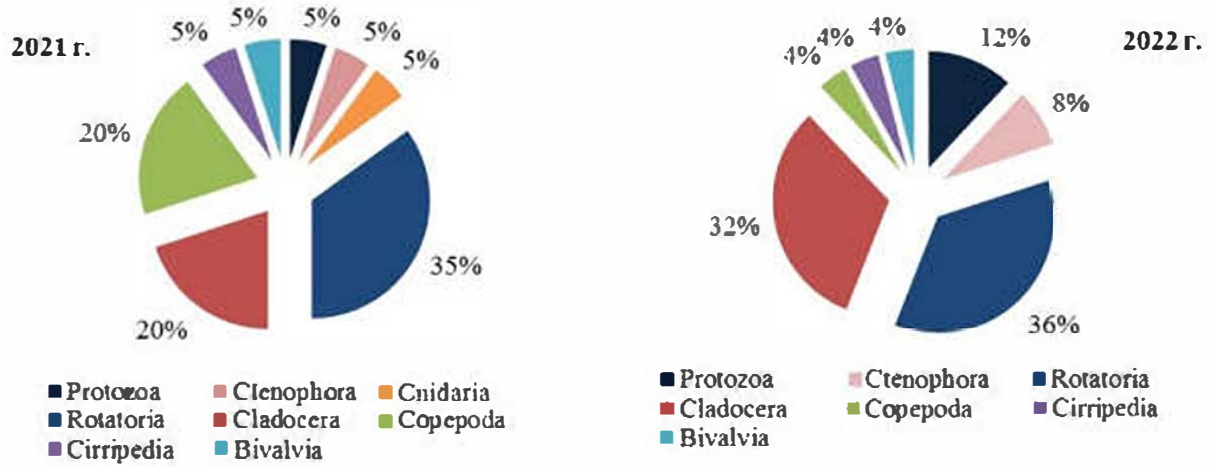


Рисунок 3 – Качественный состав зоопланктона на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» во вторую съемку 2021-2022 гг.

Развитие зоопланктона в течение всего периода исследований находилось в большой зависимости от развития копепод. Анализ материала показал, что в период второй съемки наблюдалось увеличение показателей численности и биомассы зоопланктона относительно первой съемки за счет более интенсивного развития веслоногого рачка *Acartia tonsa*, в популяции которой преобладали взрослые формы.

Средняя численность и биомасса зоопланктона в период наблюдений составляла 3,3 тыс. экз./м^3 и 35,2 мг/м^3. Основу количественных величин формировали копеподы (рисунок 4).

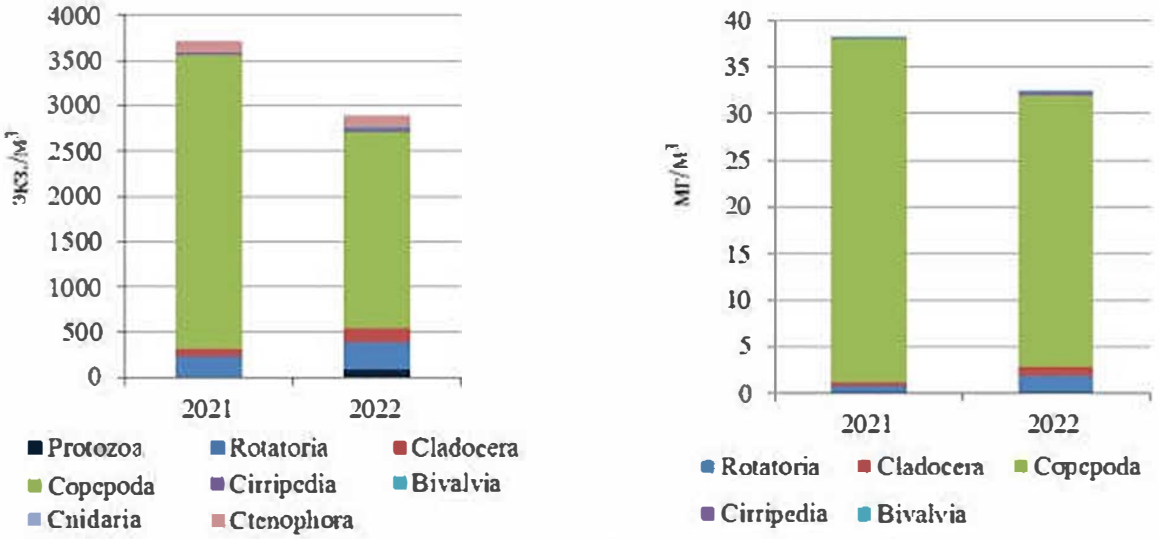


Рисунок 4 – Численность (экз./м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» во вторую съемку 2021-2022 гг.

Доля веслоногих ракообразных в общих показателях зоопланктона в период исследований составляла 82% численности и 93% биомассы. Среди Cladocera в межгодовой динамике преобладал рачок *Pleopis polyphemoides*. Коловратки в 2021 году были представлены видами рода Brachionus, главным образом *B. q. hyphalmyros B. plicatilis*. В 2022 году состав доминантов изменился. Заметное развитие в группе получили виды *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Keratella tropica*. Количественные показатели временно планктонных форм Cirripedia и Bivalvia были низкими. Численность гребневика *Mnemiopsis leidyi* за два года наблюдений не превышала 122,1 экз./м³. Из простейших в составе сообщества зоопланктона наиболее часто регистрировались организмы подкласса Foraminifera и вид *Zoothamnium pelagicum*.

Таким образом, анализ материалов, представленных за период 2021-2022 гг. на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» показал, что основу таксономической структуры зоопланктонного сообщества определяли коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки. Численность и биомассу формировали копеподы с доминированием *A. tonsa*. На акватории участка от первой ко второй съемки прослеживалась тенденция небольшого уменьшения качественного состава планктона, но при этом регистрировалось увеличение количественных показателей беспозвоночных, что было обусловлено преобладанием в сообществе зоопланктона веслоногих ракообразных.

Список литературы

1. Инструкция по сбору и обработке планктона. - М.: ВНИРО, 1977. -72 с.

2. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. Беспозвоночные как показатели эвтрофирования водоемов // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Гидрометеоиздат. 1977. С. 28-31.

УДК 597.541-11 (262.81)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЛГИНСКОЙ СЕЛЬДИ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Махлин А.В.,
Козлова Н.В.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, anastasia_lavrinenko@mail.ru

Аннотация. В статье представлена физиологическая характеристика самок долгинской сельди, выловленной в весенний период в Северном Каспии. Исследованы стадии зрелости гонад рыб, основные резервные вещества организма – водорастворимый белок и общие липиды в мышцах и гонадах особей. Физиологическое состояние долгинской сельди по содержанию общих липидов и водорастворимого белка в мышечной ткани удовлетворительное. Сравнительный межгодовой анализ не выявил достоверных различий по содержанию исследуемых резервных веществ в тканях самок долгинской сельди.

Ключевые слова: долгинская сельдь, нерест, мышцы, гонады, общие липиды, водорастворимый белок.

Долгинская сельдь (*Alosa braschnikowii braschnikowii* Borodin, 1904) - перспективный объект промысла [Зубкова, Канатьев, 2016]. Комплексное изучение ее воспроизводства в Северном Каспии и состояния запасов является актуальным. Многолетние мониторинговые исследования [Зубкова, Разинков, 2022] подтверждают, что вид характеризуется стабильностью биомассы запаса, структуры популяции по возрастному и размерно-весовому составу, распределения концентраций на нерестилищах, урожайности новых поколений.

Для понимания биологии вида необходимо уделять внимание исследованиям обмена веществ у рыб, в частности, выяснению связей между спецификой метаболизма и началом функционирования репродуктивной системы, проводить индивидуальный анализ особей. Однако в литературе отсутствуют данные о физиологической характеристике морских сельдей, в том числе и долгинской сельди.

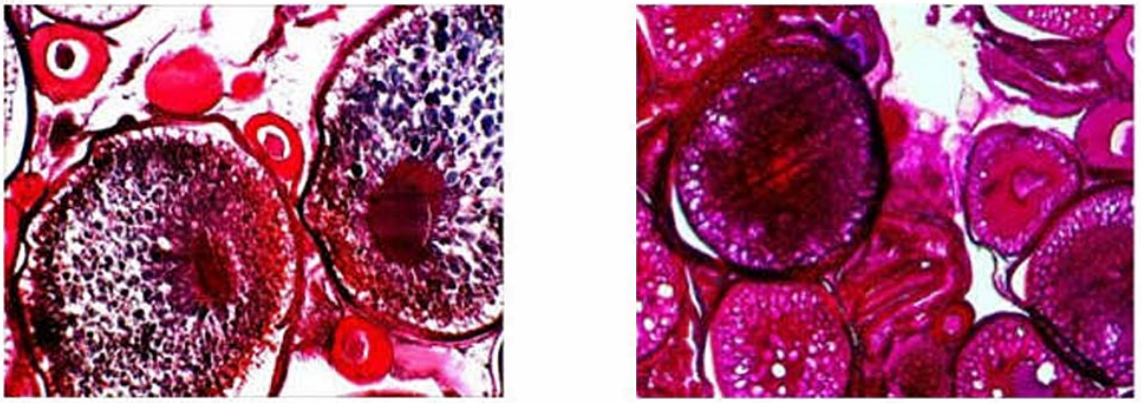
Цель настоящей работы – получить физиологическую характеристику долгинской сельди в Северном Каспии.

Отбор проб осуществляли весной в Северном Каспии в 2019, 2020, 2022 гг. в весенний период (апрель-май) в соответствии с общепринятыми инструкциями [Судаков, 2011]. Изучали общие липиды и водорастворимый белок в мышцах, гонадах. Содержание общих липидов в тканях рыб определяли модифицированным методом с сульфофосфованилиновым реактивом по Цольнеру - Киршу [Кондрахин, 2004], концентрацию водорастворимого белка - методом Варбурга и Христиана [Детлаф и др., 1974]. Исследование стадий зрелости гонад (СЗГ) рыб проводили стандартными

гистологическими методами [Микодина и др., 2009]. Содержание общих липидов и водорастворимого белка представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (σ).

Масса исследованных рыб составляла 398,1 – 531,4 г, длина особей варьировала в пределах 32,6 - 35,1 см.

Долгинская сельдь относится к рыбам с порционным икрометанием. Исследование гонад самок долгинской сельди в весенний период 2019-2022 гг. показало, что у особей было зафиксировано состояние близкое к началу нереста (IV-V СЗГ) (рис.1А), нерестовое состояние: V СЗГ; VI-III СЗГ; VI-IV (рис. 1Б) и преднерестовое (IV СЗГ).



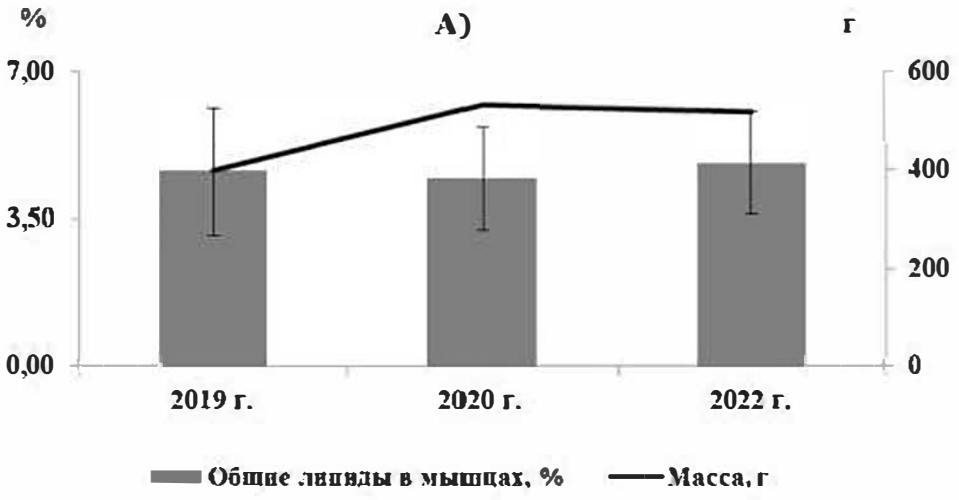
А Б

Рисунок 1 – Яичники долгинской сельди IV- V (А) и VI-IV (Б) СЗГ. Увеличение 10x10

Нерестовый период - наиболее уязвимый в жизненном цикле рыб. По своим параметрам (состояние производителей, половых желез, выживаемость на различных этапах онтогенеза молоди) он является чувствительным индикатором состояния среды Северного Каспия [Зубкова, Канатьев, 2016].

Нерест определяет характер динамики важнейших процессов в организме, в том числе изменение содержания липидов и белков. Общие липиды и водорастворимый белок в тканях необходимы для выполнения важных физиологических функций организма.

Анализ мышечной ткани самок долгинской сельди показал среднее содержание общих липидов на уровне 4,45-4,82% в период 2019-2022 гг. (рис. 2А). Концентрация водорастворимого белка в мышечной ткани самок составляла 41,5-59,8 мг/г (рис.2Б). По результатам наших исследований среднее количество общих липидов и водорастворимого белка в мышечной ткани у долгинской сельди находилось в прямой зависимости от массы рыб.



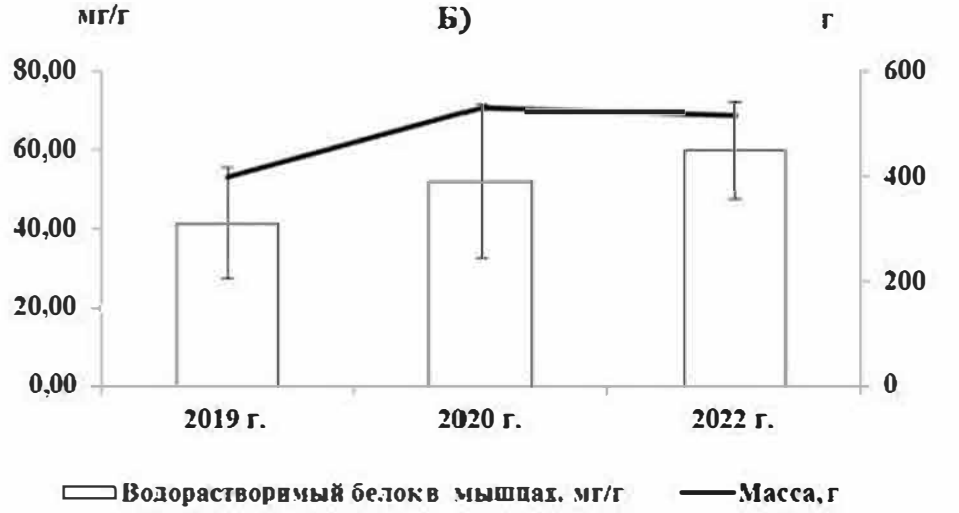


Рисунок 2 – Физиолого-биохимические показатели самок долгинской сельди

Липидные резервы необходимы для обеспечения энергией синтеза генеративной ткани с последующим частичным переходом их в гонады. Концентрации общих липидов и водорастворимого белка, служащие строительным материалом ооцитов, а после вымета и оплодотворения икринок выполняющие питательную функцию у развивающегося зародыша, в гонадах самок долгинской сельди составили 4,8-5,5% и 80,4-118,9 мг/г соответственно (таблица).

Таблица – Физиолого-биохимические показатели гонад самок долгинской сельди

Показатели	2019 г.	2020 г.	2022 г.
Общие липиды, %	5,4±1,9	4,8±1,0	5,5±0,5
Водорастворимый белок, мг/г	82,7±25,6	80,4±21,7	118,9±28,9

Таким образом, представлена физиологическая характеристика долгинской сельди в 2019 - 2022 гг. в Северном Каспии в современных экологических условиях. В весенний период самки характеризовались IV, IV-V, V, VI-III, VI-IV стадией зрелости

гонад. По содержанию основных резервных энергетических биохимических субстратов организма в тканях - общих липидов и водорастворимого белка в мышцах и гонадах физиологическое состояние рыб удовлетворительное. В сравнительном межгодовом аспекте не выявлено достоверных различий между физиолого-биохимическими показателями в тканях самок долгинской сельди. Среднее количество общих мышечных липидов и водорастворимого белка у долгинской сельди находилось в прямой зависимости от массы особей.

Список литературы

1. Детлаф Т.А., Бродский В.Я., Гаузе Г.Г. 1974. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические. - М.: изд-во Наука, 619 с.
2. Зубкова Т.С., Канатьев С.В. 2016. Каспийские сельди – перспективные объекты промысла. Рыбное хозяйство. № 3: 67–71
3. Зубкова Т.С., Разинков В.П. 2022. Морские мигрирующие сельди Каспийского моря. Вопросы рыболовства. Т. 23. №2: 51–62. DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-2-51-62.
4. Кондрахин И.П. 2004. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: изд-во «КолосС», 520 с.
5. Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: изд-во «ВНИРО», 112 с.
6. Судаков. Г.А. 2011. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: изд-во «КаспНИРХ»,193 с.

УДК 579.68

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОТЫ РЫБ СЕМЕЙСТВА GOBIIDAE НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ» В 2022 Г.

Менькова А.В.,
Дьякова С.А.,
Кирюхина Е.Р.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, ava-131@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены данные по распределению микроорганизмов во внутренних органах и тканях бычковых рыб на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в 2022 г. В пробах регистрировали сапротрофные и условно-патогенные бактерии, соотношение которых различалось по биотопам. Выделенные изоляты обладали ферментативной активностью и множественной антибиотикорезистентностью. Вместе с тем ярко выраженные патологические процессы

и заболевания бактериальной природы у обследованных рыб отсутствовали, а уровень контаминации определен как бессимптомное бактерионосительство.

Ключевые слова: Каспийское море, микроорганизмы, бычки, антибиотикорезистентность, ферментативная активность.

В Каспийском море освоение нефтегазоносных месторождений ведется с 19 века. Экономическое развитие в мире стоит за добычей нефти и газа именно на шельфовых месторождениях, т.к. около половины нефтяных ресурсов находится на дне моря [Серикова, 2013; Арабов, 2019]. Несмотря на современные методы, в частности требования по соблюдению «нулевого сброса» в окружающую среду, активное освоение нефтяных месторождений сопряжено с повышенной антропогенной нагрузкой на акваторию. Кроме того, длительное воздействие нефтяных углеводородов может нарушать сложившееся равновесие экосистемы, что негативно влияет на водную среду и биологические ресурсы. Микроорганизмы реагируют даже на малейшие изменения внешней среды. Определение бактерий-индикаторов позволяет судить о качественных изменениях в экосистеме, которые могут произойти в результате постоянно растущего пресса антропогенной нагрузки. Вследствие чего детальное изучение структуры микробиоценозов рыб сем. Gobiidae в силу их низкой миграционной активности и особенностей поведенческих реакций (закапывание в грунт) позволит получить представление о состоянии бычковых рыб, на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский».

В рамках экологического мониторинга на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в 2022 г. проведены бактериологические исследования рыб семейства Gobiidae.

Отбор микробиологических проб производили в соответствии с общепринятыми и нормативными методиками [Головина, 2016; ГОСТ 31904-2012]. Определение таксономической принадлежности выделенных изолятов проводили согласно Определителю бактерий Берджи и Определителю нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий [Хоулт и др., 1997; Вейант и др., 1999]. Изолированные бактерии протестированы на наличие ферментативной активности и чувствительности к антибиотикам [Лабинская, 2021]. Всего за период исследований собрано и обработано 36 проб внутренних органов и тканей бычковых рыб.

Бактериоценоз внутренних органов бычковых рыб состоял из 19 видов микроорганизмов, относящихся к следующим родам: *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Marinococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Salmonella*, *Serratia*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* (таблица 1).

Таблица 1 - Микробиота бычковых рыб на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г.

Виды	Встречаемость микроорганизмов, %		
	печень	жабры	кишечник
Грамположительные микроорганизмы			
Bacillus sp.	-	4,00	3,00

Corynebacterium sp.	-	2,00	1,00
Micrococcus sp.	2,00	4,00	2,00
Marinococcus sp.	2,00	3,00	3,00
Staphylococcus sp.	-	3,00	2,00
Streptococcus sp.	-	1,00	1,00
Сем. Enterobacteriaceae			
Proteus sp.	-	2,00	3,00
P. vulgaris	-	1,00	1,00
Salmonella sp.	-	1,00	4,00
Serratia sp.	1,00	3,00	5,00
Сем. Moraxellaceae			
Acinetobacter sp.	-	3,00	2,00
A. lwoffii	-	1,00	1,00
Сем. Pseudomonadaceae			
Pseudomonas sp.	1,00	5,00	3,00
Ps. aeruginosa	-	4,00	3,00
Ps. diminuta	-	1,00	-
Сем. Vibrionaceae			
Vibrio sp.	-	3,00	2,00
V. fischeri	-	2,00	1,00
Сем. Alcaligenaceae			
Alcaligenes sp.	-	3,00	2,00
Сем. Flavobacteriaceae			
Flavobacterium sp.	1,00	5,00	3,00

Наибольшим видовым разнообразием микробных ассоциаций из всех исследованных органов характеризовались жабры и кишечник бычковых рыб (таблица 1, рисунок 1).

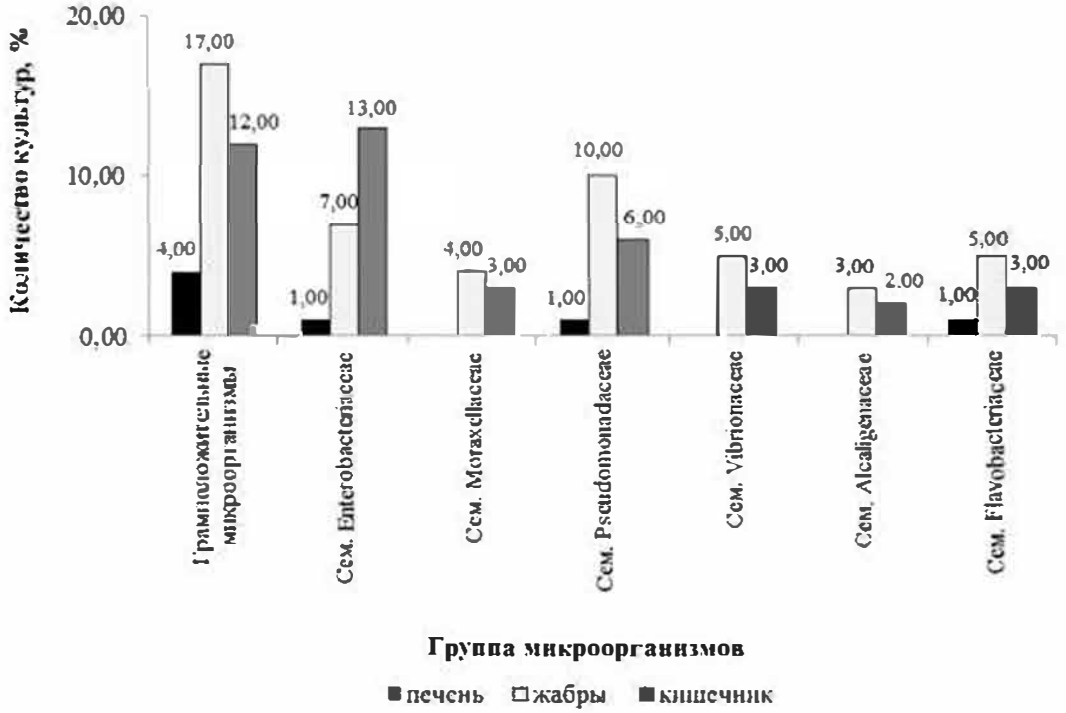


Рисунок 1 – Биоразнообразие микробиоты внутренних органов бычков, выловленных на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г.

В микробиоценозе жаберного аппарата рыб сем. Gobiidae в 2022 г. преобладали грамположительные микроорганизмы, которые в последние годы занимали доминирующее положение в микробиоте воды и донных отложений на акватории Северного и Среднего Каспия [Dyakova, 2020]. Ежегодно регистрируемая аналогичность таксономических составов (на уровне семейств) бактериоценозов воды, донных отложений и жабр бычков подтверждает значительное влияние бактериальной обсемененности окружающей среды на контаминацию дыхательного аппарата рыб. Массовая доля грамположительных бактерий, выделенных из жабр, составляла 17,00 %. Вторыми по частоте встречаемости в тканях жаберных лепестков были представители сем. Pseudomonadaceae – 10,00 % случаев. Энтеробактерии значительно уступали доминирующей группе и насчитывали не более 7,00 % от микробиоты гобиид. Бактерии рр. *Vibrio* и *Flavobacterium* выделяли равным числом изолятов (5,00 % выделенных культур). Моракселлы и алкалигенесы в пробах жабр отмечены единично, а их численность составляла 4,00 и 3,00 %, соответственно.

Основная составляющая бактериальных сообществ, населявших биотопы кишечника, относилась к бактериям сем. Enterobacteriaceae и грамположительным микроорганизмам (до 13,00 и 12,00 % всех выделенных изолятов, соответственно). Преобладание энтеробактерий в кишечнике является нормальным, поскольку данные представители относятся к резидентным обитателям желудочно-кишечного тракта рыб, а превалирование грамположительных бактерий могло быть связано с особенностями питания гобиид. Субдоминировали в кишечнике рыб бактерии сем. Pseudomonadaceae, встречающиеся в 6,00 % случаев. Псевдомонады, вероятнее всего, выступали в роли

сопутствующей микрофлоры, выживаемость которым обеспечивали их антагонистические свойства по отношению к представителям других выделенных групп. Микроорганизмы семейств Moraxellaceae, Vibrionaceae и Flavobacteriaceae встречались в равной степени, но в незначительном количестве по отношению к доминирующим бактериям (не более 3,00 % выделенных изолятов). Алкалигенесы были наименьшими по частоте встречаемости, доля которых составляла 2,00 % всех изолированных культур.

В микробиоценозе печени единично отмечены представители следующих родов: *Micrococcus*, *Marinococcus*, *Pseudomonas*, *Serratia* и *Flavobacterium* (до 2,00 % от числа всех выделенных изолятов) (таблица 1, рисунок 1). Наличие каких-либо микроорганизмов в печени могло быть следствием снижения резистентности организма обследованных рыб и высокой инвазивности изолированных бактерий. Однако низкий уровень бактериального обсеменения паренхиматозного органа, на фоне отсутствия патологических изменений, вероятнее всего, указывает на бессимптомное бактерионосительство, не представляющее опасности для гобиид.

Все изоляты, выделенные из бычковых рыб, тестировали на наличие ферментативной активности (способность синтезировать протеазу, лецитиназу, ДНК-азу и гемолизин), во многом обуславливающей патогенный потенциал бактерий, в связи с чем, способность продуцировать ферменты можно рассматривать как фактор патогенности (рисунок 2).

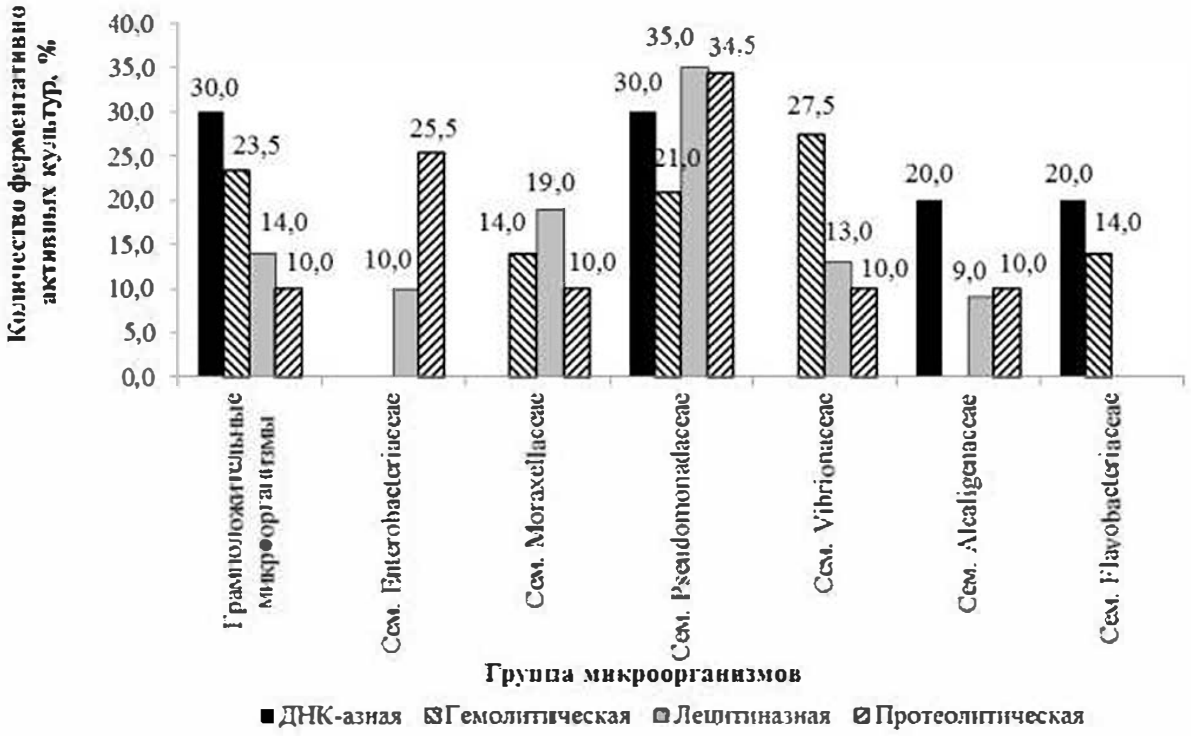


Рисунок 2 – Факторы патогенности микробиоты бычков в 2022 г.

Способность к синтезу лецитиназы и протеазы регистрировали у наиболее широкого спектра выделенных бактерий. Максимальное число ферментативно активных изолятов отмечено среди представителей сем. Pseudomonadaceae и грамположительных микроорганизмов, продуцирующих все виды ферментов из числа тестируемых, что подтверждало их высокую адаптивную способность и патогенный потенциал (рисунок

2). Следующими по степени активности были представители сем. Vibrionaceae (до 27,50 % активных изолятов), а также бактерии сем. Moraxellaceae, Alcaligenaceae и Flavobacteriaceae (до 20,00 %). Энтеробактерии осуществляли синтез только двух ферментов: протеазы (25,50 %) и лецитиназы (10,00 %), а представители сем. Flavobacteriaceae продуцировали ДНК-азу и гемолизин в 20,00 и 14,00 % случаев, соответственно. Наличие способности продуцировать вышеперечисленные ферменты позволяет микробным клеткам проникать распространяться по макроорганизму из зоны первичного заражения. Вместе с тем, отсутствие ярко выраженных патологических процессов у обследованных особей сем. Gobiidae позволяет предположить, что ферментативно активные микробные изоляты, благодаря высокой гетерогенности свойств, после колонизации различных биотопов в организме рыб могли снижать интенсивность синтеза энзимов или не проявлять вирулентные свойства для уменьшения патогенного влияния для хозяина [Бухарин, Литвин, 1997; Зверев, Быков, 2016].

Помимо факторов патогенности изучали чувствительность изолированных бактерий к антимикробным препаратам, поскольку она является одной из информативных характеристик микробиоты водных объектов.

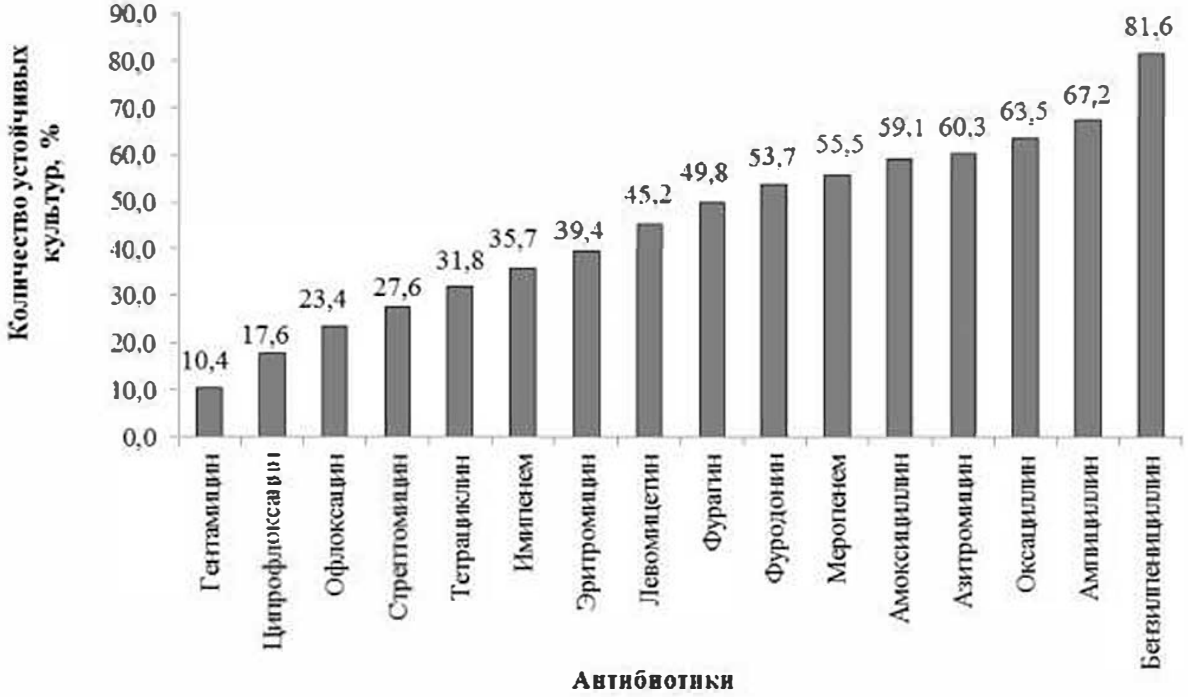


Рисунок 3 – Антибиотикорезистентность микробиоты бычков в 2022 г.

Установлено, что микроорганизмы, выделенные из бычковых рыб, обладали множественной антибиотикорезистентностью, проявляя наибольшую устойчивость к бензилпенициллину (81,60 % устойчивых изолятов), наименьшую – к гентамицину (10,40 % устойчивых изолятов) (рисунок 3). Антибиотикорезистентность является важным и информативным свойством микроорганизмов. Приобретение устойчивости природных изолятов к антимикробным препаратам демонстрирует специфичность их адаптационных механизмов, поскольку служит показателем гетерогенности и частоты возникновения мутаций клеток внутри популяции отдельно взятого вида, а также

характеризует эволюционную изменчивость микроорганизмов под воздействием факторов окружающей среды и является одним из показателей испытываемой ими абиотической и биотической нагрузки [Андреева, 2012].

Таким образом в микробиоте бычковых рыб, выловленных на лицензионном участке «Центрально-Каспийский», зарегистрирован спектр сапротрофных микроорганизмов, среди которых доминирующее положение занимали грамположительные микроорганизмы. Относясь к транзиторной микробиоте рыб грамположительные бактерии, обладающие высокой лабильностью, способны длительное время персистировать в как организме гидробионтов, так и в различных биотопах акватории Каспийского моря. Большинство выделенных бактерий относилось к типичным представителям микроэкосистемы Каспийского моря, однако встречались также санитарно-показательные и условно-патогенные микроорганизмы, которые при воздействии различных факторов способны выступать в роли возбудителей инфекционных заболеваний гидробионтов. Состав бактериальных таксонов обследованных биотопов гобиид во многом повторяющий микробиоту воды и донных отложений в местах обитания бычковых рыб, свидетельствует об устойчивости микроэкосистемы обследованного района.

Следует отметить, что микроорганизмы, выделенные из разных органов и тканей рыб, обладали факторами патогенности, при этом способность к синтезу лецитиназы и протеазы регистрировали у наиболее широкого спектра изолятов. Кроме того, бактерии, выделенные из бычков, проявляли множественную антибиотикорезистентность, наибольшая устойчивость отмечена к антибиотикам группы пенициллинов, наименьшая – к группе аминогликозидов. Однако ярко выраженных патологических процессов и вспышек заболеваний бактериальной этиологии у рыб сем. Gobiidae в 2022 г. не зарегистрировано, что позволяет определить вышеописанный характер контаминирования бычков как бессимптомное бактерионосительство и оценить санитарное состояние акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» как удовлетворительное.

Список литературы

1. Серикова У.С., Зульфугарова Н.И., История становления и основные этапы развития нефтегазовой промышленности в Каспийском регионе // История и педагогика естествознания. 2013. № 2. С.15-21.

2. Арабов М.Ш., Арабов С.М. 2019. Особенности добычи нефти и газа на месторождениях Каспийского моря. Газовая промышленность. 2019. № 4(783). 46-49.

3. Практикум по ихтиопатологии: учебник / Н. А. Головина, Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова, О. В. Казимирченко, М. Ю. Котлярчук / под ред. Н. А. Головиной. – М.: МОРКНИГА, 2016. – 471 с.

4. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 6 с.

5. Определитель бактерий Берджи. В 2–х томах / под редакцией Дж. Хоулта и [др.] ; перевод с англ. Г. А. Заварзина. – М.: Мир, 1997. – Т. 1. – 799 с. – Т. 2. – 368 с.

6. Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий (аэробных и факультативно анаэробных) / Р. Вейант и [др.] ; перевод с англ. А. М. Деминой и [др.]. – М.: Мир, 1999. – 791 с.

7. Лабинская А.С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований. – СПб : Изд-во "Лань", 2021. – 588 с.

8. Dyakova S., Volodina V., Galyautdinova E., Menkova A., Soprunova O. Current State of Heterotrophic Bacterioplankton and Bacteriobenthos in the Northern and Middle Parts of the Caspian Sea // KnE Life Sciences / International Applied Research Conference «Biological Resources Development and Environmental Management» / 2020. Pages 262–273.

9. Бухарин О. В., Литвин В. Ю. Патогенные бактерии в природных экосистемах / О. В. Бухарин, В. Ю. Литвин. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 277 с.

10. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: Учебник / Под ред. В.В. Зверева, А.С. Быкова. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2016. — 816 с.

11. Андреева Н.А. Микрофлора прибрежной акватории Черного моря. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского; 5 серия «Биология, химия». Том 25, 2012. № 1(64). С. 3-20.

УДК 591.524.11 (262.81)

СОСТАВ ДОННОЙ ФАУНЫ НА ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ»

Минакова Е.В.,
Жапкина О.В.,
Кашин Р.Д.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Данная работа посвящена оценке видового состава, а также количественным изменениям макрозообентоса на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в 2022 году. Для сравнения приводятся данные 2017-2021 гг. За шесть лет исследований выявлены 81 вид и форма донных беспозвоночных, среди которых 70 таксонов летом, 67 - осенью. В ходе исследований было отмечено превалирование ракообразных над остальными представителями донной фауны. Выявлено, что распределение основных видов донных беспозвоночных на исследуемой акватории в период двух съемок было идентичным каждый год, в преобладании видов в составе зообентоса по сезонам больших изменений не наблюдалось.

Ключевые слова: зообентос, донная фауна, гидробиология, Каспийское море

Отбор проб зообентоса проводился на глубинах до 200 м. Всего собрано и обработано в лабораторных условиях 228 проб. Сбор, камеральную обработку и анализ

материалов исследований проводили по стандартным методикам изучения биогеоценозов [Жадин, 1960; Методика изучения биогеоценозов..., 1975; Методические указания к изучению..., 1983].

В состав зообентоса I съемки в 2022 году вошли 45 видов, разновидностей и форм бентосных организмов (рис. 1). Таксономическое разнообразие исследуемого участка складывалось из представителей таких групп, как Cnidaria, Vermes, Crustacea и Mollusca [Бирштейн, Виноградова, 1968]. Среди них наибольшее количество таксонов наблюдалось в группе высших ракообразных, составивших 73 % от общего качественного состава бентоценоза. Осенью таксономическое разнообразие бентофауны несколько сократилось и составило 38 единиц. Сокращение числа таксонов отмечалось в группе червей и ракообразных. Несмотря на это, лидирующее положение по числу видов осталось за высшими раками - 74 %.

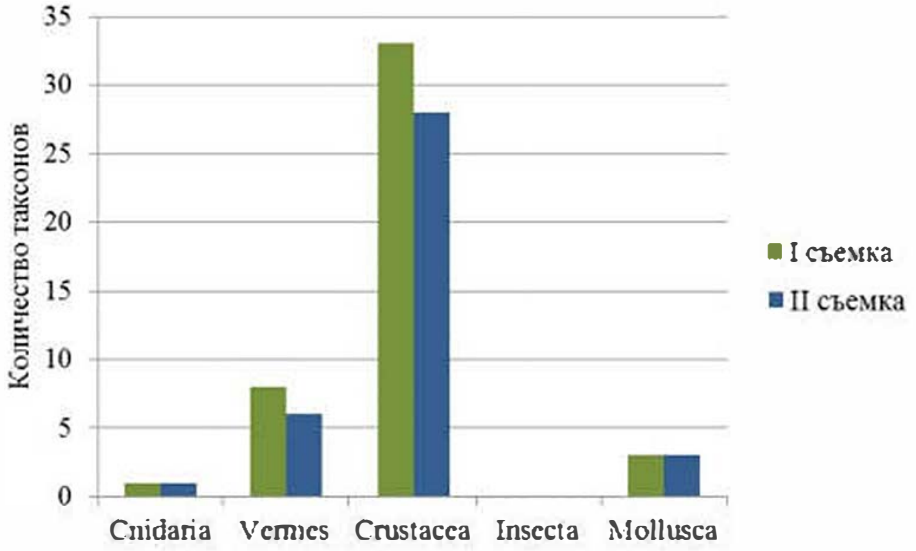


Рисунок 1 – Качественный состав зообентоса на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в период I и II съемки 2022 года

Частота встречаемости большинства обнаруженных кольчатых червей была довольно высокой: Oligochaeta - 89%, *Hediste diversicolor* 79%, Marenzelleria sp. - 68%. Также часто встречались полихеты *Manayunkia caspica* - 42%. Среди ракообразных наибольшее распространение получили усоногие раки *Balanus improvisus* (68%) и гаммариды *Chaetogammarus pauxillus* (58%). Субдоминировали по распространению на акватории рачки *Ch. ischnus* (42%), а также кумовые *Stenocuma diastyloides* (42%) и *St. gracilis* (47%). Моллюски обнаружены на 1/3 исследуемой акватории, среди них больший процент составили двустворчатые *Cerastoderma lamarcki* (32%). Гидроидные были обнаружены на 21% акватории.

Во время проведения 2 съемки в 2022 году в составе донной фауны было выявлено 38 таксонов, среди которых: кишечнополостные – 1, черви – 6, ракообразные – 28 и моллюски – 3. Пространственное распределение бентосных животных показало, что частота встречаемости малощетинковых червей была максимальной, достигая 95% акватории участка. Полихеты встречались чуть реже: *H. diversicolor* - 84%, Marenzelleria sp. - 79%. Среди ракообразных наибольшее распространение получили усоногие рачки *B.*

improvisus (53%) и амфиподы *Ch. pauxillus* и *Ch. ischnus* (по 47%). Виды моллюсков и гидроидных были отнесены к категории редких.

В среднем по показателям прошлых лет (2017-2021 гг.) был выявлен 81 вид и таксон выше рангом бентосных организмов (табл. 1). Среди всех обнаруженных организмов 20 таксонов встретились в каждой съемке в период исследований с 2017 по 2022 год включительно. Наиболее редкими видами, встреченными однажды за 6 лет исследований, стали 15 таксонов, почти все из которых относятся к группе высших ракообразных. Наибольшее таксономическое разнообразие было зафиксировано в 2017, 2020 и 2021 годах в периоды первых съемок (рис. 2).

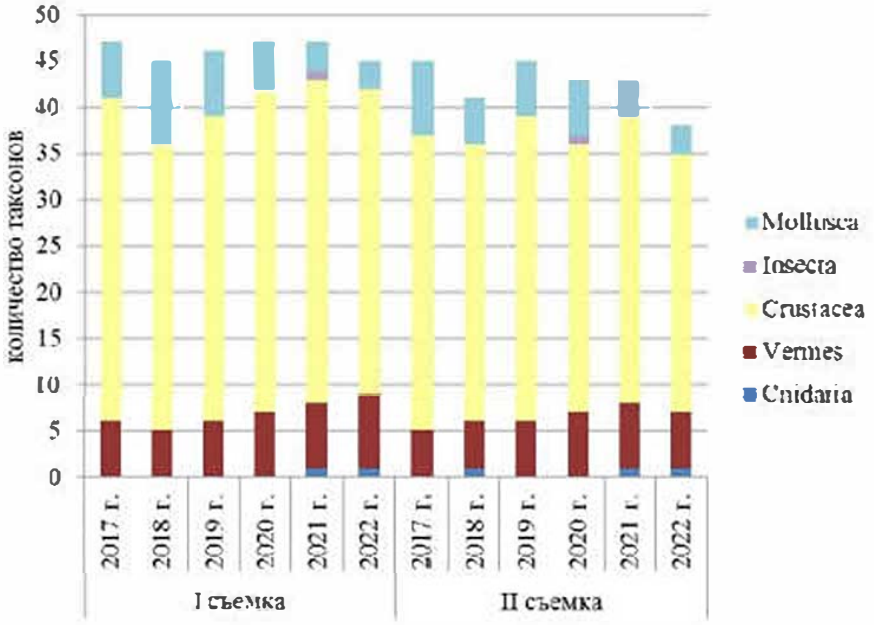


Рисунок 2 – Качественный состав зообентоса на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в период в 2017-2022 гг.

Всего во время проведения исследований на первом этапе чаще всего на акватории встречались малощетинковые черви Oligochaeta (79%) и многощетинковые *H. diversicolor* (73%). В группе высших ракообразных больше всего фиксировались морские желуди *B. improvisus* (64%) и амфиподы *Ch. pauxillus* (56%), *D. haemobaphes* (49%), *C. chelicorne* (53%) и *C. nobile* (46%). Во время второго этапа чаще регистрировались черви Oligochaeta (85%), *H. diversicolor* (76%), *M. caspica* (49%), ракообразные – *B. improvisus* (61%), *Ch. pauxillus* (64%) и *C. chelicorne* (49%).

Таблица 1 – Видовой состав зообентоса на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

	I съемка						II съемка					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CNIDARIA												
Hydrozoa												
Cordylophora caspia	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+

VERMES												
Polychaeta												
Marenzelleria sp.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Hediste diversicolor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hypania invalida	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Hypaniola kowalewskii	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Manayunkia caspica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oligochaeta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hirudinea												
Caspiobdella tuberculata	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Nematoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
CRUSTACEA												
Mysidacea												
Mysis caspia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. microphthalma	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Paramysis baeri	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
Caspiomysis knipowitschi	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
Limnomysis benedeni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Cumacea												
Schizorinchus billamelatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sch. eudorelloides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Sch. scabrisculus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Pterocuma rostrata	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Pt. pectinata	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Pseudocuma cercaroides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ps. laevis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Stenocuma diastyloides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
St. grasilis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
St. graciloides	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amphipoda												
Pseudalibrotus platyceras	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Ps. caspius	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Gammaracanthus loricatus caspius	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amathillina cristata	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Am. spinosa	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Am. pusilla	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Am. affinis	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Dikerogammarus haemobaphes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Akerogammarus knipowitschi	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-

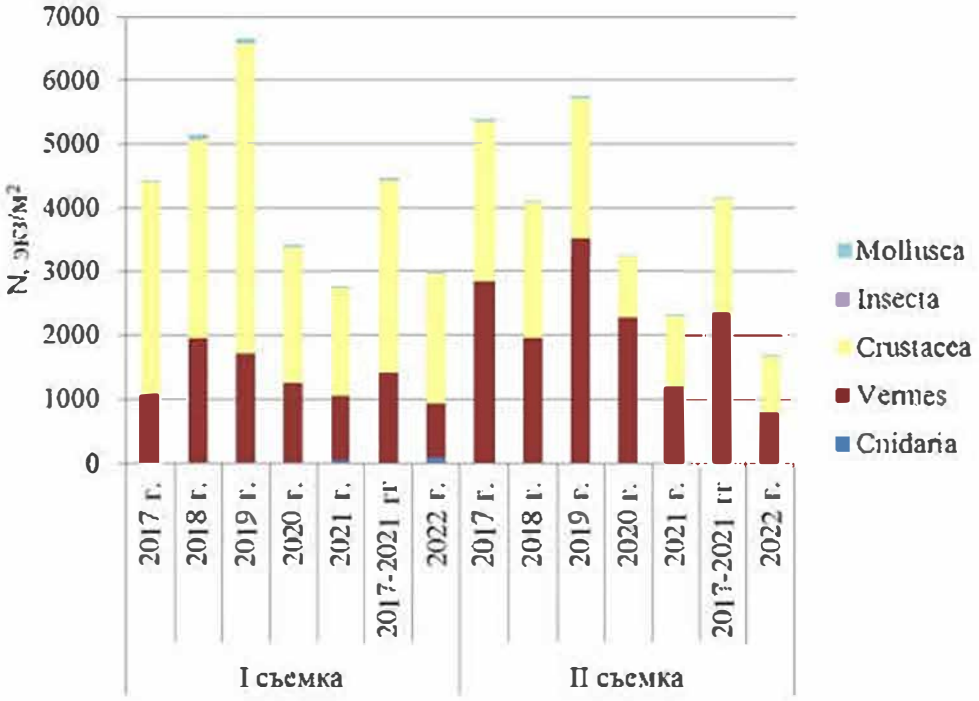
Ak. contiguus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Niphargoides corpulentus	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niph. caspius	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Niph. spinicaudatus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontogammarus abbreviatus	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
P. paradoxus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Stenogammarus carausui	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
St. compressus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
St. macrurus	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
St. similis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Niphargogammarus derzhavini	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Niph. aequimanus	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Niph. quadrimanus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pandorites podoceroides	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+
Iphigenella acanthopoda	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Iph. andrussovi	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Gmelinopsis tuberculata	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Gmelina costata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
G. pusilla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cardiophilus baeri	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
Gammarus belmingi	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
Chaetogammarus isthmus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ch. pauxillus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ch. warpachowskyi	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	
Pontoporeia affinis microphtalma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Caspicola knipovitschi	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Corophium robustum	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
C. chelicorne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C. spinolosum	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
C. curvispinum	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-
C. nobile	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C. mucronatum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
C. monodon	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-
Isopoda												
Mesidotea entomon	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
Jaera sarsi caspica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Decapoda												
Rhitropanopeus harrisii	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Cirripedia												
Balanus improvisus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

INSECTA												
Chironomidae	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
MOLLUSCA												
Mytilaster lineatus	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
Dreissena rostriformis	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Cerastoderma lamarcki	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Didacna piramidata	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
D. parallella	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
D. barbotdermarnyi	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-
D. protracta	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
H. albida	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abra ovata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gastropoda sp.	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-

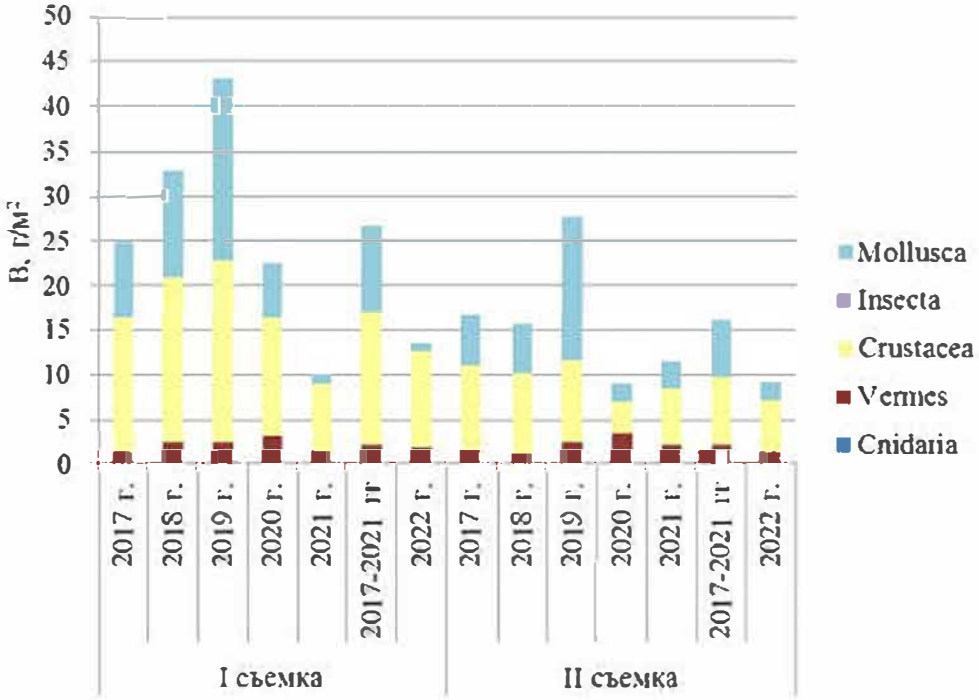
Среднее значение биомассы бентоса на лицензионном участке в 2022 году за первый этап составило 13,5 г/м^2 при колебании по станциям от 0,6 до 50,7 г/м^2; средняя численность донных беспозвоночных на акватории участка составила 2965 экз./м^2 с вариациями по станциям от 420 до 10260 экз./м^2. Среднее значение биомассы донного ценоза, обнаруженного на втором этапе исследований, составило 9,1 г/м^2 при колебании по станциям от 0,2 до 33,1 г/м^2; средняя численность зообентоса на акватории участка составила 1691 экз./м^2 при разнице по станциям от 90 до 4300 экз./м^2.

Основа численности зообентоса во время первого этапа исследований принадлежала группе ракообразных, в частности кумовым рачкам *St. diestyloides* (22% от общих показателей) и *Ch. pauxillus* (14%); биомассу формировали усоногие *B. improvisus* – 47%. Ко второму этапу картина немного изменилась и лидирующее положение в количественных показателях на акватории стали занимать малощетинковые черви Oligochaeta – 19% и рачки *Ch. ischnus* – 15%. В значениях биомассы доминант не изменился - *B. improvisus* – 46%.

По годам развитие донной фауны проходило в единой закономерности (рис. 3). Численность ракообразных на I этапе исследований каждого года превосходила численность остальных групп донных беспозвоночных. Ко II этапу почти каждый год отмечался рост численности червей и сокращение высших ракообразных, что связано с жизненным циклом данных животных и выеданием бентосоядными рыбами. Максимальные количественные показатели наблюдались в 2019 году. Основа значений биомассы ежегодно принадлежала представителям «жесткого» бентоса, к которым, кроме моллюсков, относятся и морские желуди *B. imrovisus* из группы ракообразных.



а)



б)

Рисунок 3 – Количественные показатели зообентоса на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2017-2022 гг., а) численность; б) биомасса

Таким образом качественный состав зообентоса на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 году отличался богатым таксономическим составом, незначительно сокращая видовой список и количественные показатели от лета к осени, как это случалось в прошлые годы. Количественные изменения, произошедшие за многолетние исследования, связаны с жизненным циклом донных сообществ. Так в период проведения I съемки основа количественных показателей принадлежала группе

ракообразных, ко II съемке их рост уменьшался, а численность червей повышалась. Основу значений биомассы формировали представители «жесткого» бентоса.

Список литературы

1. Бирштейн Я.А., Виноградова Л.Г. Атлас беспозвоночных Каспийского моря – М: Пищевая промышленность, 1968. 430 с.

2. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 190 с.

3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

4. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР; под ред. Н.Н. Романовой. М.: ВНИРО, 1983. 14 с.

УДК 369.2.03 : 597-135 (282.247.41)

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МОЛОДИ ПОЛУПРОХОДНЫХ И ТУВОДНЫХ ВИДОВ РЫБ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ В РАЗНЫЕ ПО ВОДНОСТИ 2018-2022 ГГ.

Никитина Э.В.,
Васильченко О.М.,
Муханова Р.С.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина,1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Представлены данные исследований по естественному воспроизводству полупроходных и туводных видов рыб. Приводятся сроки и условия нереста производителей разных экологических групп рыб. Показано, что только в 2018 и 2020 гг. условия естественного воспроизводства были удовлетворительными, что обеспечивалось водностью, которая в целом соответствовала требованиям рыбного хозяйства к объему и режиму весенних попусков воды в дельту р. Волги. В условиях низкой водности, сокращения продолжительности половодья и периода нагула личинок рыб в полоях, уменьшаются их размерно-весовые показатели и численность личинок доживающих до более жизнестойких этапов развития, что в конечном итоге сказывается на абсолютной численности и величине поколений важного показателя в формировании общего запаса рыб. Неблагоприятные условия для размножения рыб в рассматриваемый период лет, особенно в экстремально маловодном 2019 г. негативно повлияли на отдельные ключевые параметры большинства исследуемых видов. В маловодные и экстремально маловодные годы крайне важной становиться водность в III кв. обеспечивающая последующие условия, нагула и роста молоди на путях покатных

играций в водотоках, нагульных площадях культучной зоны дельты р. Волги и мелководного устьевого взморья р. Волги.

Ключевые слова: естественное воспроизводство, полупроходные и туводные рыбы, нерест, личинки, молодь, численность, жизнестойкие этапы развития, длина и масса, период нагула, половодье, режим, нерестилища.

Развитие эффективной конкуретноспособной рыбохозяйственной отрасли, выступает приоритетной стратегической задачей социально-экономической политики Астраханской области. Естественное воспроизводство рыбных запасов, напрямую влияет на экономические показатели развития отрасли [Фоменко и др., 2022г.].

На территории Астраханской области расположено 52 нерестовых массива и 6 нерестовых массивов расположено на территории Казахстана, на существенной части площадей массивов в современных условиях проводятся периодические или регулярные мелиоративные мероприятия. Все эти нерестовые площади ежегодно обводняться в разной степени. Обводняемые участки массивов служат местами нереста полупроходных и туводных видов рыб. Каналы – рыбоходы и малые водотоки в большей степени служат путями миграций разновозрастных рыб к местам нереста и нагула по всей устьевой области р. Волги, в которой наибольшее значение имеет дельта р. Волги.

Эффективность воспроизводства рыб на участках, зонах , частях дельты р. Волги в основном, зависит от водности р. Волги в период весеннего половодья (II кв.), сопряженности начала половодья с наступлением первых повышений нерестовых температур, индивидуальных для каждого вида или даже возростной группы рыб внутри нерестовой популяции, продолжительности стояния уровней воды на нерестилищах, подхода достаточного количества крупных средне и старше возрастных качественных производителей рыб.

Полупроходные и речные рыбы размножаются преимущественно во временно заливаемых, мелководных полойных водоемах, образующихся в период весеннего половодья в дельте р. Волги и Волго-Ахтубинской пойме, часть рыб размножается на постоянно обводняемых участках, включая культучную зону дельты р. Волги, состояние нерестилищ в которых определяется уровнем Каспийского моря и сезонными сгонно-нагонными явлениями.

Велика роль водности р. Волги также и в III кв. (летне - осенний период) особенно в начале июля когда подросшая молодь туводных видов в большинстве скатилась в мелководное устьевое взморье р. Волги, а полупроходных видов (вобла, лещ, судак) распределяется на нагульных мелководных участках северной части Каспийского моря.

До зарегулирования стока р. Волги в 1958 г. Волжской ГЭС (ниже г. Волгоград) продолжительность половодья составляла в среднем 84 суток (1930-1955 гг.), после ввода в эксплуатацию Волжской ГЭС этот период сократился до 59 суток (1959-2016 гг.), средний показатель за последние пять лет (2018-2022 гг.) составил 58 суток. За период с 2018 по 2022 гг. многоводный сток р. Волги отмечался в 2020 гг., средне

водный - в 2018 г., маловодными были 2021 и 2022 гг. и экстремально - маловодным - 2019 г.

Длительность обводнения нерестовых угодий определяет период пребывания и нагула в них личинок рыб, качественные показатели и потенциальную их выживаемость.

Наиболее благоприятные условия для размножения рыб, инкубации икры, роста и развития личинок складываются, когда нерестилища заливаются примерно за неделю до начала икрометания созревших производителей. В многоводные годы продолжительность нагульного периода молоди рыб в полоях существенно больше, чем в маловодные, поэтому и выше доля молоди, достигшей мальковых покатных этапов развития (F, G), когда сформированы все органы жизнедеятельности, тело молоди покрыто чешуей, она способна лучше избегать опасность и активна в поиске пищи, в результате повышаются ее линейно-весовые характеристики, жизнестойкость, выживаемость и что определяет величину пополнения популяций.

В средневодном 2018 г. температура воды в р. Волге прогрелась до нерестовых значений 7 мая, что на 18 суток позже от даты начала половодья. Обводнение полоев наблюдалось в конце второй декады апреля, через четыре дня на мелководных и прогреваемых участках начался нерест рыб. На пике половодья нерестовые угодья дельты и Волго-Ахтубинской поймы были залиты на 100 % от общей заливаемой площади. Показатели объема стока р. Волги за II кв. - 117,8 и биопродукционного - 90,3 км^3, продолжительность половодья - 66 суток, обеспечили пребывание молоди в благоприятных полойных условиях в течение 40 суток. В результате доля жизнестойкой покатной молоди воблы в общей ее численности составляла 98,4 %. Плавное сокращение суточных сбросов воды с Волгоградского гидроузла способствовало медленному сходу воды с полоев и благоприятному и своевременному скату молоди рыб в реку [Васильченко, 2019].

В экстремально-маловодном 2019 гг. размножение полупроходных и речных рыб началось в мелких водотоках до начала половодья, в полоях - с их заливанием (30 апреля). При объеме стока р. Волга за II кв. менее 70 км^3 половодье длилось всего 27 суток. На его пике (в середине второй декады мая) нерестовые угодья были залиты на 60 %. Массовое вылупление личинок на полоях (с середины мая) наблюдалось в период резкого повышения скорости спада волны половодья, с уходящей водой их выносило в водотоки, что приводило к их элиминации. Половодье закончилось 26 мая, период нагула личинок в полоях составил всего 18 суток, к этому времени из всей учтенной на низовьях Волги молоди только 3,3 % перешло на жизнестойкие покатные этапы развития, когда они полностью сформированы и похожи на взрослых рыб. Доля мальков воблы, достигших этапов F-G равнялась 4,4 %. Результаты нагула были близки с экстремально-маловодным 2015 г. [Чавычалова и др., 2019].

В многоводном 2020г., в начале нереста рыб условия складывались неблагоприятно, так как наблюдалось раннее, относительно нереста, обводнение нерестилищ, совмещение сроков массового размножения рыб и максимального уровня на полоях, обсыхание икры на субстрате и гибель выклюнувшихся личинок на спаде первой волны половодья. Последующее увеличение сбросов воды с Волжской ГЭС в

период второй волны половодья, способствовало повторному заливанию нерестовых массивов, улучшению условий продолжающегося на них нереста производителей и нагула молоди. При объеме стока р. Волги за II кв. 133,5 км^3 и биопродукционном - 95,0 км^3 из общей продолжительности половодья – 104 суток, для воспроизводства гидробионтов было использовано 74 суток, и это обеспечило нагул молоди в полоях в течение 57 суток. Почти вся появившаяся молодь воблы в период первой волны половодья погибла, а та, которая выклюнулась в период второй волны половодья - к его окончанию находилась на более жизнестойких мальковых этапах развития (99,9 %) [Чавычалова и др., 2020].

В маловодном 2021 г., с наступлением нерестовых температур для некоторых видов в р. Волга (8,0 °С), в середине апреля размножение полупроходных и речных рыб (преимущественно воблы) отмечалось на мелководных участках ериков и кутучной зоны дельты Волги до образования полоев, леща, сазана, густеры, синца – с их заливанием в первой декаде мая. Массовый нерест наблюдался в первых трех пятидневках мая. Половодье закончилось 17 июня. При объеме стока р. Волги за II кв. 97 км^3 и биопродукционном - 72,7 км^3 продолжительность половодья составила 52 дня, что обеспечило нагул молоди в полоях в течение 39 суток. К концу половодья в низовьях Волги 88,7 % всей молоди воблы перешло на жизнестойкие мальковые этапы развития (F и G), (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие личинок воблы и леща в полоях дельты р. Волги к окончанию половодья, 2018 - 2022 гг., %

Годы	Продолжительность нагула, сутки	Этапы развития молоди					
		Вобла			Лещ		
		B-D_1	D_2-E	F-G	B-D_1	D_2-E	F-G
2018	40	-	1,6	98,4	0,1	40,2	59,7
2019	18	18,2	77,4	4,4	82,6	17,4	0
2020	57	-	0,1	99,9	-	0,3	99,7
2021	39	-	11,3	88,7	0,1	22,1	77,8
2022	24	10,2	73,9	15,9	22,8	66,9	10,3

В 2022 г. объем стока р. Волги во II кв. соответствовал маловодному и составил 92,0 км^3, биопродукционный сток, идущий непосредственно на обводнение полоев, - 52,9 км^3, что на 5,0 и 19,8 км^3 соответственно меньше, чем в 2021 г. Прогрев воды до нерестового значения для некоторых видов 8,0 °С для полупроходных и речных рыб отмечался, как и в 2021 г., в середине апреля. Половодье началось с задержкой на 11 суток - 27 апреля (в 2021 г. – на 12 суток). Максимальные сбросы воды наблюдались в последней пятидневке апреля – первой пятидневке мая (20,6-24,9 тыс. м^3/с), пик половодья (518 см по в/п Астрахань) наступил 12 мая. С 13 мая началось выполнение рыбохозяйственной полки с расходами 15,6 тыс. м^3/с. Половодье закончилось 5 июня, его продолжительность составила 40, пребывания молоди в полоях – 24 суток, на 12 и 15суток соответственно меньше, чем в 2021 г. К окончанию половодья покатных наиболее жизнестойких этапов развития достигло только 17,4 % всей молоди

полупроходных и речных рыб, воблы – 15,9 %, причем, она находилась на начальном мальковом этапе развития (F).

Нерест производителей леща начинается позже, чем воблы, поэтому к концу половодья его мальки отмечаются на более ранних этапах развития. В средневодном 2018 г., в связи с поздними сроками икрометания жизнестойких покатных этапов развития достигло 59,7 %, большую часть составляли поздние личинки (40,2 %). В экстремально-маловодном 2019 г. за непродолжительный период существования полоев личинки не успели достигнуть мальковых этапов развития и полностью находились на личиночных этапах (B - E). В маловодном 2021 г. продолжительность нагула (39 суток) способствовала тому, что к ее завершению на нерестилищах 77,8 % личинок леща уже достигло жизнестойких этапов развития (F, G), 22,1 % - находилось на этапах поздних личинок (D_2-E). В 2022 г. к окончанию половодья возрастной состав личинок был представлен ранними (22,8 %) и поздними (66,9 %) личинками, на жизнестойких этапах развития находилось только 10,3 %. В многоводном 2020 г. сложились благоприятные условия для нагула молоди в полоях, в результате 99,7 % ее к окончанию половодья скатывалось в речную систему на мальковых более жизнестойких этапах развития (таблица 2).

Таблица 2 – Доли молоди туводных видов рыб, достигших жизнестойких этапов развития (F-G) в полоях дельты р. Волги к окончанию половодья в период с 2018 по 2022 гг., %

Виды рыб	Годы				
	2018	2019	2020	2021	2022
Сазан	96,9	8,1	100	89,4	13,6
Серебряный карась	76,6	3,8	98,5	96,2	27,8
Густера	52,5	0	100	67,3	13,1
Синец	100	0	100	93,0	14,5
Красноперка	31,5	0	91,1	39,9	5,8
Окунь	93,9	0	100	97,0	27,1

Молодь сазана к концу половодья рассматриваемого периода лет (в 2018, 2020 и 2021 гг.), в полоях в основном, находилась на мальковых этапах развития (96,9; 100 и 89,4 %). В экстремально-маловодном 2019 г. из общей численности личинок сазана только 8,1 % достигло мальковых этапов, в маловодном 2022 г. - 13,6 %.

Отмечено в виду высокой экологической пластичности, индифферентности в отношении к нерестовому субстрату, серебряный карась начинает нереститься несколько раньше воблы или вместе с ней заходя на вновь заливаемые нерестилища. В экстремально-маловодном 2019 г. среди учтенной его молоди на нерестилищах доля покатных мальков составляла лишь 3,8 %, в маловодном 2022 г. – 27,8 %. В 2021 г. продолжительность периода нагула молоди в полоях позволила 96,2 % достичь жизнестойких покатных этапов развития. В средневодном 2018 г. и многоводном 2020 гг. большинство его молоди (от 76,6 до 99,8 %) к окончанию половодья также перешло

на жизнестойкие этапы развития (F-G). Следует отметить, что ежегодно карась, в отличие от сазана, успевает выметать вторую порцию икры.

К окончанию половодья в 2020 г. вся молодь густеры находилась на мальковых покатных этапах развития (F и G) –100 %. В 2018 и 2021 гг., в связи с более поздними сроками нереста, доля такой молоди составляла 52,5 и 67,3 %. По окончании половодья в 2019 г. вся молодь густеры оставалась на личиночных этапах развития (C_1- E), в маловодном 2022 г. доля жизнестойкой молоди составляла 13,1 %.

Для производителей красноперки характерен более поздний нерест. В экстремально-маловодный 2019 г. рассматриваемого периода вся ее молодь по окончании половодья была на ранних личиночных этапах развития (C_1 - D_1). В многоводном 2020 г. на мальковых этапах развития в полоях дельты находилось 91,1 % молоди красноперки. В 2018 и 2021 гг., в результате поздних сроков нереста, показатель покатной молоди на полоях дельты р. Волги был не высоким – 31,5 и 39,9 %, в маловодном 2022 г. – 5,8 %.

Окунь пресноводный нерестится до начала половодья, при достижении температуры воды в речной системе 7,0° С. В экстремально-маловодном 2019 г. личинки окуня в конце половодья на нерестилищах были представленны ранними и поздними личинками – 100 %. В 2018 и 2021 гг. большинство ее достигло мальковых этапов развития (93,9 и 97 %). В 2020 г. молодь окуня скатывалась с полоев на стадии малька. Низкий показатель жизнестойкой молоди к окончанию половодья отмечался в 2022 г. – 27,1 %. Подход производителей синца на полои отмечается через несколько дней (обычно 3-4 дня) после воблы. Молодь синца к окончанию половодья в экстремально-маловодном 2019 г. находилась на ранних этапах развития (C_1-E) – 100 %. В средневодном 2018 и многоводном 2020 гг. вся молодь была представлена мальками (F и G) – 100 %. В маловодном 2021 г. основная часть молоди синца успела достичь в развитии мальковых этапов (F и G) – 93 %, в 2022 г. – такой молоди было лишь 14,5 %.

Размножение щуки в полоях отмечается в меньшей степени, кроме того, единично ее ранние личинки заносятся из прибрежья с током воды. К завершению половодья в полоях, где для них обеспечены оптимальные кормовые условия, молодь щуки отлавливалась на более жизнестойких мальковых этапах развития (преимущественно на этапе G).

В рассматриваемые годы самые низкие весовые показатели молоди на нерестилищах дельты р. Волги отмечались в экстремально-маловодном 2019 и маловодном 2022 гг. Так, масса воблы равнялась 31,3 и 21,5 мг соответственно; леща – 13,7 и 11,4 мг; сазана – 21,0 и 18,2 мг; густеры – 4,2 и 10,5 мг; карася – 28,8 и 26,9 мг; красноперки – 4,6 и 4,7 мг; синца – 6,8 и 16,7 мг, окуня - 17,4 и 26,7 мг. В средневодном 2018 г. и маловодном 2021 г. масса молоди рыб к окончанию половодья была значительно больше. Наибольших показателей массы молодь рыб достигла в многоводном 2020 г.: масса воблы равнялась 347,3 мг; леща – 195,91 мг; сазана – 1014,2 мг; густеры – 140,8 мг; карася – 1202,9 мг; красноперки –132,6 мг; окуня – 574,1 мг; синца – 752,4 мг.

Таким образом, показатели жизнестойкости, массы и длины молоди рыб по окончании ее нагула на нерестилищах связаны с продолжительностью их обводнения. Доли жизнестойкой молоди полупроходных и речных видов в полоях дельты к окончанию половодья в экстремально-маловодный 2019 г. и маловодный 2022 г. были самыми низкими за последние пять лет. Минимальные значения длины и массы молоди рыб отмечались также в эти годы. В данные годы особенно возрастает значение водности в период III кв., что может способствовать улучшению последующего роста молоди, а при сочетании с теплой зимой повысить выживаемость молоди сохраняя численность. В многоводном 2020 г., в средневодном 2018 г. доли молоди на мальковых жизнестойких этапах развития и средние линейно-весовые показатели молоди к окончанию половодья были значительно выше.

Список литературы

1. Фоменко Е.В. Эколого-экономические проблемы естественного воспроизводства рыбных запасов Астраханской области / Фоменко Е.В., Лунева Т.В., Никитин Э.В.// IV Национальная научно-практическая конференция ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» // Современные проблемы науки и техники, Астрахань, 23 мая 2022г. Материалы. Секция: Институт экономики.- Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022г.

2. Чавычалова Н.И. Естественное воспроизводство молоди полупроходных и туводных видов рыб на полоях низовий р. Волги в 2019 г. [Электронный ресурс] / Н.И. Чавычалова, Д.Г. Тарадина, О.М. Васильченко, Э.В. Никитин, Р.С. Муханова // 64-я международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 90-летнему юбилею со дня образования АГТУ, Астрахань, 20-25 мая 2020 г. Материалы. Секция: Рыбное хозяйство и аквакультура. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2020г.

3. Чавычалова Н.И. Эффективность размножения полупроходных и речных рыб реки волга в различные, по водности и режиму половодья, годовые периоды / Н.И. Чавычалова, Д.Г. Тарадина, О.М. Васильченко, Е.Г. Лардыгина // Рыбное хозяйство. – 2020г. – № 2. – С. 67-73.

4. Васильченко О.М. Характеристика качественных показателей молоди леща (Abramis brama orientalis, 1758) на нерестилищах дельты р. Волги в 2018 г. / О.М. Васильченко // XV Ежегодная научная конференция молодых ученых «Вклад молодых ученых Южного макрорегиона в реализацию Стратегии развития Российской Федерации: цели, задачи, результаты»: тезисы докладов (г. Ростов-на-Дону, 15–26 апреля 2019 г.). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. – С. 20.

УДК 591.524.12 (262.81)

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ» В 2019-2022 гг.

Никулина Л.В.,
Мартьянова М.Н.
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056,
г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся данные по видовому составу и количественным показателям развития зоопланктона в сезонной и многолетней динамике на акватории лицензионного участка «Северный» в 2019-2022 гг. Проведена сравнительная характеристика беспозвоночных на акваториях месторождений по показателям биоразнообразия и сапробности.

Ключевые слова: зоопланктон, таксономический состав, количественные показатели, индекс Шеннона, индекс сапробности.

Разработка месторождений углеводородного сырья затрагивает все компоненты абиотической и биотической среды. При освоении морских шельфовых зон наибольший негативный эффект испытывают водные гидробионты, и прежде всего, планктон [Патин, 1997]. Оценка состояния зоопланктонного сообщества в условиях освоения нефтегазовых месторождений Северного Каспия, где налажена промышленная добыча нефтяного сырья, является важным элементом системного мониторинга.

Целью данной работы являлся анализ многолетней и сезонной динамики качественного разнообразия и количественных показателей зоопланктона на акватории лицензионного участка «Северный».

Характеристика зооценоза дается на основании материалов 2019-2022 гг., собранных на акватории лицензионного участка «Северный» в летне-осенний период. Сбор и обработка гидробиологических проб осуществлялись по стандартным методикам [Методические рекомендации..., 1982; Инструкция..., 1972, Унифицированные методы...,1976]. Видовое разнообразие определялось по информационному индексу Шеннона–Уивера [Песенко,1982; Shannon, Weaver, 1963], рассчитанному по численности (H_N) и биомассе (H_B) зоопланктона. Оценка качества воды проводилась путем расчета индекса сапробности (S) по Пантле-Букку [Pantle, Buck, 1955] в модификации Сладечека [Sladeček, 1965, 1973]. Всего за период исследований собрано и проанализировано 272 планктонные проб.

В рассматриваемые периоды качественное разнообразие зоопланктона на лицензионном участке «Северный» было непостоянным и варьировало: летом – от 41 до 52, осенью – от 17 до 28 таксонов (таблица 1). В летний период по числу видов преобладали ветвистоусые рачки и коловратки, субдоминантами выступали веслоногие ракообразные и простейшие организмы. К осени обеднение видового состава зооценоза было вызвано сокращением таксономических единиц в данных группах.

Таблица 1 – Таксономический состав зоопланктона на лицензионном участке «Северный»

Группы и виды зоопланктона	лето				осень			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	20

								22
Protozoa								
Acineta sp.	-	-	-	+	-	-	-	-
Codonella relicta Minniewitsch	-	-	-	-	-	+	-	
Centropyxis sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
Difflugia corona Wallich	+	+	+	-	+	-	-	
Foraminifera gen sp.	+	+	-	+	+	+	+	+
Vorticella sp.	+	+	+		+	+	-	
Zoothamnium pelagicum Samsonov.	+	+	+	+	-	+	-	+
Cnidaria								
Гидроидные медузы	+	+	-	-	+	+	-	-
Гидроидный полипы	+	+	-	-	-	-	-	-
Ctenophora								
Mnemiopsis leidyi A. Agassis juv., larvae, ova	+	+	-	-	-	+	+	+
Beroe ovata Bruquiere						+		+
Rotatoria								
Asplanchna priodonta Gosse	+	+	+	+	+	+	+	+
A. sieboldi Leydig	+	-	+	-	-	-	-	+
Bipalpus hudsoni Imhof	-	+	+	+	-	-	-	-
Ascomorpha sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
Bipalpus hudsoni Imhof	+	-	-	-	-	-	-	-
Brachionus angularis Gosse	-	+	+	+	-	-	-	+
B. calyciflorus amphiceros Ehrenberg	-	+	+	+	-	-	-	-
B. c. calyciflorus Pallas	-	-	-	+	-	-	-	-
Brachionus diversicornis Dadan	+	+	+	+	-	+	-	-
B.plicatilis Muller	+	+	+	-	+	-	+	+
B. quadridentatus Herm	+	+	+	+	+	-	-	+
B. q. hyphalmyros	+	+	+	+	+	-	+	+
Collotheca sp.	+	+	-	-	-	-	-	-
Euchlanis dilatata Ehred.	+	+	+	+	+	-	-	+
Filinia longiseta Ehrb	+	+	+	+	+	+	-	+
Hexarthra oxyuris Zernov	+	-	-	-	-	-	-	-
Keratella tropica Apst	+	+	+	+	+	-	+	+
K.cochlearis Gosse	+	+	-	+	+	-	-	-
K. quadrata Muller	-	-	-	+	-	-	-	-
Polyarthra sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
Synchaeta stylata Wierzejski	+	+	-	+	-	+	-	-
S.vorax Rousselet	-	-	-	-	-	+	-	-
S.cecilia Rousselet	+	+	-	-	-	-	-	-
S.pectinata Ehrenberg	+	+	+	+	-	+	-	-

Cladocera								
Alona rectangula Sars	+	-	-	+	-	-	-	-
Bosmina longirostris Muller	+	+	+	+	+	+	-	-
Cercopagis pengoi Ostroum	+	+	+	-	-	-	-	-
Cornigerius maeoticus ssp.hircus Sars	-	+	-	+	-	-	-	-
Diaphanosoma brachyurum Levin	-	+	-	-	-	-	-	-
Evadne anonyx typica Sars	+	-	+	+	-	+	-	-
E. a. producta Sars	+	+	+	+	-	-	-	-
E. a.deflexa Sars	+	+	+	+	+	+	-	-
E. a. prolongata Sars	-	-	+	+	-	-	-	-
Evadne nordmanni Loven	-	-	-	+	-	-	-	-
Macrothrix dadayi Beluiug	-	-	-	+	-	-	-	-
Leptodora kindtii Focke	-	+	-	-	-	-	-	-
Moina rectirostris Leydig	-	+	+	-	-	-	-	-
Polyphemus exiguus Sars	+	-	-	-	-	-	-	-
Pleopis polyphemoides Leukart	+	+	+	+	+	+	+	-
Podon intermedius Lilljeborg	-	-	-	+	-	+	+	-
Podonevadne trigona typica Sars	+	+	+	+	-	-	-	-
P. t. pusilla Sars	+	-	+	-	-	-	-	-
Podonevadne camptonyx typica Sars	+	-	+	+	-	-	-	-
P.c. similis Sars	+	-	+	+	-	-	-	-
P.c. hamulus Sars	+	+	+	+	-	-	-	-
P.c. macronyx Sars	+	+	+	+	-	-	-	-
P.c. kajdakensis Sars	-	-	-	+	-	-	-	-
Rhynchotalona rostrata Koch	-	-	-	+	-	-	-	-
Podonevadne angusta Sars	+	+	-	-	-	-	-	-
Copepoda								
Calanipeda aquaedulcis Kritsch.	+	+	+	+	+	+	+	+
Heterocope caspia Sars	+	+	+	+	-	-	-	-
Halicyclops sarsi Akatova	+	+	+	+	+	+	-	+
Paraergasilus rylovi Maaktwitach	+	+	-	+	-	+	-	+
Caligus lacustris Steen. et Lutken	-	-	-	-	-	+	-	-
Cyclopoida gen. sp.	+	+	+	+	+	+	+	-
Harpacticoidae gen. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
Eurytemora sp.	-	+	+	-	-	-	-	-
Ergasilus sieboldi Nordmann	-	-	-	-	-	-	+	-
Centropages nauplii	+	-	+	+	-	-	-	-
Acartia tonsa Dana	+	+	+	+	+	+	+	+
Cirripedia								
Balanus improvises Darvin nauplii, cypris	+	+	+	+	+	+	+	+

Mollusca								
Bivalvia larvae	+	+	+	+	+	+	+	+
Ostracoda								
Ostracoda gen. sp.	+	+	-	-	+	-	-	-
Bryozoa								
Bryozoa (статобласт)	+	+	+	-	+	+	+	+
Всего таксонов	52	48	41	43	24	28	17	22
Примечание: + встреченные организмы, - отсутствие организмов								

Наиболее разнообразно в качественном отношении зоопланктон представлен на акватории месторождения «Ракушечное», расположенного в более мелководном районе участка и в большей степени находящегося под влиянием речного стока. В глубоководной части участка (месторождения «Сарматское», «170 км») таксономический состав зоопланктона не отличался большим разнообразием (таблица 2).

Таблица 2 – Количество видов зоопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный»

Месторождения	лето				осень			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
«Ракушечное»	46	42	38	40	23	20	9	20
им. Ю. Корчагина	18	18	26	25	6	18	7	11
«Сарматское»	5	11	23	15	4	7	5	8
«170 км»	13	6	13	13	4	12	5	3
«Северный»	52	48	41	43	24	28	17	22

Количественные показатели развития беспозвоночных в течение всего вегетационного периода характеризовались значительными годовыми колебаниями. Величина численности планктона в период исследований изменялась от 4,7 до 16,1 тыс. экз./м^3, биомассы– от 36,5 до 133,5 мг/м^3. Летом численность и биомасса зоопланктона в среднем составляли 13,2 тыс. экз./м^3 и 98,9 мг/м^3, к осени значения планктона значительно сокращались до 7,0 тыс. экз./м^3 и 48,3 мг/м^3, соответственно (рисунок 1).

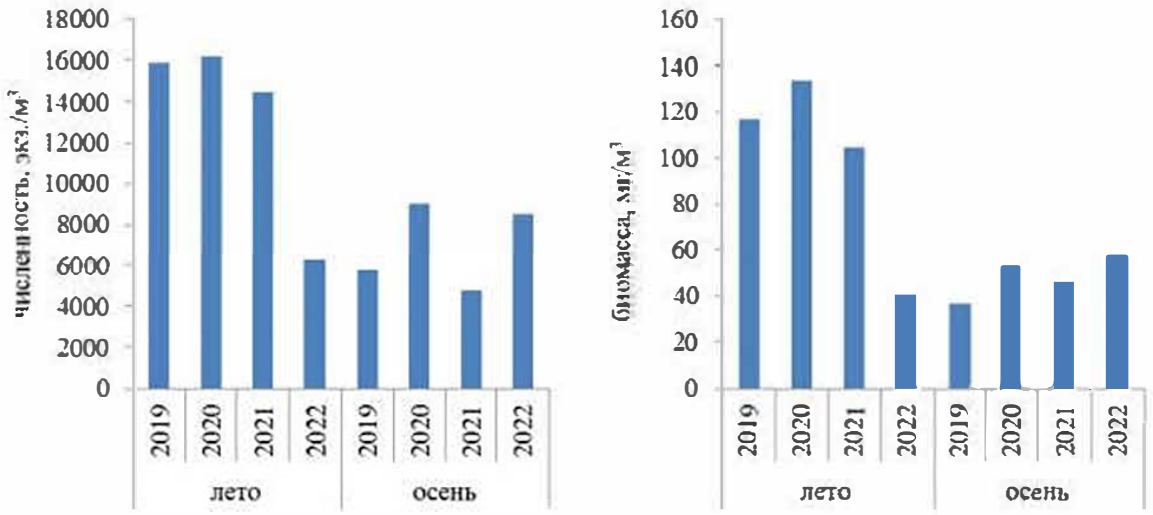


Рисунок 1 – Количественные показатели зоопланктона на акватории лицензионного участка «Северный»

Ведущая роль в формировании количественных показателей зоопланктона на протяжении летнего периода принадлежала представителям трех основных систематических групп: веслоногим (28–47% общей численности, 21–49% общей биомассы), ветвистоусым ракообразным (14–30% и 18–66%) и коловраткам (15–33% и 5–26%). Лидерами в главенствующих группах являлись беспозвоночные родов Brachionus (*Brachionus diversicornis*, *B. plicatilis*, *B. quadridentatus- quadridentatus* и *B. q. hyphalmyros*), Synchaeta (*Synchaeta stylata*, *S. pectinata*) и Asplanchna (*Asplanchna priodonta*, *A. sieboldi*), *Bosmina longirostris*, Evadne anonyx с разновидностями и *Pleopis polyphemoides*, *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquaedulcis*, *Halicyclops sarsi* и Cyclopoida gen. sp.

Осенью наблюдался спад в развитии планктона рассматриваемого участка. Основу зооценоза определяли веслоногие ракообразные (66–84% общей численности, 88–98% общей биомассы), среди которых наиболее массовое развитие получали *Acartia tonsa*, Harpacticoidae gen. sp., *Calanipeda aquaedulcis*. Субдоминирующее положение занимали личинки усоногих ракообразных (6-17% общей численности).

Рассматривая изменения количественных показателей на месторождениях участка «Северный» в сезонной динамике можно отметить, что наибольшая плотность беспозвоночных в летне–осенний периоды во все годы регистрировалась на акватории месторождения «Ракушечное» (8,0-44,2 тыс. экз./м^3 и 63,7-349,5 мг/м^3). На остальной акватории участка концентрации зоопланктона были на уровне 3,9 тыс. экз./м^3 и 28,9 мг/м^3 (таблица 3).

Таблица 3 – Количественные показатели зоопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный»

Месторождения	лето				осень			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
Численность, экз./м^3								
«Ракушечное»	42016,4	39259,3	44227,3	13126,5	10263,5	18397,5	8008,9	17470,1

им. Ю. Корчагина	8465,8	10579,2	3438,4	4697,2	3840,5	7886,5	2543,3	5740,7
«Сарматское»	2339,4	3002,2	6456,3	3741,8	4596,8	2348,9	4760,1	3357,6
«170 км»	1722,0	1546,1	1239,7	819,3	2478,9	3703,3	4329,2	2128,9
«Северный»	15849,3	16153,0	14492,9	6253,8	5714,5	8983,9	4752,6	8478,6
Биомасса, мг/м^3								
«Ракушечное»	298,872	348,880	349,497	75,053	71,911	123,462	63,730	108,619
им. Ю. Корчагина	55,707	74,503	12,619	31,355	23,809	38,626	25,378	42,602
«Сарматское»	20,208	18,323	31,163	39,136	18,143	12,596	49,764	22,121
«170 км»	15,250	18,454	6,790	8,500	12,976	17,143	70,769	27,151
«Северный»	117,153	133,514	104,450	40,410	36,551	53,070	46,075	57,517

Индекс Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе зоопланктона, изменялся в пределах H_N=0,71-2,66 бит/экз., H_B=0,30-2,57 бит/мг. В летний период максимальные значения индекса видового разнообразия наблюдались на месторождениях «Ракушечное» (2019 и 2022 гг. - 2,78 бит/экз. и 2,58 бит/мг), «Сарматское» (2021 г.–2,12бит/экз. и 2,28 бит/мг) и им. Ю. Корчагина (2019 и 2022 гг.– 2,06 бит/экз. и 1,93 бит/мг). Наименьшие значения индекса Шеннона (0,41 бит/экз., 0,02 бит/мг) отмечались на месторождении «170 км» в 2020 г. Осенью наиболее высокими значениями индекса Шеннона характеризовалось месторождение «Ракушечное» (2019 и 2022 гг. - 1,27 бит/экз. и 0,37 бит/мг) (таблица 4).

Таблица 4 – Значения индекса биоразнообразия (Шеннона) на месторождениях лицензионного участка «Северный»

Месторождения	лето				осень			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
по численности, бит/экз.								
«Ракушечное»	2,78	2,53	2,53	2,78	1,27	1,01	0,79	1,27
им. Ю. Корчагина	2,06	1,11	1,68	2,06	0,78	1,09	0,61	0,78
«Сарматское»	1,37	1,04	2,12	1,37	0,58	1,26	0,30	0,58
«170 км»	1,62	0,41	1,24	1,62	0,26	1,20	0,22	0,26
«Северный»	2,63	2,37	2,66	2,63	1,12	1,25	0,71	1,12
по биомассе, бит/мг								
«Ракушечное»	2,58	2,04	1,83	2,58	0,37	0,43	0,20	0,37
им. Ю. Корчагина	1,93	0,36	1,93	1,93	0,15	0,55	0,14	0,15
«Сарматское»	1,25	0,26	2,28	1,25	0,15	0,92	0,02	0,15
«170 км»	1,42	0,02	1,72	1,42	0,03	1,32	0,01	0,03
«Северный»	2,57	1,90	2,12	2,57	0,30	0,62	0,15	0,30

Значения индексов сапробности на протяжении всего периода наблюдений как в сезонном, так и в многолетнем аспектах характеризовали зону сапробности участка как

β-мезосапробную. Летом индекс сапробности изменялся от 1,47 до 1,94, осенью – от 1,64-1,96, что соответствует водам умеренной загрязненности (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели индекса сапробности на месторождениях лицензионного участка «Северный»

Месторождения	лето				осень			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
«Ракушечное»	1,67	1,89	1,96	1,73	1,74	1,64	2,00	1,98
им. Ю. Корчагина	1,75	1,81	1,80	1,68	-	1,49	-	2,03
«Сарматское»	-	1,99	1,74	1,61	-	1,65	1,90	1,97
«170 км»	1,57	1,80	1,60	1,65	-	1,65	-	-
«Северный»	1,47	1,92	1,94	1,74	1,74	1,64	1,93	1,96

Таким образом, акватория лицензионного участка «Северный» в рассматриваемые годы и сезоны по видовому разнообразию и количественным показателям развития зоопланктона являлась высокопродуктивным участком моря. Численность и биомасса беспозвоночных сокращались от лета к осени. Ведущая роль в формировании общих количественных значений летом принадлежала веслоногим, коловраткам и ветвистоусым ракам, осенью – веслоногим рачкам и личинкам усоногих ракообразных. Наиболее благоприятные условия для развития зоопланктона складывались в районе месторождения «Ракушечное».

Список литературы

Раздел, глава в книге, сборник трудов или коллективной монографии:

1. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях.- М.: Изд-во Наука, 1982. – 287 с

2. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: Изд. ВНИРО, 1997. – 350 с.6.

Методические пособия, инструкции:

3. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. // Arch. Hydrobiol.,Beihefz.,Ergebnisse der Limnol. 1973. Bd 7. P. 1-218

4. Sládeček V. The future of the saprobity system // Hydrobiologia. 1965. V. 25. P. 518–537.

5. Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press,1963. 117 p

6. E. Pantle and H. Buck, "Die Biologische Uberwachung der Gewässer und Die Darstellung der Ergebnisse," Gas- und Wasserfach, Vol. 96, No. 18, 1955, pp. 1-604.

7. Инструкция по сбору и обработке планктона. – М.: ВНИРО, 1977. – 72 с.

8. Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. – М.: Изд-во СЭВ, 1976. – Ч. III. – 186 с.

9. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. – 33 с.

УДК 639.3.03

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО КУТУМА В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЧИСЛЕННОСТИ ВОДНЫХ ВИДОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Панарина Н.В.[1],
Нуралиев М.А.[1],
Пятиконова О.В.[2]

[1]Отдел Западно-Каспийский Волжско- Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Республика Дагестан, 367022, г. Махачкала, ул. Абубакарова, д.104, dokaspiy@mail.ru
[2]Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, д.1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. Запасы и уловы кутума в последние годы неуклонно снижаются. Это может быть следствием воздействия ряда неблагоприятных факторов, в их числе загрязнение окружающей среды, браконьерство, гидростроительство, неудовлетворительное состояние нерестилищ. В естественных популяциях численность кутума подвержена резким колебаниям. Для восполнения запасов кутума проводятся мероприятия по его искусственному воспроизводству.

Ключевые слова: молодь кутума, искусственное воспроизводство, эндемик Каспия, вылов, запас, предельно допустимый объем выпуска.

Кутум (Rutilus Frisii kutum) – эндемик Каспия. Отличается некоторыми пропорциями тела, крупной чешуей и числом лучей в плавниках [Абдурахманов, 1962]. Длина тела кутума достигает 67 см, масса – 4 кг. Продолжительность жизни – 9-10, редко – 11 лет (рис. 1).

В прошлом кутум был широко распространен и вылавливался промышленным способом. Максимальный вылов кутума в России отмечен в середине прошлого столетия и составил 2200 т [Рабазанов и др., 2017]. С 1985 г. отмечено снижение вылова с 67 т до 2 т в 1995г.

Рисунок 1 – Кутум (Rutilus Frisii kutum)

В период с 1995 по 2004 гг. кутум был занесен в Красную книгу России с полным запретом его промысла, что в значительной степени способствовало восстановлению его запасов. Промысел кутума был возобновлен в 2006 г. и с тех пор увеличивался, превысив в 2016 г. 90 т [Рабазанов и др., 2017]. Однако, запасы и уловы кутума в последние годы неуклонно снижаются (рисунок 2).

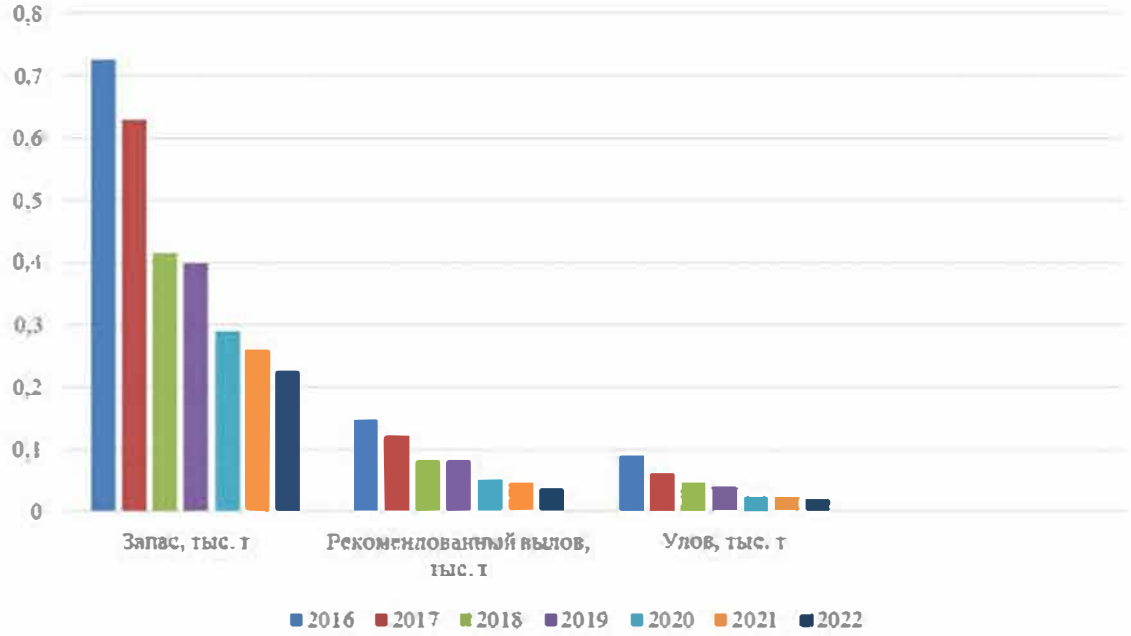


Рисунок 2 – Запас и промысел кутума в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в период 2016-2022 гг.

Основной причиной сокращения численности кутума является чрезмерный вылов, обусловленный высоким спросом на рынке, а также воздействие ряда неблагоприятных факторов, таких как неудовлетворительное состояние нерестилищ, забор воды на орошение сельхозугодий, гидростроительство, загрязнение окружающей среды различными токсикантами, а также нелегальный промысел, особенно в местах размножения [Рабазанов и др., 2017].

Для восполнения запасов кутума проводятся мероприятия по его искусственному воспроизводству [Павлов и др., 1994]. Технология искусственного разведения кутума в нашей стране была разработана в середине 1950-х годов прошлого столетия группой

научных работников ВНИРО под руководством Т. Берлянда [Берлянд, 1954]. Опыты по искусственному разведению кутума в России были начаты на Самурской рыбоводной станции в начале XX века. В довоенные годы его получали на Южном Буге в заводских условиях.

В 1998 г. в Ассоциации «Дагрыба» была разработана программа искусственного воспроизводства кутума в Дагестане на период до 2005 г., где предполагалось использовать производственные мощности Бирюзякского рыбопитомника. В 2000 г. в питомнике было выращено более 0,5 млн шт.

В настоящее время в Российской Федерации заводское воспроизводство кутума с целью пополнения популяции осуществляется на нескольких рыбозаводах в Республике Дагестан. Биотехника воспроизводства включает в себя вылов производителей, выдерживание их в садках раздельно по полу до получения зрелых половых продуктов, искусственное оплодотворение икры, ее инкубация, выдерживание личинок, их подращивание в прудах до 1,2 г и выпуск в естественную среду обитания.

Выпуск молоди кутума за счет искусственного воспроизводства в 1990 г. достигал 14 млн. шт. (рисунок 3). В последующие годы показатели объемов выпуска молоди кутума снизились и составляли в среднем 5-7 млн шт. в год. Начиная с 2013 г. выпуск молоди кутума увеличился и в 2021 г. составил 15,87 млн шт. В 2022 г. количество выпускаемой молоди кутума снизилось до 12,42 млн шт. Среднегодовой объем выпуска молоди кутума составляет 8,55 млн. шт.

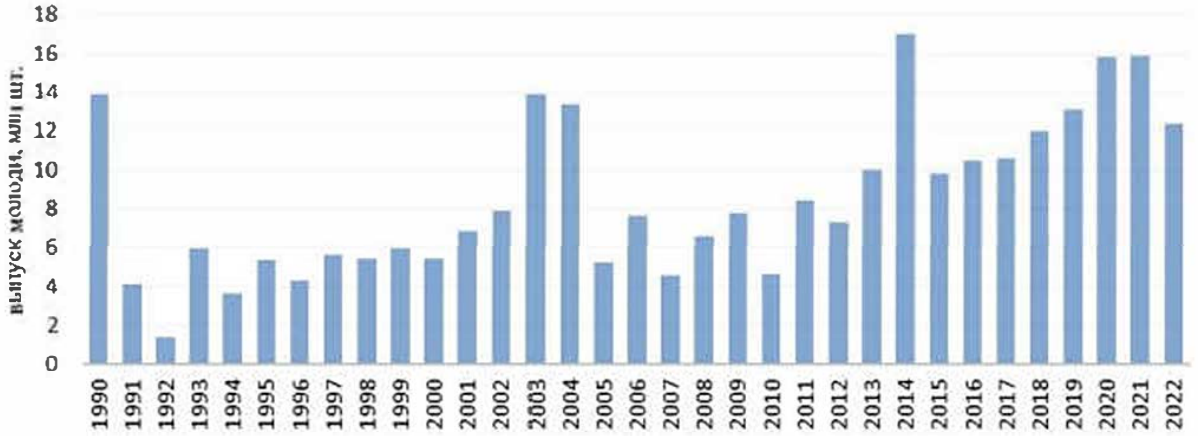


Рисунок 3 – Выпуск молоди кутума рыбоводными предприятиями Дагестана в Каспийское море в 1990-2022 гг.

Производственный процесс при искусственном воспроизводстве кутума начинается весной с заготовки производителей в марте-апреле. Так в 2023 году было заготовлено 489 самок и 1053 самцов производителей кутума, средней навеской 1,3 кг и 0,99 кг соответственно. В результате нерестовой кампании получено 18,8584 млн. шт. доброкачественной икры. После вылупления предличинок выдерживают некоторое время в бассейнах, а затем пересаживают в пруды. Молодь кутума выращивается в выростных прудах на естественной кормовой базе.

В июне на Мехтебском рыбоводном заводе Терско-Каспийского филиала ФГБУ «Главрыбвод» по результатам контрольных обловов прудов была определена средняя

навеска молоди кутума – 1,1 г и начаты мероприятия по выпускам в естественную среду обитания (рисунок 4).

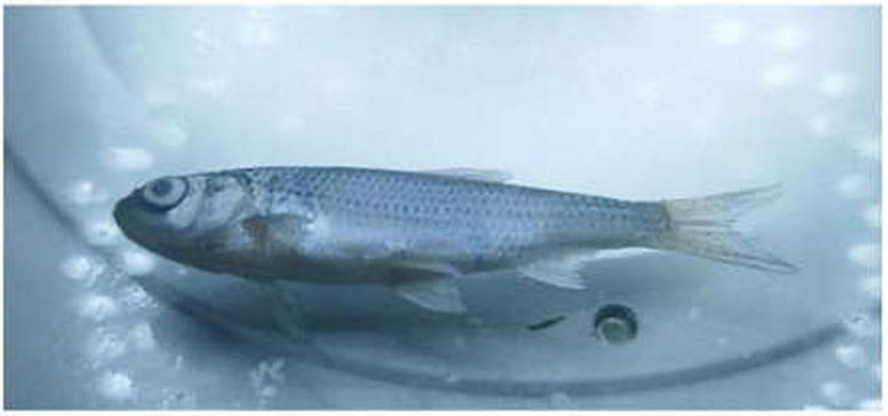


Рисунок 4 – Молодь кутума

Основными факторами, влияющим на состояние популяций кутума на дагестанском побережье Каспия, являются эффективность естественного и искусственного воспроизводства. Биологическая особенность анадромных видов рыб состоит в том, что они генеративно пресноводные, т.е. начальные этапы жизни их – на стадии икры, личинки, молоди – проходят в пресных водоемах и водотоках, но большую часть жизни проводят в морских водах, в которых происходят нагул, зимовка.

Именно в это время при переходе в совершенно новые экологические условия отмечается повышенная элиминация молоди рыб, что в конечном итоге определяет формирование численности поколения.

По расчетам допустимого объема выпуска кутума дагестанское побережье Каспия может принять 195,9 млн экз. молоди. Этот расчет основан на наличии недоиспользуемой кормовой базы на дагестанском побережье Каспийского моря в результате многолетней тенденции снижения запасов и численности популяций рыб.

Масштабы искусственного разведения кутума в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне ниже приемной емкости бассейна.

Таким образом, возникла необходимость увеличения искусственного воспроизводства кутума на действующих рыбоводных заводах, а также НВХ, что позволит восстановить и поддержать численность вида.

Весьма актуальной задачей рыбохозяйственного освоения кутума является оценка возможности формирования его маточных стад в условиях индустриальных предприятий.

В настоящее время в нашей стране не разработана технология товарного выращивания кутума. Существующая биотехника выращивания в прудах направлена на искусственное воспроизводство. Разработка биотехнологии выращивания кутума в товарной аквакультуре является актуальным направлением исследований. Развитие товарной аквакультуры кутума приведет к насыщению рынка ценным и качественным пищевым продуктом, а также снижению пресса на естественные популяции этого вида.

Открытым и не проработанным остается вопрос разработки рыбоводно-биологических нормативов (биотехнологии) формирования маточных стад и

производства посадочного материала кутума в садках, установленных в водоёмах с естественной температурой воды и в водоёмах охладителях энергетических объектов для целей пастбищной аквакультуры, биомелиорации и получения товарной продукции.

Необходим комплексный подход, заключающийся во всестороннем изучении кутума как объекта аквакультуры, что позволит увеличить объемы искусственного воспроизводства для пополнения природной популяции и востребованного товарного продукта.

Список литературы

1. Абдурахманов Ю.А. 1962. Рыбы пресных вод Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 472 с.
2. Берлянд Т.Б. 1954. О направленном формировании запасов карповых рыб в южных морях СССР и промышленном разведении кутума. Труды ихтиологической комиссии АН СССР. Вып.7, С.259-267.
3. Павлов Д.С., Саввантова К.А., Соколов Л.И., Алексеев С.С. 1994. Редкие и исчезающие животные: рыбы. М.: Высшая школа, С. 28.
4. Рабазанов Н.И., Орлов А.М., Абдусамадов А.С., Бархалов Р.М., Ахмедханов К.М., Бузулуцкая К.Г. 2017. Состояние запасов, промысел и искусственное разведение кутума. М.: ВНИРО, Т.166. С. 55-71.

УДК 639.2.053.7 : 622.276 (262.81)

ДИНАМИКА ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА МОРСКИХ РЫБ В УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ И ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Разников В.П.[1],
Зубкова Т.С.[1],
Гаврилова Д.А.[1],
Кузнецов В.В.[1],
Калмыков В.А.[1],
Тембов П.С.[2]

[1] Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

[2] Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО»,
Россия, Республика Дагестан, 367022, г. Махачкала, ул. Абубакарова, д. 10,
dokaspiy@mail.ru

Аннотация. В условиях возрастающей нагрузки на экосистему Каспийского моря посредством разработки и добычи углеводородного сырья в многолетнем плане представлен материал по оценке изменения промыслового запаса морских рыб, жизненный цикл которых непосредственно связан с морской средой обитания.

Рассматриваются вопросы колебаний величины промысловых ресурсов и установлены основные их причины. Дана краткая характеристика промыслового запаса, рекомендованного вылова и российского промысла морских рыб в 2022 г.

Ключевые слова: Каспийское море, морские рыбы, промысловый запас, рекомендованный вылов, факторы среды, нефтегазовые месторождения, промысел, освоение.

Введение

За последние 20 лет в пределах российского шельфа Каспийского моря и прикаспийских государств были открыты десятки нефтегазовых месторождений. Возрастающая потребность в различных видах минерального сырья существенно увеличила экологическую нагрузку на континентальный шельф моря в результате проведения геофизических работ и добычи углеводородных компонентов. На современном этапе разведка, разработка и освоение месторождений проводятся ускоренными темпами, охватывая всё большую площадь Каспийского моря. Развивая производство нефти и газа, добывающие компании постоянно работают над повышением экологической безопасности, используя технологии нулевого сброса, спутникового мониторинга и воспроизводства биоресурсов. Тем не менее, несмотря на минимизацию воздействия технологических последствий на природу, в том числе на ихтиофауну, процесс не исключает аварийных ситуаций, приводящих к загрязнению в локальных районах моря.

Изменение численности и биомассы морских видов рыб (каспийские кильки, морские сельди, атерина, кефаль, бычки), постоянно обитающих и совершающих миграционные циклы в акватории Каспийского моря, могут быть своеобразным индикатором, свидетельствуя об удовлетворительных или негативных условиях среды обитания под воздействием абиотических и биотических факторов.

Цель работы – провести многолетний сравнительный анализ промыслового запаса морских рыб и выявить изменения, происходящие в динамике ресурсной базы в современных экологических условиях в Каспийском море.

Материал и методика

В соответствие с мониторинговыми наблюдениями (2012-2022 гг.) в различных частях Каспийского моря изучались распределение, концентрации, биологические показатели морских рыб по результатам сетных и конусных ловов, траловых и гидроакустических съёмок. Результаты исследований использовались при расчётах общего и промыслового запасов каспийских килек, морских мигрирующих сельдей, атерины, кефали и бычковых рыб с перспективой долгосрочного прогнозирования, и рекомендованного вылова.

При определении промыслового запаса руководствовались «Методиками оценки запасов, ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством» [Судаков и др., 2011].

Результаты и обсуждение

В Каспийском море обитают многочисленные виды морских рыб - обыкновенная килька, морские сельди, кефали, атерина и бычки, чьи запасы при недостаточной степени промысловой нагрузки формировались в основном под воздействием естественной убыли популяций.

Каспийские кильки представлены тремя видами, различающимися по образу жизненных циклов: анчоусовидная и большеглазая (эндемичные виды) придерживаются зон круговых течений Среднего и Южного Каспия, обыкновенная килька – эвригалинный вид, обитает во всех частях моря.

При расчётах запасов килек в Среднем и Южном Каспии закладывался метод оценки годовой промысловой смертности [Рикер, 1979], где коэффициент промысловой смертности определялся при помощи прямого сравнения промыслового улова и исследовательского улова на усилие. Показатель среднего исследовательского улова на усилие на данный момент является наиболее достоверным индексом запаса каспийских килек, поскольку многолетняя выборка проводилась во всех частях Каспийского моря по стандартной сетке станций. Использовался принцип ретроспективного восстановления численности популяций на начало года по данным о возрастной структуре популяций на основе результатов учетных килечных съемок, анализа промысловых уловов, промысловой статистики.

Запасы обыкновенной кильки в Северном Каспии рассчитывались методом, предусматривающим определение абсолютной численности сеголетков на местах нагула по результатам траловых съемок и последующий расчет численности поколений по коэффициентам естественной смертности сеголеток.

Ретроспективный анализ промыслового запаса показал, что до 2000-х гг. общая биомасса килек находилась на высоком уровне с доминированием анчоусовидной кильки. Промысел в открытых пространствах Каспийского моря рыбонасосами на электросвет был ориентирован на ресурсы анчоусовидной и большеглазой килек, ареал обыкновенной кильки охватывался лишь частично, её запасы недоиспользовались: на долю анчоусовидной кильки приходилось 76,9 %, большеглазой кильки - 22,0 %, обыкновенной кильки - 1,1 %.

С 2000-х гг. вследствие сейсмических процессов, а затем отрицательного воздействия на воспроизводство килек гребневика-мнемиопсиса, отмечался резкий обвал запаса всех видов килек, причём у эндемичных видов он носил ярко выраженный характер. Промысловый запас анчоусовидной и большеглазой кильки в 2011-2015 гг. достиг критической отметки, в то же время обыкновенная килька, вследствие особенностей биологии, сохранила и увеличила свой ресурсный потенциал.

Быстрая адаптация и массовое развитие случайно интродуцированного вида *Mnemiopsis leidy* (с балластными водами судов) сопровождались резким снижением кормовой базы планктонофагов, изменением состава ихтиоценозов, структуры трофических цепей. Будучи активным потребителем пелагических икринок и личинок рыб, мнемиопсис напрямую оказывал отрицательное воздействие на запасы многих пелагических рыб. Начиная с 2000-х годов, уловы анчоусовидной и большеглазой кильки по отношению к 1999 г. (149,9 тыс. т) сократились в 100-169 раз, и их запас

продолжает оставаться в депрессивном состоянии, пополняя свою численность медленными темпами. Обыкновенная килька в силу своей эвригалинности (нерест протекает в опреснённых участках моря, заливах, устьях рек) была подвержена воздействию мнемиопсиса в меньшей степени. Повышенные объёмы стока р. Волги в 2016-2018 гг., наличие свободных экологических ниш, отсутствие промысла как такового - всё это способствовало увеличению ресурсной базы данного вида.

Промысловый запас обыкновенной кильки в 2018-2022 гг. по отношению к 2012-2017 гг. увеличился в 1,3 раза, составив 607,0 тыс. т. В динамике становления запаса за последние пять лет прослеживалась стабилизация этого показателя на уровне 595,2-612,8 тыс. т (таблица 1).

Таблица 1- Промысловый запас морских рыб в целом по морю (тыс. т)

Виды рыб	Годы						
	2012-2017	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
Анчоусовидная килька	156,6	267,9	198,0	266,4	247,8	196,5	235,3
Большеглазая килька	1,8	2,6	2,7	2,9	3,0	2,8	2,8
Обыкновенная килька	470,2	603,7	595,2	610,8	612,8	612,7	607,0
Все виды килек	**628,6**	**874,2**	**795,9**	**880,1**	**863,6**	**812,0**	**845,1**
Долгинская сельдь	56,3	47,6	52,1	49,3	51,2	48,8	49,8
Каспийский пузанок	21,2	22,4	21,3	23,2	25,7	25,8	23,7
Большеглазый пузанок	23,6	21,8	21,1	21,2	21,0	21,1	21,2
Все виды сельдей	**101,0**	**91,8**	**94,5**	**93,7**	**97,9**	**95,7**	**94,7**
Атерина *	39,8	42,4	40,8	40,3	40,2	39,9	40,7
Кефаль *	10,2	10,0	10,0	10,7	10,9	10,7	10,3
Бычки *	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Итого	**779,6**	**1018,4**	**941,2**	**1026,8**	**1014,6**	**960,3**	**992,8**
Условные обозначения: * - только для Российской Федерации							

Формирование запаса анчоусовидной кильки в 2018-2022 гг. было подвержено большим колебаниям в пределах 196,5-267,9 тыс. т. Промысловый запас большеглазой кильки формировался на низком уровне – колебания биомассы не превышали 2,6-3,0 тыс. т. После окончательной натурализации гребневика, промысловый запас эндемичных видов в 2018-2022 гг. увеличился, указывая на постепенный выход популяций из депрессивного состояния.

Общая промысловая биомасса килек в 2022 г. в Каспийском море составляла 812,0 тыс. т, в том числе анчоусовидной – 196,5 тыс. т; большеглазой - 2,8 тыс. т; обыкновенной - 612,7 тыс. т. Роль России в воспроизводстве и формировании запасов среди прикаспийских государств (кроме Исламской Республики Иран) определена на уровне: анчоусовидной кильки - 39,2 %, большеглазой кильки - 48,75 %, обыкновенной кильки - 67,74 % от промыслового запаса по всему морю [Беляева и др., 1992; Беляева и др., 1998]. Исходя из проведённых расчётов, российский ресурсный потенциал оценивался в 533,3 тыс. т с рекомендованным выловом 106,47 тыс. т (в том числе

анчоусовидной кильки - 22,2 тыс. т; большеглазой - 0,17 тыс. т; обыкновенной - 84,1 тыс. т). По статистическим данным фактический улов килек в 2022 г. составил 33,436 тыс. т, превышая показатель 2018 г. до начала интенсивного лова в 22,4 раз. Основа улова (99,98%) приходилась на обыкновенную кильку при освоении рекомендованного вылова на 39,7 %.

Результаты исследований показали, что за последнее пятилетие промысловый запас всех килек имел тенденцию к увеличению: наиболее быстрый прирост ихтиомассы отмечался у эвригалинного вида - обыкновенной кильки, более слабый наблюдался у эндемичных видов, что обусловлено биологическими особенностями популяций. Основным сдерживающим фактором роста численности кишек выступало биологическое загрязнение моря гребневиком-мнемиопсисом.

Группа морских сельдей (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки), занимает второе место после каспийских кишек по значимости морских ресурсов с целью их промыслового использования.

Промысловые запасы морских сельдей в период морского рыболовства (до 1960 г.) рассчитывались методом дискретного когортного анализа на основе многолетних данных по возрастному составу уловов, пополнения и остатка, плотности популяции на местах зимовки и вылову поколений разных возрастных групп. После введения запрета морского сетного промысла, с 1960-х гг., наблюдалось резкое снижение всех показателей, характеризующих интенсивность прибрежного рыболовства. В данных условиях общий и промысловый запас стал определяться комбинированным методом, сочетающим прямой траловый учет численности сеголетков в Северном Каспии с последующим расчетом численности и биомассы образующих запасы поколений. С целью установления коэффициента мгновенной естественной смертности использовалась зависимость от возраста массового полового созревания. Данный коэффициент имеет универсальное значение, потому что оценивает структуру популяции как частично облавливаемую в течение длительного периода.

Результаты оценки запаса ежегодно проверяются при помощи относительных показателей его состояния: уловов на усилие производителей и молоди, основных биологических показателей, соотношения пополнения и остатка и др. Динамика изменений этих показателей характеризует изменения, происходящие с запасами.

Численность и биомасса морских мигрирующих сельдей взаимосвязана с уровенным режимом моря. В современный период в условиях маловодных лет наблюдается понижение уровня Каспийского моря до отметки - 28,43 м (2021 г.). Значительные пространства восточной мелководной части Северного Каспия, где расположены основные нерестилища хищных видов (долгинская сельдь, большеглазый пузанок) обнажаются, прогрессируют процессы заиливания и в большей степени подвержены обмелению и осолонению вследствие дефицита поступления речного стока.

С 2012-2017 гг. прослеживалось выраженное снижение промыслового запаса у долгинской сельди и большеглазого пузанка, и периодическое уменьшение этого показателя в 2018-2022 гг. (таблица 1), что было закономерным процессом в период регрессии уровня моря вследствие сокращения нерестового ареала [Седов, Андрианова,

2002]. В тоже время проведённые расчёты указывали на увеличение промыслового ресурса каспийского пузанка с 21,2 до 23,7 тыс. т. Этот эвригалинный вид в меньшей степени подвержен влиянию колебания уровня моря, кроме того, в последние годы каспийский пузанок практически не используется промыслом, что благотворно влияет на его запасы.

В 2018-2022 гг. промысловый запас морских сельдей оценивался в объёме 94,7 тыс. т, что на 6,3 тыс. т меньше, чем в 2012-2017 гг. Снижение запаса происходило за счёт сокращения промыслового ресурса хищных сельдей при возрастающей роли каспийского пузанка.

Среди прикаспийских государств роль России в воспроизводстве и формировании запасов от общего промыслового запаса по морю составляет: долгинская сельдь - 47,1 %, большеглазый пузанок - 42,85 %, каспийский пузанок - 69,1 %. Промысловый запас морских сельдей для России на 2022 г. оценивался в объёме 52,0 тыс. т с рекомендованным выловом 15,5 тыс. т. Освоение составило 9,2 % от расчётной величины. Незначительное освоение запаса обусловлено низкой интенсивностью промысла.

Таким образом, состояние промыслового ресурса популяций морских сельдей можно охарактеризовать как стабильное, с минимальными колебаниями численности и биомассы. Ведущим фактором динамики численности и состояния их запасов является уровенный режим моря, определяющий величину запаса в условиях пониженного промысла.

Кефаль. Акклиматизированные в 1930-1934 гг. в Каспийское море виды кефалей - сингиль и остронос, сформировали популяции. До конца XX в. промысел кефалей в Каспийском море носил случайный характер, в качестве прилова при добыче других видов рыб (сельдевых, частиковых).

В условиях низкой интенсивности промысла, оценка запаса методом дискретного когортного анализа на основе многолетних данных по возрастному составу уловов не представлялась возможным. Вместе с тем исследования показали, что обширные районы северной и средней частей Каспийского моря ежегодно используются сингилем в качестве нерестового и нагульного ареалов. Данная биологическая особенность позволила оценивать численность производителей и использовать полученный материал при обосновании общего и промыслового запасов в пределах российской акватории. Определение величины запаса кефали стало осуществляться методом площадей, модифицированным для пассивных орудий лова, для которых закладывались данные по коэффициенту уловистости, вероятности попадания и скорости движения рыб при использовании коэффициентов естественной и промысловой смертности. Принимая во внимание, что значительная часть годового цикла кефали не охватывается полноценными исследованиями (миграции молоди и взрослых особей в Среднем и Южном Каспии, икрометание производителей, формирование пополнения), применяемая оценка численности рыб в северной и средней части Каспийского моря наиболее достоверно отражает состояние их запасов.

Промысловый запас кефали в многолетнем плане (2012-2022 гг.) изменялся в узких пределах от 10,0 до 10,9 тыс. т. В 2022 г. промысловый ресурс сингиля оценивался в 10,7 тыс. т с рекомендованным выловом 2,5 тыс. т. Освоение составляло 37,8 % от прогнозной величины. На современном этапе освоение запаса кефали зависит только от причин организационного характера (расширение промысловых зон, своевременный выход рыбодобывающих предприятий на промысел, приём рыбы непосредственно в районе лова, постоянный рынок сбыта продукции).

Запас сингиля в российской зоне во многом определяется мощностью ежегодных миграционных циклов (нерестовых, нагульных) с юга на север и находится в зависимости от биотических факторов среды, таких как оптимальный температурный и солевой режим, достаточная обеспеченность кормовой базой и др.

Бычковые виды рыб. В бассейне Каспийского моря определено до 37 видов и подвидов бычковых рыб, которые распространены как в опресненных прибрежных участках, так и в открытой части моря. Наиболее важное промысловое значение имеет бычок глубоководный, который повсеместно распространён в Среднем и Южном Каспии, в северной части моря встречается единичными экземплярами. Обширные районы западной части Среднего Каспия ежегодно используются бычком глубоководным в качестве нерестового ареала в весенний период, что позволяет оценивать численность производителей и использовать полученный материал при обосновании общего и промыслового запасов.

Промысел бычков на дагестанском побережье до 2018 г. не велся, затем бычки стали упоминаться в промысловой статистике в виде прилова при изъятии других видов водных биоресурсов (морских сельдей). С 2020 г. бычковые виды включены в перечень водных биоресурсов, для которых осуществляется процедура биологического обоснования рекомендованного вылова, среди которых промысловый запас только для глубоководного бычка оценивался в 2,0 тыс. т с рекомендованным выловом - 0,5 тыс. т.

Вылов бычковых рыб на дагестанском побережье в 2022 г. составлял 0,195 тыс. т или 39,0 % от рекомендованной величины. Бычковые виды не совершают протяжённых длительных миграций, и потому могут служить своеобразным индикатором загрязнения морских вод в локальных районах моря.

Атерина. Эндемичный трансграничный малоценный вид, обитает повсеместно в Каспийском море. Места зимовки расположены вне районов северной части Каспийского моря. В конце апреля - мае отмечается массовая миграция рыб на акваторию Среднего и Северного Каспия.

Определение численности и биомассы атерины осуществляется с 2007 г. Прямой учёт рыб тралами остаётся главным способом оценки запаса, при этом ежегодный учёт молоди позволяет оценивать урожайность поколений. Российский запас атерины в течение всех лет остается стабильным и находится на высоком уровне (39,9-42,4 тыс. т) с рекомендованным выловом 7,0 тыс. т. Промыслом практически не используется в виду низкого потребительского спроса. Данный вид в Каспийском море является вторым по значимости после кильки кормовым объектом для питания морских сельдей, осетровых и каспийского тюленя.

Заключение

Видовой состав морских рыб за период наблюдений в Каспийском море был представлен четырьмя семействами: сельдевыми (морскими сельдями, каспийскими кильками), атериновыми (атерина), кефалевыми (сингиль) и бычковыми видами рыб.

Колебания численности и промысловой биомассы морской ихтиофауны определяют уязвимость видов к воздействию факторов как биогенного, так и абиотического характера. Многолетний сравнительный анализ показал, что в целом промысловый запас морских рыб в 2018-2022 гг. по отношению к 2012-2017 гг. увеличился в 1,3 раза, составив 992,8 тыс. т. Увеличение происходило в основном за счёт роста биомассы каспийских килек при стабильных показателях для остальных видов рыб, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии популяций.

В настоящее время влияние антропогенного воздействия (в частности разработка и освоение нефтегазовых месторождений) тесно переплетается с негативным влиянием естественных факторов внешней среды. Результаты последних лет исследований свидетельствуют, что запас лимитируют такие факторы как биологическое загрязнение моря гребневиком-мнемиопсисом (каспийские кильки), уровенный режим (морские сельди), температура воды и солёность (кефаль). В условиях всё возрастающей разработки углеводородного сырья необходим постоянный мониторинг за экологической ситуацией в водоёме, что позволит в конечном итоге сохранить экосистему Каспийского моря.

Список литературы

1. Беляева В.Н., Власенко А.Д., Иванов В.П. Научные основы регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря. – Астрахань: КаспНИРХ, 1992. – 112 с.

2. Беляева В.Н., Иванов В.П., Зиланов В.К. Научные основы устойчивого рыболовства и регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря. – М: ВНИРО, 1998. – 167 с.

3. Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством // под ред. Судакова Г.А. Астрахань КаспНИРХ. 2011. 119 с.

4. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб // Пер.с англ.- М.: Пищ. пром., 1979. – 408 с.

5. Седов С.И., Андрианова С.Б. Многолетняя динамика видового состава каспийских сельдей в период промысла и его запуска // Современные проблемы Каспия: материалы международной конференции, посвященной 105-летию КаспНИРХ (24-25 декабря 2002 г.), Астрахань. – Астрахань, 2002. – изд-во КаспНИРХ. – С. 28-32.

УДК: 597.554.3 – 153 (262. 81)

УСЛОВИЯ НАГУЛА ПОПУЛЯЦИИ ВОБЛЫ (*RUTILUS RUTILUS CASPICUS* JAKOWLEV, 1870) НА АКВАТОРИИ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ» В ПЕРИОД 2016-2020 гг.

Расторгуева С.В.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В данной работе приводится сезонная оценка условий нагула популяции воблы (как молоди, так и половозрелой её части) в период 2016 – 2020 гг. на различных глубинах лицензионного участка «Центрально-Каспийский». На основании анализа содержимого пищевого комка, с последующим вычислением общих индексов наполнения кишечников, дается характеристика трофологической обстановки для данного вида рыб.

Ключевые слова: популяция воблы, спектр питания, многолетняя динамика, трофологическая обстановка.

Участок «Центрально-Каспийский» является пастбищем нагула воблы, данным видом осваиваются глубины свыше 30,0 м. Экологические условия, в частности соленость, развитие излюбленной комовой базы – моллюсков, червей и ракообразных, дает возможность полноценно развиваться всей популяции воблы на акватории участка. Всего за период исследований было проанализировано 631 экз. рыб [Методическое пособие…, 1974].

Целью работы являлась характеристика трофологической обстановки в зависимости от глубины нагула.

Летом спектр питания годовиков воблы включал 11 таксономических единиц. Основу питания составляли моллюски (64,8 % по массе), из четырех видов активно потреблялись *Cerastoderma lamarcki* (31,2 %) и *Mytilaster lineatus* (24,1 %). *Abra ovata* и Gastropoda sp. избирались в меньшей степени, составив в сумме 9,4 %. Второстепенное значение в питании воблы играли ракообразные - ракушковый рачок Ostracoda sp. (17,9 %). Черви занимали 11,9 % от массы пищевого комка. На долю особей с пустыми пищеварительными трактами приходилось 11,0 %. Общий индекс наполнения кишечников находился на уровне 112,5 $^0/_{000}$.

Нагул молоди воблы проходил на глубинах от 3,0 до 21,0 м, наибольшее количество особей было выловлено в пределах 15,1 – 18,0 м. Кормовую базу в мелководной зоне (3,1- 6,0 м) формировали ракообразные (Ostracoda sp. – 55,5 %) и моллюски. (Gastropoda sp. – 22,1 %). С увеличением глубины изменялся количественный состав пищевого комка, основную часть занимали моллюски видов *C. lamarcki* (9,1-12,0 и 18,1-21,0 м) и M. lineatus (15,1-18,0 м). Черви и ракообразные служили существенным дополнением в зоне глубин 9,1-18,0 м. Трофологическая обстановка повсеместно

складывалась благоприятно. Максимальный показатель накормленности (157,3 ‰) наблюдался на глубинах свыше 18,0 м, когда содержание моллюсков пищевых комках достигало 89,5 % (рисунок 1).

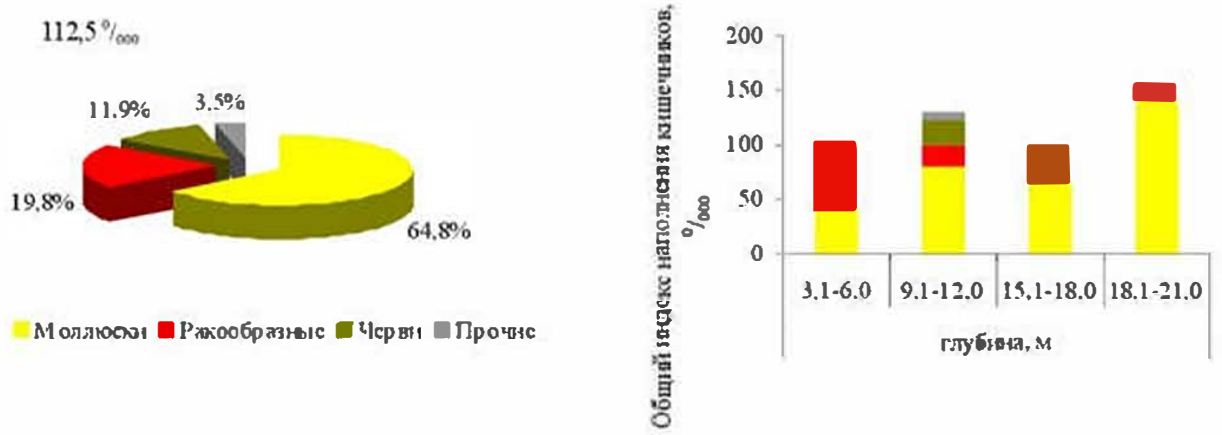


Рисунок 1 – Спектр питания годовиков воблы летом в период 2016-2020 гг. на лицензионном участке «Центрально Каспийский»

Во все годы исследований (2016-2020 гг.) в питании годовиков воблы доминировали моллюски, значения общих индексов наполнения кишечников свидетельствуют о благоприятных условиях нагула (таблица 1).

Таблица 1 – Состав пищи годовиков воблы в многолетнем аспекте летом на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Состав пищи	года				
	2016	2017	2018	2019	2020
Mollusca	68,7	87,0	28,2	72,1	57,4
Crustacea	27,8	6,3	37,0	16,8	23,7
Vermes	3,2	0,6	29,6	9,4	16,0
Прочие	0,3	6,1	5,2	1,7	2,9
Общий индекс наполнения киш., ‰	126,3	127,8	103,1	109,5	99,7
Доля рыб с пуст. киш., %	-	7,7	10,0	11,3	-

Осенью, на анализ отбирались сеголетки воблы, спектр питания состоял из 15 бентосных компонентов. Главной пищей служили черви представленные двумя видами полихет – *Hediste diversicolor* (34,2 %) и Marenzelleria sp. (12,4 %), в равной степени дополняли рацион моллюски (22,9 %) и ракообразные (21,9 %). Процент рыб с пустыми пищеварительными трактами составил 18,1 %. Общая величина накормленности не превышала 77,8 ‰.

Рассматривая питание воблы на разных глубинах можно отметить, что черви доминировали в питании сеголетков воблы на глубинах до шести метровой изобаты (Marenzelleria sp. – 93,5 %) и свыше 27,0 м (*H. diversicolor* – 79,6 %). На глубинах 15,1 – 21,0 м они избирались, наряду с ракообразными. Моллюски активно развивались в зоне глубин 9,1-12,0 и 24,1-27,0 м (рисунок 2).

Рисунок 2 – Спектр питания сеголетков воблы осенью в период 2016-2020 гг. на лицензионном участке «Центрально Каспийский»

Благоприятные условия для нагула молоди воблы наблюдались в мелководной зоне (до 6,0 м), 9,1-12,0 и 24,1-27,0 м. на остальных глубинах трофологическая обстановка складывалась удовлетворительно.

На протяжении всего рассматриваемого периода основу рациона сеголетков воблы формировали традиционные кормовые объекты. Процент особей с пустыми кишечниками свидетельствует об ограниченных пищевых запасах в осенний период нагула. Максимальный показатель накормленности наблюдался в 2019 г. (84,2 ‰) при доминировании в питании молоди воблы червей, минимальный в 2018 г. (62,3 ‰), когда в рационе преобладали моллюски, при этом число рыб с пустыми пищеварительными трактами достигало 25,0 % (таблица 2).

Таблица 2 – Состав пищи сеголетков воблы в многолетнем аспекте осенью на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Состав пищи	года			
	2016	2017	2018	2019
Mollusca	46,8	1,2	51,1	-
Crustacea	14,2	34,2	19,8	18,7
Vermes	35,5	53,6	22,3	75,0
Прочие	3,5	11,0	6,8	6,3
Общий индекс наполнения киш., ‰	71,6	77,4	62,3	84,2
Доля рыб с пуст. киш., %	16,3	18,9	25,0	13,3
В 2020 г. сеголетки воблы в уловах отсутствовали				

Летом, в составе пищи половозрелой воблы насчитывалось 19 таксономических единиц. Основой рациона являлись моллюски (79,8 %), из шести видов, особое значение имели *Abra ovata* (36,4 %) и *M. lineatus* (31,1 %). Второстепенную роль в питании воблы играли ракообразные (в сумме составившие 10,6 %) и черви (3,3 %). Так же в пищевом комке встречались рыба, водная растительность и грунт (рисунок 3).

Количество рыб с пустыми кишечниками достигало 29,6 %. Величина общей накормленности находилась на высоком уровне - 126,5 ‰. Наиболее продуктивными

для нагула взрослой воблы являлись глубины до 21,0 м, где в питании доминировали моллюски (рисунок 3).

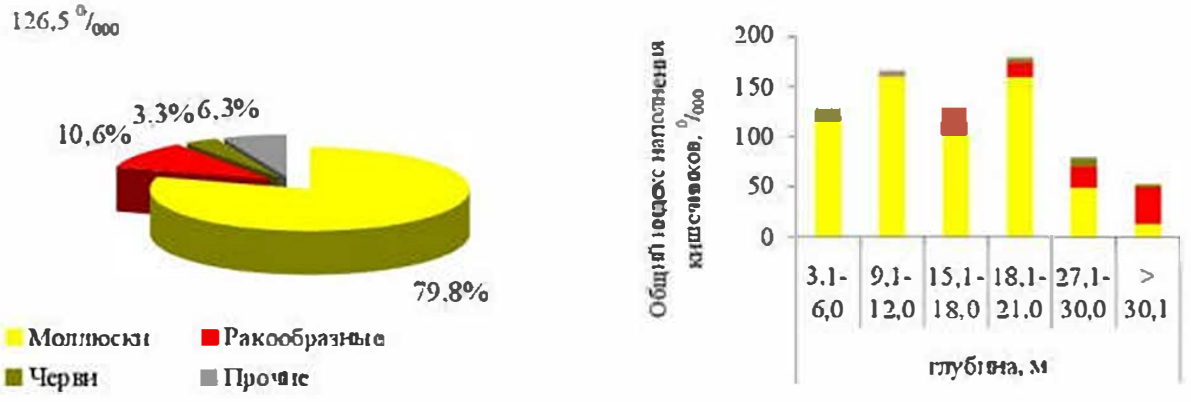


Рисунок 3 – Спектр питания половозрелой воблы летом в период 2016-2020 гг. на лицензионном участке «Центрально Каспийский»

В летний период с 2016 по 2020 гг., кормовую базу воблы формировали морские виды моллюсков, условия для нагула складывались благоприятно, исключением являлся 2018 г., когда доля особей с пустыми кишечниками превышала 50,0 % (таблица 3).

Таблица 3 – Состав пищи половозрелой воблы в многолетнем аспекте летом на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Состав пищи	года				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Mollusca	88,0	82,1	81,2	92,6	40,7
Crustacea	1,7	13,4	3,2	2,3	32,4
Vermes	8,4	0,9	12,8	0,9	3,6
Прочие	1,9	3,6	2,8	4,2	23,3
Общий индекс наполнения киш., ‰	99,9	126,7	35,2	140,0	80,7
Доля рыб с пуст. киш., %	35,0	11,1	53,0	37,5	29,6

Осенью, так же как и в летний период, основой питания половозрелой воблы являлись моллюски морского комплекса (55,5 %), наибольший процент потребления приходился на представителей видов *D. trigonoides* и *A. ovata*. Существенно дополняли рацион ракообразные (32,9 %), из которых наибольшее значение играл усоногий рачок *Balanus improvisus* (22,4 %). На долю червей приходилось 3,9 %. Количество особей с пустыми пищеварительными трактами составило 14,2 %.

Общий показатель накормленности находился на уровне 65,2 ‰ (рисунок 4).

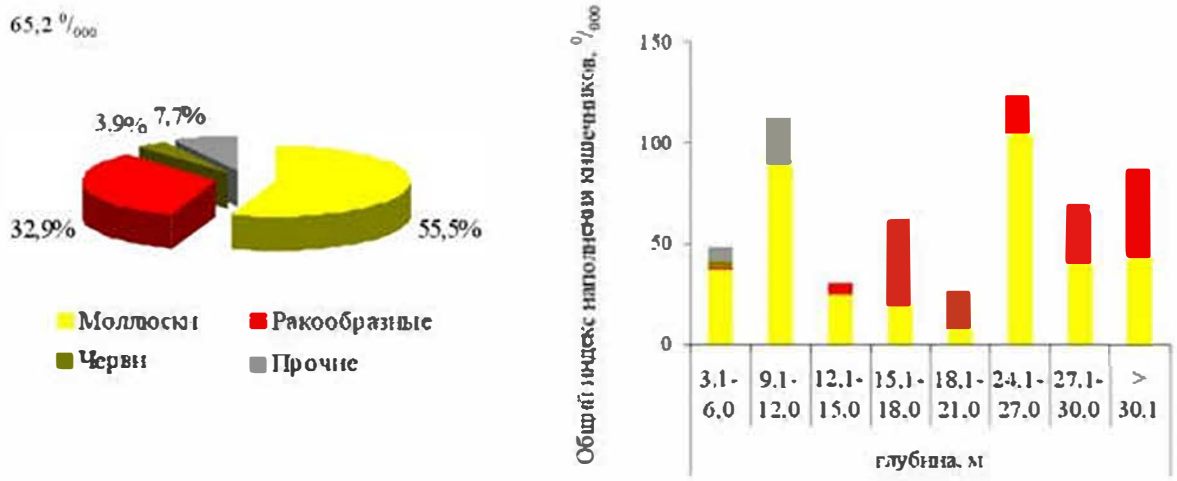


Рисунок 4 – Спектр питания половозрелой воблы осенью в период 2016-2020 гг. на лицензионном участке «Центрально Каспийский»

Высокий показатель накормленности (123,6 ‰) наблюдался на глубинах 24,1-27,0 м, где содержание моллюсков в пищевых комках достигало 84,7 %, минимальный в пределах 18,1-21,0 м, когда основу рациона формировали ракообразные (42,0 %).

Рассматривая рацион питания половозрелой воблы по годам, можно отметить, высокий показатель накормленности наблюдался в 2019 г. (108,9 ‰), минимальный в 2020 г. (17,5 ‰), при слабом развитии излюбленных кормовых организмов. В остальные годы трофологическая обстановка складывалась удовлетворительно (таблица 4).

Таблица 4 – Состав пищи половозрелой воблы в многолетнем аспекте осенью на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Состав пищи	года				
	2016	2017	2018	2019	2020
Mollusca	64,6	24,7	64,6	74,2	5,9
Crustacea	20,9	62,5	32,6	16,8	0,8
Vermes	3,7	4,0	0,9	1,9	91,1
Прочие	10,8	8,8	1,9	7,1	2,2
Общий индекс наполнения киш., ‰	68,6	94,3	40,9	108,9	17,5
Доля рыб с пуст. киш., %	7,7	13,3	24,0	3,9	13,3

В целом, в период с 2016 по 2020 гг. наибольшая активность питания популяции воблы отмечалась в летний период нагула, о чем свидетельствуют общие показатели накормленности - 112,5 ‰ у годовиков и 126,5 ‰ у взрослой воблы. К осени интенсивность питания снижалась - общие индексы наполнения составляли у сеголетков 77,8 ‰ у половозрелой части популяции - 65,2 ‰.

Список литературы

1. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях // М.: Наука, 1974. С. 253.

УДК 551.352(262.81)

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «ЦЕНТРАЛЬНО-КАСПИЙСКИЙ»

Светашева Д.Р.[1],
Бакун О.И.[2]
[1] ФГБУ «КаспМНИЦ», Россия, 414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14, kaspmniz@mail.ru
[2] ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», Россия, 414000, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, д. 1, к. 2, olga.zornikova@lukoil.com

Аннотация. По результатам анализа гранулометрического состава донных отложений, концентрации тяжелых металлов в воде и грунтах, коэффициенту донной аккумуляции выделена зона повышенного экологического риска на лицензионном участке «Центрально-Каспийский».

Ключевые слова: Средний Каспий, донные отложения, тяжелые металлы, коэффициент донной аккумуляции, гранулометрический состав

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в донных отложениях (ДО) является важным показателем экологического состояния морской среды. В зависимости от совокупности условий окружающей среды ТМ могут либо накапливаться в ДО, либо быть источником вторичного загрязнения. Гранулометрический состав ДО является основным фактором, определяющим аккумуляцию ТМ в ДО. Известно, что наибольшей сорбционной емкостью обладают тонкодисперсные фракции. Также важную роль в формировании состава ДО играют гидродинамические процессы, химические свойства среды и морфология дна [Холодов и др., 1979; Брезгунов, Ферронский, 2004, Брезгунов, Ферронский, 2010; Бреховских, Островская, 2017].

Исследования были проведены в 2019-2021 гг. на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в рамках производственного экологического мониторинга, проведенного ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть».

Цель работы заключалась в определении на акватории лицензионного участка зон повышенного экологического риска. Для оценки уязвимости акватории были определены: содержание алевритово-пелитовой фракции (диаметр частиц < 0,1 мм), влияющее на депонирование ТМ в ДО, и коэффициент донной аккумуляции (КДА), показатель интенсивности вторичного загрязнения водоёма. Экологическому риску в большей степени подвержены участки, где залегают ДО, в составе которых преобладает мелкая фракция, а также высокие величины КДА [Никаноров и др., 2002; Родионова и др., 2001]. Наиболее уязвимыми участками экосистемы являются районы, где при

превышении нормативов загрязняющих веществ (ЗВ) в воде, наблюдаются высокие значения КДА [Приказ Минприроды России... 2014].

Количественный химический анализ проводится в аккредитованной лаборатории.

Донные отложения лицензионного участка «Центрально-Каспийский» представлены ракушей, песками и алевритами [Леонтьев, 1963]. Ракушечные ДО распространены преимущественно в юго-западной части участка, а также встречаются вдоль восточной границы, песчаные – в северной и центральной, алевритово-пелитовые – в юго-восточной.

Максимальный процент ракуши (диаметр частиц > 1 мм) и песчаной фракции (диаметр частиц 1-0,1 мм) зарегистрирован в центральной части участка. Алевриты (диаметр частиц 0,1 > мм) распространены на юго-востоке и вдоль западного побережья Среднего Каспия, южнее о. Чечень до изобаты 50 м. Таким образом, наибольшим сорбционным потенциалом отличаются ДО, подстилающие юго-восточную часть акватории южнее изобаты 200 м. При этом на глубинах более 300 м в составе ДО песчаная фракция и раковинный материал присутствуют в незначительных количествах (от 0 до 9 %). Гранулометрический состав ДО лицензионного участка был стабильным (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание фракций донных отложений лицензионного участка «Центрально-Каспийский», %

Год	Параметр	>1	1-0,1	0,1>
2019	среднее значение	34	21	45
	минимум	0	0	3
	максимум	92	85	99
2020	среднее значение	34	22	44
	минимум	0	0	1
	максимум	92	86	99
2021	среднее значение	36	23	41
	минимум	0	0	4
	максимум	94	88	99

Содержание цинка в донных отложениях в 2019-2021 гг. изменялось в пределах 0,9-265,4 мг/кг, максимальное значение, превысившее допустимую концентрацию (ДК) (124,0 мг/кг) в 2 раза, было зарегистрировано в 2019 г. на глубине 280 м. Наибольшее содержание Zn (1,3-2,1 ДК) чаще всего регистрировалось в пробах ДО, отобранных на глубине свыше 200 м. Повторяемость концентраций Zn, превышающих ДК, в пробах грунтов лицензионного участка «Центрально-Каспийский» составила 10%. В исследуемый период зафиксирован тренд на увеличение среднего содержания цинка в ДО лицензионного участка (таблица 2). Широкий диапазон значений КДА может свидетельствовать о разнообразии факторов, влияющих на накопление цинка в грунтах лицензионного участка. В воде содержание цинка не превышало установленных нормативов [Приказ Министерства сельского хозяйства РФ..., 2016]. За период исследований наблюдалось снижение концентрации Zn. Содержание Zn в ДО и КДА

цинка имели наибольшие значения в юго-восточной части акватории участка за изобатой 500 м.

Таблица 2 – Средние величины содержания ТМ в морской среде и КДА на лицензионном участке «Центрально-Каспийский»

Год	Цинк	Медь	Никель	Свинец
в придонном слое воды, мг/л				
2019	0,010	0,002	0,001	0,001
2020	0,003	0,001	0,002	0,001
2021	0,002	0,001	0,002	-
в ДО, мг/г				
2019	54,1	21,1	26,2	10,8
2020	72,7	23,9	24,5	9,2
2021	93,7	19,8	21,3	9,1
КДА, ед.*10^3				
2019	6	14	25	94
2020	49	27	12	204
2021	76	36	14	-

Количество меди в грунтах в 2019-2021 гг. изменялось в пределах 0,6-82,4 мг/кг. Максимальное значение, которое составило 4,4 ДК (ДК = 18,7 мг/кг) зафиксировано в 2019 г. на глубине 616 м. Концентрация меди превысила допустимый уровень в 4 % проб, кратность превышения составила 1,1-4,4 ДК. Самые высокие значения КДА и концентрации меди регистрировались в юго-восточном районе акватории с глубинами свыше 200 м. Концентрация Cu в придонном слое воды превысила ПДК в единичном случае (станция производственного мониторинга № 18 в 2019 г.). Необходимо отметить, что значение КДА на этой станции составило 2*10^4 ед. Превышение нормативов Cu в воде и высокий КДА свидетельствует о высоком уровне хронического загрязнения в этом районе [Приказ Министерства природных..., 2014].

Содержание никеля в ДО за три года варьировало от 0,5 мг/кг до 88,6 мг/кг. Максимальная концентрация (2,5 ДК) (ДК = 35 мг/кг) отмечена на глубине 608 м в 2021 г. Превышение допустимого уровня никеля (1,2-2,5 ДК) наблюдалось в 5 % случаев. В наших исследованиях в период 2019-2021 гг. отмечен нисходящий тренд концентрации никеля в ДО. КДА Ni отличался самым широким диапазоном величин. Превышений ПДК никеля в воде не зарегистрировано.

Концентрация свинца в грунтах изменялась от 0,5 мг/кг до 23,9 мг/кг, что ниже ДК (ДК = 30,2 мг/кг). Изменчивость концентрации Pb в 2019-2021 гг. была низкой. Максимальное значение содержания Pb отмечено в 2021 г. на глубине 276 м. Наибольшее значение КДА свинца отмечено на глубине 15 м.

Таким образом, акваторию лицензионного участка «Центрально-Каспийский» подстилают ракушечные донные отложения, пески и алевриты. Алевритово-пелитовые ДО, обладающие наибольшей сорбционной емкостью, залегают в юго-восточной части участка, южнее изобаты 200 м. Содержание цинка, никеля и свинца в придонном слое

воды на акватории лицензионного участка не превышало ПДК, концентрация меди превысила ПДК в единичном случае. Зоны лицензионного участка «Центрально-Каспийский» с высокими значениями КДА, значительным преобладанием алевритово-пелитовой фракции и превышением ДК в грунтах располагаются в юго-восточном районе акватории за изобатой 200 м.

По содержанию алевритово-пелитовой фракции, КДА и превышению ПДК в воде, зоной повышенного экологического риска является южная часть участка. Высокий уровень хронического загрязнения зафиксирован на локальном участке (станция № 18).

Список литературы

1. Брезгунов В.С., Ферронский В.И. 2004. Содержание ряда микроэлементов в Каспийском море в связи с различными типами распределения растворенных элементов в морской среде (по результатам экспедиционных работ 1995 г.). Водные ресурсы 31(1): 73–77.

2. Брезгунов В.С., Ферронский В.И. 2010. Макро- и микроэлементы в поровых водах глубинных областей Южного и Среднего Каспия. Водные ресурсы 37(6): 700–708.

3. Бреховских В.Ф., Е.В. Островская. 2017. Загрязняющие вещества в водах Волжско-Каспийского бассейна. Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 406 с.

4. Леонтьев О.К. 1963. Краткий курс морской геологии. М.: изд-во Моск. ун-та, 464 с.

5. Никаноров А.М., Никаноров А.М., Страдомская А.Г., Иванк В.М. 2002. Локальный мониторинг загрязнения водных объектов в районах высоких техногенных воздействий топливно-энергетического комплекса. СПб: Гидрометеоиздат, 155 с.

6. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24.02.2014 N 112 «Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_166247/ (дата обращения 12.07.2023).

7. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – URL: https://docs.cntd.ru/document/420389120 (дата обращения 12.07.2023).

8. Родионова, Л.М., Богуш И.А., Страдомская А.Г. 2001. Экология Новочеркасска: проблемы, пути решения. Ростов н/Д: изд-во СКНЦВШ, 410 с.

9. РД 52.15.880-2019. 2019. Руководство по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений. Астрахань: ФГБУ «КаспМНИЦ», 58 с.

10. Холодов В. Н., Недумов Р.И., Лубченко И.Ю. 1979. Распределение железа, титана, марганца и Малых элементов в размерных фракциях среднемиоценовых отложений Восточного Предкавказья. Литология и полезные ископаемые 6: 50--60.

УДК 639.238.053.7 (262.81)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АТЕРИНЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Таибов П.С.[1],
Каниева Н.А.[2],
Барабанов В.В.[3],
Гаврилова Д.А.[3]

[1] Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, Республика Дагестан, 367022, г. Махачкала, ул. Абубакарова, д. 10, taibov.p@yandex.ru

[2] ФГБОУ ВО Астраханский Государственный Технический университет, Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, kanievana52@mail.ru

[3] Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, barabanov2411@yandex.ru

Аннотация. В работе характеризуются размерно-весовые и возрастные показатели нерестовых стад атерины. Дается динамика промыслового запаса атерины в Каспийском море. Полученные данные дают основание для расширения масштабов добычи атерины у дагестанского побережья Каспийского моря.

Ключевые слова: Каспийское море, атерина, промысловый запас, промысловые уловы, нерест.

Введение

Атерина (Atherina boyeri (Risso, 1810)) – эндемичный трансграничный вид, обитает повсеместно в Каспийском море. Рыба пелагическая, стайная. Места зимовки расположены вне районов северной части моря. В конце апреля - мае отмечается массовая миграция рыб на акватории Среднего и Северного Каспия.

Методика исследования

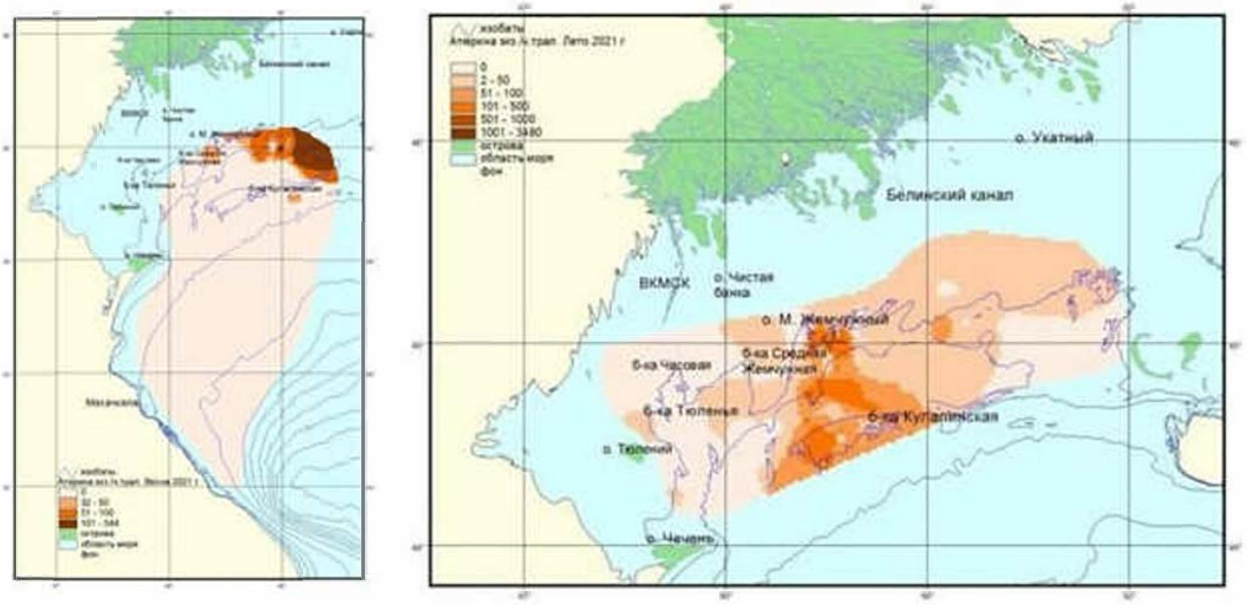
Основой для расчета запасов атерины послужили результаты научных экспедиций в Северный и Средний Каспий на научно-исследовательских судах Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Анализировалась информация по прилову атерины из ставных килечных неводов при промысле обыкновенной кильки в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне. Сбор и обработка ихтиологических данных выполнялись в соответствии с «Инструкцией по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания» [2]. Данные промысловой статистики были предоставлены «Центром системы мониторинга рыболовства и связи» (ФГБУ «ЦСМС»).

Определение численности атерины в Северном и Среднем Каспии осуществлялось с 2007 г. площадным методом при помощи тралового лова. Прямой учёт рыб тралами остаётся главным способом оценки запаса, при этом ежегодный вылов молоди позволяет оценивать урожайность поколений. Коэффициенты естественной смертности поколений, составляющих промысловый запас, определились по методике Л.А. Зыкова [1].

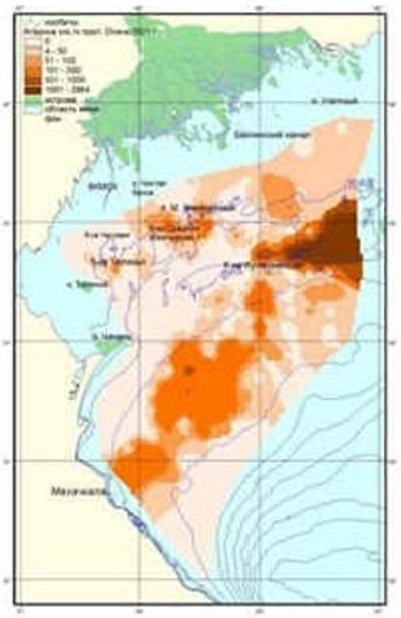
Результаты исследования

В 2021 г. Сезонная динамика исследовательских уловов атерины свидетельствовала о максимальном показателе в летний период (363 экз./час траления). Средний улов на усилие составлял 264 экз./час траления.

В весенний период 2021 г. проходила нерестовая миграция атерины в мелководную северную часть Каспийского моря. Уловы её составляли 0 – 344 экз./час траления при средней величине 97 экз./час траления. Нерест атерины проходил в непосредственной близости от ВКК и волжского предустьевого пространства (рисунок 1 а, б, в).



а *б*



в

Рисунок 1 – Сезонное распределение атерины в 2021 г.
(а – весна, б – лето, в – осень)

Летом в период нагула уловы атерины варьировали от 0 до 3480 экз./час траления при среднем показателе 363 экз./час траления. Наиболее многочисленные нагульные скопления формировались к востоку от о. Малый Жемчужный над изобатами 5,6-8,0 м.

В осенний период уловы колебались от 0 до 2964 экз./час траления, составляя в среднем 333 экз./час траления. Начало осенней миграции атерины отразилось на картине распределения рыб, когда плотные концентрации сместились в более глубоководный район с изобатами 7,9-12,0 м.

Нестабильная величина исследовательского улова атерины в многолетнем аспекте связана с особенностями ее распределения под влиянием гидрологических и кормовых условий среды конкретного года. В 2021 г. более высокие уловы (333-363 экз./час траления) отмечались в летний нагульный период и осенью, когда происходило образование предзимовальных скоплений.

В 2021 г. средние линейно-весовые параметры атерины (8,5 см при 5,5 г) находились в интервале многолетних колебаний. Коэффициент упитанности по Фультону особей составлял 0,896. Сеголетки были длиной от 5,0 до 5,8 см (в среднем 5,5 см) и массой от 1,5 до 1,9 г (в среднем 1,7 г). Длина взрослых рыб варьировала от 6,0 до 12,0 см, масса - от 2,2 до 12,2 г. Атерина присутствовала в возрасте от 0+ до 6+ лет (в среднем 3,2 года) с преобладанием двух–трёхлетних особей. В уловах, как и прежде, отмечалось незначительное преобладание самок – 58 % (таблица 1).

Таблица 1 – Многолетняя динамика биологических показателей атерины

Годы	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Доля самок, %	Средний возраст, лет
2016	8,1	4,9	53	3,0
2017	8,4	5,6	57	2,8

2018	8,5	5,8	59	3,1
2019	8,3	5,1	55	3,2
2020	8,3	5,4	56	3,0
Ср. 2016-2020	8,3	5,4	56	3,0
2021	8,5	5,5	58	3,2

Возрастная структура была представлена семью генерациями. По отношению к многолетнему уровню отмечалось снижение доли рыб в возрасте 1+-2+ лет при увеличении количества трёх-пятилетних особей.

В 2021 г. сформировалось среднеурожайное поколение атерины (4,1 млрд экз.). Величина вылова молоди составляла 65 экз./час траления, что близко уровню 2016 г. И выше значений двух предыдущих лет исследований (рисунок 2).

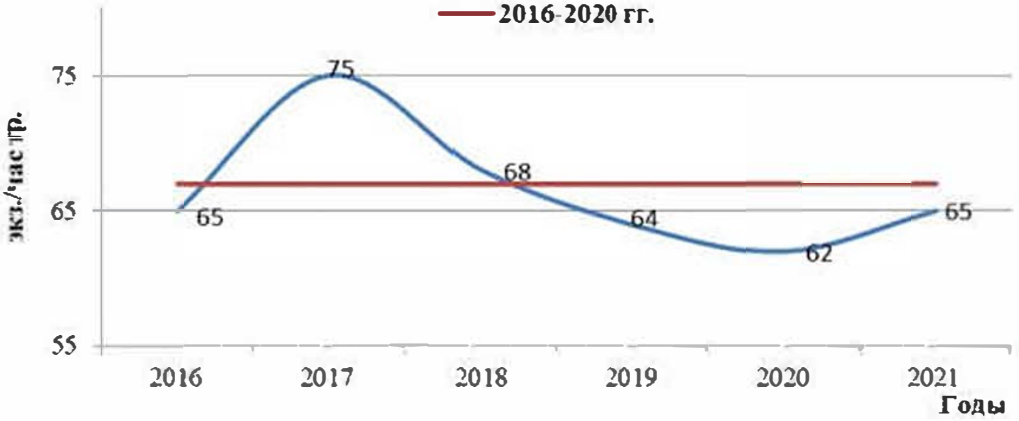


Рисунок 2 – Динамика урожайности поколений атерины

С учётом стабильного уровня пополнения показатель воспроизводства на 2023 г. прогнозируются в пределах многолетних колебаний.

Совокупность полученных данных по распределению, уловам на исследовательское усилие, биологическим показателям и урожайности отдельных поколений указывала на стабильное состояние популяции атерины в многолетнем аспекте.

Специализированный промысел атерины отсутствует, и динамика ее численности характерна для необлавливаемых объектов. В 2021 г. абсолютная численность атерины была определена в 8,22 млрд экз. общей биомассой 44,39 тыс. т. Промысловая часть популяции насчитывала 7,31 млрд экз. биомассой 40,21 тыс. т (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика промыслового запаса атерины

Годы	Численность, млрд экз.	Биомасса, тыс. т
2016	8,2	40,2
2017	7,1	39,8
2018	8,0	42,4
2019	8,0	40,8
2020	7,2	40,3

2016-2020	7,7	40,7
2021	7,31	40,21
2023*	7,70	41,58
Примечание: * прогнозируемые показатели		

Промысловый запас атерины в 2023 г. останется в интервале многолетних колебаний – 41,58 тыс. т. Численность промысловой части популяции прогнозируется в количестве 7,70 млрд. экз.

Выводы

За период исследований 2016-2021 гг. качественные и количественные характеристики популяции атерины свидетельствовали об удовлетворительном состоянии запасов этого вида. Специализированный промысел атерины отсутствует, является основным объектом прилова при добычи (вылове) обыкновенной кильки ставными килечными невода в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне.

Список литературы

1. Зыков Л.А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб : моногр. — Астрахань: издат. Дом «Астраханский университет», 2005. — 376 с.

2. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под общей редакцией Г.А.Судакова. – Астрахань: каспирх, 2011. – 193 с.

УДК 574.64 (262.81)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА «СЕВЕРНЫЙ» МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Тарасова О.Г.,

Кудяков А. Д.-О.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ результатов многолетних исследований по оценке степени токсичности воды на акватории лицензионного участка «Северный». Несмотря на локально загрязненные участки, тестируемая вода не обладала острым токсическим эффектом на тест-организмы зоопланктона. В целом, среда обитания являлась благоприятной для жизнедеятельности гидробионтов.

Ключевые слова: биотестирование, степень токсичности, водная среда, тест-организмы, уровень токсичности.

Введение.

Нефтедобыча на берегах Каспийского моря имеет богатую историю - первые нефтяные промыслы здесь появились еще в XIX веке. Несмотря на усовершенствование методов добычи и транспортировки нефти, а также развитие природоохранных технологий, проблема загрязнения Каспийского моря продолжает оставаться одной из самых острых [Островская и др., 2009].

В связи с этим, все большую актуальность приобретают вопросы, связанные с организацией мониторинга загрязнения окружающей среды. Речь идет о системе крупномасштабных наблюдений, в основе которых лежат контроль, оценка и прогноз состояния природных морских вод, а также выявление факторов и источников антропогенного воздействия.

В настоящее время на акватории Каспия, прилегающей к территории России, осуществляются три вида экологического мониторинга. Мониторинг загрязнения морской среды осуществляется Росгидрометом, мониторинг водных биоресурсов – Росрыболовством, производственный экологический мониторинг – нефтегазовыми компаниями [Зайцев В.Ф. и др., 2008].

В системе контроля за состоянием природных сред важную и самостоятельную роль занимает биотестирование. Биотестирование (bioassay) — это процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов [Брагинский Л.П., 2000].

Преимущества биотестирования заключается в том, что живые организмы способны воспринимать более низкие концентрации веществ, чем любой аналитический датчик, в связи с чем биота может быть подвержена токсическим воздействиям, не регистрируемым техническими средствами. В ходе эксперимента регистрируют отклик тест-объектов на воздействие исследуемого образца.

Исследования проводили на акватории Каспийского моря, где в настоящее время расположен лицензионный участок «Северный», в состав которого входят месторождения «Ракушечное», им. Ю. Корчагина, «Сарматское» и «170 км».

Цель исследований состояла в оценке степени токсичности водной среды на лицензионном участке «Северный», как среды обитания гидробионтов.

Оценка степени токсичности позволит установить общий уровень загрязнения водного объекта, учитывающий присутствие в воде всех токсикантов и их взаимодействие. Это особенно важно в связи с тем, что химические и физико-химические методы анализа дают информацию чаще всего о наличии в воде одного ЗВ без учета совместного присутствия других ингредиентов [Мелехова О.П. и др, 2007].

Материалы и методы.

На акватории лицензионного участка «Северный» в период с 2010 по 2022 гг. были отобраны 832 пробы морской воды для проведения лабораторных исследований методом биотестирования на тест-организмах зоопланктона.

Для определения токсичности природных морских вод с минерализацией до 6 г/дм^3 применяли национальный стандарт [ГОСТ Р 56236-2014, 2014]; с минерализацией выше 6 г/дм^3 – межгосударственный стандарт (ГОСТ 31959-2012, 2012). Сущность этих

методов заключалась в регистрации выживаемости ракообразных в анализируемой пробе исследуемого объекта относительно контрольной пробы, определении её токсичности ((А, %), где А≤10 – нетоксичная; 10<А≤25 – слаботоксичная; 25<А≤35 – малотоксичная; 35<А≤50 – среднетоксичная; 50<А – высокотоксичная среда).

Тестирование на *Daphnia magna* S. проводят в течение 96 часов, на генетически однородных и синхронизированных во времени организмах в климатостате при освещение в диапазоне 500-1000 ЛК, имитируя светлый период – 16 ч. и темный – 8 ч, температуре (20 ± 2°С). Подсчет выживших дафний в контроле и опыте проводят визуально на лабораторном столе. Тестирование на *Artemia salina* L, проводят в течение 72 часов, на генетически однородных и синхронизированных во времени науплиев в контролируемых температурных условиях (20 ± 2°С), при освещении в диапазоне 3000-6000 ЛК, имитируя светлый период – 16 ч. и темный – 8 ч. Подсчет выживших науплиусов в контроле и опыте проводят визуально с использованием оптической техники. Перед тестированием тест-организмы *D. magna* S. и *A. salina L.* проверяют на физиологическую чувствительность к модельному токсиканту $K_2Cr_2O_7$.

Результаты исследований.

Ретроспективный анализ данных (2010-2022 гг.) по оценке токсичности воды на исследуемой акватории моря показал, что среднемноголетний процент гибели тест-организмов зоопланктоны незначительно превышал уровень контроля (10%), т.е. качество водной среды можно оценить как «слаботоксичное» (рис. 1).

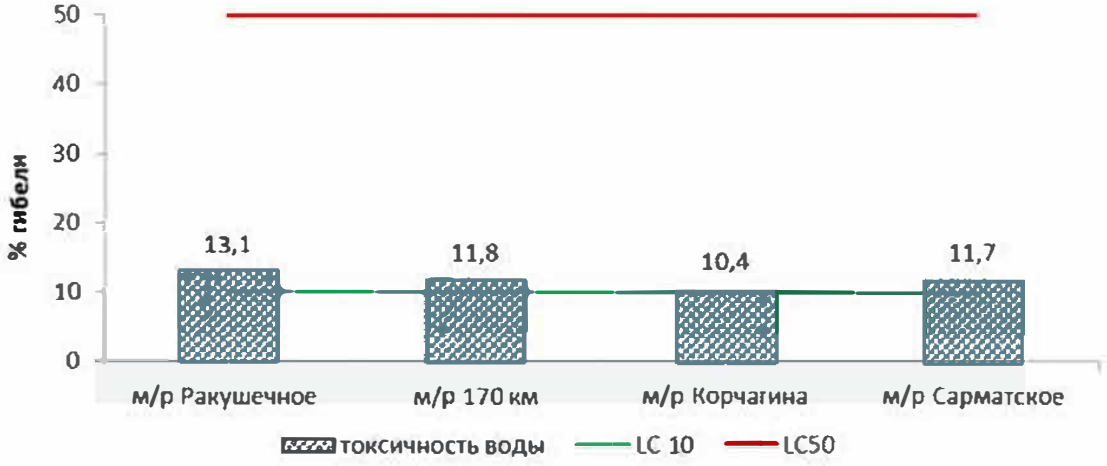


Рисунок 1 – Среднемноголетний уровень токсичности водной среды на участке «Северный»

На акватории м/р «Ракушечное» за весь период наблюдений в целом токсикологическая обстановка характеризовалась положительно. Средний уровень токсичности среды варьировал от «нетоксичная» до «слаботоксичная» с наибольшими показателями летом 2021 г. (18,6% гибели тест-организмов) и осенью 2017г. (18,8%) (рис. 2).

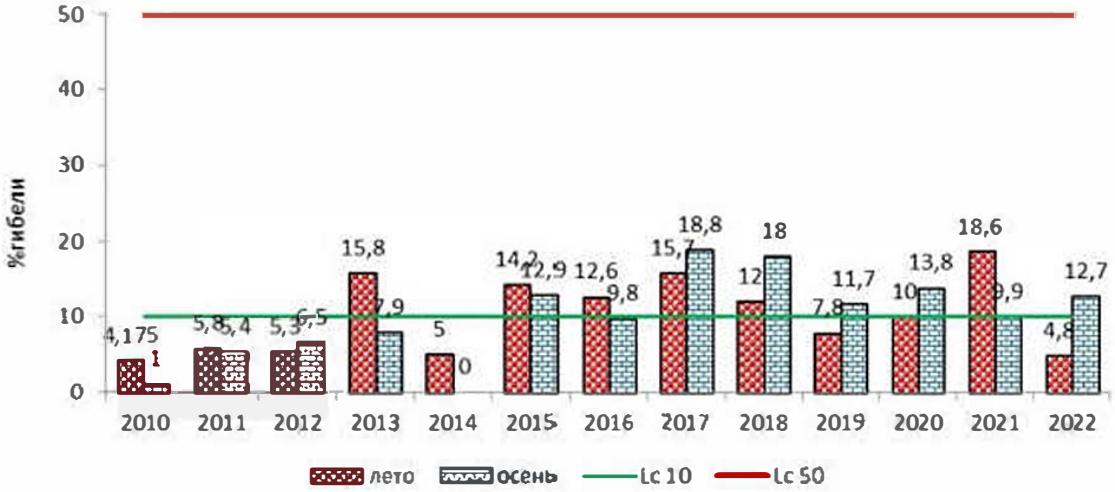


Рисунок 1 – Сезонная динамика распределения процента гибели тест-организмов зоопланктона на акватории м/р «Ракушечное»

Также необходимо отметить, что во время биотестирования на отдельных станциях была зарегистрирована гибель тест-организмов зоопланктона с более высокой степенью токсичности вод («мало- и «среднетоксичная»), но не доходящей до уровня LC_{50}. Самый высокий (36,5%) процент элиминации тест-организмов зафиксирован в 2017 г. летом в образце пробы взятой на станции 4f и осенью - на станциях 1f и 2f.

На акватории месторождения им. Ю. Корчагина средний уровень токсичности (9,2%) не превышал порога контрольных значений (10%). Тем не менее, на отдельных станциях гибель тест-организмов указывала на слабую и малую токсичность воды, но при этом не превышала LC_{50}. В сезонной динамике наибольший уровень токсичности водной среды регистрировали летом 2010 г. (рис. 2).

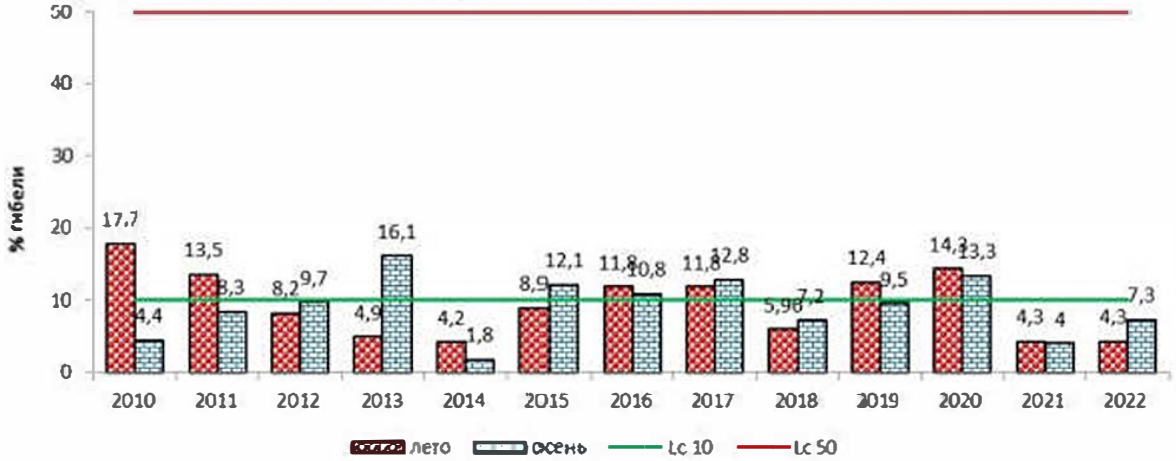


Рисунок 2 – Сезонная динамика распределения процента гибели тест-организмов зоопланктона на акватории м/р им. Ю. Корчагина

Повышенный процент смертности (свыше 25% до 35%) тест-организмов, характеризующий качество водной среды как «малотоксичное» регистрировали в 2010 г. на станциях 4k, 5k, 8k, в 2013 г. и 2017 г. - на станциях 4k, 6k, 11k и 12k.

Тестирование образцов воды, отобранных на акватории м/р «Сарматское» показало, что за период наблюдений средний уровень токсичности составлял 11,5%, т.е. среда оценивалась как «слаботоксичная». Но, при этом были выявлены локальные участки, где элиминация тест-организмов составляла более 25% («малотоксичная» водная среда). В сезонной динамике высокий уровень токсичности воды регистрировали летом 2010 и 2012 гг., осенью 2012 и 2013 гг. (рис. 3). Следует отметить, что на станции 2s летом 2010 г. и осенью 2013 г. была зарегистрирована самая высокая элиминация тест-организмов (31,5%).

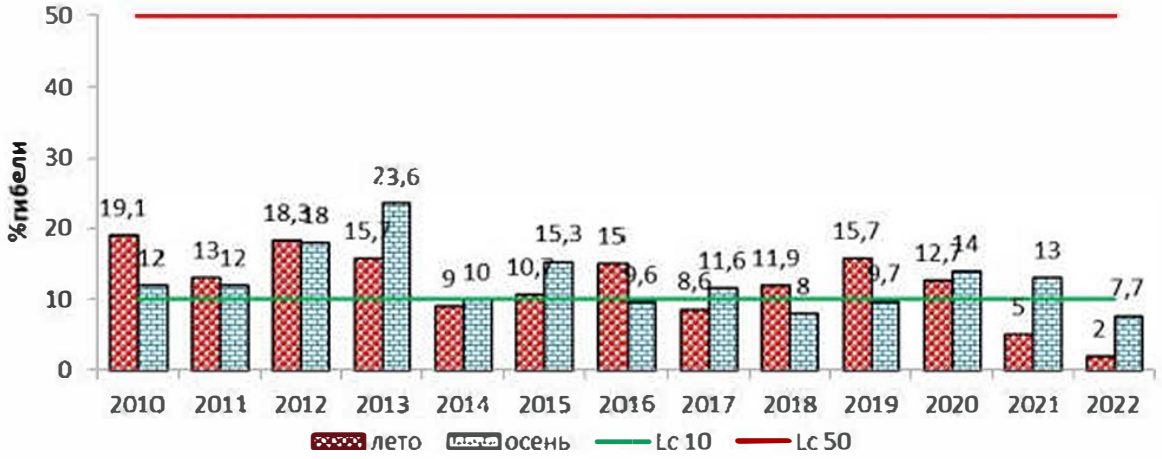


Рисунок 3 – Сезонная динамика распределения процента гибели тест-организмов зоопланктона на акватории м/р «Сарматское»

Биотестирование воды на акватории м/р «170 км», показало, что в среднем уровень токсичности составлял 10,2%, что указывало на незначительное превышение верхней границы контроля (10%). На отдельных станциях гибель тест-организмов зоопланктона была выше 25%, что классифицировало водную среду как «малотоксичная». Таковых было большинство в летний период 2010 г., когда средний показатель составлял 26,8% (рис. 4).

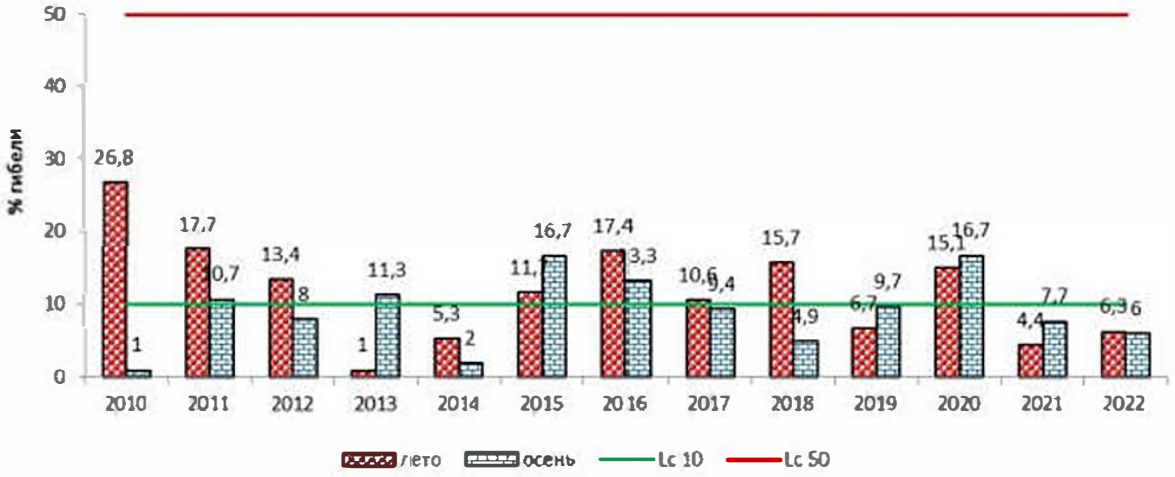


Рисунок 4 – Сезонная динамика распределения процента гибели тест-организмов зоопланктона на акватории м/р «170 км»

Также важно отметить, что наибольшей (31,5%) степенью токсичности («малотоксичная» среда) обладали образцы проб воды, отобранные летом 2010 г. на станциях 2km, 4 km; летом 2016 г. – на станции 2km, осенью 2013 г. – на станции 1km.

Анализируя результаты биотестирования воды, полученные за многолетний период наблюдений на акватории лицензионного участка «Северный», в целом наблюдается тенденция по снижению среднего уровня токсичности среды (рис. 5).

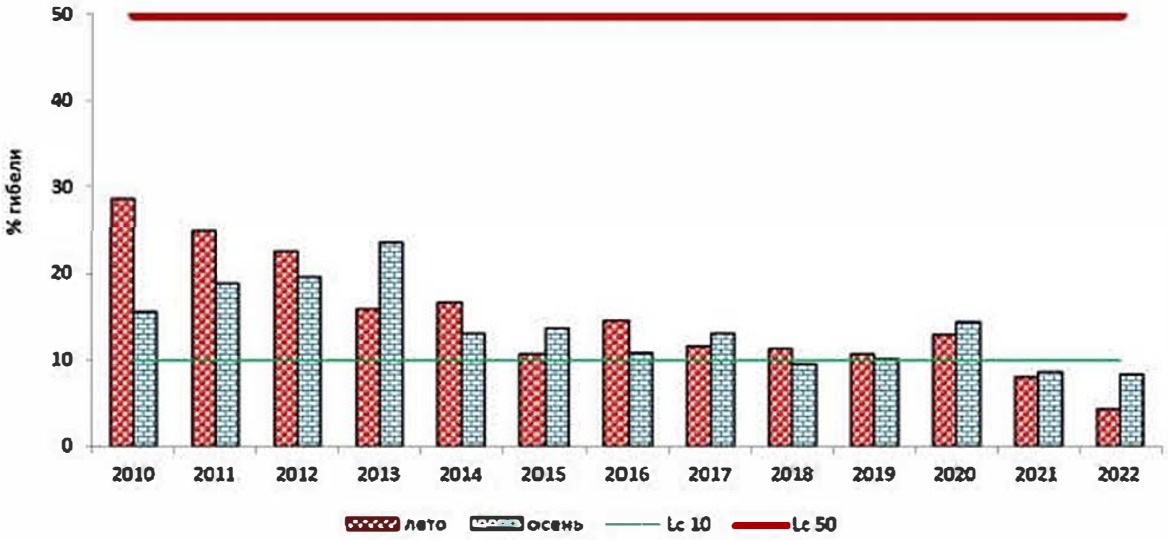


Рисунок 5 – Многолетняя динамика процента гибели тест-организмов зоопланктона в воде на участке «Северный»

Таким образом, подводя итоги мониторингового исследования по оценке токсичности водной среды на лицензионном участке «Северный», можно оценить качество среды обитания как благоприятное для жизнедеятельности гидробионтов. При этом, были определены районы с разной степенью токсичности воды («слабо-, «мало-, «среднетоксичная» среда) но не доходящей, однако до уровня LC_{50}, характеризующей наличие загрязняющих веществ в концентрациях летальных для гидробионтов.

Список литературы

1. Островская Е.В., Немировская И.А, Бреховских В.Ф., Монахов С.К., Курапов А.А. Углеводороды воды и взвеси в районе геохимического барьера Дельта р. Волги-Северный Каспий // ЮГ России: экология, развитие, №4, 2009, С150-159

2. Зайцев В.Ф., Монахов С.К., Курапов А.А. Экологический мониторинг Каспийского моря в Российской Федерации// Вестник АГТУ, Серия Экология, № 6, 2008 г. С.195-199

3. Брагинский, Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на Daphnia Magna Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический отбор) / Л.П. Брагинский // Гидробиологический журнал. – 2000. – № 5. – С.50 – 57.

4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой, Т.И. Евстегнеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И.Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

5. ГОСТ Р 56236-2014 (ИСО 6341:2012) «Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus». – Москва: Стандартинформ – 2015

6. ГОСТ 31959-2012 (ISO 14669:1999). «Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных» - Москва; Стандартинформ. – 2014

УДК 597.554.3.591.111.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОБЛЫ (*RUTILUS RUTILUS CASPICUS*) ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ В 2022 ГОДУ

Файзулина Д.Р.,
Конькова А.В.,
Ширина Ю.М.,
Богатов Н.А.

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева», Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, d_faizulina@mail.ru.

Аннотация. Весной 2022 г. у особей самок воблы, собранных в дельте Волги, были отобраны образцы крови и проанализированы такие показатели как – уровень гемоглобина, количество эритроцитов и тромбоцитов, СОЭ, патологии эритроцитов и лейкоцитарная формула. У воблы можно отметить наличие отклонений некоторых гематологических показателей – немного пониженные уровень гемоглобина и количество эритроцитов в крови, некоторое превышение доли патологически измененных эритроцитов. Полученные данные могут быть связаны с негативным влиянием экологической обстановки мест обитания воблы.

Ключевые слов: вобла, гемоглобин, патологии эритроцитов, лейкоцитарная формула.

Интенсификация освоения нефтяных и газовых месторождений на шельфе морей, транспортировка углеводородного сырья морским путем представляют потенциальную угрозу морской экосистеме и биологическим ресурсам, несут с собой экологические риски, поскольку приводят к повышению содержания углеводородов в морской среде. Нефтяное загрязнение северокаспийских вод в последнее время определяется как значительное, составляя от 0,8 до 8,4 ПДК (для рыбохозяйственных водоемов). [Карыгина, 2019].

Область распространения здесь воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) охватывает почти всю северную часть Каспийского моря от Терека до Урала. Вобла проводит в море

большую часть жизни, держится преимущественно в мелководной (до 6 м) и слабо осолонённой (до 7-8‰) зоне. Для икрометания идёт в дельты Волги, Урала, Терека [Богуцкая и др., 2013]. С начала 2000 гг. уловы воблы сокращаются и в настоящее время не превышают 1,5 тыс. т., хотя в начале XX в. составляли 111 тыс. т. Основной причиной такого резкого сокращения промысловых запасов этой ценной рыбы является перелов в результате промышленного и браконьерского изъятия, а также ухудшение экологической обстановки в северной части Каспийского моря, нарушение режима водности нерестовых рек, как следствие сокращение объема естественного воспроизводства, колебания уровня и солёности Каспийского моря и изменение кормовой базы [Мирзоян, Ходоревская, 2017].

Основные гематологические параметры считаются эффективными маркерами при различных воздействиях токсикантов на рыб. Эритроциты являются основными клетками в кровообращении рыб. Плазматическая мембрана эритроцитов представляет собой многокомпонентную структуру, сохраняющую клеточную форму и эластичность. Токсичные вещества могут вызывать прямое или косвенное повреждение цитоскелета эритроцитов, как следствие нарушать клеточный метаболизм и ионную проницаемость эритроцитов, что приводит к аномалиям клеточной морфологии. Цитоскелет также очень важен для сохранения клеточных компонентов, в частности, гемоглобина, который является основным белком эритроцитов и отвечает за транспортировку кислорода и углекислого газа в ткани и из них [Farag, Alagawany, 2018].

Таким образом целью работы было определение гематологических показателей воблы, зашедшей на нерест в дельту Волги, и как следствие оценка степени влияния современных экологических условий среды ее обитания на организм.

Весной 2022 г было собрано 30 экз. воблы, которые были представлены самками IV стадией зрелости гонад средней промысловой длины 18,70 см, массы – 127,50 г, коэффициент упитанности по Фультону которых составил 2,21. В цельной крови воблы общепринятыми методиками были определены количество гемоглобина, СОЭ, общее количество эритроцитов, по мазкам крови – соотношение клеток эритроидного ряда, патологии эритроцитов, лейкоцитарная формула и количество тромбоцитов [Иванова, 1983; Житенева и др., 1989; Методические указания…, 1999].

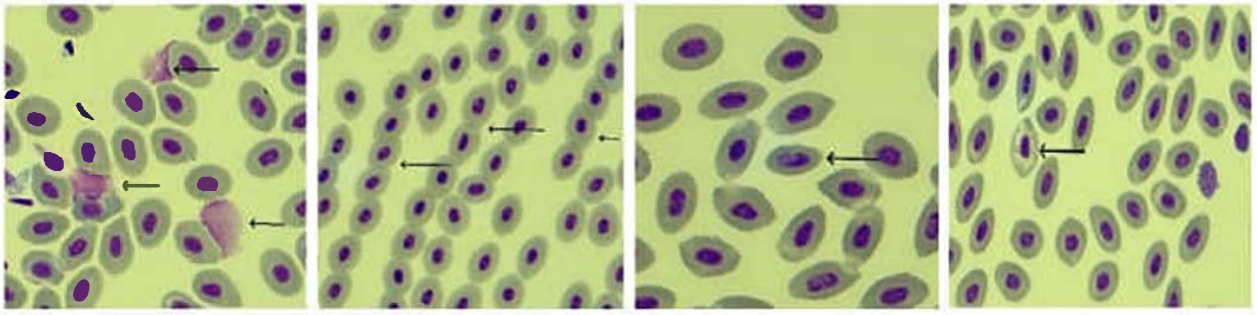
Гематологические показатели самок воблы представлены в таблице 1. Средний уровень гемоглобина составил 65,60 г/л, достигая максимума 98,88 г/л, среднее количество эритроцитов – 0,79 мг/мкл (0,34-1,33 млн/мкл). Ранее в экспериментальных условиях было установлено содержание гемоглобина у воблы в контроле составляло 90-105 г/л, количество эритроцитов 1,84-1,98 млн/мкл, а при воздействие нефти (1,25-10 мг/л) отмечено снижение этих показателей до 70 г/л и 1,54 млн/мкл соответственно [Абдусамадов и др., 2011]. Уровень СОЭ (1-3 мм/ч) был в пределах физиологической нормы, характерной для рыб [Головина, Романова, 2019].

Таблица 1 – Гематологические показатели воблы дельты Волги.

Показатель	M ± m
Гематологические показатели	
Гемоглобин, г/л	65,60±3,14

Показатель	M ± m
СОЭ, мм/ч	1,95±0,15
Общее количество эритроцитов, млн/мкл	0,79±0,06
Эритробласты, %	0,09±0,02
Нормобласты (базофильные, полихроматофильные, оксифильные), %	3,97±0,56
Зрелые эритроциты, %	98,49±0,22
Патологии эритроцитов	
Пойкилоцитоз, %	0,10±0,04
Анизоцитоз, %	0,06±0,03
Агглютинация, %	1,75±0,88
Гипохромазия, %	0,31±0,20
Нарушение осморезистентности, %	0,01±0,01
Гемолизные (лизисные) клетки, %	0,83±0,30
Ядра-тени, %	2,23±0,49
Кариорексис, %	0,02±0,01
Смещение ядер к периферии, %	0,07±0,03
Инвагинация ядра, %	0,03±0,01
Пикноз, %	0,18±0,07
Микроядро, %	0,03±0,02
Лейкоцитарная формула	
Миело- и метамиелоциты, %	4,45±0,54
Лимфоциты, %	86,95±1,47
Эозинофилы (палочкоядерные и сегментоядерные), %	0,80±0,25
Нейтрофилы (палочкоядерные и сегментоядерные), %	7,45±1,24
Моноциты, %	0,25±0,10
Базофилы, %	0,15±0,08
Тромбоциты	
Общее количество тромбоцитов, тыс/мкл.	15,40±2,89

Эритроциты воблы были представлены в основном зрелыми ортохромными эритроцитами, доля не зрелых форм не превышала 4%, эритробласты встречались единично (таблица 1). У близкородственной вобле плотвы *Rutilus rutilus* Рыбинского водохранилища доля не зрелых эритроцитов составляла 1,1%, зрелых – 97% [Заботкина и др., 2015]. На мазках крови были выявлены патологически измененные эритроциты (рисунок 1). Их общая доля от всех просмотренных эритроцитов составила 5,62%, количество таких клеток у рыб в норме не должно превышать 5% [Житенева и др., 1989]. Наиболее часто регистрировались дегенеративные изменения – ядерные тени и гемолизные клетки. Многократно фиксировались агглютинированные эритроциты. Гораздо реже встречались клетки с патологиями ядра (таблица 1).



а б в г

Рисунок 1 – Патологические изменения эритроцитов воблы дельты Волги; а – ядерные тени, б – агглютинация, в – инвагинация ядра, г – гипохромазия.

Большая часть лейкоцитов крови воблы была представлена лимфоцитами (86,95%). Среди гранулоцитов наибольшая часть принадлежала нейтрофилам (7,45%). На долю молодых формам лейкоцитов миелоидного ряда приходилось 4,45%. Агранулярные моноциты, а так же гранулярные базофилы и эозинофилы встречались единично (таблица 1). Соотношение лейкоцитов является важной характеристикой иммунного состояния организма рыбы. У воблы лейкоцитарная формула соответствовало таковому соотношению у близкородственной ей плотвы из условно чистого водоема - государственного природного заказника «Ярославский» [Флёрова и др., 2020]. Количество тромбоцитов у воблы в крови соответствовало физиологической норме, определенной для рыб [Житенева и др., 1989].

Таким образом, у воблы можно отметить наличие отклонений некоторых гематологических показателей – немного пониженные уровень гемоглобина и количество эритроцитов в крови, некоторое превышение доли патологически измененных эритроцитов. Данные изменения вполне могут быть связаны с негативным влиянием экологической обстановки мест обитания воблы. Однако масштабы патологий эти не критичны. Соотношение лейкоцитов в крови и уровень тромбоцитов у воблы были в пределах нормы.

Список литературы

1. Абдусамадов А.С., Абдурахманов Г.М., Дохтукаева А.М., Дудурханова Л.А. 2011. Загрязнение мелководной прибрежной опресненной зоны и шельфа западной части Каспийского моря и его влияние на биоту и воспроизводство рыб. Юг России: экология, развитие. 2:37-62.

2. Богуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. 2013. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски. СПб.; М.: «Товарищество научных изданий КМК», 543 с.

3. Головина Н.А., Романова Н.Н. 2019. Лабораторный практикум по физиологии рыб. СПб.: «Лань», 136 с.

4. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. 1989. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону: «Ростовское книжное издательство», 109 с.

5. Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Середняков В.Е., Нестерова Т.А. 2015. Экологическая пластичность гематологических показателей пресноводных костистых рыб. Труды ИБВВ РАН. 72 (75): 16-29.

6. Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М: «Легкая и пищевая промышленность», 79 с.

7. Карыгина Н.В. 2019. О содержании, распределении и генезисе углеводородов в водах Северного Каспия. VII научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань.: Изд-во ВНИРО, 83-88.

8. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб (утв. 02 февраля 1999 г. № 13--4–2-/1487 Министерством сельского хозяйства и природопользования Российской Федерации). 1999. Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. М.: «Отд. маркет. АМБ-агро», 6-97.

9. Мирзоян А.В., Ходоревская Р. П. 2017. Биоразнообразие объектов водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. Вестник АГТУ 4: 49-60. DOI: 10.24143/2073-5529-2017-4-49-60

10. Флёрова Е.А., Богданова А.А., Паюта А.А., Евдокимов Е.Г., Андреева М.И. 2020. Гематологические показатели рыб малых рек государственного природного заказника «Ярославский». Труды ВНИРО. 179: 78-89 DOI: 10.36038/2307-3497-2020-179-78-89

11. Farag M.G., Alagawany M. 2018. Erythrocytes as a biological model for screening of xenobiotics toxicity. Chemico-biological interactions 279:73-83. DOI: 10.1016/jcbi.2017.11.007

УДК 556.02(556.078)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МОНИТОРИНГОВЫХ БУЕВ ДЛЯ СБОРА МОРСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Шинилов Д.С.

ФГБУ «КаспМНИЦ», Россия, 414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14, kaspmniz@mail.ru

Аннотация. Представлен обзор наиболее распространенных и перспективных в использовании технических решений для сбора морской гидрометеорологической информации в открытом море, выполненных в виде поверхностного буя.

Ключевые слова: морская гидрометеорологическая информация, мониторинговые буи, автоматическая станция, Каспийское море.

Развитие и успешное функционирование морских отраслей экономики невозможно без знания и учета природно-климатических факторов морской среды. Угрозы и риски, связанные с изменяющимися гидрометеорологическими условиями,

становятся одним из сдерживающих факторов наращивания объемов работ по добыче и транспортировке природных ресурсов континентального шельфа, для бесперебойной и рентабельной работы морского и речного транспорта, морских добывающих платформ и отгрузочных терминалов, для портовой инфраструктуры.

В выводах последнего Оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата была подчёркнута важность данных об океане. Уделяется особое внимание наблюдаемым изменениям нескольких параметров океана, влияющим на такие явления, как волны тепла, частота ураганов, наводнения. С 1980 года температура поверхности моря повысилась на 0,6°С, способствуя избыточному теплосодержанию океана, увеличению примерно в два раза частоты морских волн тепла, которые также стали более интенсивными [Изменение климата 2021..., 2021].

Накопление материала наблюдений и знаний о гидрометеорологических условиях морей необходимо для рационального планирования, проектирования и безопасной эксплуатации морских нефтепромысловых сооружений на шельфе, обеспечения мореплавания, рыбного промысла, а также для решения задач охраны водной и воздушной среды. На основе данных наблюдений и измерений разрабатываются прогнозы гидрометеорологических параметров.

В целях повышения качества прогнозов необходимо увеличить количество фактических гидрометеорологических наблюдений. Это позволит внести существенные уточнения в прогнозы и повысить точность расчетов значений параметров морской среды.

В условиях активно меняющегося климата Прикаспийского региона решающее значение при прогнозировании неблагоприятных и опасных явлений имеет плотность распределения измеренных гидрометеорологических величин. Информации, получаемой от существующей государственной наблюдательной сети Каспийского моря в настоящее время, недостаточно. К тому же, большинство наблюдательных пунктов являются прибрежными. Полученные в открытом море гидрометеорологические данные от судовых метеостанций никоим образом не используются в системе прогнозирования, а именно они необходимы для анализа состояния морской среды и прогнозирования её изменений.

В последние годы наметилась всеобщая тенденция к организации и производству наблюдений с использованием автоматизированных средств измерений с последующей автоматизированной обработкой больших массивов данных. Автоматизация морских гидрометеорологических измерений на Каспийском море в первую очередь должна производиться для определения температуры воздуха, скорости и направления ветра, атмосферного давления, уровня моря, температуры и солености воды, волнения моря. Учитывая значительную дифференциацию перечисленных гидрометеорологических параметров в различных частях акватории Каспийского моря, целесообразно создание единой системы наблюдений за параметрами морской среды с использованием автоматизированных средств сбора и обработки информации усилиями соответствующих служб стран Прикаспийского региона.

Увеличение количества наблюдательных пунктов и объемов информации о гидрометеорологических параметрах, особенно в открытой части моря, где в настоящее время редко проводятся попутные судовые наблюдения и экспедиционные исследования, может быть достигнуто с использованием автоматизированных наблюдательных комплексов выполненных в форме мониторинговых буев.

Такой вариант исполнения позволяет разместить комплекс на интересующем участке акватории. В конструкции большинства современных мониторинговых буев предусмотрены антивандальные решения, однако установка комплекса вблизи охраняемых морских технологических объектов позволит существенно снизить риск порчи и потери.

Далее предлагаются к рассмотрению наиболее распространенные модели мониторинговых буев различных производителей.

1. Мониторинговый буй МП-МБ-01.

Буй МП-МБ-01 — прибор из линейки гидрохимического оборудования российского разработчика «Мераприбор». Мониторинговый буй используется для исследования поверхностных и прибрежных вод, акваторий рек, озер и других водных объектов. Прибор собирает и передает информацию об уровне и температуре воды, содержании растворенного кислорода и окислительно-восстановительном балансе, pH, мутности и электропроводности. В зависимости от задач может комплектоваться другими датчиками. Основные параметры измерений, отрасли применения и преимущества приведены в таблице 1 [Мониторинговый буй МП-МБ-01…, 2022].

Таблица 1 – Информация о приборе МП-МБ-01

Измеряемые параметры	Применение	Преимущества
Температура, уровень воды, кислотность, pH, растворенный кислород, окислительно-восстановительный потенциал, проводимость, мутность	Гидрология, гидрометеорология, рыбное хозяйство, заповедники, заказники, предупреждение о резком изменении параметров, предупреждение о повышении уровня, антропогенное влияние на прибрежные зоны, контроль промышленных стоков, экология, метеорология, гидрохимия	Режим работы – до трех лет (в режиме передачи два раза в сутки), удаленное управление, программное обеспечение в комплекте, режим учащенного оповещения

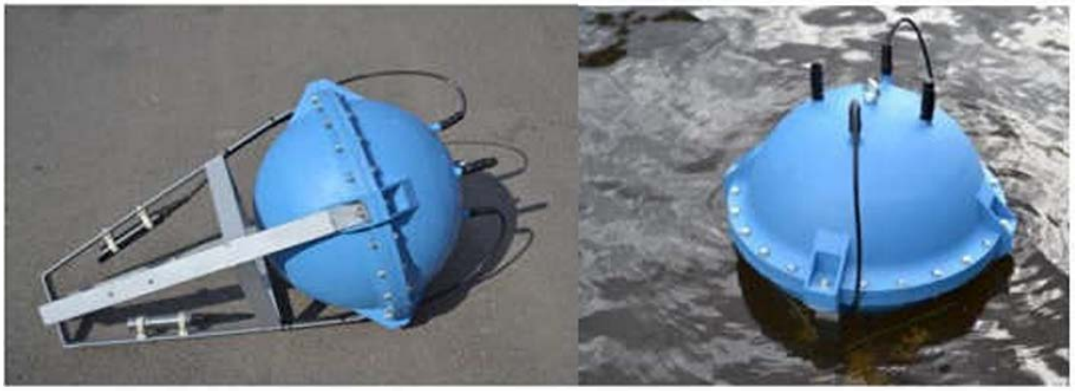


Рисунок 1 – Внешний вид прибора МП-МБ-01

Полученные данные могут дистанционно передаваться в Центр сбора и обработки информации. Передача на сервер осуществляется по протоколу GPRS. Для большего удобства можно объединить несколько приборов в одну сеть, синхронизировав часы приборов и сервера. Техническое обслуживание такой сети сводится к минимуму [Мониторинговый буй МП-МБ-01…, 2022].

2. Гидрометеорологический буй «АМНИС».

Буй «АМНИС» - производства российского предприятия АО «НПП «Радар ммс»», предназначен для проведения гидрометеорологического и экологического мониторинга, морских научных исследований, а также проектных работ в прибрежной зоне и на континентальном шельфе.

Буй обладает высокими характеристиками по точности измерения гидрологических и метеорологических параметров. «АМНИС» автономен, обслуживание (чистка и подзарядка) и проверка проводятся всего один раз в год. В разработке НПП «Радар ммс» использованы возобновляемые источники энергии. На буй установлены солнечные панели, которые подзаряжают аккумулятор в ясные дни. Информация передаётся по нескольким каналам связи (УКВ, GSM или спутниковому каналу) [В АО «НПП «Радар ммс»…, 2021].

Основные параметры измерений, отрасли применения и преимущества приведены в таблице 2 [Гидрометеорологический буй «АМНИС»…, 2023].

Таблица 2 – Информация о приборе гидрометеорологический буй «АМНИС»

Измеряемые параметры	Применение	Преимущества

Температура воздуха и воды, относительная влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра (опционально), относительная электрическая проводимость морской воды, скорость и направление течения, гидростатическое давление	Экологический мониторинг, метеорология, гидрология, морские научные исследования, строительство	Измерение метеорологических и гидрологических параметров, высокая степень автоматизации измерения, обработки и передачи информации, передача метеоинформации потребителям по беспроводным (УКВ, GSM или спутниковый) каналам связи, обогрев корпуса

Рисунок 2 – Внешний вид прибора гидрометеорологический буй «АМНИС»

3. Буй DB 4700.

DB 4700 – это система сбора метеорологических и океанографических данных. Производитель Aanderaa Engineering, Норвегия. Гидрометеорологический буй разработан и изготавливается для измерения параметров волн, течений, физических характеристик воды, а также параметров качества воды и метеоэлементов для последующей передачи данных на берег в режиме реального времени. Все основные элементы системы буя являются частью линейки продуктов корпорации Xylem Analytics: буй, датчик направленного волнения, датчик скорости и направления течений, датчики физических характеристик и качества воды, контроллер, проблесковый огонь и якорная система. Коммуникационные решения предлагаются в трех вариантах. Передающие радиомодемы УКВ 3916 (141–143 МГц) и УКВ 3917 (450–458 МГц). Блоки связи GSM 4595 и GSM с GPS 4465 подходят при проектировании сети станций. Они обеспечивают двустороннюю связь для удаленного программирования и выгрузки данных. В версии 4465 также будет доступна GPS информация, что полезно, если буй начинает дрейфовать. Применение технических решений на основе спутниковой связи для

обеспечения глобального покрытия в областях, где невозможны другие виды коммуникаций. Доступные системы: Iridium, Orbcomm и Argos. Решения доступны только по запросу непосредственно в инженерный отдел Aanderaa [Морской якорный гидрометеорологический..., 2023].

Основные параметры измерений, отрасли применения и преимущества приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Информация о приборе Буй DB 4700

Измеряемые параметры	Применение	Преимущества
Высота и период волны, скорость и направление морского течения, температура воды, растворенный кислород, электропроводность, мутность, соленость	Сбор метеорологических и океанических данных, дноуглубительные работы, мониторинг движения, мониторинг окружающей среды и исследования	Прочная и компактная конструкция, модульный дизайн, герметичные водонепроницаемые блоки, низкое энергопотребление и питание от солнечных батарей, легко разворачивается и используется, имеет дополнительное отделение для хранения внешнего оборудования

Рисунок 3 – Внешний вид прибора Буй DB 4700

4. Автоматическая морская станция MicroStep-Mis в буйковом исполнении.

Автоматическая морская станция производства компании MicroStep-Mis – это модульная и масштабируемая платформа для целей мониторинга морской среды и погоды. Используемые в системе морские датчики можно разделить на три основные категории с точки зрения измеряемых величин: измерение уровня моря и приливов, волн и течений и, наконец, качество воды.

Датчики используют различные подходы к измерению параметров среды от бесконтактного до погружного, а также акустические волны и профилографы течений, подходящие как для стабильных, так и для самых неблагоприятных погодных условий.

Для измерения уровня воды и приливов интегрируется несколько типов датчиков уровня воды и датчиков прилива. Погружной датчик давления предназначен для точного измерения уровня воды и приливов. Неинвазивный радарный датчик уровня представляет собой высокостабильную систему для измерения волн и уровня моря. Расположенный на глубине бесконтактный датчик использует микроволновый радар для измерения расстояния до морской поверхности и является отличным средством измерения для суровых условий морской среды. Акустический датчик уровня воды рассчитывает истинный средний уровень и может быть настроен через коммуникационные порты практически для любых условий.

Автоматическая морская станция МикроСтеп-МИС также включает в себя несколько типов акустических доплеровских профилографов (донный или ADCP на основе буя), одноточечные измерители течения и инерционные датчики для измерения водных течений и волн в мелких и глубоководных морских устьях. Измерения различных датчиков волн и течений имеют минимальную погрешность из-за движения буя, поэтому возможна интеграция эталонного блока движения для корректировки измерений.

Проблема получения точных данных о качестве воды связана с биообрастанием, поэтому производитель внедряет датчики с различными технологиями контроля биообрастания, такими как механические стеклоочистители, медная сетка и ультрафиолетовое излучение, чтобы предотвратить рост морских организмов.

Анти-вандализм и система слежения реализованы с помощью камеры и системы оповещения с ИК-датчиком для обнаружения. Для отслеживания и мониторинга морской платформы встроенный GPS обеспечивает оповещения в случае дрейфа буя из определенной области [Microstep-mis. Продукты..., 2023].

Основные параметры измерений, отрасли применения и преимущества приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Автоматическая морская станция MicroStep-Mis в буйковом исполнении

Измеряемые параметры	Применение	Преимущества

Скорость и направление ветра, температура и относительная влажность воздуха, атмосферное давление, уровень воды и приливы, гидростатическое давление, скорость и направление течения, волнение и течения, качество воды, скорость звука, проводимость, температура воды, мутность, хлорофилл, pH, растворенный кислород, сине-зеленые водоросли	Сбор метеорологических и океанических данных, мониторинг окружающей среды и исследования	Возможность установки дополнительных датчиков и будущих обновлений, статистика, оповещения и уведомления на основе пользовательских параметров, измерение и удаленный мониторинг различных параметров окружающей среды, поддержка различных стандартов передачи данных, настраиваемый веб-интерфейс

Рисунок 4 – Внешний вид прибора автоматическая морская станция MicroStep-Mis в буйковом исполнении

Из всех перечисленных выше технических решений наиболее перспективным в части реализации концепции создания межгосударственной системы мониторинга гидрометеорологической обстановки на акватории Каспийского моря представляется Автоматическая морская станция MicroStep-Mis в буйковом исполнении. Компания MicroStep-Mis, помимо автоматизированных средств сбора гидрометеорологической информации, предлагает комплекс программно-аппаратных средств для последующей обработки полученных материалов наблюдений. В комплекс входит Гидрометеорологическая система IMS4 Marine. Эта система разработана для изучения и прогноза гидродинамических процессов в морях и океанах. Система поддерживает работу как с 2D, так и 3D морскими моделями. На единой платформе IMS4 результаты моделирования можно просматривать, сравнивать и сохранять для дальнейшего анализа

и контроля качества данных. Для взаимодействия с морскими моделями в IMS4 Marine могут быть разработаны индивидуальные внешние дисплеи и инструменты. Например, приложения для получения данных об уровне воды или скорости течений в определенном месте, для извлечения данных временных рядов, рисования разрезов, визуализации профиля течений и др. [Microstep-mis. Продукты. Морское..., 2023].

Список литературы

1. Изменение климата 2021: Физическая научная основа. [Электронный ресурс]. 2021. URL: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/ (дата обращения: 13.06.2023).
2. Мониторинговый буй МП-МБ-01. [Электронный ресурс]. 2022. URL: https://poltraf.ru/gidrologicheskoe_oborudovanie/bui_integrirovannye_sistemy_/mp-mb-01/ (дата обращения: 14.06.2023).
3. Мониторинговый буй МП-МБ-01: состояние водоемов под контролем! [Электронный ресурс]. 2022. URL: https://merapribor.ru/info/news/buy/ (дата обращения: 15.06.2023).
4. В АО «НПП «Радар ММС» рассказали о преимуществах нового гидрометеорологического буя «АМНИС» [Электронный ресурс]. 2021. URL: https://mashnews.ru/v-ao-npp-radar-mms-rasskazali-o-preimushhestvax-novog-gidrometeorologicheskogo-buya-amnis.html (дата обращения: 13.06.2023).
5. Гидрометеорологический буй «АМНИС» [Электронный ресурс]. URL: https://radar-mms.com/product/sistemy-meteobespecheniya/gidrometeorologicheskiy-buy/ (дата обращения: 15.06.2023).
6. Морской якорный гидрометеорологический буй [Электронный ресурс]. URL: https://infomarcompany.com/ГО_ГМбуй_ru.pdf (дата обращения: 21.06.2023).
7. Microstep-mis. Продукты [Электронный ресурс]. URL: https://www.microstep-mis.ru/web/products?category=marine_systems (дата обращения: 17.06.2023).
8. Microstep-mis. Продукты. Морское моделирование и прогнозирование [Электронный ресурс]. URL: https://www.microstep-mis.ru/web/products?category=marine_systems&product=marine_modeling_and_forecasting (дата обращения: 18.06.2023).

СОДЕРЖАНИЕ

Абдусамадов А.С., Шабанова М.М., Гаджиева Д.Г. Промыслово-биологическая характеристика каспийского рыбца Vimba vimba persa (Pallas, 1814) Терско-Каспийского рыбохозяйственного подрайона 4

Аппазова А.Р., Харченко Н.Н. Перспективные направления рационального использования высших водных растений Каспийского моря 10

Ардабьева А.Г., Зимина Т.Н., Рубцова Е.Г. Оценка состояния фитопланктона на месторождениях лицензионного участка «Северный» 14

Ардабьева А.Г., Зимина Т.Н., Рубцова Е.Г. Развитие и распределение фитопланктона на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» 18

Ардабьева А.Г., Зимина Т.Н., Рубцова Е.Г. Развитие растительного нейстона на лицензионном участке «Северный» 26

Ардабьева А.Г., Зимина Т.Н., Рубцова Е.Г. Растительный нейстон лицензионного участка «Центрально-Каспийский» 29

Ахундов М.М., Мамедов Э.В., Джафарова Э.Э., Багирова М.А., Каримова Ф.А., Сулейманов С.Н., Гулиева Н.Ч., Бабаева Н.И., Гусейнзаде С.Дж. Состояние промысловых видов рыб и их кормовой базы в акватории азербайджанского прибрежья среднего и южного каспия по результатам траловых съемок в 2021-2023 годах 36

Бедрицкая И.Н., Пятикопова О.В., Чехомов С.П., Дьякова С.А. Оценка состояния водной среды в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств Астраханской области 43

Булатов С.А Биология кавказского речного бычка (*Ponticola constructor* Nordmann, 1840) озера Ясхан (Узбой, Туркменистан) в современный период 48

Булатов С.А. Перспективы промышленного освоения запасов цист рачка *Artemia parthenogenetica* (Branchiopoda, Anostraca) залива Кара-Богаз-Гол (Каспийское море) .. 55

Воронина Е.А., Проскурина В.В., Лахтина А.Э. Заражение бычковых рыб (Gobiidae) на лицензионном участке "Центрально-Каспийский" в 2022 г. 61

Гаврилова Д.А. Сравнительная характеристика уловов и биологических показателей кефали в 2021-2022 гг. на акватории лицензионного участка «Северный» 65

Гаврилова Е.В., Гонтовая И.В. Особенности гидрометеорологического режима в российском секторе Каспийского моря в 2021 году..... 68

Досаева В.Г., Кириллов Д.Е. Сазан (*Cyprinus carpio L.*) как объект искусственного воспроизводства в целях компенсации ущерба, причиненного водным биоресурсам 75

Дьякова С.А., Менькова А.В., Кирюхина Е.Р. Микробиоценоз акватории лицензионного участка «Северный» в многолетнем аспекте..... 81

Жаткина О.В., Минакова Е.В., Кашин Р.Д. Особенности формирования зообентоса на акватории лицензионного участка «Северный» 85

Камелов А.К., Калдыбаев С.К. Биоресурсы казахстанского сектора Каспийского моря в современный период 93

Касьянова Н.А. К вопросу о повышении эффективности ведения геодинамического мониторинга на морских разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере месторождений Северного Каспия) 95
Канин Р.Д., Минакова Е.В., Жаткина О.В. Оценка загрязнения участка месторождения им. Ю.Корчагина методом Гуднайт-Уотлея 102
Кириллов Д.Е., Досаева В.Г. Масштабы и современное состояние искусственного воспроизводства водных биоресурсов в Волго-Каспийском рыбохозяйственном бассейне 106
Козлова Н.В., Никитин Ф.Н., Пятикопова О.В. Физиолого-биохимические показатели гемолимфы австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) 111
Козлова Н.В., Макарова Е.Г. Генетическая характеристика молоди русского осетра в Каспийском море 114
Коноплева Н.В., Сафаралиев И.А., Лепилина Н.Н. Нагул осетровых рыб на акватории лицензионного участка «Северный». Результаты мониторинга в 2019-2022 гг. 120
Коноплева Н.В. Влияние абиотических и антропогенного факторов на распределение и численность осетра на лицензионном участке «Северный» в 2019-2022 гг. 128
Кузнецов В.В. Состояние популяции каспийского тюленя (*Phoca caspica*) в период 2017-2023 гг.....134
Левашина Н.В., Ткач В.Н., Солохина Т.А., Югай Т.В., Нжерская В.А., Никифоров С.Ю., Козырева Е.В., Оганова И.В. Краткий обзор состояния и распределения полупроходных рыб на акваториях лицензионных участков «Северный» и «Центрально-Каспийский» в 2022 г. 142
Маркина И. А., Уколова И. О., Козлова Н. В. Исследование физиолого-биохимических показателей молоди воблы в Северном Каспии 150
Мартьянова М.Н., Никулина Л.В. Динамика развития зоопланктона на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в 2021-2022 гг. 154
Махлун А.В., Козлова Н.В. Физиологическая характеристика долгинской сельди в Северном Каспии 158
Менькова А.В., Дьякова С.А., Кирюхина Е.Р. Характеристика микробиоты рыб семейства Gobiidae на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» в 2022 г. 161
Минакова Е.В., Жаткина О.В., Канин Р.Д. Состав донной фауны на лицензионном участке «Центрально-Каспийский» 168
Никитин Э.В., Васильченко О.М., Муханова Р.С. Анализ условий естественного воспроизводства и качественного состава молоди полупроходных и туводных видов рыб на нерестилищах дельты р. Волги в разные по водности 2018-2022 гг. 175
Никулина Л.В., Мартьянова М.Н. Характеристика развития зоопланктона на месторождениях лицензионного участка «северный» в 2019-2022 гг. 181
Панарина Н.В., Нуралиев М.А., Пятикопова О.В. Искусственное воспроизводство кутума в целях сохранения биоразнообразия и численности водных видов биологических ресурсов 189
Разинков В.П., Зубкова Т.С., Гаврилова Д.А., Кузнецов В.В., Калмыков В.А., Таибов П.С. Динамика промыслового запаса морских рыб в условиях разработки и освоения нефтегазовых месторождений Каспийского моря 193

Расторгуева С.В. Условия нагула популяции воблы (*Rutilus Rutilus caspicus* Jakowlev, 1870) на акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» в период 2016-2020 гг. 201
Светашева Д.Р., Бакун О.И. Тяжелые металлы в донных отложениях лицензионного участка «Центрально-Каспийский» 206
Таибов П.С., Каниева Н.А., Барабанов В.В., Гаврилова Д.А. Современное состояние запасов атерины Каспийского моря 210
Тарасова О.Г., Кудяков А. Д.-О. Оценка качества водной среды лицензионного участка «Северный» методом биотестирования 214
Файзулина Д.Р., Конькова А.В., Ширина Ю.М., Богатов И.А. Гематологические показатели воблы (*Rutilus Rutilus caspicus*) дельты Волги в 2022 году 220
Шипилов Д.С. Перспективы применения автоматических мониторинговых буев для сбора морской гидрометеорологической информации 224

МАТЕРИАЛЫ

IX научно-практической конференции
с международным участием

«ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

(10 ноября 2023 г., г. Астрахань, Россия)

Ответственные за выпуск – Макарова Г.Р., Базелюк Н.Г.

За достоверность опубликованных материалов ответственность несут авторы

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 12.10.2023
Формат 62x46. Бумага офсетная.
Гарнитура Time New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. 27,9. Тираж 120 экз.
Заказ 2958

Издательство Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)
Россия, 414056, г.Астрахань, ул. Савушкина, 1
Телефон: (8512) 44-16-50
e-mail: kaspnirh@vniro.ru

Отпечатано в типографии «Март»
414057, г. Астрахань, ул. Николая Островского, 129/1

ISBN 978-5-6047231-1-1