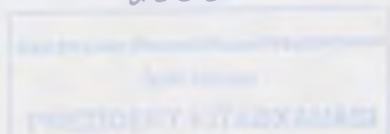


С.А. Гусейнова

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ВОЗМОЖНЫЕ
ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

- 23565 -



Товарищество научных изданий КМК

Москва ❖ 2013

УДК 502.51(262.81):622.276
ББК 28.080.1(961)
Г96

Гусейнова С.А. Оценка современного экологического состояния Каспийского моря и возможные последствия при эксплуатации нефтегазовых месторождений. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2013. 165 с., ил., 4 цв. вкл.

В книге представлены оригинальные результаты в области охраны водной среды при проведении геологоразведочных работ и освоения морских месторождений углеводородов Каспийского моря.

Рассмотрен широкий спектр экологических проблем возникающих на всех этапах нефтегазодобывающих работ в море, обсуждены возможные пути их решения.

Даны практические рекомендации по улучшению организации проведения экологических исследований Каспийского моря.

Книга предназначена для специалистов в области охраны окружающей среды, а также широкого круга читателей интересующихся вопросами сохранения биологического разнообразия Каспийского моря в условиях интенсивного освоения его минеральных ресурсов.

Ответственный редактор:

В.Ф. Зайцев, заслуженный деятель науки РФ, профессор, заведующий кафедрой «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета.

Рецензенты:

Рабазанов Н.И. — доктор биологических наук, зав. кафедрой ихтиологии Дагестанского государственного университета.

Шихшабеков М.М. — доктор биологических наук, профессор кафедры экологии Дагестанского государственного университета.

© Гусейнова С.А., текст, иллюстрации, 2013
© Товарищество научных изданий КМК,
издание, 2013

ISBN 978-5-87317-931-2

ВВЕДЕНИЕ

В связи с возросшими темпами антропогенного воздействия на природную среду все более актуальными становятся проблемы, связанные с сохранением ландшафтного и биологического разнообразия.

Устойчивость биосферы в целом и определяется тем, что она складывается из сложной системы относительно независимых биогеоценозов. Наиболее уязвимыми, к натиску человека, являются редкие виды и виды, находящиеся на грани исчезновения.

Биологическое разнообразие — это одно из базисных составляющих, определяющих характер и направление эволюционных процессов в биосфере.

Интерес к природным ресурсам Каспийского моря и его прибрежной территории в последнее время все больше определяется не только научными соображениями, но и стремлением к их интенсивному освоению (Кукса, 2000).

Судьба Каспийского моря постоянно привлекает внимание. Это объясняется несколькими причинами: уникальностью природы моря, не имеющего аналогов среди водоемов Земли; его социально-историческим значением.

Бассейн Каспийского моря занимает более половины площади европейской части. Здесь производится более 1/3 промышленной и 1/5 сельскохозяйственной продукции страны, построены и эксплуатируются 34 гидроэлектростанции. Само Каспийское море — один из основных рыбопромысловых бассейнов.

Интенсивное развитие отраслей промышленности и сельского хозяйства привели к тому, что антропогенное давление на море за последние десятилетия сильно возросло. Большая часть проблем определяется тем, что это замкнутый водоем, не имеющий связи с Мировым океаном и испытывающий значительные многолетние колебания уровня. Некоторые ученые связывают изменение уровня с тектоническими процессами, допуская, что происходят периодические опускания и поднятия дна и берегов моря. Другие считают, что колебания вызваны изменениями климата в обширном бассейне моря, которые сказываются на стоке рек, питающих Каспий. Наконец, некоторые считают, что действуют обе эти причины. В последнее время человек стал оказывать большое влияние на сток рек, разбирая воду на различные свои нужды. Это влияние настолько возросло, что на ход уровня Каспийского моря человек теперь воздействует сильнее, чем климат (Аполлов, 1986).

Уникальность Каспия наиболее точно выражается в определении этого водоема — море-озеро или озеро-море. Остаток древних морей, изолированный сейчас от океана, бессточный солоноватоводный, частично опресненный водоем с постоянными, вызывающими изменения площади, колебаниями уровня — как сезонными, достигающими 30–35 см, так и межгодовыми, размах которых гораздо больше. Уникальна и фауна Каспия, сформированная в условиях длительной изоляции в основном из морских видов и состоящая на 4% из эндемиков Каспия, а еще 20% видов встречается только в Понто-Каспийском регионе. Огромную ценность представляют его рыбные запасы, в первую очередь осетровые.

Каспий постоянно привлекал внимание исследователей как уникальный рыбохозяйственный водоем, а в последние десятилетия — и как одно из наиболее богатых на Земном шаре месторождений нефти и природного газа.

Помимо своей роли в экономике прибрежных государств Каспийское море имеет международное значение с экологической точки зрения, в плане поддержания биоразнообразия биосферы.

В последние десятилетия двадцатого века в экосистеме Каспия произошли серьезные изменения, обусловленные колебанием уровня моря, развитием процессов эвтрофирования речных и морских вод, поступлением в водоем загрязняющих веществ, развитием нелегального промысла ценных видов рыб. Интенсивно развивается нефтедобыча и продолжаются разведочно-поисковые работы по обнаружению новых месторождений углеводородного сырья. С 1993 г. разработку нефтяных месторождений широко ведут Азербайджан, Туркмения, Казахстан и Россия.

Известно, что результаты проводимого, компанией ОАО «ЛУКОЙЛ» экологического мониторинга свидетельствуют об отсутствии негативного воздействия буровых работ на морскую среду, ее флору и фауну (Проблемы экосистем Каспия, 2005). Основные принципы, положенные в основу системы экологической безопасности, а это, прежде всего, принцип «нулевого» сброса, позволит минимизировать экологический ущерб, что очень важно при получении экономического эффекта для улучшения материального положения и благосостояния жизни людей, населяющих прибрежные территории России.

Для подтверждения этих высказываний и оценке проводимых поисковых работ проведены экологические исследования в условиях проектируемого района «Центральная», на границах от о. Чечень — с севера и до р. Самур — с юга.

Исследования водной толщи были выполнены для лицензионной площадки «Центральная» с координатами, указанными в таблице 1. Расположение станций представлено на рис. 1

Акватория участка «Центрально-Каспийский», расположена преимущественно в средней части Каспийского моря, но частично захватывает приглубую часть Северного Каспия (3 станции из общего количества — 25 станций). Северная граница участка проходит по Смирновскому Осередку и Большой Жемчужной банке, южная находится примерно на широте г. Дербента.

Основная часть участка (около 65%) расположена в шельфовой части моря с глубинами 20–200 м, на долю мелководного северо-западного района с глубинами от 8 до 20 м приходится около 15% акватории и около 20% находится в зоне больших глубин (200–600 м), представляющих северо-западную часть Дербентской впадины.

Наиболее продуктивные зоны на этом участке формируются в северной его части (фронтальная зона «река-море»), а также вдоль его западной части в зоне взаимодействия вод периферии квазистационарного каспийского течения и Дербентского циклона, имеющие контрастные гидрологические характеристики (температура, соленость, кислород, биогенные вещества).

В свою очередь центральная часть Дербентского циклона также характеризуется повышенной продуктивностью зоопланктона (Каспийское море, «Фауна и биологическая продуктивность», 1985), что способствует формированию высоких концентраций морских рыб.

Таблица 1. Координаты станций на участке «Центрально-Каспийский»

№ п/п	Станции	Широта, °с.ш.	Долгота, °в.д.
1	1	44,66	48,14
2	2	44,53	48,66
3	3	44,29	48,16
4	4	44,06	48,66
5	5	44,07	48,99
6	6	43,92	48,15
7	7	43,63	47,98
8	8	43,66	48,46
9	9	43,71	48,99
10	10	43,32	47,81
11	11	43,33	48,38
12	12	43,30	48,99
13	13	43,03	47,97
14	14	43,03	48,47
15	15	43,00	49,00
16	16	43,09	49,53
17	17	42,72	48,16
18	18	42,74	48,64
19	19	42,70	49,20
20	20	42,41	48,34
21	21	42,50	48,79
22	22	42,49	49,25
23	23	42,48	49,72
24	24	42,10	48,53
25	25	42,17	49,16

Для характеристики климатических факторов, определяющих биологическое разнообразие Среднего Каспия, послужили данные климатического мониторинга, проводимого Дагестанским центром по гидрометеорологии и мониторингу природной среды за период многолетних наблюдений, выполненных на ГМС Махачкала, Избербаш, Дербент, а также по данным экспедиционных наблюдений, проводимых Дагестанским ЦГМС в районах Дагестанского побережья Среднего Каспия.

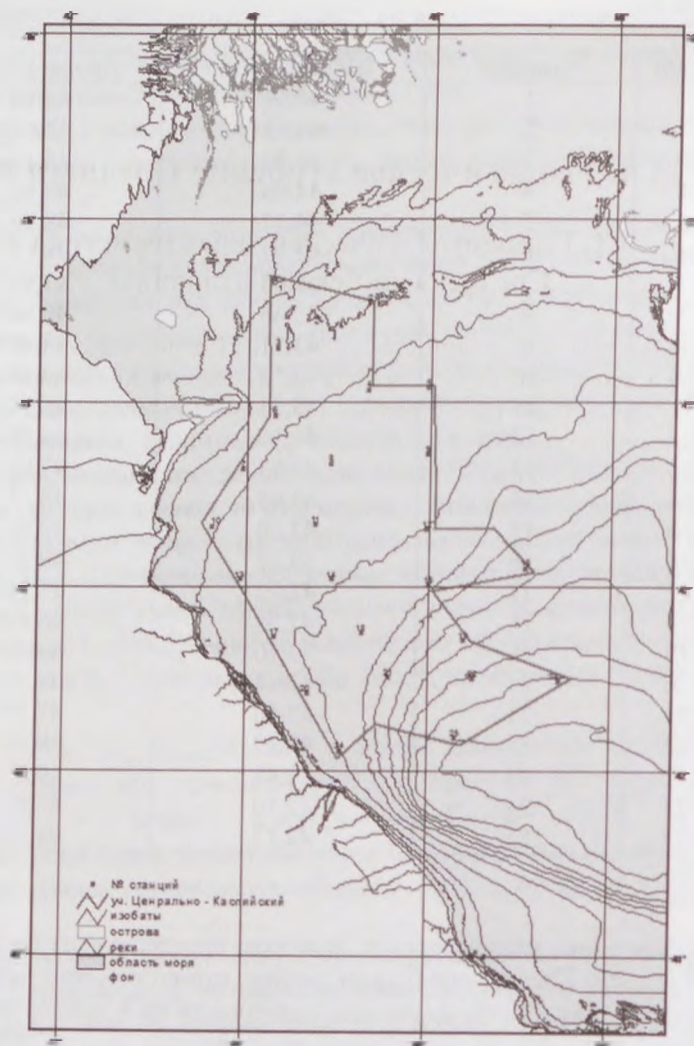


Рис. 1. Расположение станций на участке «Центрально-Каспийский».

ГЛАВА 1. Геологическое строение Среднего Каспия

1.1. Геоморфологическая характеристика Среднекаспийской котловины

Осадочные породы, слагающие дно котловины Среднего Каспия, характеризуются следующими особенностями. Основная часть осадков представлена обломочным материалом, который поступает с реками с западного берега. Бассейн питания этих рек лежит преимущественно в области развития мезозойских пород (юра и мел), представленных мощными толщами глинистых сланцев. Это в значительной мере определяет литологические особенности терригенного материала, поступающего в котловину Среднего Каспия. В целом, взвесь, поступающая в Каспийское море, соответствует мелкоалевритовым и алевритово-глинистым илам (Хрусталева, 1978). Другим важным источником является поступление пыли с окружающих аридных территорий, массы подобного переноса оцениваются в десятки миллионов тонн в год (Хрусталева, 1978), что сопоставимо с выносом любой из таких рек как Волга, Терек, Сулак, Самур. В Среднем Каспии можно выделить несколько зон с характерными литологическими типами фаций осадков. В центральной части — терригенный материал (глины и илы). На западе и юго-западе терригенно-карбонатный, на востоке биогеннокарбонатный. Заметно, что терригенные осадки приурочены также к приустьевой части крупных рек (Сулак и Терек) (Хрусталева, 1978).

Глинистые минералы представлены, в основном, гидрослюдой (более 50% от всех глинистых минералов). Монтмориллонита от 10 до 40%, максимум содержания приурочен к глубинным частям Дербентской котловины, а каолинит содержится в количестве около 15%. В приустьевых зонах р. Терек и Самур его содержание возрастает до 25%. содержание хлоритов и смешанно-слоистых минералов, не более 15%.

В общих чертах строение этой котловины следующее (рис. 2): крутой западный склон, сравнительно более пологие северо-западный, восточный и южный и выровненное дно котловины (Лебедев, 1962).

Западный склон имеет уклон в среднем около 2° , но на отдельных участках, особенно в верхней части — до 6° . Наибольшая крутизна зафиксирована в зоне минимальной для Среднего Каспия ширины склона, сужающегося местами до 20 км. В верхней части склона выявлена террасовидная ступень шириной до 25–30 км, особенно отчетливо прослеживаемая к югу. Поверхность ступени имеет небольшой уклон (не более $0,5^\circ$) в сторону берега, т.е. противоположный общему уклону склона. Ступень представляет собой реликт одной из древних регрессивных стадий моря.

В пределах западного участка склона широко развиты экзогенные формы рельефа. Благодаря значительной крутизне склона и обилию глинистых осадков распространены подводно-оползневые деформации. Ими образованы на склоне, а местами и у подножья пологие чешуеподобные возвышения, относительной высотой 5–10 метров. Наряду с ними имеются каньонообразные эрозионные углубления, созданные мутьевыми потоками, сопровождающимися подводными оползнями. Эти формы рельефа создают значительную мелкую расчлененность западного склона Среднекаспийской впадины.



Северо-западный склон котловины значительно положе западного, уклоны в его пределах меняются от 0,5 до 2,5°. Здесь наиболее развита сеть эрозионных долин с V-образным профилем. Долины шириной до 1–2 км, и относительной глубиной от 5 до 40 м (Лебедев, 1962). Для долин характерны террасированные склоны и наличие краевых валов. Долины трассирует русла рек Волга, Терек и Сулак в регрессивные стадии Каспийского моря.

Восточный склон наиболее четко выражен в своей центральной части. Здесь он имеет ширину около 40 км и величину уклона 0,5–1°. На севере, где он под острым углом сочленяется с северо-западным склоном, и на юге, где происходит его смыкание с Апшеронским порогом, склон выполаживается и уклон не превышает 0,5°.

Апшеронский порог замыкает Среднекаспийскую котловину с юга. Наиболее низкая «перевальная» точка порога лежит на глубине около 200 м. Северный склон порога пологий и выровненный. Южнокаспийский склон несколько круче (до 2–3°) и сильно расчленен. Вдоль верхнего края южного склона порога протягивается четко выраженный в рельефе вал высотами до 50–70 м, при ширине основания около 5 км.

Днище Среднекаспийской котловины включает в себя наклонную равнину, занимающую северную и восточную ее части и небольшую по площади субгоризонтальную плоскую равнину на западе (рис. 2.25). Наклонная равнина представляет собой подножие восточного и северо-западного склонов. Можно проследить продолжение русел некоторых подводных долин. Плоская равнина примыкает к западному склону. Этот участок дна, на котором отмечены максимальные глубины Среднего Каспия (до 800 м) именуют Дербентской котловиной. В краевых частях равнины у основания западного склона развиты формы, обязанные своим происхождением подводным оползням и мутьевым потокам. Наличие плоской равнины и расчлененного западного склона обусловлена едиными процессами. Состав осадков пологой равнины (Лебедев и др., 1973). Здесь встречаются брекчии (возникающие при оползнях) (Сингх, 1982), а также градационная слоистость, типичная для мутьевых потоков (Леонтьев и др., 1976). Эти потоки, производя огромную эрозионную работу на западном склоне, заполняют осадками ложе котловины, формируя в ее пределах плоскую равнину. Вторым фактором, определяющим возникновение плоской равнины, являются неотектонические движения. Эта равнина находится в осевой (наиболее опускающейся) части Терско-Каспийского прогиба.

Донные отложения. Осадкообразование в Каспийском море происходит в очень сложных условиях. Современные донные отложения Каспийского моря по генетичес-

Рис. 2. Геоморфологическая схема дна Каспийского моря (по Леонтьеву, Маеву, Рычагову, 1977)

Типы берегов: 1 — аккумулятивные; 2 — абразионные; 3 — абразионно-аккумулятивные.

Зона шельфа: 4 — равнины прибрежной отмели; 5 — волнистые и наклонные шельфовые равнины; 6 — субгоризонтальные равнины днищ шельфовых впадин; 7 — наклонные равнины днищ шельфовых впадин; 8 — равнины хемогенно-терригенной аккумуляции отчлененных заливов.

Зона материкового склона: 9 — наклонные равнины; 10 — валы («горные хребты»).

Зона абиссальных равнин ложа Южнокаспийской котловины: 11 — субгоризонтальные плоские абиссальные равнины; 12 — холмистые абиссальные равнины.

Формы и комплексы подводного рельефа: 14 — ветровые осушки; 16 — ступенчатый бенч; 17 — грядовый бенч; 18 — крупные подводные аккумулятивные формы (банки); 19 — бороздины; 20 — речные долины и другие затопленные эрозионные формы; 21 — подводные каньоны; 22 — комплекс подводнооползневых форм; 23 — эрозионные, связанные с деятельностью суспензионных течений; 24 — грязевые вулканы.

ким признакам, механическому и вещественному составу существенно различаются. По материалам ряда авторов (Пахомова, Затучная, 1956, Леонтьев, 1957, 1969; Пахомова, 1959, 1961; Салманов М.А., 1967, 1987; Добровольский, 1969) в северной части моря преобладающим типом морских отложений является крупный алеврит. Здесь отлагаются преимущественно крупнозернистые осадки терригенного происхождения: песок и илистый песок. Это объясняется гидрологическим режимом Северного Каспия: ветровыми течениями, волнением в условиях мелководья и незначительными уклонами дна. Тонкие осадки — илы и песчанистые илы — залегают в Уральской бороздине (Салманов М.А., 1968). В юго-западном районе, находящемся под воздействием волжского стока, отлагаются илистые осадки терригенного происхождения.

Центральная часть Северного Каспия является областью преимущественно биогенной аккумуляции. Вынос биогенных веществ волжскими водами создает условия, благоприятствующие жизнедеятельности организмов. Во многих местах центральной части района образуется корка совсем иной цементации, когда битая ракушка цементируется выпадающим из воды на дно карбонатом кальция.

В Среднем Каспии наблюдается закономерная смена типов осадков от мелководного побережья до больших глубин. В прибрежной части, в зоне активного действия, дно покрыто песком с включением ракушки, гальки и гравия. Далее под влиянием выносов рек пески сменяются песчанистым илом с отдельными пятнами ила, расположенными против устьев рек или в местах размыва древних глин. На восточном склоне Среднего Каспия в отсутствие речного стока, по данным И.А. Алексинной (1962), Н.С. Скорняковой (1962), Л.И. Лебедева (1962, 1963), главная роль в осадкообразовании принадлежит карбонатам преимущественно биогенного происхождения.

В последнее десятилетие в связи с бурным развитием диатомовых водорослей, особенно ризосолении калкаравис, в Каспийском море встречаются также диатомовые отложения. Они обнаружены в основном в северо-западной части Среднего Каспия и в районе Апшеронского порога (Пахомова, Затучная, 1966). В южной части Каспийского моря, на склоне восточного побережья, сохраняются в общем такие же грунты, как и в средней части. По данным Л.С. Куликовой (1962, 1966), дно до глубины 50–70 м покрыто грубозернистыми карбонатными осадками — ракушечно-золитовым песком с примесью ракушки.

1.2. Современные геодинамические особенности Среднего Каспия

На Каспийском море и, прежде всего в Дагестане, систематические исследования и повторные наблюдения за динамикой берегов начаты с 1946 г. профессором О.К. Леонтьевым и продолжаются до сих пор его последователями-соратниками и учениками Морской геоморфологической школы географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. На примере Каспия убедительно доказано, что проблема динамики морских берегов и эволюции береговых морфосистем не может быть решена только в идеализированных условиях стационарного положения уровня моря, так как в природе его поведение зависит от многих внешних и внутриводоемных факторов. Для Каспийского моря и динамики его берегов XX век, на протяжении которого произошла смена регрессивного режима развития морского бассейна на трансрегрессивный, наиболее показателен в этом плане.

Наиболее яркой характеристикой истории развития Каспийского моря являются многократные изменения высотного положения его уровня на протяжении всего существования этого бассейна (рис. 3) Только в течение четвертичного периода, по дан-

Сверхмаксимальный

Самый максимальный уровень за историческое время. Он фиксируется приблизительно 2600 лет назад. Его аномалия относительно среднего составляет около +7 м при обеспеченности 1%, повторяемости 1–2 раза за 2600 лет и продолжительности стояния 10–20 лет. Площадь моря достигает 472,7 тыс.км², а ее аномалия +85,6 тыс.км². Экстремальные климатические условия с преобладанием высокой степени увлажненности. Активный западный перенос воздушных масс. Очень высокий % облачности. Максимальное количество циклонов с очень высокой водностью. Преобладание паводочного режима в стоке рек. Ослаблены процессы испарения с морской акватории. Возможен приток вод Амударьи в Каспий через Узбой. Заливы Кара-Богаз-Гол и Красноводский становятся частью акватории моря.

Максимальный

Средний сверхвековой уровень за 10 тыс. лет. Максимальный уровень за инструментальный период зарегистрирован в 1882 г. Его аномалия составляет около +2 м при обеспеченности 27% и повторяемости около 15 раз при средней продолжительности стояния около 60 лет. Площадь моря составляет 414,7, а ее аномалия + 22,1 тыс.км². Пониженная температура воздуха и воды. Преобладание западного переноса воздушных масс. Увеличение облачности. Повышенная водность циклонов. Увеличение водности рек. Сокращение испарения с акватории моря. Повышенный сток в Кара-Богаз-Гол.

Средний

Средний уровень за историческое время. За инструментальный период фиксируется в 1937 и 1922 гг. Его обеспеченность составляет 46% при повторяемости около 23 раз и средней продолжительности стояния около 110 лет. Площадь моря составляет 392,6 тыс.км². Переходный период в изменении климатических условий. Смена эпох циркуляционных процессов в атмосфере. Водность рек близка к средневековой.

Минимальный

Минимальный уровень за инструментальный период (1977 г.). Его аномалия — 2 м. Обеспеченность 75% при повторяемости 20 раз и продолжительности стояния ниже среднего около 90 лет. Площадь моря снижается до 357,0 тыс.км². При аномалии — 35,6 тыс.км². Повышенная температура воздуха и воды. Ослабленный западный перенос воздушных масс при усиленном меридиональном. Пониженная водность циклонов и увлажненность бассейна Низкая водность рек бассейна Волги и Урала. Повышенный сток рек Кавказского побережья. Низкий сток в Кара-Богаз-Гол.

Наименьший

Наиболее низкое стояние уровня за историческое время (2600 лет), которое фиксируется приблизительно 2250 и 1420 лет назад. Аномалия уровня относительно среднего составляет -7 м. При обеспеченности 99% и повторяемости за 2600 лет около 4 раз при продолжительности стояния ниже среднего 50–60 лет. Площадь моря сокращается до 293,3 тыс.км² при аномалии — 99,3 тыс.км². Экстремально теплые климатические условия с высокой степенью засушливости. Преобладает меридиональный перенос воздушных масс. Облачность развита слабо. Ослабленная циклонная деятельность. Очень низкая водность рек. Большое испарение с поверхности моря. Из-за отсутствия притока каспийских вод в залив Кара-Богаз-Гол, он превращается в озеро и возможно полное его усыхание.

Рис. 3. Сценарии гидролого-климатических условий при характерных положениях уровня Каспийского моря (по: Клиге и др., 1998).

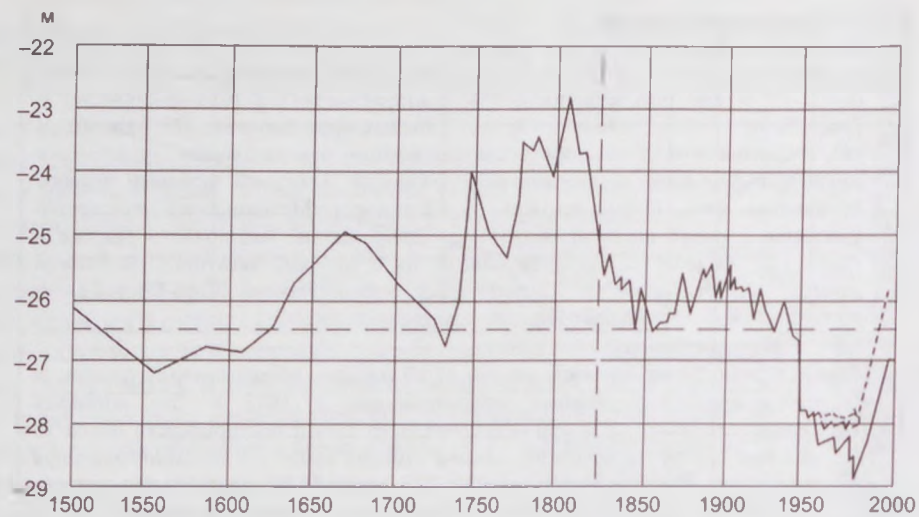


Рис. 4. Колебания уровня Каспия за последние 500 лет.

ным некоторыми исследователями (Леонтьев и др., 1976; Рычагов, 1977), насчитывается около 20 трансгрессивно-регрессивных этапов, сформировавших как морфологические, так и литологические особенности данного региона. Происходящие сейчас на Каспии процессы являются не мгновенным, спонтанным явлением, а результатом всей геологической истории бассейна. В этой истории были многочисленные трансгрессии моря. Наиболее крупные трансгрессии происходили примерно 300–200 тыс. лет до н.э. Когда уровень воды поднимался до +115 м, морские воды затопляли всю территорию современной Прикаспийской, Куринской, Западно-Туркменской низменностей. Берега Каспийского моря доходили, на север до Самары, на западе — до Мингеадры – Гянджа, Ставрополье, на востоке — до широты Ашхабада.

Причины современных катастрофических явлений несколько: гидрологические, климатические, геологические. Преобладающими среди них является геологические, главным образом вековые колебательные движения, связанные с вздыманием отдельных частей дна Каспийского моря, в частности, дна Южнокаспийского бассейна.

Среди основных факторов, вызывающих колебания уровня Каспия, называются климатические, связывающие эти колебания с изменениями увлажненности всей территории бассейна и геологические в соответствии с которыми колебания уровня объясняют изменениями, емкости каспийской впадины.

Естественно, что в этой ситуации береговая зона испытывала существенные преобразования. При этом реакция береговой зоны на колебания уровня моря выражается не только в изменении ее плановых и высотных границ за счет смещения отдельных ее участков вслед за поднимающимся или опускающимся уровнем моря, но и в перестройке ее подводного и надводного профиля применительно к новым гидродинамическим условиям. Вполне очевидна прямая зависимость масштабов и скорости преобразований береговой зоны от размаха и скорости изменений положения уровня моря. Основные морфодинамические последствия этих преобразований проявляются в изменениях тенденций развития абразионно-аккумулятивных процессов, перераспределения участков размыва и накопления осадков и в конечном итоге — в возможной смене типов берегов.

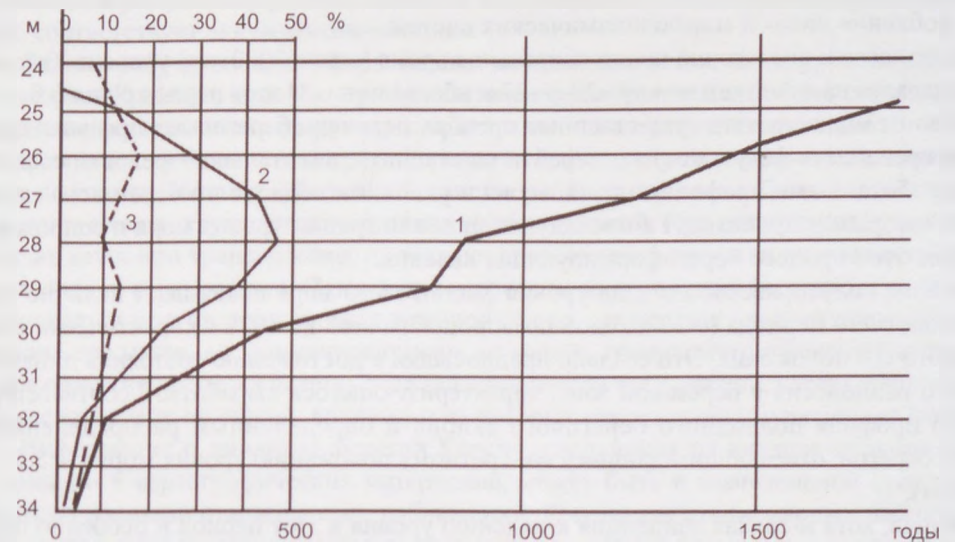


Рис. 5. Продолжительность стояния уровня Каспийского моря по фазам «суша – море» за последние 2000 лет: 1 — ход уровня, относительная повторяемость его изменений (%); 2 — за 2000 лет; 3 — за голоцен (по: Клиге и др., 1998).

Изменения интенсивности поступления воды и баланса «сток–испарение» вызывают колебания уровня моря (рис. 4).

Существует несколько гипотез, объясняющих это явление, от влияния поднятия или опускания дна до подземного стока вод, но в последнее время наиболее популярна гипотеза, что основной причиной служат изменения путей прохождения атлантических циклонов, несущих влагу в бассейн Каспия, и общие изменения климата.

В настоящее время Каспийское море и его берега переживают один из этапов трансгрессивного развития, характеризующийся быстрым подъемом уровня моря, которому предшествовал почти вековой период его понижения. В связи с резкой сменой в XX веке регрессивного режима моря на трансгрессивный на Каспии сложилась уникальная ситуация, позволяющая проследить полный цикл преобразования береговой зоны и перестройки берегов применительно к разным экстремальным (регрессивным и трансгрессивным) положениям уровня этого бассейна. Причем важность явлений преобразования берегов Каспийского моря выходит далеко за его пределы.

Анализ палеогеографических данных и исторических сведений позволяет определить продолжительность циклов развития Каспийских берегов за последние 2000 лет по фазам «суша – море» (рис. 5). Самыми кратковременными от 45 до 300 лет были периоды стояния уровня моря на отметках –34 и выше –26 м абс. высоты соответственно. Естественно, что за такой короткий отрезок времени море не могло произвести каких-либо существенных преобразований в береговом рельефе. Даже при самых значительных скоростях абразии берегоформирующих пород типа известняков или конгломератов в них могли быть выработаны абразионные врезы глубиной не более одного — максимум первые метры. В случае трансгрессии или регрессии при уходе уровня моря с этих позиций и прекращении этапа динамической жизни рельеф берегов сохраняет свои первично образованные формы практически неизменными. Со-

храняется его первичная расчлененность, из-за которой в настоящее время и происходит дробление лито- и морфодинамических систем.

Чаще всего и достаточно продолжительное время (около 1000 лет) уровень Каспия располагался на отметках между -29 и -27 м абс. высоты. За этот период рельеф береговой зоны мог испытать существенные преобразования, и береговые морфосистемы могли преодолеть фазу юности и перейти на стадию относительной зрелости с хорошо выработанными профилями равновесия и уклонами подводного берегового склона, по которым и происходят в последующем все миграции уровня моря и сопровождающие этот процесс берегоформирующие явления.

Анализ полуторавекового хода уровня Каспийского моря показывает наличие почти столетнего периода (с 30-х годов позапрошлого века по 1929 г.) практически стабильного его положения. Это создало предпосылки к достижению состояния динамического равновесия в береговой зоне, характеризующегося выработкой соответствующего профиля подводного берегового склона и определенным распределением типов берегов, отвечающим данному конкретному положению уровня моря ($-25,5 \dots -26,0$ м).

Общая, хотя и слабая тенденция к падению уровня в этот период и особенно последующее стремительное понижение его с 1929 по 1977 г. — вызвали широкое развитие в береговой зоне моря процессов аккумуляции, сопровождавшихся активным ростом аккумулятивных форм (Игнатов и др., 1990, 1992). Самое низкое за время инструментальных наблюдений положение уровня моря достиг в 1977 г., когда он находился, по данным ГОИНа, на отметке $-29,02$ м абс. высоты. После этого и до 1995 г. наблюдалось повышение уровня моря, что привело к его подъему более чем на 2,5 м при средней скорости 14 см/год. Годовые колебания темпов подъема уровня составляли от 30–35 см до единиц сантиметров (как в 1988–1989 гг.).

К 1995 г. уровень Каспия достиг отметки $-26,3$ м абс. высоты (по Махачкалинскому футштоку). Затем в 1996 г. он понизился на 40 см и к настоящему времени испытывает относительную стабилизацию с небольшими флуктуациями на понижение. Резкий подъем уровня моря, начавшийся в 1978 г., нарушил гидродинамическую обстановку в прибрежной полосе и спровоцировал новую интенсивную перестройку береговой зоны, приведшую к широкому развитию процессов абразии по всему периметру Каспийского бассейна. Активный размыв вследствие подъема уровня моря даже на участках еще недавней аккумуляции — одна из самых значительных современных тенденций на Каспии.

Изучение и тщательный анализ процессов трансгрессивного преобразования каспийских берегов позволяют сделать вывод о дифференцированном характере реакции береговой зоны в пределах разных типов берегов, отличающихся прежде всего уклонами подводного берегового склона (Игнатов и др., 1990, 1992).

Приведенные примеры морфодинамики береговой зоны в условиях повышения уровня моря происходят в соответствии с известным правилом Брууна-Зенковича (Зенкович, 1954). Применительно к Каспийскому морю эта схема была уточнена и дополнена. Теоретические разработки, а также непосредственные многолетние стационарные и повторные ревизионные наблюдения за береговой зоной Каспийского моря позволили выделить разные варианты ее развития в условиях повышения уровня моря в зависимости от исходных уклонов подводного берегового склона (Игнатов и др., 1990). Анализ динамики берегов Каспия показывает, что существует неполное совпадение регрессивных и трансгрессивных режимов моря с циклами развития береговых про-

цессов. Регрессивному режиму в основном, как установлено многими исследованиями, соответствует аккумулятивный цикл.

Размыв аккумулятивных форм Каспия начался еще тогда, когда уровень моря еще снижался. Конечно, одной из причин активизации абразии могла быть народнохозяйственная деятельность: сооружение водохранилищ на реках, строительство сети мелиоративных каналов, что сократило речной сток и послужило причиной возникновения дефицита наносов в береговой зоне моря. В то же время была и естественная причина смены аккумулятивного цикла на абразионный. При понижении уровня моря, так же как и при трансгрессии, происходит перестройка профиля подводного берегового склона и его размыв. Однако при регрессии зона размыва берегового склона перемещается не в сторону суши, а в сторону моря, захватывая участки внешней части склона, где материал становится тоньше по своему гранулометрическому составу. По мере развития процесса истощаются запасы наносов тех фракций, которые могут быть вынесены вверх по склону волнами и из которых строятся аккумулятивные формы.

Информация о динамике берегов Каспия, следующая из анализа априорной информации и картографических материалов, может быть в значительной степени дополнена данными стационарных наблюдений. Результаты стационарных наблюдений позволяют оценить механизм и интенсивность экзогенных процессов, идущих на берегах данного типа в связи с подъемом уровня Каспия, зафиксировать эволюционные преобразования в морфологии береговой зоны и предсказать возможные последствия подъема уровня моря на примере береговой морфосистемы Туралинского стационара.

Сопоставление полученных материалов с данными положений береговых линий в 1939, 1950–1954 и 1972–1977 гг., полученных путем дешифрирования аэрофотоснимков и анализа топокарт прежних лет, позволило сделать некоторые новые заключения о динамике прибрежно-морских наносов в этом районе, как на период, понижения уровня моря, так и на современном трансгрессивном этапе (1977–1995 гг.).

Из анализа инструментальных наблюдений за 1981–1989 гг. можно сделать следующий вывод: отступление уреза происходило, во-первых, за счет повышения уровня моря, во-вторых, — за счет переформирования береговой зоны.

Ежегодные наблюдения на контрольной полосе показали, что абразионные процессы идут в основном на внешнем склоне штормового вала и частично в пределах лагуны (за счет стоковых течений), на внутреннем склоне штормового вала в основном идут процессы аккумуляции. Вал от года к году увеличивается как в высоту, так и в ширину. Поэтому на Туралинском участке за период трансгрессии моря формирование береговой зоны происходило за счет аккумулятивных процессов. Отступление уреза и сокращение новейшей террасы происходило из-за повышения уровня моря.

В последние годы (1995–2010 гг.) в ходе уровня Каспийского моря наметилась тенденция к его стабилизации. Данные повторных инструментальных съемок береговой зоны показывают, что процесс сокращения новейшей террасы не замедлился, а наоборот, активизировался. Сравнение контрольных замеров на полигоне показывает, что процессы размыва играли главную роль в формировании облика береговой зоны. По-видимому, с 1995 г. начался процесс выработки профиля равновесия подводного склона, и весь материал с пляжа безвозвратно идет на восстановление этого профиля. Из этого можно сделать вывод — стабилизация уровня моря не привела и не приведет в ближайшем будущем (1–5 лет) к прекращению отступления берегов. Стабилизация уровня моря создает благоприятные условия для становления профиля динамического равновесия. При этом должно наблюдаться некоторое уменьшение уклона приурезовой части подводного склона. Скорость продвижения бара отчленяющего лагуну в

сторону берега постепенно замедляется, а затем его положение стабилизируется. В 2005 г. бар в районе Турали-7 занимает место близкое к 1995 г.

По мере подъема уровня Каспийского моря, с современным подъемом к отметкам близким -26 м, все большее значение в динамике и эволюции берегов приобретает геологическая структура: особенности морфоструктурного плана подтапливаемой и затапливаемой территории, прочностные свойства берегоформирующих материнских пород, мощность и распределение чехла рыхлых отложений в приурезовой полосе, а также контур береговой линии в сочетании с простиранием и падением размываемых пластов сарматских известняков, песчаников и конгломератов или хазарских ракушечников. Увеличивается степень морфологической расчлененности береговой зоны на дробные локальные ячейки — береговые морфосистемы, возрастает блокирующая роль останцовых гряд, углы падения которых обращены в море, а простирание совпадает с общей ориентацией береговой линии. Дефицит наносов приводит к вскрытию форм облекания на берегах и росту числа мелкобухтовых абразионных форм.

Падение уровня сопровождается выходом береговой линии на участки береговой зоны, уже неоднократно претерпевшей фазы абразионно-аккумулятивного выравнивания, где береговые морфосистемы уже достигли своих предельных возрастных и масштабных градаций при условии выработки береговых профилей равновесия. По ходу трансгрессии береговые морфосистемы эволюционируют по направлению их деградации и дробления на БМС низких порядков от геоморфологических систем (шельфа — по А.С. Ионину и М.Г. Юркевич) с устойчивыми региональными литодинамическими системами с глобальными или региональными потоками наносов к локальным литодинамическим системам с фрагментарными потоками наносов.

В этих условиях все большее значение приобретают особенности структурно-геоморфологического строения затапливаемых берегов, характер их расчлененности и специфика гидродинамического режима (смена энергетических циклов и волноэнергетической экспозиции). Усложняются контуры береговой линии за счет вскрытия форм облекания, когда на месте береговых валов появляются структурные гряды из коренных пород с повышенными прочностными свойствами и выступающими в виде мысов (Бакай-Кичлик). Соответственно некогда единая БМС Сатун-Манас раздробилась на две подсистемы меньшего ранга, перешли в фазу развития локальных БМС и развиваются по типу абразионных аккумулятивных дуг. На первых этапах эволюционного процесса, когда поток наносов был сквозным, а не фрагментарным эти изменения были еще не заметны, хотя уклоны подводного склона стали круче, но при сохранившейся тенденции они проявились.

Береговая зона и шельф Каспийского моря в настоящее время испытывают повсеместное увеличение антропогенной и техногенной нагрузки, которая прямо или косвенно сказывается на развитии природных береговых и шельфовых систем. Виды этих воздействий разнообразны, разномасштабны и разнонаправлены, что значительно усложняет охрану природных объектов, делает эти процессы необратимыми, из-за чего утрачиваются безвозвратно многие участки, благоприятные для жизни человека и утилизации берегов и шельфа.

1.3. Прогноз динамики уровня Каспийского моря и ее последствия для прибрежных территорий

История Каспийского моря характеризуется постоянными колебаниями уреза воды. Длительные исследования позволили выделить несколько крупных трансгрессивно-

регрессивных фаз (Рычагов, 1997; и др.). Также было установлено, что на фоне крупных фаз наблюдаются многочисленные колебания уровня более мелкого ранга. Все это позволяет отнести Каспийское море к водоемам с крайне неустойчивым положением береговой линии и соответственно любое хозяйственное воздействие на прибрежные территории должно учитывать эту особенность Каспийского моря. Уровневый режим моря и порождающие его причины привлекали и привлекают пристальное внимание многих исследователей (Рычагов, 1997; и др.). Особую актуальность эта проблема приобрела после 1929 г. в связи с быстрым и значительным падением уровня, а с 1978 г. — в связи с быстрым и «неожиданным» его повышением.

Как известно, с 1929 по 1977 г. уровень моря снизился на 3,0 м и достиг абсолютной отметки $-29,02$ м (наинизший за последние 400 с лишним лет). После 1977 г. уровень моря начал повышаться и к 1996 г. поднялся на 2,34 м. В зоне затопления и подтопления оказались значительные территории, особенно в северной (равнинной) части Дагестана, Калмыкии и Астраханской области.

Анализ исторических и научных исследований позволяет выделить для последних 4 тысяч лет (новокаспийское время) несколько ритмов колебания уровня моря (количество этих ритмов дискуссионно) (Векилов, 1992; Рычагов, 1997). Колебания уровня моря происходят между отметками от $-20 \dots -26$ м абс. высоты до $-32 \dots -34$ м абс. высоты. Последний раз подъем уровня наблюдался в начале 18-го века, тогда море находилось на отметке около -24 м. Установлено, что в субатлантический период голоцена (последние 2500 лет) уровень постоянно колебался между этими крайними положениями.

Исходя из сказанного, следует, что из всех проблем, связанных с Каспийским морем, на первое место следует поставить проблему изменения его уровня и возможности прогноза этих изменений, так как уроненный режим определяет выбор мероприятий при решении всех остальных задач, связанных с Каспийским регионом, с целью предупреждения или минимизации негативных последствий.

Среди причин, оказывающих влияние на изменение уровня Каспийского моря, рассматривают геологические и климатические. К числу первых относят: с одной стороны, процессы, приводящие к изменению объема котловины (тектонические движения, заполнение котловины осадками), с другой — процессы, влияющие на водный баланс Каспия (субмаринная разгрузка подземных вод или, наоборот, поглощение вод поддонными слоями при чередовании фаз сжатия или растяжения) (Рычагов, 1997). Влияние заполнения впадины осадками играют незначительную роль в индуцировании колебаний. Это связано со следующими особенностями. Во-первых, темпы заполнения котловины донными отложениями, оцениваются по современным данным величиной порядка 1 мм/год, что на два порядка меньше наблюдаемых значений изменения уровня. Во-вторых, процесс этот однонаправленный, т.е. накопление осадков должно было бы вести к постоянному повышению уровня, в действительности же поведение уровня моря носит колебательный характер.

Не могут сколько-нибудь существенно влиять на объем Каспийской котловины сейсмодетформации, которые отмечаются только вблизи эпицентра и затухают на близких расстояниях от него. Сходные с сейсмодетформациями нарушения дна происходят иногда при грязевулканической деятельности, но и они проявляются локально и не способны оказывать влияния на положение уровня.

Из геологических факторов, воздействующих на водный баланс моря, следует назвать подземный сток. Большинство исследователей считают, что объем подземного стока составляет незначительную долю от поверхностного ($3-5 \text{ км}^3$) и поэтому не может

оказать заметного влияния на уровень моря, однако, существуют и другие точки зрения. Согласно одной из них, меняющиеся тектонические напряжения в горных породах, подстилающих дно Каспия (смены сжатий и растяжений), приводят либо к выдавливанию части вод, насыщающих эти породы, либо к их поглощению, что и сказывается на колебаниях уровня. В настоящее время нет данных, подтверждающих эту точку зрения. Ей противоречит, во-первых, ненарушенная стратификация иловых вод, указывающая на отсутствие заметных миграций вод через толщу донных отложений. Во-вторых, для обеспечения потоков, способных повлиять на изменения уровня моря, необходимо допустить такие объемы и темпы разгрузки «выдавливаемых» вод со своими температурами, степенью минерализации, соленым составом (а за время подъема уровня Каспия в нем накопилось около 900 км³ воды), что в таких местах должны были бы сформироваться мощные гидрологические, гидрохимические, седиментационные аномалии. Таких аномалий, как известно, пока и природных водах и на дне Каспия не зарегистрировано.

Более сложен вопрос о влиянии тектоники на положение уровня. Несомненно, что тектонические движения сыграли определяющую роль на начальных этапах, формирования впадины, занимаемой морем. Существенна их роль была в дальнейшей ее эволюции, доказательством чему служат деформации древнекаспийских морских террас и залегание на разных гипсометрических уровнях одновозрастных прибрежно-морских отложений. Как будто бы в пользу тектоники говорят и аномалии геодезических и уровенных измерений, свидетельствующие о том, что скорости тектонических движения могут достигать 5–7 см/год, т.е. способны вносить заметный вклад в изменение уровня.

Однако, если учесть, что котловина Каспийского моря расположена в пределах геологически гетерогенной территории, следствием чего является периодический, а не линейный характер этих движений с неоднократной сменой знака, то вряд ли следует ожидать существенных изменений ёмкости впадины. Такой характер движения в итоге ведет к их взаимной компенсации. Не в пользу тектонической гипотезы свидетельствует и тот факт, что береговые линии новокаспийских трансгрессий на всех участках побережья Каспия (за исключением отдельных брахиантиклиналей в пределах Апшеронского архипелага) находятся на одном уровне. О стабильности ёмкости котловины Каспийского моря на протяжении голоцена свидетельствуют и результаты специальных исследований.

Главным фактором, влияющим на уровенный режим Каспийского моря в голоцене и в последние десятилетия, является изменение климата в пределах его бассейна и акватории. Этот вывод базируется на целом ряде фактов. Так, сравнение свойств трансгрессивных и регрессивных горизонтов каспийских осадков показывает, что они накапливались в разных условиях, при сменах потеплений и похолоданий, увлажнения и аридизации климата (Абдурахманов и др., 2012). В пользу этой точки зрения свидетельствует четкая связь, существующая между высотным положением уровня моря и составляющими водного баланса (стоком рек и видимым испарением). Подробные расчеты, основанные на данных инструментальных наблюдений изменения уровня моря и притока вод в море в 20-м веке, однозначно свидетельствуют о климатической обусловленности колебаний уровня моря в этот период (табл. 2). Как видно из таблицы, разница между расчетными и фактическими приращениями уровня настолько мала (и вполне объяснима неточностью данных о составляющих водного баланса), что не требует для объяснения колебаний уровня моря влияния других (помимо климатических) факторов. Это вовсе не означает, что не следует обращать внима-

Таблица 2. Составляющие водного баланса и морфометрические характеристики Каспийского моря в периоды колебания уровня моря (Рычагов, 1997)

Средние значения основных составляющих водного баланса и морфометрических характеристик Каспийского моря	Периоды	
	1930–1941 гг. падение уровня на 1,88 м	1978–1992 гг. подъем уровня на 2,0 м
Средний уровень моря за период	–26,8	–28,0
Средняя площадь моря, тыс. км ²	395	376
Сток рек с учётом стока в Кара-Богаз-Гол, км ³	257	307
Величина видимого испарения, км ³	324	263
Результирующая водного баланса, км ³	–67	+44
Расчетное среднегодовое приращение уровня, см	–17,0	+11,7
Фактическое приращение уровня, см	–15,7	+13,3
Разница между фактическим и расчетным приращением уровня, см	–1,3	+1,6

ния на другие факторы, которые могут влиять и влияли на уровенный режим. Однако следует четко различать временные интервалы подобных изменений, для мгновенных (по геологическим меркам) изменений в позднем плейстоцене и голоцене, естественно влияние самых динамических компонентов геосистем, а именно климата.

Следствием признания климатической обусловленности колебания уровня моря в последнее столетие явилось то, что прогноз его основывался, главным образом, на вероятностных расчетах водного баланса. Таких прогнозов было много, но большая часть их не оправдалась из-за недостоверности долговременных климатических прогнозов и недоучета естественного развития сложной саморегулирующейся системы, каковой является Каспийский бассейн.

Для решения вопроса об амплитуде колебания уровня моря используют палеогеографические методы. Исследуют геолого-геоморфологические особенности побережья, определяют палеогеографические особенности природной среды данного региона для того или иного периода, а также определяют абсолютный возраст, отдельных колебаний уровня моря.

Такой анализ показывает, что за последние 2,0–2,5 тыс. лет, т.е. с начала субатлантической эпохи голоцена, когда началось формирование современных ландшафтов в бассейне Каспия, а, следовательно, и современных или близких к ним параметров водного баланса, уровень Каспия никогда не поднимался выше –20 м. Это и позволяет экстраполировать палеогеографические данные на современную эпоху.

Логично предположить, что и в дальнейшем в субатлантическом периоде уровень моря не выйдет за рамки от –20 до –34 м абс. высоты. Начавшееся с 1996 г. понижение уровня (к началу 2002 г. почти на полметра) как будто бы свидетельствует в пользу этого вывода. С палеогеографической точки зрения в этом нет ничего экстраординарного.

Этот вывод подтверждается и расчетами водного баланса: при уровне моря –26 м приходная часть баланса (речной сток + осадки) будет превышать расходную (испарение) примерно на 26,0 км³. Это превышение может быть компенсировано восстано-

ленным в 1992 г. стоком в залив Кара-Богаз-Гол в том объеме, который имел место в начале нашего столетия: при среднемноголетнем уровне моря за период с 1990 по 1930 г. около -26 м, сток в залив составлял $23 \text{ км}^3/\text{год}$, а за периоде 1990 по 1909 г. при среднемноголетнем уровне $-25,75$ м сток в залив составлял $26,9 \text{ км}^3$. Сток в залив при достижении отметки -26 м в настоящее время может быть больше указанного объема, так как в 40-е годы XX века произошло углубление дна пролива, вследствие чего сток в залив в 1949 г. был на $8,2 \text{ км}^3$ больше, чем в 1939 г., хотя уровень моря снизился за это время на $0,25$ м (Рычагов, 2002).

Приведенные выше расчеты справедливы лишь при сохранении современных, не совсем ординарных, параметров водного баланса: сток (309 км^3) — на 22 км^3 больше среднемноголетнего за период с 1900 по 1992 г., а видимое испарение ($69,9 \text{ см}$) — на $7,6 \text{ см}$ меньше. При среднемноголетней же норме стока (287 км^3) и видимого испарения ($77,5 \text{ см}$) — уровень моря установится на отметке около 28 м.

В настоящее время на основе анализа большого количества палеографических, историко-археологических и картографических данных достоверно установлено, что уровень Каспия испытывал существенные изменения не только в течение голоцена, но и за последние $2000\text{--}2500$ лет, т.е. с начала субатлантической эпохи голоцена: от -30 , -32 до -26 , -25 м, и что колебание уровня есть следствие изменения гидрометеорологических условий в пределах водосборного бассейна и акватории моря. Поэтому с естественно-исторической точки зрения, современный подъем уровня Каспия (как и падение в 1930-е и 1970-е гг.) является его нормальным состоянием и с этой точки зрения не ведет ни к какой экологической катастрофе. Об этом можно судить, основываясь на ситуации, которая имела место на каспийском побережье и прилегающих к нему территориях (дельта Волги, западные подступные ильмени) в начале нашего столетия. До 1929 г., при среднемноголетнем уровне моря -26 м, не испытывали никаких негативных явлений ни г. Махачкала и Дербент, ни связывающая их железная дорога, ни г. Каспийский (Лагань) и другие населенные пункты, располагавшиеся на буровских буграх. Вдоль побережья насчитывалось несколько десятков рыбных промыслов.

Причиной того материального ущерба, который несет сейчас народное хозяйство, является не подъем уровня моря, начавшийся в 1978 г., а бездумное освоение полосы побережья, освободившегося из-под уровня моря после 1929 г., т.е. ниже -26 м абс. - высоты. Эта ситуация имеет место в городах Дербент, Махачкала, Каспийский (Лагань). Теперь, когда затопляется территория, освоенная и загрязненная человеком, действительно создается опасная экологическая ситуация, источником которой является не естественно-исторические факторы, а социальные — неразумная хозяйственная деятельность человека (Курапов и др., 2011). Негативных последствий можно избежать, если все мероприятия в береговой зоне вести с учетом возможных изменений природных условий в зоне риска — полосы побережья от -20 до -34 м абс. высоты, то есть тех высотных отметок, в пределах которых уровень моря будет испытывать колебания и впредь, при климатических условиях, свойственных субатлантической эпохе голоцена.

Другим вопросом являются не пределы колебания уровня моря в субатлантическое время голоцена, а колебания уровня моря после окончания этого субатлантического времени. Если считать, что суббореальный и субатлантический период имеют примерно схожую продолжительность ($2000\text{--}2500$ лет) (Палеогеография, 2004), то в скором будущем субатлантическое время должно завершиться, климат Земли должен перестроиться и перейти в некое следующее время голоцена. Данный вопрос требует дальнейших исследований.

ГЛАВА 2. Гидролого-гидрохимический режим Среднего Каспия

2.1. Климатические факторы, определяющие биологическое разнообразие Среднего Каспия и прибрежных экосистем

Формирование климата над Каспийским морем и его побережьем определяется географическим положением моря, условиями атмосферной циркуляции, характером подстилающей поверхности, орографией берегов. Каспийское море расположено в сравнительно низких широтах, что обуславливает большой приток солнечной энергии. Годовая сумма радиационного баланса над Каспийским морем около $3\ 700 \text{ МДж}/\text{м}^2 \text{ год}$. На формирование климата Каспийского моря западного побережья оказывают влияние Кавказские горы. Климатические условия региона Каспийского моря определяются влиянием холодных арктических воздушных масс, влажных морских, формирующихся над Атлантикой, сухих континентальных из Казахстана, теплых тропических, приходящих со Средиземного моря и Ирана.

Ветровой режим

В холодную половину года (декабрь–февраль), когда интенсивность атмосферной циркуляции над Средним Каспием увеличивается, средние скорости ветра достигают $4\text{--}6 \text{ м/с}$, в открытых районах моря — 8 м/с . В теплый период года средние скорости ветра составляют $2\text{--}5 \text{ м/с}$. На северо-западном побережье Среднего Каспия в годовом ходе средней скорости ветра отчетливо выделяются два максимума (основной в середине весны и вторичный в конце осени) и два минимума (в июне–июле и в феврале–марте). Такой характер годового хода средних скоростей ветра определяется изменением активности атмосферных процессов от зимы к лету. Поскольку климатический полярный фронт летом располагается над северными широтами европейского материка, над юго-западными районами европейской части России, Кавказом и Каспийским морем в этот период года большую повторяемость имеют случаи установления малоградиентных барических полей. Поэтому в этом районе и в открытом море отчетливо обнаруживается летний минимум средних скоростей ветра.

В переходные сезоны года климатический полярный фронт располагается в непосредственной близости от Каспия, что благоприятствует активизации синоптических процессов. Часто отмечается прохождение циклонов или глубоких ложбин в южных широтах европейской части России; соответственно и средние скорости в эти сезоны в северо-западном районе оказываются наибольшими. Вторичный максимум средней скорости в районе дагестанского побережья приходится на зиму, когда ветровой режим в основном формируется под воздействием отрога сибирского максимума, ориентированного через Казахстан на Каспий.

Интенсивность ветров в различных районах Каспийского моря неодинакова. К наиболее штормовым относятся районы Апшерона, Махачкалы и Мангышлака. Штормовой ветер у Апшерона, скорость которого ежегодно превышает 30 м/с , а при жесто-

ких штормах достигает 40 м/с и который дует непрерывно до 10 ч, известен под названием «Бакинский норд». Его ураганный характер в значительной мере объясняется орографическим эффектом — влиянием гористого рельефа побережья при сложном очертании берега. Вследствие неравномерного нагревания и охлаждения моря и окружающей суши на Каспии развиты муссоны, наиболее выражены в его южной части, и бризы. В теплое время года море на протяжении 4–5 месяцев холоднее суши и на нее с моря дует летний муссон. В остальное время море теплее суши, и с суши на море дует зимний муссон. Бризы создаются летом неравномерным нагреванием и охлаждением моря и суши в течение суток.

У западных берегов Среднего Каспия в местах, где горы близко подступают к берегу, наблюдаются фёны — сухие и теплые (часто сильные) ветры, дующие с гор. В холодный период могут наблюдаться ветры со скоростями более 25 м/с (повторяемость 0,3%). Повторяемость ветров более 15 м/с в среднем равна 6–7%, а ветров более 20 м/с — 0,8%. Хотя летом повторяемость штормовых ветров заметно ослабевает, но могут наблюдаться очень сильные ветры.

Количество дней в году со штормовым ветром ($V > 15$ м/с) на среднем Каспии по площади распределяется крайне неравномерно. Число дней с ветром более 15 м/с на побережье увеличивается с юга на север, в то же время в центральной части акватории Среднего Каспия оно увеличивается с севера на юг. Повторяемость ветров менее 6 м/с осенью и зимой составляет 41 и 40%, весной и летом — 54 и 56%. Максимальная скорость ветра в порывах один раз в 50 лет в Дербенте может достигать 58 м/с. Активный циклогенез зимой над Атлантикой и выход циклонов на Каспийское море способствует увеличению на Среднем Каспии в это время года повторяемости ветров северо-западного направления: 35–50% на побережье, 25–35% в море. Зимой действие отрога азиатского антициклона распространяется далеко в море, вследствие чего над центральной акваторией Среднего Каспия ветры восточного и юго-восточного направления составляют значительную долю (13–16% — восточных, 27–32% — юго-восточных).

Весной преобладающими ветрами над Средним Каспием являются юго-восточные и восточные ветры (20–50% над сушей и 20–35% над центральными районами моря).

Режим ветра в теплое время года обусловлен воздействием азорского максимума из крайних северных широт континента происходит вынос воздушных масс в центральные районы. В этих условиях почти над всей акваторией моря преобладают северо-западные ветры (30–40% над центральной акваторией Среднего Каспия и 15–25% вблизи побережий).

Осеннее распределение ветров в основном сходно с зимним. Годовое распределение повторяемости направлений имеет хорошо выраженное преобладание северо-западных и юго-восточных ветров (рис. 6).

Течения

Основную роль в формировании течений Каспийского моря играет ветер. Важное значение имеют и такие факторы, как пространственная неоднородность плотности морской воды, сила Кориолиса, глубины моря, подводный рельеф и конфигурация берегов. В некоторых районах заметно влияние сгонно-нагонных явлений и речного стока.

Некоторые из перечисленных факторов являются источниками генерации отдельных видов течений, а именно: результирующая атмосферной циркуляции за сравни-

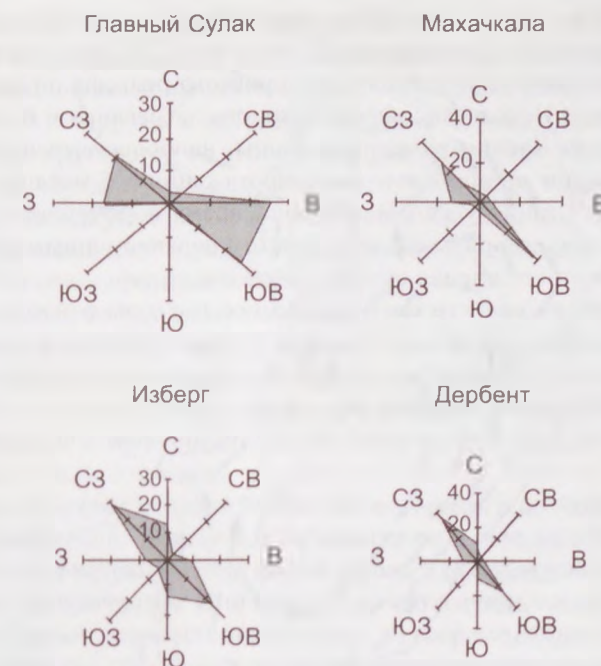


Рис. 6. Годовые розы ветров на прибрежных морских гидрометеостанциях.

тельно длительный отрезок времени создает дрейфовые течения, а действие конкретного ветра — ветровые течения. Неоднородность поля плотности служит причиной плотностных течений. Сгонно-нагонные явления, с которыми связаны значительные поднятия и понижения уровня, образуют градиентные течения. Сток рек приводит к образованию стоковых течений.

Совокупное действие всех факторов, включая и тех, которые сами по себе не порождают течения, но оказывают влияние на скорость и направление движения вод, обуславливает сложную реальную картину течений (рис. 7).

Общая циркуляция вод — результат среднесезонных гидрометеорологических условий над морем — схематически может быть представлена в следующем виде. Ветры северных направлений, которые в течение года преобладают над большей частью моря, создают дрейфовый поток из Северного Каспия на юг вдоль западного берега моря. Под влиянием конфигурации береговой части Апшеронского полуострова поток разделяется на две ветви. Более мощная из них, огибая полуостров, движется на юг. Следуя затем вдоль побережья Южного Каспия, эта ветвь недалеко от восточного мелководья поворачивает на север и попадает в Средний и Северный Каспий. Вторая ветвь у Апшерона направляется на восток и у восточного побережья ее воды сливаются с водами первой ветви. Мангышлакский полуостров отклоняет часть воссоединенного потока на запад, и таким путем замыкается циклонический круговорот в Среднем Каспии. В южной части моря между устьем Куры и Апшероном располагается местный антициклонический круговорот. Общая циркуляция вод Каспия играет важную роль в процессе водообмена между основными частями моря, перенося из одной его части в другую различающиеся по своим физическим и другим свойствам водные массы.

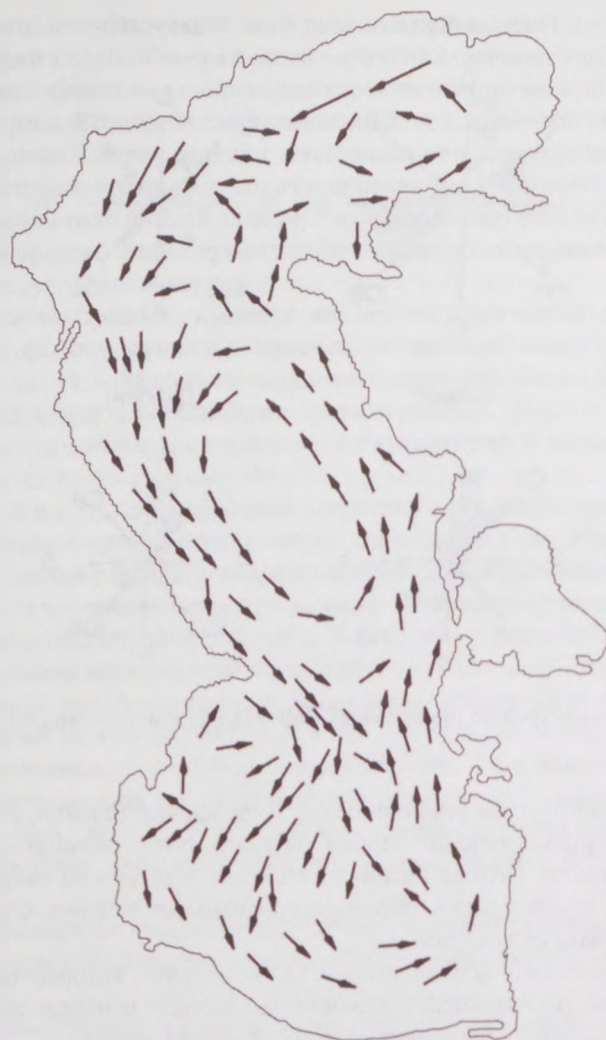


Рис. 7. Схемы течений на Каспийском море.

Наибольший интерес представляют выявленные в результате расчетов особенности среднемесячных течений, возникающих под влиянием совместного эффекта атмосферных возмущений и пространственного распределения плотности, а также некоторые детали отдельно взятых плотностных течений.

Суммарные дрейфово-плотностные течения в Среднем Каспии 8 месяцев в году носят циклонический характер, с апреля по июль — антициклонический. В Южном Каспии движение против часовой стрелки наблюдается в первые два месяца года и с августа по ноябрь, в остальное время движение большей частью направлено по часовой стрелке. Преобладающие скорости течений в обеих частях моря составляют 10–15 см/с, максимальные — 20–25 см/с.

Зимой, вследствие квазиоднородности моря, плотностные течения ослаблены, и почти повсеместно скорости течений не превышают 5 см/с. В феврале циркуляция характеризуется циклоническим круговоротом в средней части моря.

Летом плотностные течения более интенсивны. В августе они образуют два вихря в Среднем Каспии: циклонический со скоростью течений 10–15 см/с в западном направлении и небольшой антициклонический со скоростями течений до 10 см/с в центральном районе. В это время в западной половине Южного Каспия располагается антициклонический круговорот со скоростями течений менее 10 см/с.

Северный ветер образует сгон поверхностного слоя воды из восточной части Северного Каспия в западную и далее — в Средний Каспий, что сопровождается поступлением в придонный слой в районе свала глубин среднекаспийских вод. Южный ветер порождает течения противоположного направления.

При юго-восточных ветрах поверхностные воды из Среднего Каспия двумя потоками устремляются в западную часть Северного Каспия (основной поток) и в его восточную часть, смешиваются с северокаспийскими водами, а у северного побережья и с водами Урала и Волги. В северо-западном районе Северного Каспия возникает нагон. Очень сильный и продолжительный ветер создает значительный, вплоть до катастрофического, подъем уровня.

Вдоль западного берега Среднего Каспия (от о. Чечень и до Апшерона) преобладают юго-восточные течения. Между тем на участке от о. Чечень и до Изберга господствуют юго-восточные ветры, и лишь южнее Изберга преобладающая роль переходит к ветрам северных направлений. Причина в том, что нагоны, возникающие при сильных и продолжительных юго-восточных ветрах в северо-западном районе Северного Каспия и на соседнем участке Среднего Каспия (севернее Махачкалы), образуют градиентные течения, направленные против ветра, превосходящие по скоростям течения других направлений.

Существенную роль в жизни Каспийского моря играет вертикальная циркуляция. С ней связаны значительная однородность вод и их аэрация, достигающая дна, а также распределение с глубиной биогенных веществ.

Вертикальные движения различны по своей природе и скоростям.

Северные ветры вызывают подъем вод в восточной части Каспия и опускание в западной. Юго-восточный ветер производит противоположный эффект. Это так называемая вертикальная дрейфовая циркуляция, которая является причиной отрицательных аномалий температуры воды летом в Среднем Каспии. Ее скорости возрастают к берегам и с усилением ветра, достигая 10–20 см/ч.

Ветровое волнение сопровождается смещениями вверх и вниз частиц воды за счет орбитального движения с периодом волны. Скорости смещений, достигающие при шторме 1 м/с, экспоненциально затухают с глубиной. Столь высокими скоростями объясняется интенсивность волнового перемешивания, формирующего тонкий верхний однородный слой моря. В Среднем Каспии вдали от берега волновое перемешивание проникает на глубину 20–30 м, в Северном Каспии при отсутствии льда оно доходит до дна.

Осенью и зимой плотность охлажденных поверхностных вод увеличивается, и они опускаются вниз, возникает зимняя вертикальная циркуляция. В северной части моря она распространяется до дна, в средней — до глубины 200–300 м, в южной до глубин 50–100 м (в связи с небольшим охлаждением поверхности воды в этой части моря). Более глубокие слои обновляются за счет северокаспийских вод высокой плотности, стекающих по склонам дна моря в его глубоководной части. Зимой на севере эти воды охлаждаются вплоть до температуры замерзания, а благодаря притоку среднекаспийских вод с юга и осолонению при льдообразовании имеют у кромки льда соленость 13 ‰.

Волнение

На Каспийском море штормовые ветры северных, а также южных направлений, обладающие большим разгоном, генерируют в глубоководных частях моря волны крупных размеров, особенно осенью и зимой, когда эти ветры наиболее часты и продолжительны.

Согласно расчетам волнения по типовым полям ветра, построенным на основании синоптического архива, на глубоководной акватории моря средняя высота воли повторяемостью один раз в год достигает 3 м (имеется в виду средняя высота подряд идущих волн, фиксируемых инструментально в течение примерно получаса при четырехсрочных наблюдениях), а средняя высота повторяемостью 1 раз в 50 лет — 4,5 м. Изолиния $h=4,5$ м огибает около 1/3 акватории открытого моря.

В средней части моря наиболее интенсивное волнение наблюдается при северо-западных ветрах. К северо-востоку от Махачкалы волнение более сильно при юго-восточных ветрах. Самыми беспокойными районами Каспия являются: из прибрежных — район от Дербента до Апшерона, из районов открытого моря — акватория, прилегающая к Апшеронскому порогу. Расчеты показывают, что на этой акватории 1 раз в 50 лет средняя высота волн может достигать 5,3 м, максимальная — 17 м. Преобладает волнение северных направлений, а в холодное время года и южных. В открытых районах Среднего Каспия нередко отмечается крупная зыбь с севера и северо-запада.

В средней части моря, как следует из наблюдений, зимой, весной, летом и осенью волнение имеет повторяемость (табл. 3):

Таблица 3. Сезонная повторяемость волнений

Высота волны	Повторяемость, %			
	Зима	Весна	Лето	Осень
до 2 м	70	79	81	70
более 3 м	10	7	5	10
более 8 м	0,10	0,10	0,07	0,01

Приведенные значения волнения по сезонам характеризуют средний режим. В отдельные годы могут наблюдаться отклонения от этих значений в любую сторону. Например, средняя многолетняя повторяемость волн ≥ 6 м равна 0,5%, возможная повторяемость в отдельные годы изменяется от 0 до 3,5%.

2.2. Гидролого-гидрохимический режим Среднего Каспия

Изменению закономерностей и особенностей пространственно-временной изменчивости температуры и солености воды в районах океанов и морей, подверженных воздействию речного стока, посвящено большое число работ. Объясняется это тем, что эти районы, как правило, обладают большими биологическими ресурсами и испытывают высокую антропогенную нагрузку, а для улучшения экологической ситуации требуются подробные сведения о гидрологических условиях существования обитающих здесь биологических сообществ.

Прибрежные воды Среднего Каспия отличаются высокой биологической продуктивностью. Из работ, освещающих гидрологический режим и условия формирования

биологической продуктивности Каспийского моря, известно, что на соленость и температуру морских вод у западного побережья моря влияет адвекция северокаспийских вод. Это влияние выражается в пониженной солености (круглый год) и температуре (зимой) прибрежных морских вод у западного побережья Среднего Каспия относительно его восточных районов. Учитывая, что одним из основных факторов формирования северокаспийской водной массы является волжский сток (Косарев, 1962), можно считать, что последний косвенным образом также оказывает влияние на соленость и температуру морских вод шельфа Среднего Каспия. В работах (Ахмедова и др., 1995, 1999) указывается, что процессы на шельфе западного побережья Среднего Каспия — одно из основных звеньев в общем процессе смешения волжских и морских вод на стадии взаимодействия северо- и среднекаспийских вод. Отмечается также, что в районах впадения в море рек Терек, Сулак и Самур на это взаимодействие накладывается влияние поверхностного стока с территории Дагестана.

Температура воды

Температурный режим вод Каспийского моря формируется под влиянием годового хода составляющих теплового баланса. Основной источник поступления тепла — коротковолновая солнечная радиация (прямая и рассеянная атмосферой). Часть этой суммарной радиации не воспринимается водой, отражается в атмосферу. Основные источники потерь — испарение и эффективное излучение. Еще один компонент баланса — конвективно-турбулентный теплообмен между морем и атмосферой — меняет знак в зависимости от времени года. Весной и летом, когда вода теплее воздуха, море отдает тепло. Теплообмен за год имеет отрицательный знак. В Среднем Каспии тепловой баланс меняет знак на месяц позднее.

В северной части Каспийское море главным образом теряет тепло: расход за год почти вдвое превышает приход. У Среднего Каспия нейтральный баланс тепла, у Южного — положительный баланс. Недостаток тепла в северной части моря компенсируется переносом тепла южно-каспийскими водами при их движении на север по восточной половине моря.

Распределение температуры поверхностного слоя моря имеет как широтные, так и зональные различия. Годовые разности, достигающие на севере 27 °С, к югу убывают до 18 °С. При вертикали эти разности сглаживаются: на глубинах 25, 100 и 200 м они составляют в среднем 12, 3 и 10 °С соответственно.

В прибрежных мелководных районах Каспийского моря вода летом нагревается до дна, а зимой охлаждается и имеет одинаковую по глубине температуру, в глубоководных же районах стратифицирована (переслоена). Передача тепла в глубь моря осуществляется процессами перемешивания: в верхнем слое — ветро-волновым, в нижележащих слоях — конвективным.

Зимой наблюдаются наибольшие горизонтальные контрасты температуры воды на поверхности моря и наименьшие ее изменения по вертикали. Температура поверхностного слоя, как правило, понижается от декабря к февралю и изменяется от 0 °С вблизи кромки льда до 11 °С у южных берегов. Благодаря большому теплозапасу температура воды в центральных районах глубоководных частей моря несколько выше, чем у берегов.

В феврале преобладающая температура на поверхности Среднего Каспия равна 5–7 °С. По вертикали температура зимой однородна в слое от поверхности до горизонта 50 м. В Среднем Каспии она мало меняется до горизонта 80–100 м, а ниже редко падает до 4,9 °С у дна.

Весенний прогрев, более заметный на прибрежном мелководье, начинается в марте. В северной части моря его замедляет значительный расход тепла на таяние льдов. В апреле в средней части моря преобладает температура 9–10 °С. Наибольшее повышение температуры воды происходит от апреля к маю. В конце сезона она составляет 13–14 °С.

Повсеместно в результате весеннего прогрева ниже менее плотных поверхностных вод формируется термоклин — слой с относительно большими градиентами температуры и плотности. В глубоководных областях моря он образуется в 10–15 м от поверхности.

В июне еще продолжается повышение температуры воды, достигающей в конце месяца максимума. На таком уровне она сохраняется приблизительно до конца августа и на поверхности моря характеризуется однородным распределением. В Среднем Каспии температура воды равна 24–25 °С. Максимальные значения температуры воды летом достигают 29 °С минимальные, при выходе холодных глубинных вод, — 11 °С. В это время года под верхним слоем воды толщиной 20 м наиболее ярко выражен термоклин и наблюдается самое резкое различие температуры по вертикали.

Для средней части моря летний сезон характерен наличием отрицательных аномалий температуры воды. У западного берега выделяется район с пониженной температурой воды 22–23 °С. Эти аномалии связаны с явлением подъема более холодных глубинных вод на поверхность моря при сгонах, создающего в прибрежной зоне местное, иногда значительное понижение температуры.

Охлаждение моря начинается в начале сентября. В осенний период развивается конвективное перемешивание, способствующее выравниванию температуры в значительном по толщине слое, охваченном конвекцией. В октябре температура воды в Среднем Каспии она равна 15–18 °С. Более высокая температура в глубоководных частях характерна для районов, удаленных от берегов. В ноябре температура на поверхности воды варьирует от 10 до 18 °С в зависимости от температуры воздуха.

Средняя зимняя температура морской воды в районе Махачкалы равна 3,0 °С наиболее холодной (0,2°) морская вода была зимой 1954 г., наиболее теплой (6,6 °С) зимой 1948 г. По данным спектрального анализа наибольший вклад в многолетнюю изменчивость средней зимней температуры воды вносят колебания с периодом 2–3, 4–5 и 11–12 лет. Вместе с тем, в двадцатом веке происходило постепенное повышение средней зимней температуры (рис. 8), с двадцатых годов к концу столетия она повысилась на 0,8°. Средняя весенняя температура морской воды в районе Махачкалы равна 9,0 °С, наиболее холодной (5,1 °С) морская вода была весной 1969 г., наиболее теплой (11,1 °С) весной 1966 г. По данным спектрального анализа наибольший вклад в многолетнюю изменчивость средней весенней температуры воды вносят колебания с периодом 2–3, 4–5 лет. В прошедшем веке происходило постепенное повышение средней весенней температуры, с двадцатых годов к концу столетия — на 0,4°, что в два раза меньше, чем в зимний сезон.

Средняя летняя температура морской воды в районе Махачкалы равна 22,1 °С, наиболее холодным (18,6 °С) море было летом 1950 г., наиболее теплым (24,3 °С) летом 1999 г. Летний сезон оказался сходен с зимним и весенним в том, что в течение двадцатого века также, происходило постепенное повышение средней сезонной температуры. С двадцатых годов к концу столетия она возрасла на 0,4°, то есть так же, как в весенний сезон. Средняя осенняя температура воды в районе Махачкалы равна 15,5 °С, наиболее холодной (13,1 °С) морская вода была осенью 1993 г., наиболее теплой (18,2 °С) осенью 1937 г. Осенью, в отличие от других сезонов года, в течение двадца-

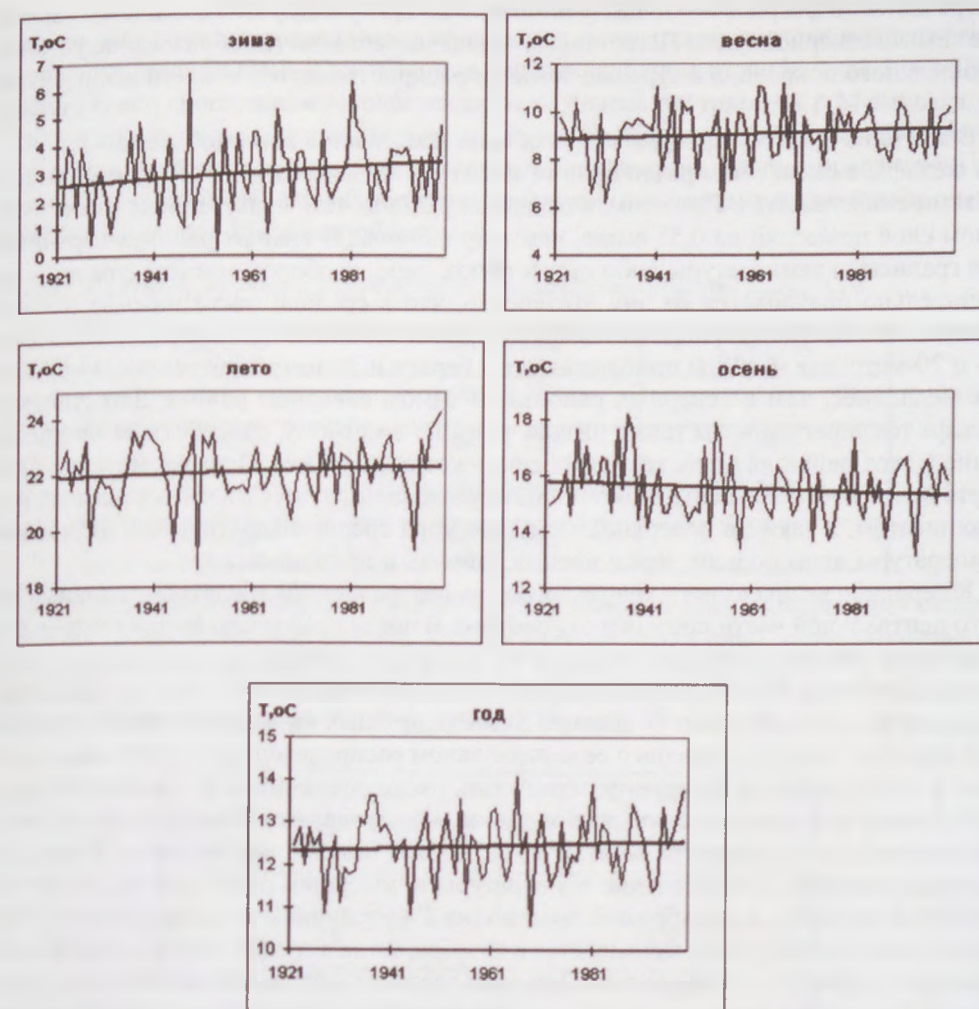


Рис. 8. Многолетие изменения температуры морской воды на Дагестанском шельфе Каспийского моря по данным наблюдений на ГМС Махачкала (1921–1999 гг.).

того века происходило не повышение, а понижение средней сезонной температуры. С двадцатых годов к концу столетия она понизилась на 0,4°, то есть на столько же, насколько она повысилась в весенний и летний сезоны. Средняя годовая температура морской воды в районе Махачкалы равна 12,4 °С, наиболее низкая температура (10,6 °С) морская вода была в 1969 г., наиболее высокая (14,1 °С) в 1966 г. В многолетней изменчивости средней годовой температуры воды четко выражен положительный линейный тренд, свидетельствующий о ее постепенном повышении в течение двадцатого столетия. В пределах общего для всех рядов интервала времени (1933–1987 гг.) были рассчитаны коэффициенты линейной корреляции T °С с суровостью зим, уровнем моря и объемом волжского стока в различных областях временной изменчивости.

По данным прибрежных наблюдений (Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1992) в зимнее время у Дагестанского побережья температура воды увеличивается с

севера на юг (в феврале — от 1,2° у о. Чечень до 2,4° у г. Дербент), причем в умеренные зимы в северной части Дагестанского шельфа наблюдается образование устойчивого ледяного покрова, а в суровые зимы он распространяется и на его южные районы.

В марте начинается прогрев вод, особенно заметный, в северной мелководной части шельфа, в связи с чем различия в температуре воды между его северной и южной частями сглаживаются. При этом, в северных районах температура воды в поверхностном слое примерно на 0,5° выше, чем в придонном. В южных районах вертикальные градиенты температуры либо отсутствуют, либо, наоборот, температура воды незначительно повышается ко дну. Интересно, что в средней части шельфа (районы Махачкалы и Каспийска) образуется «пятно» относительно холодных вод, так как здесь 10- и 20-метровая изобаты приближаются к берегу и, потому, прогрев воды происходит медленнее, чем в северных районах. В самом северном районе Дагестанского шельфа температура воды также низкая, чему, по-видимому, способствует проникновение в этот район «языка» холодных северокаспийских вод. Прогрев морских вод в марте носит нестабильный характер: подтверждением служит то, что в северных районах шельфа, а также в поверхностном слое моря среднеквадратическое отклонение температуры воды больше, чем в южных районах и придонном слое.

К середине весны «язык» холодных вод на севере шельфа и «пятно» холодных вод в его центральной части постепенно исчезают. В последний месяц весны температура воды здесь уже понижается с севера на юг, от 18,0 °С в районе о. Чечень до 14,7 °С в районе Дербента. Пространственное распределение температуры воды на Дагестанском шельфе в летний сезон по данным экспедиционных наблюдений носит однородный характер, чего не скажешь о ее вертикальном распределении. В прибрежных районах в летнее время формируется термоклин, располагающийся на горизонтах около 20 м, в связи с чем на станциях, расположенных за пределами 20-метровой изобаты, в придонном слое температура воды на 10–15° ниже, чем в поверхностном. В сентябре пространственное распределение температуры в поверхностном слое еще носит однородный характер, а в ноябре она заметно (на 2°) увеличивается с севера на юг. Наиболее интересная картина складывается в октябре, когда в средней части взморья вновь появляется «пятно» холодных вод. При этом здесь же в это время наблюдается гомотермия, тогда как в южных районах взморья температура воды в поверхностном слое пока выше, чем в придонном, а в северных, наоборот, уже ниже. Учитывая, что температура воды в западной части Северного Каспия в это время ниже, чем у западного побережья Среднего, происхождение холодного «пятна» может быть обусловлено большим теплозапасом северокаспийских вод, проникших в северную часть взморья. При таком происхождении для пятна должна быть характерна пространственно-временная неоднородность поля температуры, что и подтверждается высокими значениями среднеквадратического отклонения. В общем, в характере пространственно-временной изменчивости температуры воды на Дагестанском шельфе проявляется много особенностей, обусловленных происходящим здесь взаимодействием северо- и среднекаспийских вод.

За период исследований (в летний период) на изучаемой акватории Дагестанского побережья Среднего Каспия установлены следующие закономерности, которые формируются под воздействием смещения более теплых северокаспийских вод и среднекаспийских вод с пониженным теплозапасом в зависимости от глубин.

Поле температуры воды на акватории исследуемого участка охватывало зону разных глубин. Основная часть акватории с верхним 0–10-метровым слоем характери-

зовалась гомотермией с преобладающей температурой 26–27 °С. Повышенные температуры воды поверхностных вод наблюдались в зоне адвекции северокаспийских вод вдоль побережья (26,8–27,3 °С) и над Дербентской впадиной (26,9–27,4 °С). Прибрежная зона у Дагестанского побережья от о. Чечень до траверза г. Махачкала, до 20 м характеризовалась незначительными вертикальными градиентами, обусловленными поступлением прогретых вод из северной части моря. На остальной части полигона в слое глубин 10–25 м был развит термоклин с высокими градиентами температуры воды — до 1,137°С/м (табл. 4).

Таблица 4. Средние величины вертикального градиента температуры воды, °С/м

Слой, м	Колебания	Среднее
0–10	0,003–0,783	0,159
10–25	0,239–1,137	0,844
25–50	0,092–0,450	0,202
50–100	0,002–0,021	0,011

Максимальное уплотнение термоклина происходило в зоне конвергенции северокаспийских и среднекаспийских вод. Глубже слоя температурного скачка отмечалось равномерное снижение температуры воды с 7,4 до 4,1 °С (табл. 5).

Таблица 5. Вертикальное распределение температуры воды, °С

Горизонт, м	Среднее
0	26,1
10	24,4
25	11,8
50	7,6
100	6,9
200	6,4
400	5,5
600	4,9
700	4,5

В целом распределение температуры воды характеризовалось сравнительно высоким прогревом верхнего слоя воды (0–10 м). На акватории, расположенной в северной части изучаемой акватории (ст. 1, 3) и вдоль западного побережья (ст. 6, 7, 10) слой температурного скачка отсутствовал вследствие развития гомотермии на фоне адвекции вод из Северного Каспия. Наличие уплотненного термоклина на основной части рассматриваемой акватории способствует формированию различий гидрохимических показателей, в частности вертикального распределения растворенного кислорода.

На примере станций 1–3 рассмотрена сезонная изменчивость температуры от весны к осени (табл. 6). выявлено, что в рассматриваемый период времени температура в поверхностном и придонном слоях повышалась от весны к осени.

Таблица 6. Сезонные изменения температуры (°С) в северной части Среднего Каспия

Гори- зонг	весна				осень			
	Мо	Min	Max	σ	Мо	Min	Max	σ
пов.	10,1	7,4	16,9	2,5	16,7	4,2	23,2	6,1
дно	8,3	6,5	13,3	1,5	15,2	4,2	22,5	5,6

Соленость воды. Средняя зимняя соленость воды в районе Махачкалы за 1947–1999 гг. равна 9,84‰, наибольшая – 11,64‰ — отмечалась зимой 1969 г., наименьшая — 7,19‰ — зимой 1990 г. Средняя весенняя соленость в районе Махачкалы равна 10,54‰, наибольшая — 12,70‰ наблюдалась весной 1953 г., а наименьшая — 8,64‰ — весной 1963 г. Во второй половине двадцатого века происходило понижение средней весенней солености (рис. 9): с середины сороковых годов к концу столетия она понизилась на 1,64‰, т.е. даже больше, чем в зимний сезон. Величина средней летней солености в районе Махачкалы ненамного отличается от средней весенней и равна 10,59‰. Наибольшая соленость (12,17‰) была летом 1950 г., наименьшая (8,95‰) — летом 1995 г. Во второй половине двадцатого века происходило понижение средней летней солености (рис. 9), но не столь значительное, как в зимний и весенний сезоны.

С середины сороковых годов к концу столетия она понизилась на 0,58‰. Средняя осенняя соленость воды в районе Махачкалы равна 10,34‰, наибольшая соленость — 12,24‰ — отмечалась осенью 1982 г., самая низкая — 8,05‰ — осенью 1989 г. Во второй половине прошедшего века происходило понижение средней летней солености воды, но самое небольшое по сравнению с другими сезонами года. С середины сороковых годов к концу столетия она уменьшилось на 0,50‰.

В многолетней изменчивости средней годовой солености четко выражен отрицательный линейный тренд (рис. 9-д), свидетельствующий о ее существенном понижении во второй половине двадцатого столетия. Этого следовало ожидать, учитывая, что во все сезоны годы, наблюдалась аналогичная картина. С середины 1940-х гг. к концу столетия средняя годовая соленость морской воды в Махачкале понизилась на 1,04‰. Все это позволяет рассматривать Дагестанский шельф Каспия как один из районов активного взаимодействия северо- и среднекаспийских вод.

Воды Каспия, по сравнению с водами других морей, сильно опреснены, что сказывается на всей его биологии. Так, например, основные скопления полупроходных рыб (вобла, лещ, судак) приурочены к воде соленостью 8‰. При более высокой солености скопления рыб неустойчивы, а соленость выше 13–15‰ для них губительна. Повышение солености до 9–10‰ и выше катастрофически отражается на количественном развитии солоноватоводных моллюсков (пища для рыб); обильно они развиваются в зоне соленостью около 7‰.

Соленость оказывает непосредственное воздействие на биологию моря — даже самые малые ее изменения отражаются на перемешивание и стратификацию водных масс. Осолонение вод Северного Каспия обуславливает интенсивную вертикальную зимнюю циркуляцию и обогащение вод Среднего и Южного Каспия кислородом.

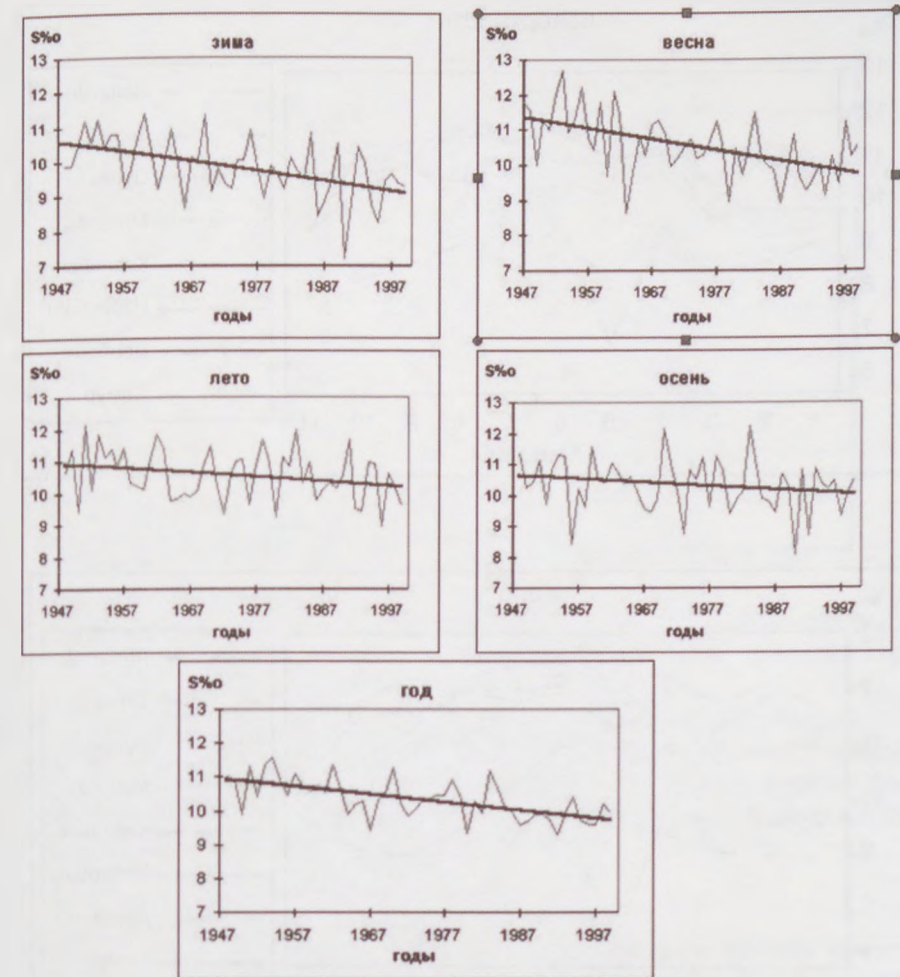


Рис. 9. Многолетние изменения солености воды на Дагестанском шельфе Каспийского моря по данным наблюдений на ГМС Махачкала (1947–1999 гг.).

В первом приближении Средний Каспий можно рассматривать как зону смешения северо и южнокаспийских вод, западное побережье которого испытывает дополнительное распределяющее воздействие волжской струи и стока дагестанских рек (Ахмедова и др., 1995; Бутаев и др., 1999). Естественно, на формирование полей солености акваторий Среднего Каспия влияют также ветры и циркуляция вод. Кроме того, в отдельных прибрежных районах на соленость верхнего слоя оказывают влияние речной сток, атмосферные осадки и испарение.

За период проведенных исследований по сезонной изменчивости солености во всех районах обнаружена одинаковая динамика, и происходят эти изменения однонаправлено. В северных районах шельфа Среднего Каспия соленость, как правило, составляет 8–9‰, а в южных районах 11–12‰. При этом от севера к югу она увеличивается постепенно, хотя в отдельные месяцы (например, в июле) в средней части взморья наблюдается сгущение изогалин (Косарев и др., 1995). Судя по значениям среднего-

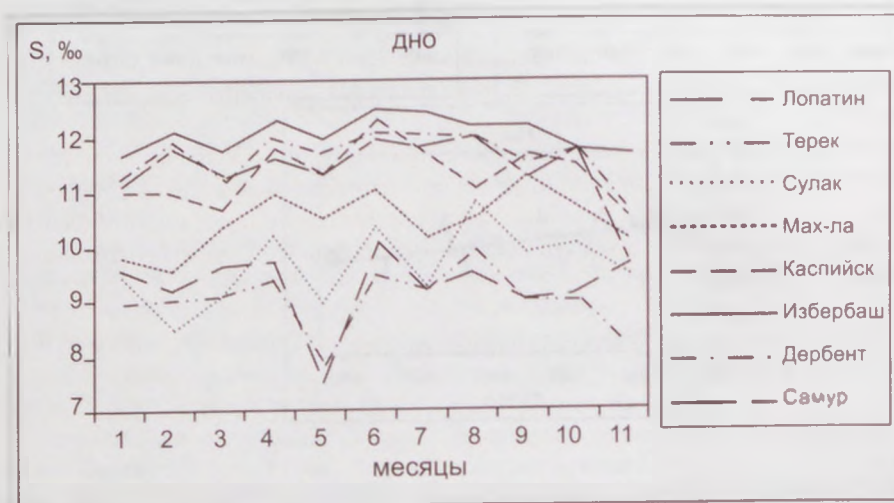
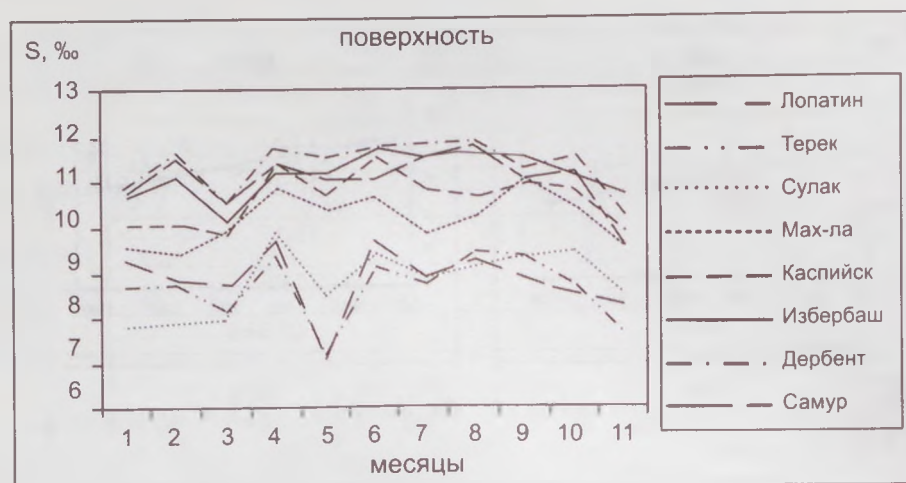


Рис. 10. Сезонная изменчивость солености вод в районах Дагестанского побережья.

довых значений солености величина пространственно-временной изменчивости солености, уменьшается по мере возрастания солености, то есть с севера на юг (рис. 10).

Формирование поля солености на акватории участка в значительной степени обусловлено существованием переноса северокаспийских вод. В результате верхний слой в этом районе был опреснен до 10,0–11,5‰, в отличие от остальной акватории, где преобладала соленость от 12,0 до 12,8‰.

Адвекция северокаспийских вод в верхнем слое воды прослеживалась до широты г. Избербаш с формированием галофронта восточнее зоны переноса.

Существенные пространственные различия солености были характерны только для верхних слоев моря (над термоклином и в слое термоклина). Вертикальное распределение средних величин солености отличалось сравнительно однородными показате-

Таблица 7. Вертикальное распределение солености, ‰

Горизонт, м	Среднее
0	12,35
10	12,38
25	12,37
50	12,46
100	12,50
200	12,58
400	12,69
600	12,80
700	12,83

лями в слое температурного скачка и над ним (12,35–12,37‰); возрастая постепенно к придонному слою, до 12,80‰ (табл. 7), что характерно для вертикальной структуры солености в Каспийском море.

В целом пространственное распределение солености было в значительной степени обусловлено адвекцией опресненных северокаспийских вод вдоль побережья, с формированием гидрофронта в западной части полигона, что предполагает благоприятные условия для развития преимущественно гидробионтов морского комплекса в этом районе.

Кислородный режим

Из всех газов, растворенных в морской воде, наибольший интерес представляет кислород, так как он определяет интенсивность химических и биохимических процессов, активность окислительно-восстановительных процессов в водах и донных отложениях.

Основными источниками поступления кислорода в море являются продуцирование его при фотосинтезе и атмосферная аэрация, а расходования — дыхание водных организмов, окислительные процессы, эвазия в атмосферу при пересыщении поверхностных вод. В динамике растворенного кислорода огромную роль играют температура и соленость воды, парциальное давление кислорода в приводном слое атмосферы и конвективное перемешивание в глубинных слоях.

Ведущую роль в содержании кислорода в придонных горизонтах Среднего Каспия принадлежит процессам конвективного (плотностного) перемешивания. Уменьшение стока Волги, приводя к осолонению Северного Каспия, способствует сползанию хорошо аэрированных северокаспийских вод в среднекаспийскую впадину. Поэтому, с понижением уровня моря содержание кислорода в Среднем Каспии увеличивается. К такому же сползанию в среднекаспийскую впадину обогащенных кислородом вод приводит и зимнее охлаждение водных масс материковой отмели Северного Каспия. Нужно, однако, иметь в виду, что в глубоководных районах Среднего Каспия конвекция, как правило, не достигает дна; наибольшее увеличение содержания кислорода отмечается в слое 150–300 м.

Таблица 8. Средние многолетние значения (95%-ный доверительный интервал) содержания кислорода в прибрежных районах западной части Среднего Каспия

Район, сезон	Абсолютное, % поверхность – дно	Относительное, % поверхность – дно
Взморье р. Терек, Зима	8,55–8,81 8,55–8,85	98–100 98–102
Весна	7,57–7,95 7,38–7,78	105–107 101–105
Лето	5,91–6,09 5,55–5,85	105–109 98–102
Осень	6,–60–6,86 6,14–6,41	106–110 98–102
Район Махачкалы, Зима	8,52–8,84 8,35–8,71	99–101 98–102
Весна	7,75–8,17 7,57–8,01	102–108 100–104
Лето	6,06–6,34 5,82–6,14	109–115 103–109
Осень	6,36–6,72 6,05–6,41	103–106 95–101
Взморье р. Самур, Зима	8,17–8,99 8,06–8,70	98–106 97–103
Весна	7,89–8,43 7,76–8,38	104–108 101–105
Лето	6,12–6,72 5,89–6,53	110–120 99–109
Осень	6,41–6,83 6,12–6,65	102–110 98–106

Сезонное распределение кислорода в водах Западной части Среднего Каспия (табл. 8) в основном связано с годовым ходом температуры воды, условиями конвективного перемешивания водных масс и сезонным соотношением продукционно-деструкционных процессов.

Абсолютное содержание растворенного кислорода определяется рядом физико-химических показателей, а также различным уровнем развития фотосинтеза фитопланктона. Поскольку содержание кислорода зависит от солености и температуры воды, интегральным показателем биологических процессов в море является насыщение вод кислородом.

В рассматриваемом районе насыщение вод кислородом в поверхностном горизонте изменялось в пределах 93–119%, на горизонте 25 м — от 55 до 97%, на горизонте 50 м — от 73 до 84%, при средних показателях 110, 86 и 80%, соответственно. Ниже горизонта 100 м происходило существенное снижение величин насыщения (табл. 9), в результате слабого фотосинтеза фитопланктона и развития преимущественно деструкционных процессов.

В целом вертикальное распределение величин насыщения кислородом было обусловлено сравнительно высоким уровнем продуцирования фитопланктона в фотическом слое (0–25 м). Аэрации глубинных слоев воды препятствовал уплотненный термоклин.

В Дербентской впадине вертикальное распределение кислорода соответствует многолетним значениям, но выявлено некоторое снижение показателей в придонном слое воды.

Анализ пространственного распределения кислорода показывает, что в поверхностном горизонте был активно развит фотосинтез. Насыщение вод кислородом достигало в целом 110–115% и только на ограниченной акватории на широте г. Махачкала (ст. 13–14) показатели снижались до 93–100%. В придонном горизонте на глубине 8–25 м критические для развития гидробионтов и нагула рыб значения насыщения вод кислородом (55–80%) формировались в юго-западной части участка на площади 2,8 тыс. км² или на 13% исследуемой акватории. У дна на глубине 25–50 м дефицит кислорода (48–80%) отмечен в южной части дагестанского побережья, южной и юго-за-

Таблица 9. Вертикальное распределение средних величин растворенного кислорода на акватории средней части Каспийского моря

Горизонт, м	мл/л	%
0	5,85	110
10	5,78	106
25	5,97	85
50	6,07	79
100	5,68	72
200	3,43	43
400	1,86	23
600	0,93	12
700	0,50	6

падной частях участка на 6,5 тыс. км² или на 31% площади участка. Пониженные показатели насыщения вод кислородом в придонном горизонте могут лимитировать нагул осетровых рыб в упомянутых районах. В придонном слое воды критические значения насыщения вод кислородом в основном отмечались на акватории с глубинами более 100 м. Над глубинами 200–500 м в придонном горизонте воды среднее значение насыщения вод кислородом составило 35%. Минимальная величина в 6% отмечена у дна участка на ст. 25

Биогенные элементы Первичная продуктивность водоемов, которая является основой всех последующих звеньев трофической цепи, определяется наличием биогенных элементов — соединений фосфора, азота и кремния. В морской воде минеральный азот находится в форме ионов аммония NH₄⁺, нитритов NO₂⁻ и нитратов NO₃⁻. Ионы аммония являются первичной формой азота в процессе биохимического разложения органических остатков. Под действием кислорода, содержащегося в морской воде, азот аммиака окисляется сначала в нитритную форму, а затем в нитратную. Все формы азота потребляются фитопланктоном с сопоставимыми скоростями, и нитриты, содержащиеся в воде в малых количествах, расходуются быстрее других форм.

Фосфор занимает второе место после азота в пищевых потребностях растений — он входит в состав макроэнергетических соединений, способных запасать и расходовать энергию в процессах клеточного обмена. Характер фосфатных форм, присутствующих в морской воде, очень сложен, но преобладающей формой, потребляемой растениями, является ортофосфат PO₄³⁻. Концентрация ортофосфата в морской воде зависит от степени минерализации, рН водной среды и содержания кальция, образующего с ним труднорастворимые соединения. В силу этого в определенных физико-химических условиях фосфор может выпасть в осадок и переходить в разряд лимитирующих факторов.

Зимой в районе водообмена между Северным и Средним Каспием концентрация фосфатов в поверхностном слое составляет порядка 20 мкг/л. В мелководных западных и восточных прибрежных частях, примыкающих к району водообмена увеличивается до 30 мкг/л. В центральных частях Среднего в верхнем деятельном слое 0–

100 м концентрация фосфатов колеблется в пределах 20–30 мкг/л, а ниже 100 м ко дну повышается до 40–55 мкг/л. Повышенное содержание фосфатов в районе Апшеронского порога некоторые исследователи объясняют деятельностью грязевых вулканов (Каспийское море, 1986).

Весной уменьшается концентрация фосфатов в районе водообмена между Северным и Средним Каспием. Весеннее половодье, с одной стороны, повышает концентрацию фосфатов на западном побережье, с другой стороны, усиление фотосинтетических процессов способствует снижению содержания фосфатов и образованию подповерхностного минимума концентрации. В весенний сезон в Среднем Каспии происходит усиление вегетации фитопланктона. В летний период концентрация фосфатов в зоне водообмена между Северным и Средним Каспием и в Среднем Каспии несколько возрастает. В целом распределение фосфатов на поверхности Среднего характеризуется увеличением концентрации с севера на юг.

Суммарное поступление биогенов в Каспийское море за год составляет примерно 41 тыс. т фосфора, 607 тыс. т азота и 730 тыс. т кремния. Более 80% биогенов море получает с речным стоком, а остальные 20% с подземными водами, с атмосферными осадками, с сельскохозяйственными, бытовыми и промышленными стоками, с золовым веществом, с выделениями из донных отложений, из грунтов размывающихся берегов и разрушающих органических веществ, а также за счет фиксации из атмосферы бактериями и сине-зелеными водорослями. Большая часть поступивших в море биогенов оседают в донные отложения (более 95% годового прихода), что обеспечивает их продуктивность, часть ассимилируется фитопланктоном в процессе фотосинтеза, часть изымается вместе с выловленной рыбой.

Нехватка биогенов, естественно, приводит к снижению биопродуктивности моря. Но важно, чтобы между ними выполнялось определенное соотношение. При оптимальных условиях содержание наиболее доступных форм питательных веществ в водной фазе (минеральные растворенные соединения азота и фосфора) должно соответствовать стехеометрическому соотношению N:P фитопланктона, которое составляет 7. Для Каспийского моря этот показатель составляет 4.4. В приходной части баланса биогенных веществ Каспийского моря речной сток является определяющим. Примерно 80% речного биогенного стока приходится на долю Волги и в грубом приближении, за исключением отдельных локальных участков, схему «питания» Каспийского моря питательными солями можно представить следующим образом: Волга → взморье Волги → Северный Каспий → Средний Каспий → Южный Каспий. Мелководность Северного Каспия, отсутствие аккумулятивных глубинных зон, хорошая прогреваемость и перемешиваемость всей водной массы обеспечивают высокую оборачиваемость биогенных элементов и уникально высокую биопродуктивность. В соответствии с распределением волжского стока по рукавам в створе с. Верхнее Лебяжье, волжская вода снабжает биогенными веществами западную часть Каспийского моря в большей степени, чем восточную.

На западном побережье Каспийского моря в районе устьевых взморья Терка наблюдается повышенное содержание нитритов особенно в зимнее время. Максимальные концентрации нитритов в открытых водах Каспийского моря приходится в зимний период, что объясняется снижением их потребления фитопланктоном в холодный период. Концентрация нитритов с запада на восток увеличивается, с севера на юг — уменьшается.

Осенью в зоне водообмена между Северным и Средним Каспием содержание нитритов уменьшается во всей водной толще. Осенью концентрация нитритов в запад-

ных районах Среднего и Южного Каспия повышается до 5–7 мкг/л. Повышенное содержание нитритов в Бакинской бухте во все сезоны объясняется постоянным поступлением загрязняющих веществ. На остальной акватории Среднего и Южного Каспия содержание нитритов осенью не превышает 2 мкг/л.

Зимние концентрации нитратов в эвфотическом слое Среднего Каспия составляют 40–70 мкг/л. В Среднем и Южном Каспии зимой они интенсивно потребляются в процессе фотосинтеза и их концентрация резко уменьшается.

Осенью с началом ослабления процессов фотосинтеза из-за снижения температуры происходит обогащение моря нитратами.

Зимой западные воды Среднего содержат аммонийный азот в количествах 2–10 мкг/л. Воды восточной части более обогащены — 20–40 мкг/л. В паводковый период (апрель–май) в районах предустьевых взморий Терка содержание аммонийного азота увеличивается в 3–4 раза по сравнению с зимним периодом. В начале теплого периода (июнь–июль) содержание аммонийного азота, сохраняя в общих чертах характер весеннего распределения, значительно уменьшается. Однако в августе–сентябре при уменьшении фотосинтетической активности фитопланктона и в результате окисления азотсодержащих частей органического вещества его содержание во всей акватории возрастает.

Аналитически определяемой формой кремния в морской воде является метакремниевая кислота. Кроме растворенного состояния кремний находится в морской воде в виде коллоидных растворов поликремневых кислот. Изменчивость концентраций кремния в природных водах в основном зависит от процессов жизнедеятельности диатомовых водорослей и их разрушения. В отличие от фосфатов и нитритов, которые в водах Каспийского моря из-за потребления фитопланктоном могут переходить в разряд лимитирующих элементов, с кремнием этого не происходит; его содержание в морской воде достаточно велико.

Значительное влияние на содержание биогенов в водах Каспийского моря оказывает уровенный режим. По мере снижения уровня моря увеличивается зарастаемость высшей водной растительностью отмелой зоны устьевых взморья, и в отдельные годы в период вегетации площадь, занятая растительностью, может составить 85% всей площади зоны. В это время здесь аккумулируется до 40% биогенных веществ и соотношение N:P летом снижается до 4.

Сложность дифференциации антропогенной составляющей заключается в том, что биогенный речной сток является интегральным результатом целого ряда природных и техногенных факторов, к которым относятся: водность и продолжительность половодья рек, ввод в действие каскада водохранилищ; воздействие промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков.

Как было отмечено выше, сток биогенных элементов в море имеет жесткую связь с водным стоком. Однако соотношения содержания N, P и Si и их форм в речной воде не зависят от колебаний речного стока (Максимова и др., 1979). Поэтому критерием к вычленению антропогенных факторов эвтрофирования речных вод можно использовать соотношения биогенных элементов. Причем, наиболее показательным индикатором антропогенного поступления азота и фосфора является отношение их концентрации к содержанию минерального растворенного кремния, на которое антропогенные факторы практически не влияют.

Таким образом, Дагестанское взморье отличается от других районов Среднего Каспия высокой трофностью (массой веществ, вовлеченных в биологический круговорот), которая обусловлена адвекцией богатых биогенами северо-каспийских вод, вклад

которых в пополнение запасов фосфора и азота на взморье во много раз превосходит их поступление со сточными и речными водами с территории Дагестана.

Имеющиеся в настоящее время данные о гидрохимическом режиме Среднего Каспия в целом и отдельных его районов, отводимых для поиска и разработки нефтяных месторождений, показывают, что этот режим формируется в основном под влиянием естественных природных процессов, а гидрохимические параметры морской среды в пределах присущих им колебаний не препятствуют развитию нефтяного промысла на шельфе Каспийского моря.

На примере ст. 1–3 (Северный Каспий) рассмотрены сезонные изменения аммонийного азота (табл. 10) в поверхностном, придонном слоях воды, а также в донных отложениях, которые выявили сезонную изменчивость в рассматриваемый период времени, заключающуюся в том, что концентрация азота аммонийного от весны к осени в поверхностном слое снижалась, в придонном слое, также, снижалась, в донных отложениях повышалась.

Таблица 10. Сезонные изменения концентрации аммонийного азота в воде (мкг/л) и донных отложениях (мкг-ат/л)

Горизонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	20,23	0,00	57,00	12,97	16,37	0,00	52,00	11,15
дно	21,37	0,00	45,00	10,83	15,67	0,00	46,00	10,90
ДО	1,19	0,35	2,88	0,67	1,27	0,00	4,14	1,00

Концентрация азота аммонийного в воде в рассматриваемый период времени не связана с распределением солености. В донных отложениях распределение азота аммонийного не связано с распределением ни с одной из фракций донных отложений. Таким образом, динамика аммонийного азота в морской среде на исследуемой территории не зависела от гидрологических и литодинамических условий.

Общий азот

За исследуемый период концентрация азота изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 133,0 до 880,0 мкг/л; в придонном слое от 158,0 до 914,0 мкг/л; в донных отложениях от 46,0 до 258,0 мкг-ат/л. Содержание азота в поверхностном слое было несколько ниже, чем в придонном. Содержание азота в донных отложениях (ДО) было ниже его содержания в воде более чем в 3 раза.

Что касается сезонной изменчивости, то в рассматриваемый период времени концентрация азота от весны к осени в воде уменьшалась, а в донных отложениях возрастала (табл. 11).

Концентрация азота общего в воде в рассматриваемый период времени имела достоверную связь с распределением солености (для поверхностного слоя $r = -0,45$, для придонного слоя $r = -0,43$). В донных отложениях распределение азота общего не имело достоверной взаимосвязи с характером распределения фракций донных отложений. Таким образом, динамика азота в морской среде на изучаемой акватории имела зависимость от гидрологических условий и не зависела от литологических условий.

Таблица 11. Сезонные изменения концентрации общего азота в воде (мкг/л) и донных отложениях (мкг-ат/л)

Горизонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	484,72	311,00	710,00	78,75	418,14	133,00	728,00	149,99
дно	482,63	308,00	651,00	78,82	416,59	158,00	735,00	155,40
ДО	121,98	85,00	183,00	23,17	138,86	46,00	258,00	32,41

Фосфор

Концентрация фосфора на изучаемой акватории (ст. 1–3) изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 15,0 до 89,0 мкг/л; в придонном слое от 14,0 до 91,0 мкг/л; в донных отложениях от 0,92 до 4,34 мкг-ат/л (табл. 12). Содержание фосфора в поверхностном слое было несколько ниже, чем в придонном. Содержание фосфора в донных отложениях превышало содержание в воде более чем в 1,5 раза.

Таблица 12. Сезонные изменения концентрации общего фосфора в воде (мкг/л) и донных отложениях (мкг-ат/л)

Горизонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	43,12	25,00	75,00	9,39	37,15	15,00	69,00	14,66
дно	42,50	25,00	62,00	9,02	38,24	14,00	67,00	14,80
ДО	1,77	0,92	2,94	0,51	2,05	0,92	4,34	0,57

Концентрация фосфора в воде в рассматриваемый период времени имела достоверную связь с распределением солености (для поверхностного слоя $r = -0,41$, для придонного слоя $r = -0,34$).

В донных отложениях распределение фосфора было связано с характером распределения иловых фракций донных отложений ($r = 0,25$). Таким образом, динамика фосфора в морской среде зависела от гидрологических и литодинамических условий.

2.3 Сезонные изменения содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях

Железо

Предельно-допустимая концентрация железа в морских рыбохозяйственных водах составляет 0,1 мг/дм³ (лимитирующий показатель вредности — токсикологический). Железо относится к третьему классу опасности (Никаноров, 2001; Гидрохимические показатели, 2007).

В настоящее время средняя концентрация железа в прибрежных водах Каспийского моря, прилегающих к территории РФ, не превышает ПДК, лишь в придонном слое

значения концентрации железа превышали ПДК, однако уровень превышения оказался незначительным (1,7 ПДК).

В 2003–2007 гг. концентрация железа на изучаемых станциях (1–3) изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 4,9 до 195 мкг/л; в придонном слое от 3,5 до 230 мкг/л; в донных отложениях от 0,03 до 0,97% (табл. 13). Поверхностный и придонный слои несильно отличались друг от друга по средней концентрации. Содержание железа в донных отложениях превышало содержание в воде более чем в 50 раз.

В рассматриваемый период времени концентрация железа на участке «Центрально-Каспийской» от весны к осени в воде повышалась, в донных отложениях снижалась (табл. 13). Для межгодовой изменчивости в рассматриваемый период было характерно: в воде — снижение концентрации железа, в донных отложениях — колебания концентрации без выраженного тренда в ту или другую сторону.

Таблица 13. Сезонные изменения концентрации железа в воде (мкг/л) и донных отложениях (%)

Гори-зонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	43,99	4,90	195,15	37,87	49,51	15,50	173,00	33,13
дно	44,94	3,50	209,69	35,39	55,27	7,50	230,00	40,05
ДО	0,30	0,05	0,83	0,19	0,25	0,03	0,97	0,22

Концентрация железа в воде в рассматриваемый период времени связана с распределением солености только в поверхностном слое ($r = -0,26$). В донных отложениях распределение железа связано со всеми фракциями донных отложений (для ракушки $r = -0,53$; для песка $r = 0,44$; для иловой фракции $r = 0,46$). Таким образом, динамика железа в морской среде на исследуемой акватории имеет слабую зависимость от гидрологических условий и явную — от литологических условий.

Предельно допустимая концентрация железа в воде равна 0,05 мг/л, в донных отложениях не нормируется. В период исследований, средняя концентрация железа в воде незначительно превышала значений ПДК только в придонном слое. Максимальная концентрация железа превышала значение ПДК более чем в 4 раза.

Марганец

Предельно-допустимая концентрация марганца в морских рыбохозяйственных водоемах составляет 10 мкг/л.

В рассматриваемый период времени концентрация марганца от весны к осени в поверхностном слое увеличивалась, в придонном слое — уменьшалась, в донных отложениях, также уменьшалась. Для межгодовой изменчивости марганца в рассматриваемый период было характерно: в поверхностном слое постепенное повышение; в придонном слое также наблюдалось постепенное повышение, в донных отложениях наблюдались разнонаправленные колебания и отсутствие тренда (табл. 14).

Концентрация марганца в воде в рассматриваемый период времени не связана с распределением солености. В донных отложениях распределение марганца было связано с фракциями ракушки ($r = -0,32$) и песка ($r = 0,36$). Таким образом, динамика марганца в морской среде не имеет зависимости от гидрологических условий и в тоже время показывает зависимость от литологических условий (Гусейнова и др., 2009).

Таблица 14. Сезонные изменения концентрации марганца в воде (мкг/л) и донных отложениях (мг/кг)

Гори-зонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	2,14	сл	6,00	1,51	2,39	сл	6,70	1,39
дно	3,04	сл	9,29	2,44	2,92	сл	10,65	1,96
ДО	140,42	19,00	1375,0	180,22	91,25	6,00	227,00	63,62

Предельно допустимая концентрация марганца в воде равна 0,05 мг/л, в донных отложениях не нормируется. В период исследований, средняя концентрация марганца в воде не превышала значений ПДК. Максимальная концентрация марганца превысила значения ПДК в поверхностном слое в 1,5, в придонном слое в 2 раза.

Цинк

Концентрация цинка изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 0,6 до 18,81 мкг/л; в придонном слое от 0,0 до 26,73 мкг/л; в донных отложениях от 1,8 до 90 мг/кг. Значения средней концентрации цинка в придонном слое были выше значений концентрации в поверхностном слое воды. Содержание цинка в донных отложениях превышало содержание в воде более чем в 2 500 раз.

Концентрация цинка от весны к осени в воде и донных отложениях увеличивалась (табл. 15). Для межгодовой изменчивости в рассматриваемый период было характерно: в поверхностном и придонном слоях постепенное повышение концентрации цинка, а в донных отложениях отсутствие явно выраженного тренда.

Таблица 15. Сезонные изменения концентрации цинка в воде (мкг/л) и донных отложениях (мг/кг)

Гори-зонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	4,10	1,05	11,10	2,34	5,83	1,06	18,81	3,25
дно	4,17	0,97	15,60	2,83	5,22	1,00	26,73	3,94
ДО	10,13	3,00	22,00	4,72	10,17	1,80	90,00	12,60

Концентрация цинка в воде в рассматриваемый период времени связана с распределением солености только в поверхностном слое ($r = -0,25$). В донных отложениях распределение цинка не было связано с пространственным распределением фракций донных отложений. Таким образом, динамика цинка в морской среде имеет слабую зависимость от гидрологических условий и не зависит от литологических условий.

Предельно допустимая концентрация цинка в воде равна 0,05 мг/л, в донных отложениях не нормируется. Средняя концентрация цинка в воде не превышала значений ПДК. Максимальная концентрация цинка превышала значение ПДК более чем в 3–5 раз. Максимальная концентрация была более чем в 1,5 раза ниже нормы.

Никель

Концентрация никеля изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 0,0 до 5,49 мкг/л; в придонном слое от 0,0 до 6,56 мкг/л; в донных отложениях от 0,0 до 35,0 мг/кг. Среднее значение концентрации никеля в поверхностном слое воды было выше, чем в придонном. Содержание никеля в донных отложениях превышало содержание в воде более чем в 5 000 раз.

Что касается сезонной изменчивости, то в рассматриваемый период времени концентрация никеля от весны к осени в воде и придонном слоях повышалась, в донных отложениях снижалась (табл. 16). Для межгодовой изменчивости в рассматриваемый период было характерно: в поверхностном и придонном слоях — постепенное снижение; в донных отложениях — постепенное повышение концентрации никеля.

Таблица 16. Сезонные изменения концентрации никеля в воде (мкг/л) и донных отложениях (мг/кг)

Гори- зонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	1,52	сл	5,47	1,13	2,13	0,00	5,49	1,16
дно	1,47	0,00	3,94	1,01	2,21	0,00	6,56	1,29
ДО	7,29	0,00	29,00	8,84	6,18	0,00	19,30	5,73

Концентрация никеля в воде в рассматриваемый период времени не была связана с распределением солености. В донных отложениях, также, распределение никеля не было связано с фракциями донных отложений. Таким образом, динамика никеля в морской среде не имела зависимости от гидрологических и литологических условий и, по всей видимости, была обусловлена иными факторами.

Предельно допустимая концентрация никеля в воде равна 0,01 мг/л, в донных отложениях не нормируется. Средняя концентрация никеля в воде не превышала значений ПДК. Максимальная концентрация никеля также была ниже значений ПДК в 15,2 раза.

Медь

Концентрация меди изменялась в пределах: в поверхностном слое воды от 0,10 до 11,4 мкг/л; в придонном слое от 0,00 до 14,1 мкг/л; в донных отложениях от 0,00 до 30,0 мг/кг. Содержание меди в поверхностном слое было выше, чем в придонном. Содержание меди в донных отложениях превышало содержание в воде более чем в 3 000 раз.

Концентрация меди от весны к осени в воде уменьшалась в 3–6 раз, в донных отложениях уменьшалась в 10 раз (табл. 17). Для межгодовой изменчивости в рассматриваемый период было характерно: в поверхностном слое постепенное снижение; в придонном слое, также наблюдалось постепенное снижение, в донных отложениях значения концентрации находились примерно на одном уровне.

Концентрация меди в воде в рассматриваемый период времени не связана с распределением солености. В донных отложениях распределение меди, также, не было связано с характером распределения фракций донных отложений. Таким образом, динамика меди в морской среде не имеет зависимость от гидрологических и литологических условий, и, по всей видимости, определяется другими факторами.

Таблица 17. Сезонные изменения концентрации меди в воде (мкг/л) и донных отложениях (мг/кг)

Гори- зонт	весна				осень			
	Mo	Min	Max	σ	Mo	Min	Max	σ
пов.	43,99	4,90	195,15	37,87	49,51	15,50	173,00	33,13
дно	44,94	3,50	209,69	35,39	55,27	7,50	230,00	40,05
ДО	0,30	0,05	0,83	0,19	0,25	0,03	0,97	0,22

Предельно допустимая концентрация меди в воде равна 0,005 мг/л, в донных отложениях не нормируется. Средняя концентрация меди в воде не превышала значений ПДК. Максимальная концентрация меди были выше значений ПДК в 2–2,5 раза.

2.4. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского побережья Каспийского моря

В настоящее время в Приморской зоне республики Дагестан размещены и функционируют свыше 160 промышленных предприятий различных форм собственности и видов хозяйствования, имеющих связи с предприятиями других регионов, стран ближнего и дальнего зарубежья. На них сосредоточено около 50% основных фондов промышленности и занято более 60% всех работающих в республике. Они производят продукцию как промышленного назначения, так и товары народного потребления. В настоящее время промышленностью Приморья выпускаются сепараторы, низковольтная электроаппаратура, электротермическое оборудование, металлорежущие станки, электросварочное оборудование, насосы, радиоприборы и др. подобная техника. Одновременно вырабатывается разнообразная продовольственная продукция: хлебобулочные изделия, плодоовощные и рыбные консервы, виноводочные, кондитерские и икоробалычные изделия, цельномолочная продукция и др. Также изготавливается пряжа, хлопчатобумажные ткани, ковры и ковровые изделия, трикотаж, обувь, верхняя одежда и многое другое.

Следует отметить, что в промышленности дагестанского Приморья около 70% всех предприятий находятся в пределах городской черты Махачкалы и Каспийска. Здесь производится почти 85% продукции и сосредоточено около 4/5 всех основных фондов промпредприятий Приморского района.

В настоящее время удельный вес предметов потребления составляет 52% общего объема промышленного производства. Однако он достигнут не за счет увеличения выпуска товаров народного потребления, а ввиду резкого (в 2–3 раза) падения выпуска средств производства.

Развитие морских портов и морского транспорта в Каспийском бассейне обусловлено объективной потребностью обеспечения транзитных связей со странами Западной Европы, Ираном, Казахстаном, Туркменистаном, республиками Северного Кавказа, с Донецко-Приднепровскими районами Украины. Транзитными грузами, перевозимыми в Каспийском бассейне, являются нефтеналивные (сырая нефть и нефтепродукты) и генеральные грузы.

Объем перевозок через порт Махачкала по отправлению и прибытию в 1981 г. превышал 12 млн. т, из которых 11 млн. т составляли сырая нефть и нефтепродукты. С

1991 г. объем перевозок стал резко снижаться. Только за 1991 г. объем перевозок сократился до 5,6 млн. т, в том числе наливных — 4,6 млн. т, но уже в 1997 г. — до 88,1 тыс. т, в том числе наливные — 33,8 тыс. т.

Основные источники поступления загрязняющих веществ в Каспийское море — вынос их с речным стоком, сброс неочищенных промышленных и сельскохозяйственных стоков, коммунально-бытовых сточных вод городов и поселков, расположенных на побережье моря, судоходство.

Неблагоприятную экологическую обстановку на Каспии усугубил подъем уровня моря. Его повышение, продолжавшееся с 1978 по 1995 г. оказало разрушительное воздействие на города, населенные пункты и народнохозяйственные объекты и нанесло огромный ущерб экологии Приморского Дагестана. В зоне затопления оказались города Махачкала, Каспийск, Дербент, 17 сельских населенных пунктов, свыше 100 сезонно-обитаемых объектов отгонного животноводства, участок железной дороги Кизляр—Астрахань протяженностью 36 км, оросительные системы на площади более 50 тыс. га, 8 объектов рыбного хозяйства, десятки объектов связи и энергетики, гидрометеорологические посты, канализационные и водопроводные сети. Некоторые из них были разрушены, многие пришли в аварийное состояние.

В связи с подъемом уровня Каспийского моря были полностью выведены из строя очистные сооружения городов Дербент и Избербаш, вследствие чего ежедневно более 300 тыс. м³ неочищенных канализационных стоков Махачкалы, Дербента и Избербаша попадают в Каспийское море.

Еще одной проблемой Каспийского моря стало его загрязнение нефтепродуктами. Если раньше основными источниками загрязнения являлись нефтепромыслы на побережье, то сегодня значительное количество нефтепродуктов поступает с водами реки Терек с разрушенных нефтепромыслов Чечни и в результате кустарной переработки нефти жителями этой республики. Нефтепродукты в воде Каспийского моря наряду с другими токсическими веществами деформируют структуру экосистемы и нарушают ее функционирование, повышают мутагенность воды.

Пагубные последствия загрязнения Каспия изучены на примере рыб, у которых обнаружено накопление хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорбифенилов во внутреннем жире печени, мозге, икре. Высокое содержание нефтепродуктов и других токсичных веществ в воде приводит у осетровых к расслоению мышц, ухудшению качества икры. По данным последних исследований, содержание пестицидов в печени и жировой ткани осетровых превышает допустимые уровни в 2–5 раз, а содержание в печени кадмия, меди, никеля, ртути, свинца и других металлов в несколько раз превышает ПДК для пищевых продуктов.

Единственная в республике система централизованной очистки городских стоков, обслуживающая столицу Дагестана и ее спутника — г. Каспийск, из-за перегруженности очистных сооружений (при проектной мощности 156 тыс. м³/сут., через очистные сооружения пропускаются более 200 тыс. м³/сут.) не обеспечивает очистку сточных вод до нормативных показателей. В результате этого, а также из-за неудовлетворительного контроля за работой портовых служб загрязнение акватории моря в районе г. Махачкалы приобрело угрожающий характер. В силу сложившейся санитарно-эпидемиологической обстановки практически все пляжи города официально закрыты, хотя и продолжают использоваться в купальный сезон.

Исследования показывают, что химическая и механическая очистка хозяйственных стоков не способна полностью обезопасить море от вредного влияния. Дело в том, что в очищенных сточных водах содержится значительное количество биоген-

ных веществ, попадание которых в море способно вызывать эвтрофикацию вод и как следствие — массовое размножение фитопланктона, наблюдаемое в последние годы в пределах Дагестанского взморья. Явление эвтрофикации пока весьма мало изучено и требует самого пристального внимания. Не исключено также, что оно является одной из причин снижения содержания кислорода в прибрежных водах и массовых заморов рыбы.

Одним из путей борьбы с эвтрофикацией является строительство биологических прудов, как элементов доочистки сточных вод, которые значительно снижают содержание биогенных элементов в сточных водах. Другой путь — выращивание вблизи выпусков сточных вод макрофитов на искусственных субстратах.

Загрязнение вод Каспийского моря фенолами и нефтепродуктами связано не только с поверхностным стоком, но и с подземным. В течение последнего десятилетия в прибрежной зоне Каспийского моря при проведении геологоразведочных работ по поиску термоминеральных вод выявлены области прибрежной разгрузки подземных вод глубоких горизонтов среднего миоцена, характеризующихся аномальным содержанием фенолов и нефтепродуктов. Оценить количественно поступление этих веществ в Каспий пока трудно. Тем не менее, это не снимает необходимости тщательного изучения и картирования зон разгрузки подземных вод, выявления характера и степени загрязненности подземного стока.

В условиях возрастающего антропогенного загрязнения моря и расширяющегося использования прибрежных вод для отдыха и лечения населения, существенное значение приобретает санитарно-микробиологический контроль морской воды. В этом деле требуется тесное сотрудничество природоохранных санитарно-эпидемиологических служб в форме обмена информацией и координации действий.

Население, проживающее в низовьях р. Терек, в определенной степени зависит от добычи и переработки местных рыбопродуктов. Результаты научно-исследовательских работ, проведенных Дагестанским отделением КаспНИИРХ за последнее время, показали, что в Каспийско-Теречном рыбопромысловом районе происходит резкое ухудшение условий нагула и воспроизводства рыбы в основном за счет интенсивного загрязнения реки нефтью. Это приводит к глубоким нарушениям исторически сложившегося биологического равновесия и пагубно влияет на рыбные запасы и их кормовую базу. У пойманных в приустьевом пространстве частиковых рыб (сазан, толстолобик) отмечается отсутствие слизи на жаберных тычинках, деформация желудочно-кишечного тракта. Следствием высокой загрязненности нефтепродуктами является нарушение динамики нерестового хода рыб в реку и резкое сокращение общей численности мигрантов.

В связи с этим при проведении восстановительных мероприятий, активно ведущихся на территории Чечни в последнее время, крайне важным является возобновление нормального функционирования механических и биологических очистных сооружений г. Грозного и других населенных пунктов ЧР, ремонт трубопроводов, скважин и других объектов нефтяной промышленности этой республики.

За последнее десятилетие ни одно из предприятий, сбрасывающих стоки в море, не очищало сточную воду до нормативных величин. Каспийское море продолжало интенсивно загрязняться. На объектах, расположенных в прибрежной зоне Каспийского моря, отсутствовали сети и сооружения по очистке стоков: г. Махачкала (АО Стекловолокно, аварийный выпуск — ГНС-6, Махачкалинский участок «Дагбургеотермия»), г. Избербаш (Горводоканал, Локомотивное депо, НОД, ВОД-6), Кизлярский район (Дельтовое УОС, Талловская система, Старотеречная система, Новотеречная

система), г. Даг. Огни (стеклозавод, ПОЖКХ), г. Каспийск (Водоканал, завод «Дагдизель»).

В 2007 г. в республике было зарегистрировано более 60 объектов, имеющих открытые выпуски в бассейн Каспийского моря, в т.ч. на двух объектах отмечается сброс неочищенных стоков, а на 22 объектах отмечается сброс недостаточно очищенных стоков. По этим причинам в бассейн Каспийского моря продолжал поступать большой объем неочищенных и необеззараженных хозяйственно-бытовых стоков через открытые выпуски в черте городов: Махачкала — более 100 тыс. м³/сут., Избербаш — 15 тыс. м³/сут., Дербент — 28 тыс. м³/сут., что обусловило высокую степень бактериального и химического загрязнения морской воды в черте этих городов.

Одним из источников загрязнения побережья продолжают служить ливневые стоки, превращенные в хозфекальные. В городах не решается проблема строительства очистных сооружений для ливневой канализации.

По республике 21 из 39 биологических очистных сооружений не эксплуатируют элементы биологической очистки, стоки подвергаются только механической очистке. Только последние два года, как стали организовываться пляжные зоны, но даже это не улучшило ситуацию на побережье. В то же время ведется интенсивная незаконная застройка рекреационной курортной зоны Каспийского моря. Отвод земельных участков под строительство ведется с нарушением градостроительного, земельного, природоохранного и санитарного законодательства в водоохранной зоне (500 м) Каспийского моря. Не решены вопросы централизованного водоснабжения и водоотведения, вывоза и утилизации бытовых отходов.

В течение последних лет показатели бактериального загрязнения воды Каспийского моря в зонах рекреации в десятки, а местами и в сотни раз превышают гигиенические нормативы. Ежегодно 30% исследованных проб морской воды не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-микробиологическим и свыше 40% по санитарно-химическим показателям. В настоящее время проблема интенсивного загрязнения Каспийского моря продолжает оставаться одной из самых актуальных и серьезных для республики экологических проблем. Особую тревогу вызывает нарастающий уровень бактериального и химического загрязнения поверхностных водоемов и побережья Каспийского моря, интенсивность которого на сегодняшний день, согласно гигиенической классификации, достигла высокой степени.

Наибольший антропогенный прессинг на территории Дагестана испытывает Каспийское море, принявшее в 2003 г. согласно отчетных данных (2ТП-водхоз) 1 349,21 млн. м³ сточных вод жилищно-коммунального хозяйства, коллекторно-дренажных систем и промышленного производства. За рамками статистической отчетности остаются ливневые стоки населенных пунктов, а также аварийные сбросы ОСК.

Т.о., при возрастающих объемах водопотребления в прибрежных городах и районах республики мощности очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации не увеличились. Нормативной очистки сточных вод не обеспечивает ни одно из очистных сооружений. Все очистные сооружения канализаций, построенные в 1950–1980-х гг., работают с большой перегрузкой, требуют реконструкции или восстановления. Из-за перегруженности очистных сооружений канализаций в г. Махачкала (при мощности 122,8 тыс. м³ в сутки подается до 200 тыс. м³ в сутки) не осуществляется эффективная очистка сбрасываемых стоков, а в г. Избербаш из-за отсутствия достаточного финансирования не завершено строительство очистных сооружений. В г. Дербент очистные сооружения канализации в течении последних лет не функционируют, не проводится их ремонт и реконструкция. Не работают очистные сооружения канализаций

в г. Буйнакск и более 23 тыс. м³/сут. загрязненной неочищенной сточной воды сбрасывается в р. Шура-Озень и далее в море. Отсутствуют очистные сооружения в г. Дагестанские Огни. В целом мощности канализационных очистных сооружений в городах составляет 49,0% от необходимой потребности.

Проводимый мониторинг и анализ экологического и санитарно-гигиенического состояния территорий городских и сельских населенных пунктов прибрежных районов республики, а также объектов канализации и систем очистки последних показывает, что если не будут приняты срочные дополнительные меры по улучшению состояния вышеуказанных объектов, строительству и расширению их, прогноз качества морской воды будет крайне неблагоприятным, что негативно отразится на состоянии здоровья населения проживающего в населенных пунктах прибрежной зоны.

Дагестанское взморье Каспийского моря необходимо рассматривать как особый район смешения метаморфизированных волжских и среднекаспийских вод, испытывающий дополнительное воздействие стока дагестанских рек. Именно такой характер формирования прибрежных вод определяет своеобразие их биологической продуктивности и самоочищающей способности. Волжская струя, которая тянется вдоль всего Дагестанского побережья, с одной стороны, поставляя биогенных элементов, обуславливает высокую биопродуктивность Дагестанского шельфа, с другой стороны, поставляя токсичные вещества, в количествах многократно превышающих объемы их сброса с территории Дагестана, обуславливает высокую загрязненность прибрежных вод.

При планировании и непосредственном осуществлении морской нефтегазодобычи важное значение приобретает оценка загрязнения акватории, как уже наличествующего, так и возможного. Попытка дать такую экологическую оценку и предпринята нами в настоящем разделе. При этом мы посчитали целесообразным привести анализ фонового загрязнения Дагестанского побережья, а также оценку современного состояния загрязнения прибрежных морских вод Дагестана (по данным государственного экологического мониторинга).

Основными источниками загрязнения Каспийского моря являются речной сток и сточные воды промышленных предприятий, коммунального, сельского и водного хозяйства (Кукса, 1994). С учетом неравномерного распределения указанных источников по периметру моря наиболее загрязненными являются его северная и южная части. Так, по данным наблюдений, проводившихся в рамках программы ОГСНК (Общегосударственная служба наблюдения и контроля загрязнения природной среды) в период 1980–90 гг. (Ежегодники качества вод Каспийского моря, 1980–90), средняя концентрация нефтяных углеводородов в воде Северного Каспия была равна 0,12 мг/л, в воде Южного Каспия — 0,11 мг/л, в воде Среднего Каспия — 0,09 мг/л.

В общей массе ежегодно поступающих в море из внешних источников нефтяных углеводородов, равной 150 тыс. т, почти две трети выносятся в море с волжским стоком (Прикаспийский регион, 1989). Волжские воды, смешиваясь с морскими и перевалив через Мангышлакский порог, следуют в дальнейшем вдоль берегов Дагестана. Исходя из этого, можно предполагать, что основным источником загрязнения Среднего Каспия является адвекция загрязненных северо-каспийских вод. Сделанное ниже сравнение «мощности» этого источника с «мощностью» других источников загрязнения (речной сток и сточные воды с территории Дагестана) показывает, что это предположение вполне оправдано.

Перед тем, как более подробно остановиться на нем, следует отметить, что сброс загрязняющих веществ в Средний Каспий с территории Азербайджана и Казахстана

относительно мал, так как здесь практически отсутствует речной сток, вносящий основной вклад в загрязнение Каспия. Нельзя не обратить внимание также на работу (Добродородная, Ходжоян, 1989), где указывается на участие подземного стока в загрязнении прибрежных вод Среднего Каспия нефтяными углеводородами и фенолами, но данные, приведенные авторами, не позволяют дать ему количественную оценку.

Общий объем сбрасываемых в Каспийское море с территории Дагестана сточных вод по данным Минприроды РД достигает полутора кубокилометров (Алиев Н.-К.К., 1997). Основная их часть (более 90%) поступает в Северный Каспий через сбросные каналы и коллектора оросительных систем. В пределах участка от устья р. Сулак до устья р. Самур в море сбрасывается около 70 млн. м³ сточных вод, из которых только 6% являются нормативно чистыми, а остальные недостаточно очищенными или загрязненными без очистки (Водные ресурсы Дагестана, 1996). Вместе со сточными водами в море сбрасывается до 30 т нефтяных углеводородов, 5 т фенолов, 15 т синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), 50 т железа, по 5 т меди и цинка (Алиев Д.Р., 1994; Костров и др., 1997).

По данным Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ДЦГМС), осуществляющему наблюдения за расходами воды и загрязняющих веществ в устьевых створах рек Терек, Сулак и Самур, в море с речным стоком ежегодно сбрасывается в среднем 425 т нефтяных углеводородов (без Терека), 60 т фенолов, 15 т СПАВ. В результате несанкционированного сброса нефтепродуктов в р. Терек и р. Сунжа на территории Чеченской Республики в период 1995–99 гг. резко увеличилась концентрация нефтяных углеводородов в речной воде устьевых водотоков Терека. По данным Дагестанского ЦГМС, непосредственно в море с терскими водами в этот период ежегодно сбрасывалось в среднем до 1 200 т нефтяных углеводородов (в отдельные годы до 2 500 т нефти).

И все-таки основным источником загрязнения Среднего Каспия является адвекция загрязненных северо-каспийских вод, с которыми сюда поступает только нефтяных углеводородов в 15 раз больше, чем их сбрасывается со сточными и речными водами. Приведенная ниже количественная оценка адвекции как источника загрязнения основывается на данных о содержании загрязняющих веществ в северо-каспийских водах (Ежегодники качества вод Каспийского моря, 1980–90) и сведениях о результирующем водообмене в западной части Мангышлакского порога (Современный и перспективный водный и солевой баланс южных морей, 1972) (табл. 18). Следует отметить, что суммарное (из всех источников) поступление нефтяных углеводородов в Средний Каспий составляет более 25 тыс. т в год.

Учитывая, что адвекция северо-каспийских вод является основным источником загрязнения прибрежных морских вод Дагестана, можно предполагать, что при увеличении повторяемости западных ветров над Северным Каспием, способствующих повороту основной струи волжских вод в его восточную часть (Полонский и др., 1992), поступление загрязняющих веществ в Средний Каспий через Мангышлакский порог должно уменьшаться, а при увеличении повторяемости северных ветров, наоборот, увеличиваться. По данным наблюдений Дагестанского ЦГМС, для периода 1981–98 гг. было характерна тенденция уменьшения концентрации загрязняющих веществ в прибрежных морских водах Дагестана (табл. 18), одной из причин которой может быть активизация западного переноса воздушных масс в это время (Родионов, 1987).

Другие авторы (Научные основы устойчивого рыболовства, 1998; Устьевая область Волги, 1998) указывают на произошедшее в девяностых годах уменьшение содержания загрязняющих веществ в северо-каспийских водах как следствие их «разбавле-

Таблица 18 Поступление загрязняющих веществ в Средний Каспий из различных источников (т/год)

Элемент	Адвекция северо-каспийских вод (А)	Вынос с территории Дагестана (Д)		А/Д
		речной сток	сточные воды	
НУ	24000	1625	30	15
Фенолы	1400	60	5	22
СПАВ	11000	100	15	96

ния» в результате повышения уровня моря. Как бы то ни было, поступление загрязняющих веществ в Средний Каспий в последнее десятилетие уходящего века существенно уменьшилось и это не могло не сказаться на уровне загрязнения среднекаспийских вод, который также понизился, доказательством чему является отмеченное улучшение качества прибрежных вод Дагестана.

Касательно прибрежных морских вод, то здесь надо указать на следующее. На основе данных о загрязнении прибрежных территорий и акваторий, сбросах загрязняющих веществ (Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Дагестан, 1993; Неотложные мероприятия, 1993), а также применяя вновь введенный показатель качества морской среды («биологический эквивалент концентрации»), экологическая ситуация в ряде прибрежных районов Дагестана характеризуется, как «чрезвычайная», либо даже, как «экологическое бедствие».

Между тем в соответствии с официальным показателем, используемым для комплексной оценки качества вод (индекс загрязнения вод, или ИЗВ), морские воды над Дагестанским шельфом оцениваются (по данным наблюдений Дагестанского ЦГМС) большей частью как «загрязненные», и только в отдельные годы, как «грязные» или «умеренно загрязненные». При этом практически во всех районах от устья р. Сулак до устья р. Самур в последнее десятилетие наблюдалась тенденция улучшения качества вод.

Основной вклад (60–80%) в общее загрязнение прибрежных морских вод вносят фенолы, концентрация которых в среднем в 4–6 раз превышает норму, установленную для рыбохозяйственных водоемов (0,001 мг/л). Вклад нефтяных углеводородов в среднем составляет около 20%. В связи с этим нельзя не отметить, что для определения фенолов в воде Каспийского моря используется экстракционно-фотометрический метод (Ежегодники качества вод Каспийского моря, 1980–90), фиксирующий суммарное содержание фенольных соединений, среди которых присутствуют вещества не только искусственного, но и естественного происхождения. При оценке качества вод (расчете ИЗВ) суммарная концентрация соотносится с ПДК, установленной для одного из наиболее токсичных фенолов — оксибензола. Учитывая, что сведения о содержании последнего в водах Каспийского моря отсутствуют, вряд ли эту процедуру можно считать обоснованной. Если при оценке качества вод не использовать данные о содержании в них фенолов, то прибрежные морские воды Дагестана, будут оцениваться как «чистые», либо «умеренно загрязненные». В этом случае, основной вклад в загрязнение прибрежных морских вод будут вносить нефтяные углеводороды, средняя концентрация которых в период 1991–98 гг. не превышала предельно-допустимого уровня (табл. 19).

Таблица 19. Характеристика загрязнения прибрежных морских вод Республики Дагестан

Район	Гидрохими- ческие показатели, мг/л	1981–85 гг.		1986–90 гг.		1991–98 гг.	
		Концентрация		Концентрация		Концентрация	
		Сред- няя	Ср. макс.	Сред- няя	Ср. макс.	Сред- няя	Ср. макс.
Взморье р. Сулак	Азот амм.	187	334	64	134	51	59
	Нефт. угл.	0,07	0,12	0,11	0,15	0,03	0,06
	Фенолы	0,006	0,009	0,004	0,006	0,005	0,007
Махач- кала	Азот амм.	126	245	74	149	46	57
	Нефт. угл.	0,06	0,10	0,11	0,18	0,04	0,06
	Фенолы	0,006	0,010	0,005	0,007	0,005	0,008
Каспийск	Азот амм.	228	658	67	151	48	71
	Нефт. угл.	0,06	0,09	0,12	0,17	0,03	0,05
	Фенолы	0,006	0,009	0,004	0,006	0,005	0,008
Избер- баш	Азот амм.	78	98	63	134	45	58
	Нефт. угл.	0,06	0,08	0,16	0,33	0,04	0,08
	Фенолы	0,006	0,010	0,004	0,005	0,005	0,007
Дербент	Азот амм.	123	237	60	144	43	60
	Нефт. угл.	0,07	0,09	0,13	0,34	0,03	0,05
	Фенолы	0,005	0,007	0,005	0,006	0,005	0,006
Взморье р. Самур	Азот амм.	85	130	62	144	44	55
	Нефт. угл.	0,06	0,09	0,09	0,22	0,04	0,04
	Фенолы	0,005	0,008	0,005	0,006	0,004	0,006

С 2004 по 2007 г. были проанализированы концентрации химических веществ в воде Дагестанского побережья начиная от районов границы Северного Каспия (Лопатин) и заканчивая границами Южного Каспия (взморье реки Самур). Результаты представлены в таблицах 20, 21.

Лопатин. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от нуля до 0,16 мг/л (3 ПДК). В 2007 г. в среднем она составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК) при максимуме 0,06 мг/л (1,2 ПДК). По сравнению с предыдущими годами наблюдалось снижение не только средней, но и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в воде. Минимальная концентрация фенолов в воде составила 0,001 мг/л (1 ПДК), а максимальная 0,004 мг/л (4 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде составила 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с 2005 г. средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько понизилась.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 43 до 119 мкг/л, составив в среднем 82 мкг/л. По сравнению с 2005 г. содержание аммонийного азота в воде повысилось (максимальное значение практически не изменилось), а по сравнению с 2004 г. понизилось. В 2007 г. по сравнению с 2005 г. отмечено снижение концентрации общего азота и фосфора. Значения этих биогенов в воде в 2007 г. близки к 2004 г. На фоне снижения трофности вод наблюдалось повышение концентрации кислорода в воде, которая изменялась в диапазоне 8,0–15,0 мг/л, составив в среднем 11,5 мг/л. Значение индекса ИЗВ составило 1,13. Как и в 2005 г. воды характеризуются как «умеренно загрязнённые» (Ш класс), качество вод в целом не изменилось (табл. 21).

Взморье р. Терек. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в 2007 г. в пределах от 0,02 до 0,09 мг/л (0,4–1,8 ПДК). В среднем она составила 0,06 мг/л (1,2

Таблица 20. Среднегодовые и максимальные концентрации химических загрязняющих веществ на Дагестанском взморье в 2004–2007 гг.

Район	Ингредиенты	2004 г.		2005 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Лопатин (граница северного и Среднего Каспия)	НУ	0,07	1,4	0,06	1,2	0,04	0,8
		0,26	5	0,16	3	0,06	1,2
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,003	3
		0,007	7	0,006	6	0,004	4
	Азот аммонийный	100,8	< 0,5	58,9	< 0,5	81,8	< 0,5
		164,8	< 0,5	126,1	< 0,5	119,0	< 0,5
	Азот общий	124		739,3		541	
		896		2243,0		777	
	Фосфор общий	22,4		33,3		29,1	
		63,2		269,2		51,0	
Кислород	9,27		9,63		11,51		
	7,63		4,57	< 1,0	7,97		
Взморье р. Терек (Средний Каспий)	НУ	0,07	1,4	0,08	1,6	0,06	1,2
		0,24	5	0,17	3	0,09	1,8
	Фенолы	0,004	4	0,005	5	0,004	4
		0,007	7	0,007	7	0,006	6
	Азот аммонийный	84,5	< 0,5	56,4	< 0,5	89,3	< 0,5
		257	0,6	116,1	< 0,5	132,5	< 0,5
	Азот общий	580		559		510	
		1320		1128		631	
	Фосфор общий	22,6		32,8		29,7	
		81,2		70,3		65,7	
Кислород	8,82		9,63		11,10		
	1,22	< 1,0	5,34	< 1,0	8,43		
Взморье р. Сулак (Средний Каспий)	НУ	0,03	0,6	0,05	1,0	0,04	0,8
		0,06	1,2	0,25	5	0,08	1,6
	Фенолы	0,003	3	0,004	4	0,004	4
		0,005	5	0,008	8	0,006	6
	Азот аммонийный	79,2	< 0,5	59,1	< 0,5	83,0	< 0,5
		329,6	0,8	210,0	0,5	162,5	< 0,5
	Азот общий	573		506		511	
		1012		821		682	
	Фосфор общий	30,5		30,8		27,3	
		92,8		257,3		86,4	
Кислород	9,23		10,34		10,71		
	7,50		5,58	< 1,0	8,80		
Махачкала (Средний Каспий)	НУ	0,03	0,6	0,08	1,6	0,06	1,2
		0,11	2,2	0,17	3	0,12	2,4
	Фенолы	0,003	3	0,004	4	0,004	4
		0,007	7	0,009	9	0,006	6
	Азот аммонийный	141,5	< 0,5	58,6	< 0,5	65,3	< 0,5
		221,0	0,6	78,8	< 0,5	134,2	< 0,5
Азот общий	577		576		617		
	1036		921		891		

Таблица 20 (продолжение).

Район	Ингредиенты	2004 г.		2005 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Махачкала (Средний Каспий)	Фосфор	27,1		24,0		22,7	
	общий	60,9		59,1		54,2	
	Кислород	9,13		11,05		11,31	
Каспийск (Средний Каспий)	НУ	6,11		6,23		7,55	
		0,06	1,2	0,12	2,4	0,03	0,6
		0,13	2,6	0,31	6	0,05	1,0
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,004	4
		0,007	7	0,007	7	0,006	6
	Азот аммонийный	90,3	< 0,5	68,9	< 0,5	55,7	< 0,5
		288,0	0,7	220,0	0,6	111,0	< 0,5
	Азот общий	567		533		507	
		1112		904		930	
	Фосфор общий	26,0		20,6		19,7	
		171,2		50,9		48,0	
	Кислород	8,87		9,89		10,37	
6,19			8,00		7,57		
Избербаш (Средний Каспий)	НУ	0,09	1,8	0,08	1,6	0,04	0,8
		0,41	8	0,18	4	0,06	1,2
	Фенолы	0,003	3	0,003	3	0,003	3
		0,005	5	0,007	7	0,004	4
	Азот аммонийный	85,5	< 0,5	54,9	< 0,5	64,6	< 0,5
		170,7	< 0,5	169,1	< 0,5	112,1	< 0,5
	Азот общий	535,3		398		480	
		1256		526		731	
	Фосфор общий	22,2		24,3		20,5	
		100,9		48,7		49,0	
	Кислород	10,29		9,85		10,75	
		5,20	< 1,0	5,83	< 1,0	8,99	
Дербент (Средний Каспий)	НУ	0,13	2,6	0,08	1,6	0,06	1,2
		0,41	8	0,16	4	0,10	2,0
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,003	3
		0,007	7	0,004	4	0,004	4
	Азот аммонийный	80,4	< 0,5	47,2	< 0,5	80,4	< 0,5
		153,0	< 0,5	150,2	< 0,5	113,6	< 0,5
	Азот общий	494		442		435	
		964		680		690	
	Фосфор общий	13,4		22,6		24,0	
		47,2		46,2		60,8	
	Кислород	8,88		8,99		11,33	
		5,39	< 1,0	6,23		8,83	
Взморье р. Самур (Южный Каспий)	НУ	0,06	1,2	0,07	1,4	0,04	0,8
		0,19	4	0,19	4	0,10	2,0
	Фенолы	0,002	2	0,003	3	0,003	3
		0,004	4	0,004	4	0,004	4
	Азот аммонийный	77	< 0,5	45,4	< 0,5	64,3	< 0,5
		126,2	< 0,5	96,1	< 0,5	121,1	< 0,5

Таблица 20 (продолжение).

Район	Ингредиенты	2004 г.		2005 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Взморье р. Самур (Южный Каспий)	Азот общий	565		547		425	
		610		961		610	
	Фосфор общий	15,9		16,5		20,6	
		25,6		22,5		49,0	
Кислород	9,51		9,47		10,44		
	7,76		7,12		8,73		

Примечания:

- 1 Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ), фенолов и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; аммонийного азота, общего азота и общего фосфора — в мкг/л.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Значения ПДК от 0,5 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20).

Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение средней и максимальной концентрации фенолов в морской воде. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 36 до 133 мкг/л, составив в среднем 89 мкг/л. По сравнению с 2005 г. содержание аммонийного азота в воде повысилось, а по сравнению с 2004 г. средняя концентрация аммонийного азота практически не изменилась, а максимальные значения снизились практически в два раза. Напротив, для концентрации общего азота в воде отмечено снижение среднего значения. Во все сезоны года на взморье отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 8,4–14,6 мг/л, составив в среднем 11,1 мг/л. Это выше, чем в 2004–2005 гг. Значение индекса ИЗВ составило 1,49, что характеризует их как «загрязненные» (IV класс). По сравнению с предыдущими годами, когда они оценивались как «грязные» (V класс), качество вод улучшилось (табл. 21).

Взморье р. Сулак. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от нуля до 0,08 мг/л (1,6 ПДК). В среднем она составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК). По сравнению с 2005 г. отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20). Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с 2005 г. средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько снизилась. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 30 до 163 мкг/л, составив в среднем 83 мкг/л. По сравнению с 2005 г. отмечено возрастание средней концентрации аммонийного азота и снижение максимальных его значений в воде. Особенно снизилась максимальная концентрация аммонийного азота по сравнению с 2004 г. (табл. 20). Средняя концентрация общего азота и общего фосфора осталась практически неизменной.

Таблица 20 (продолжение).

Район	Ингредиенты	2004 г.		2005 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Махачкала (Средний Каспий)	Фосфор общий Кислород	27,1		24,0		22,7	
		60,9		59,1		54,2	
		9,13		11,05		11,31	
		6,11		6,23		7,55	
Каспийск (Средний Каспий)	НУ	0,06	1,2	0,12	2,4	0,03	0,6
		0,13	2,6	0,31	6	0,05	1,0
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,004	4
		0,007	7	0,007	7	0,006	6
	Азот аммонийный	90,3	< 0,5	68,9	< 0,5	55,7	< 0,5
		288,0	0,7	220,0	0,6	111,0	< 0,5
	Азот общий	567		533		507	
		1112		904		930	
	Фосфор общий	26,0		20,6		19,7	
		171,2		50,9		48,0	
	Кислород	8,87		9,89		10,37	
		6,19		8,00		7,57	
Избербаш (Средний Каспий)	НУ	0,09	1,8	0,08	1,6	0,04	0,8
		0,41	8	0,18	4	0,06	1,2
	Фенолы	0,003	3	0,003	3	0,003	3
		0,005	5	0,007	7	0,004	4
	Азот аммонийный	85,5	< 0,5	54,9	< 0,5	64,6	< 0,5
		170,7	< 0,5	169,1	< 0,5	112,1	< 0,5
	Азот общий	535,3		398		480	
		1256		526		731	
	Фосфор общий	22,2		24,3		20,5	
		100,9		48,7		49,0	
Кислород	10,29		9,85		10,75		
	5,20	< 1,0	5,83	< 1,0	8,99		
Дербент (Средний Каспий)	НУ	0,13	2,6	0,08	1,6	0,06	1,2
		0,41	8	0,16	4	0,10	2,0
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,003	3
		0,007	7	0,004	4	0,004	4
	Азот аммонийный	80,4	< 0,5	47,2	< 0,5	80,4	< 0,5
		153,0	< 0,5	150,2	< 0,5	113,6	< 0,5
	Азот общий	494		442		435	
		964		680		690	
	Фосфор общий	13,4		22,6		24,0	
		47,2		46,2		60,8	
Кислород	8,88		8,99		11,33		
	5,39	< 1,0	6,23		8,83		
Взморье р. Самур (Южный Каспий)	НУ	0,06	1,2	0,07	1,4	0,04	0,8
		0,19	4	0,19	4	0,10	2,0
	Фенолы	0,002	2	0,003	3	0,003	3
		0,004	4	0,004	4	0,004	4
Азот аммонийный	77	< 0,5	45,4	< 0,5	64,3	< 0,5	
	126,2	< 0,5	96,1	< 0,5	121,1	< 0,5	

Таблица 20 (продолжение).

Район	Ингредиенты	2004 г.		2005 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Взморье р. Самур (Южный Каспий)	Азот общий Фосфор общий Кислород	565		547		425	
		610		961		610	
		15,9		16,5		20,6	
		25,6		22,5		49,0	
		9,51		9,47		10,44	
		7,76		7,12		8,73	

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ), фенолов и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; аммонийного азота, общего азота и общего фосфора — в мкг/л.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.

3. Значения ПДК от 0,5 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20).

Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение средней и максимальной концентрации фенолов в морской воде. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 36 до 133 мкг/л, составив в среднем 89 мкг/л. По сравнению с 2005 г. содержание аммонийного азота в воде повысилось, а по сравнению с 2004 г. средняя концентрация аммонийного азота практически не изменилась, а максимальные значения снизились практически в два раза. Напротив, для концентрации общего азота в воде отмечено снижение среднего значения. Во все сезоны года на взморье отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 8,4–14,6 мг/л, составив в среднем 11,1 мг/л. Это выше, чем в 2004–2005 гг. Значение индекса ИЗВ составило 1,49, что характеризует их как «загрязненные» (IV класс). По сравнению с предыдущими годами, когда они оценивались как «грязные» (V класс), качество вод улучшилось (табл. 21).

Взморье р. Сулак. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от нуля до 0,08 мг/л (1,6 ПДК). В среднем она составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК). По сравнению с 2005 г. отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20). Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с 2005 г. средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько снизилась. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 30 до 163 мкг/л, составив в среднем 83 мкг/л. По сравнению с 2005 г. отмечено возрастание средней концентрации аммонийного азота и снижение максимальных его значений в воде. Особенно снизилась максимальная концентрация аммонийного азота по сравнению с 2004 г. (табл. 20). Средняя концентрация общего азота и общего фосфора осталась практически неизменной.

Во все сезоны года на устьевом взморье р. Сулак отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 8,8–15,8 мг/л, составив в среднем 10,7 мг/л. Значение индекса ИЗВ составило 1,39. Как и в 2004–2005 гг. воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс), качество вод в целом не изменилось (табл. 21).

Махачкала. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,01 до 0,12 мг/л (0,2–2,4 ПДК). В среднем она составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК). По сравнению с 2004 г. отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20).

Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с предыдущим годом средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько снизилась и показатели по содержанию фенолов в воде приблизились к 2004 г. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 29 до 134 мкг/л, составив в среднем 65 мкг/л. По сравнению с 2005 г. отмечено слабое возрастание средней концентрации аммонийного азота в воде. За весь период исследования превышение ПДК по аммонийному азоту было отмечено лишь в 2004 г. Средняя концентрация общего азота и общего фосфора осталась практически неизменной.

Во все сезоны года в данном районе отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 7,6–14,3 мг/л, составив в среднем 11,3 мг/л, что выше, чем в предыдущие годы.

Значение индекса ИЗВ составило 1,47. Как и в 2004–2005 гг. воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс), качество вод в целом не изменилось (табл. 21).

Каспийск. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,01 до 0,05 мг/л (0,2–1,0 ПДК). В среднем она составила 0,03 мг/л (0,6 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено существенное снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20). Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,004 мг/л (4 ПДК). По сравнению с предыдущими годами средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько снизилась.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 19 до 111 мкг/л, составив в среднем 56 мкг/л. По сравнению с 2004–2005 гг. отмечено снижение средней концентрации аммонийного азота в воде. Средняя концентрация общего азота и общего фосфора также несколько снизилась. В исследуемом районе отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 7,6–12,5 мг/л, составив в среднем 10,4 мг/л, что выше, чем в прошлые годы.

Значение индекса ИЗВ составило 1,33 и характеризуются как «загрязнённые» (IV класс), качество вод в целом не изменилось (табл. 21).

Избербаш. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,01 до 0,06 мг/л (0,2–1,2 ПДК). В среднем она составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено существенное снижение средней (в два раза) и максимальной (в шесть раз) концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20).

Таблица 21. Оценка качества морских вод Дагестанского взморья по ИЗВ в 2002–2007 гг.

Район	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.	
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс
Лопатин	1,58	IV	1,24	III	1,13	III	1,22	III
Взморье р. Терек	1,57	IV	1,84	V	1,49	IV	1,48	IV
Взморье р. Сулак	1,11	III	1 4 3	IV	1,39	IV	1,17	III
Махачкала	1,15	III	1,57	IV	1,47	IV	1,29	IV
Каспийск	1,53	IV	1,55	IV	1,33	IV	1,26	IV
Избербаш	1,40	IV	1,34	IV	1,13	III	1,26	IV
Дербент	1,87	V	1,35	IV	1,23	III	1,56	IV
Взморье р. Самур	1,01	III	1,29	IV	1,13	III	1,21	III
	Среднее содержание ЗВ (в ПДК)							
Лопатин	Фенолы — 3 НУ — 1,0							
Взморье р. Терек	Фенолы — 4; НУ — 1,2							
Взморье р. Сулак	Фенолы — 4							
Махачкала	Фенолы — 4; НУ — 1,2							
Каспийск	Фенолы — 4							
Избербаш	Фенолы — 3							
Дербент	Фенолы — 3; НУ — 1,2							
Взморье р. Самур	Фенолы — 3							

Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,004 мг/л (4 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущими годами средняя концентрация не изменилась, а максимальная несколько снизилась.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах была ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 22 до 112 мкг/л, составив в среднем 65 мкг/л. По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение максимальных значений концентрации аммонийного азота в воде. Средняя концентрация общего азота по сравнению с 2005 г. повысилась и приблизилась по значению к 2004 г., а максимальные концентрации общего фосфора в воде исследованного района, наоборот, снизилась в 2 раза. В дан-

ном районе отмечалась хорошая аэрация вод. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 9,0–12,3 мг/л, составив в среднем 10,8 мг/л. Значение индекса ИЗВ составило 1,13. В 2006 г. воды района характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс). По сравнению с 2004–2005 гг., когда воды оценивались как «загрязнённые» (IV класс), качество вод улучшилось (табл. 21).

Дербент. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,01 до 0,10 мг/л (0,2–2,0 ПДК). В среднем она составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20). Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,004 мг/л (4 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с 2004–2005 гг. уровень загрязнения морских вод фенолами в данном районе не изменился.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Средняя концентрация общего азота и общего фосфора осталась практически неизменной. В 2007 г. были отмечены случаи значительного увеличения концентраций общего фосфора до 49,0 мг/л.

Также, как и в других исследованных районах в данном районе отмечалась хорошая кислородный режим. Значение индекса ИЗВ составило 1,23. В 2007 г. воды района характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс). По сравнению с 2005 г., когда воды оценивались как «загрязнённые» (IV класс), качество вод улучшилось (табл. 21).

Взморье р. Самур. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от нуля до 0,10 мг/л (2,0 ПДК). В среднем она составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК). По сравнению с предыдущими годами отмечено существенное снижение средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в морской воде (табл. 20).

Максимальная концентрация фенолов в воде составила 0,004 мг/л (4 ПДК), минимальная — 0,001 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов в воде была равна 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом уровень загрязнения морских вод фенолами в данном районе не изменился.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже ПДК. Она изменялась в пределах от 13 до 121 мкг/л, составив в среднем 64 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом отмечено повышение средней концентрации аммонийного азота в воде. Средняя концентрация общего азота снизилась, а общего фосфора повысилась.

Во все сезоны года в данном районе отмечалась хорошая аэрация вод, в том числе в придонном слое. Содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 8,7–12,1 мг/л, составив в среднем 10,4 мг/л. Это выше, чем в прошлом году. Значение индекса ИЗВ составило 1,13. В 2006 г. воды района характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс). По сравнению с предыдущим годом, когда воды оценивались как «загрязнённые» (IV класс), качество вод улучшилось.

Таким образом, в 2007 г. состояние загрязнённости морских вод в районах проведения мониторинга можно охарактеризовать как типичное. В открытой части моря, в северных (Лопатин) и южных (Избербаш, Дербент, Самур) районах Дагестанского взморья морские воды можно оценить как «умеренно загрязнённые». В районах, подверженных влиянию речного стока (взморья р. Терек и р. Сулак) и сбросов городских сточных вод (гг. Махачкала и Каспийск), морские воды оцениваются как «загрязнённые». По сравнению с предыдущими годами отмечено улучшение качества вод на

взморье р. Терек и в южной части Дагестанского взморья. Можно предполагать, что первое обусловлено уменьшением поступления загрязняющих веществ со стоком р. Терек, а второе — улучшением водообмена между открытой частью моря и прибрежной акваторией.

В 2007 г. наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского побережья Каспия в рамках программы ГСН проводились в тех же прибрежных районах Дагестана (Лопатин, Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент, устьевые взморья р. Терек, р. Сулак и р. Самур).

В 2007 г. концентрация нефтяных углеводородов (НУ) в прибрежных водах Дагестана изменялась в пределах от нуля до 0,08 мг/л (1,6 ПДК). Максимальное значение, зарегистрированное в районах Махачкалы и Дербента и на взморье р. Терек, по-видимому, обусловлено сбросами неочищенных сточных вод и повышенным загрязнением поступающих в море речных вод. Средняя концентрация НУ в воде, превышающая ПДК, зарегистрирована только в двух районах — Махачкала и Дербент (табл. 22). Ниже ПДК она также была только в двух районах — на взморьях р. Сулак и р. Самур, в бассейнах которых нет крупных населенных пунктов и промышленных предприятий.

В 2007 г. концентрация фенолов в прибрежных водах Дагестана изменялась в пределах от нуля до 0,006 мг/л (6 ПДК). Максимальное значение, зарегистрированное в районе Избербаша и на взморье р. Терек, по-видимому, обусловлено сбросами неочищенных сточных вод и повышенным загрязнением поступающих в море речных вод. Наибольшее среднее значение, превышающее ПДК в 4 раза, зарегистрировано в двух районах — взморье р. Терек и Дербент (табл. 22).

Концентрация аммонийного азота в прибрежных водах Дагестана не превышала ПДК и изменялась в пределах от нуля до 190 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в прибрежных водах повышалась в направлении с юга на север, что указывает на поступление биогенных элементов в Средний Каспий с северо-каспийскими водами. Наименьшее среднее значение концентрации N-NH₄ в воде наблюдалось в открытой части моря.

Воды большинства районов, где в 2007 г. проводились наблюдения за загрязнением морских вод, по гидрохимическим показателям (ИЗВ) следует отнести к классу

Таблица 22. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в изучаемых районах в 2007 г.

Район моря	НУ, мг/л		Фенолы, мг/л		N-NH ₄ , мкг/л	
	Средн.	Макс.	Средн.	Макс.	Средн.	Макс.
Лопатин	0,05	0,07	0,003	0,004	116	190
Взморье р. Терек	0,05	0,08	0,004	0,006	122	185
Взморье р. Сулак	0,04	0,06	0,003	0,005	103	177
Махачкала	0,06	0,08	0,003	0,005	117	151
Каспийск	0,05	0,06	0,003	0,004	102	139
Избербаш	0,05	0,06	0,003	0,006	85	121
Дербент	0,06	0,08	0,004	0,005	94	121
Взморье р. Самур	0,04	0,05	0,003	0,003	102	125

«загрязненных». Только в районах, где загрязнение из наземных источников в силу ряда причин было относительно низким (Лопатин, взморья рр. Сулак и Самур, а также открытая часть моря), воды оценивались, как «умеренно загрязненные». По сравнению с предыдущим годом качество вод на взморье р. Сулак улучшилось, а в районе Избербаша, наоборот, ухудшилось.

Таким образом, анализируя представленные данные о пространственной изменчивости концентрации загрязняющих веществ в прибрежных районах Дагестанского участка Каспийского моря — от северных районов (Лопатин) к центральному (взморье р. Сулак) и далее к южному — взморье р. Самур (в пределах российского сектора недропользования) следует сказать, что в настоящее время она обусловлена неравномерным загрязнением моря из наземных источников. Многопрофильный характер и загрязнения, и использования прибрежных вод накладывает важную задачу, связанную с переносом загрязняющих веществ, что особенно важно учитывать при приоритетном освоении минеральных ресурсов шельфа. Ранее (1960-е и 70-е гг.) ДЦГМС проводил регулярные наблюдения за морскими течениями на рейде Махачкалы, Избербаша и Дербента. Намечаемое крупномасштабное освоение углеводородных ресурсов Каспия настоятельно требует реанимирования этих исследований.

ГЛАВА 3. Состояние дельтовых и морских сообществ некоторых районов Каспийского моря

3.1. Общая характеристика фитопланктонного сообщества

Фитопланктон — одна из наиболее значимых групп организмов водной биоты, являющаяся основным продуцентом органического вещества в морях и океанах. От его состава и количественных показателей зависит развитие других трофических уровней в водных экосистемах и их биологическая продуктивность. Развитие водорослей зависит от комплекса факторов, сочетание которых определяет состояние альгоценоза. Поэтому важное значение имеет наблюдение за основными гидрологическими и гидрохимическими характеристиками моря, на основе которых делается прогноз состояния экосистем Каспия.

Каспийское море, характеризующееся разнообразием гидрологических условий, отличается качественной бедностью альгофлоры, что объясняется неоднократной сменой гидрологических режимов, приведших к вымиранию многих видов, не приспособленных к новым условиям. Пополнение видового состава фитопланктона не происходило в связи с изолированностью водоема.

Изучению фитопланктона Среднего Каспия посвящено большое количество работ (Киселев, 1938; Усачев, 1947; Бабасев, 1967а, б, 1968, 1970а, б; Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968; Левшакова, 1972, 1985; Левшакова, Санина, 1973 и др.). Однако все они относятся к периоду низкого его уровня. Фитопланктон дагестанского побережья Каспия — важнейшего рыбопромыслового района, в новых экологических условиях практически не изучен (Гусейнова, Зайцев, 2008)

Видовой состав фитопланктона Каспийского моря отличается своей неустойчивостью и варьирует от 37 (1983), 62 (1976) до 101 (1981) вида (Каспийское море, 1985) и зависит от гидролого-гидрохимических предпосылок. Повышение объема весенне-летнего стока рек Волга, Терек, Сулак и распреснение западной части Среднего Каспия в 1980-е гг. привело к выпадению ряда морских видов и к сокращению количества вегетирующих водорослей.

Северный Каспий характеризуется высокой прозрачностью на большей части акватории. Именно этой оптической характеристикой мы определяем высокую величину первичной продукции (Абдурахманов и др., 2009) (табл. 23). Деструкция была очень малой по величине, поэтому биотический баланс был положительным.

Рассматриваемый участок отличается различной степенью обеспеченности биогенными веществами и уровнем продуцирования фитопланктона, что в свою очередь обусловило различия в пространственном распределении фитопигментов.

Содержание хлорофилла «а» в фотическом слое варьировало от 0,35 до 6,40 мкг/л, при среднем значении 1,39 мкг/л, и максимальных его концентрациях в районе прохождения западной волжской струи (ст. 3, 6, 7, 10, 13), обогащенной биогенными веществами, табл. 24).

Таблица 23. Первичная продукция (гС/м²сутки) и деструкция (гС/м²сутки)

Глубина, м	Прозрачность, м	Валовая первичная продукция, гС/м ² сутки	Деструкция, гС/м ² сутки	П/Д
6	0,9	0,04	0,02	2,0
18,0	4,2	0,94	1,37	0,69
29,0	11,0	5,15	0,08	64,4

Таблица 24. Содержание хлорофилла и фитопигментов в фотическом слое воды (0–25 м), мкг/л

«а»	«b»	«с»	феофетин	каротиноиды
Колебания				
0,35–6,40	0,15–1,11	0,14–1,70	0,70–7,20	0,90–8,40
Среднее				
1,39	0,54	0,82	1,91	2,49

Пониженные концентрации хлорофилла «а» отмечены на участках, расположенных в приглубой зоне Северного Каспия и в восточной части рассматриваемой акватории. Вертикальное распределение в большой степени было обусловлено температурной стратификацией, при этом более высокое содержание хлорофилла «а» характерно для слоя, расположенного над термоклином, с некоторым уменьшением на его нижней границе. На участках с развитой гомотермией вертикальное распределение характеризовалось относительно равномерными величинами (ст. 1, 2, 4, 3, 6, 7).

Содержание хлорофилла «b» в верхнем 25 м слое воды изменялось от 0,15 до 1,11 мкг/л, при средней концентрации 0,54 мкг/л. Пространственное его распределение на участке было относительно однородным. Распределение в эвфотическом слое отличалось несколько повышенными величинами в слое, расположенном над термоклином (0–10 м); на акваториях с формированием гомотермии вертикальные различия были сглажены.

Концентрации хлорофилла «с» в фотическом слое находились в интервале 0,14–1,70 мкг/л, при среднем значении 0,82 мкг/л. Повышенное содержание отмечено на акватории восточнее п-ова Аграханский (ст. 3, 4, 7, 10), т.е. в зоне переноса вод западной волжской струей. На остальной части формировались сравнительно однородные концентрации хлорофилла «с». Вертикальное распределение определилось наличием термоклина, вследствие чего повышенные концентрации наблюдались в верхнем подповерхностном 10-метровом слое, с некоторым снижением на горизонте 25 м.

Значения феофетина в фотическом слое колебались от 0,70 до 7,20 мкг/л, при средней величине 1,91 мкг/л. В целом, концентрации феофетина соответствовали величинам хлорофилла «а», свидетельствуя о сравнительно высоком уровне продукционно-деструкционных процессов. Наибольшие величины феофетина отмечены в западной части рассматриваемой акватории (ст. 3, 4, 7, 10, 13), на остальной ее части концент-

рации заметно уменьшались. Вертикальное распределение феофетина в целом было обусловлено развитием слоя температурного скачка.

Величины каротиноидов изменялись от 0,90 до 8,40 мкг/л, составив в среднем 2,49 мкг/л, что значительно выше, чем концентрации зеленых фитопигментов и свидетельствует о старении популяции фитопланктона. Пространственное распределение соответствовало распределению хлорофилла «а»: наибольшие величины наблюдались у дагестанского побережья (ст. 3, 4, 7, 10, 13), с уменьшением концентраций в восточном направлении.

В целом, можно отметить, что повышенные концентрации фитопигментов формировались преимущественно — в зоне прохождения волжской струи, обогащенной биогенными веществами; в этом же районе наблюдалось преобладание в количественном содержании фитопигментов хлорофилла «а» — 50–75% от Σabc, что предполагает преобладание сине-зеленых водорослей; диатомовый фитопланктон доминировал в юго-восточной части центрального района Среднего Каспия, где доленое содержание хлорофилла «с» достигало 40–50%. Вертикальное распределение фитопигментов характеризовалось повышенными величинами в верхнем 10-метровом слое. В целом, рассматриваемая акватория отличалась сравнительно высоким, уровнем продуцирования в районе прохождения западной волжской струи; сопоставимым с таковым в приглубой зоне Северного Каспия. Остальные участки характеризовались невысоким уровнем фотосинтеза, характерным для средней части Каспийского моря.

Станции расположенные в северной части в зоне прохождения западной волжской струи, имели пониженную интенсивность фотосинтеза (0,66–0,88), что по-видимому, связано с повышенным токсическим фоном этих вод. Остальные станции, расположенные восточнее этой струи и значительно южнее, т.е. в зоне более высоких температур воды характеризовались высоким уровнем фотосинтезом (2,2–2,5), превышающим среднюю величину валовой первичной продукцией, примерно в 1,5 раза.

В целом можно оценить уровень формирования органического вещества фитопланктона как достаточно высокий, близкий северокаспийскому.

Проведенные исследования показывают, что наиболее продуктивна была северо-западная часть исследуемой акватории (граница Северного и Среднего Каспия), что связано с адвекцией с волжским стоком биогенных элементов, которые способствуют обеспечению фитопланктона минеральным питанием.

Сезонные изменения фотосинтетической продукции были изучены на примере наиболее продуктивных станций исследуемого района, расположенных в северо-западной части акватории (граница Северного и Среднего Каспия; ст. 1–3) (рис. 10).

Из сопоставления сезонных изменений фотосинтетической продукции с сезонной динамикой численности фитопланктона следует, что наибольший вклад в первичную продукцию, вносят мелкие водоросли, составляющие основу кормовой базы зоопланктона. Этот вывод в свою очередь приводит к заключению, что при увеличении объема речного стока, способствующего развитию мелкоклеточных водорослей, возрастает поток энергии через пастбищную цепь северокаспийской экосистемы, а при уменьшении стока активизируется детритная пищевая цепь, первым звеном которой является не потребляемая фитофагами крупноклеточная ризосоления. Однако механизм, переключающий потоки энергии с одной цепи на другую, остается неизвестным, им может быть изменения солености или содержания и соотношения биогенных элементов.

Интересно, что концентрация фотосинтетических пигментов в морской воде оказалась наибольшей как раз в осенний период, когда в фитопланктоне доминировала

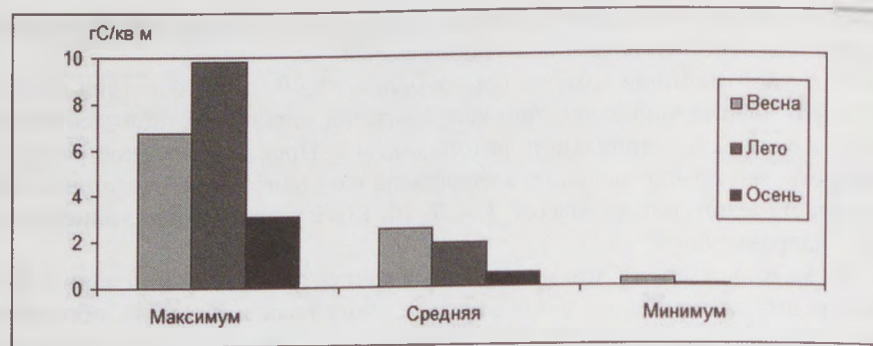


Рис.10. Продукция фитопланктона (г С/м²).

Rhizosolenia calcar-avis. Весной и осенью концентрация фотосинтетических пигментов была в несколько раз ниже, чем осенью (табл. 25). Из того, что продукция фитопланктона от весны к осени, наоборот, снижалась, следует, что фотосинтетический аппарат мелкоклеточных водорослей, преобладающих по численности в весене-летний период, действует более эффективно, чем у доминирующей осенью ризосолении.

Таблица 25. Концентрация фотосинтетических пигментов в морской воде

Показатель	весна	лето	осень
Хлорофилл "а", мкг/л	0,16	0,28	1,40
Хлорофилл "б", мкг/л	0,10	0,11	0,20
Хлорофилл "с", мкг/л	0,15	0,27	0,41
Феофитин", мкг/л	0,93	0,22	1,95
Каротиноиды", мкг/л	0,86	0,33	1,47

В основе формирования пространственной неоднородности распределения первичной продукции фитопланктона лежат прежде всего динамические процессы, определяющие распределение полей температуры воды, биогенных веществ. В этом районе процессы формирования полей температуры воды и биогенов носят сложный характер, поскольку в нем взаимодействуют разнородные водные массы, поступающие из северной и средней частей моря. Кроме того, в этом районе прослеживается прохождение микромасштабных вихревых образований, также оказывающих решающее значение на тепло-, солеперенос и динамику биогенных веществ и формирование процесса фотосинтеза. Известно, что в зонах с разнородными водными массами и вихревыми образованиями продуктивность более высокая, чем в менее контрастных по физическим и химическим свойствам районах.

В летний период решающее значение на величине фотосинтеза сказывается адвекция биогенных веществ с речными водами, поступающими, в основном, в западную и северную части исследуемого района.

Осенью и весной температурный режим является определяющим для формирования фотосинтеза. Наиболее высокие его значения приходятся на часть, занятую более теплыми в этот период среднекаспийскими водами.

В переходные сезоны года для полей фитопигментов и фотосинтеза общей закономерностью является увеличение их величин с запада на восток. В летний период наибольшая интенсивность фотосинтеза прослеживается в западной части, формируемая под действием адвекции с севера биогенных веществ волжского происхождения.

3.2. Особенности фитопланктонного сообщества Центрально-Каспийского участка Средней части Каспийского моря

Фитопланктон на Центрально-Каспийском участке летом 2006 г. был представлен 117 видами, разновидностями и формами водорослей, из них диатомовых — 43, синезеленых — 33, пиррофитовых — 19, зеленых — 17, эвгленовых — 6 (табл. 26). В экологическом отношении наибольшее разнообразие наблюдалось в пресноводном комплексе (33% общего числа видов). Среди них встречались все группы фитопланктона, но наиболее разнообразными были представлены зеленые и синезеленые водоросли.

Таблица 26. Количество видов фитопланктона по отделам и экологическим группам на участке «Центрально-Каспийский» летом 2007 г.

Группы водорослей	Число видов	Экологические группы				
		Пресноводные	Солоноватоводно-пресноводные	Солоноватоводные	Морские	Прочие
Синезеленые	33	10	15	4	—	4
Диатомовые	43	8	11	8	12	4
Пиррофитовые	19	1	2	5	10	1
Эвгленовые	5	5	—	—	—	—
Зеленые	17	15	2	—	—	—
Всего:	117	39	30	17	22	9

Солоноватоводно-пресноводный комплекс по значимости в общем, составе фитопланктона занимал второе место (26%). Основу группы в равной степени составляли синезеленые и диатомовые. Пиррофитовые и зеленые представлены наименьшим числом видов. На долю морских и солоноватоводных водорослей, соответственно, приходилось 19 и 14%. Этот комплекс формировали диатомовые и пиррофитовые водоросли.

Средняя численность клеток на исследуемом участке в эвфотическом 0–25-метровом слое составляла 30,0 млн. экз./м³, средняя биомасса — 104,8 мг/м³ (табл. 27). Наиболее благоприятные условия для развития практически всех групп фитопланктона сложились в слое 10–25 м. Главенствующее положение по числу растительных клеток занимали синезеленые водоросли (21,4 млн. экз./м³), по массе — диатомовые (59,88 мг/м³). Среди синезеленых в значительном количестве развивались виды рода *Oscillatoria* и мелкоклеточная водоросль *Merismopedia punctata*.

Биомассу фитопланктона формировали морские диатомовые виды *Actinocyclus ehrenbergii* и *Rhizosolenia calcar-avis*. Также высокой численностью клеток в этом слое выделялись *Cyclotella meneghiniana*, *Melosira granulata* и *Nitzschia acicularis* (табл.

27). В группе зеленых численно преобладали виды родов *Ankistrodesmus*, *Binuclearia*, *Mougeotia*, по массе — выделялись *Scenedesmus quadricauda* и *Dictyosphaerium pulchellum*.

Условия для развития пиропитовых и эвгленовых водорослей на участке были благоприятными, хотя количественные показатели их были низкие. Из пиропитовых по численности выделялась *Exuviaella cordata*, по биомассе — *Prorocentrum scutellum*; из эвгленовых — *Trachelomonas verrucosa* и *Euglena acus*. Плотное скопление клеток с биомассой 1,2 г/м³ наблюдалось в северной части участка, на станции расположенной в районе Большой Жемчужной банки (граница Северного и Среднего Каспия). На большей части исследуемых станций концентрации фитопланктона были более разреженными. Масса водорослей изменялась от 21 до 251 мг/м³. Самый низкий показатель биомассы растительных клеток (9 мг/м³) отмечен на станции 2.

Таблица 27. Вертикальное распределение количественных показателей фитопланктона на участке «Центрально-Каспийский» летом 2007 г.

Горизонты	Группы водорослей					Всего
	Сине-зеленые	Диатомовые	Пиропитовые	Эвгленовые	Зеленые	
	Численность, млн. экз./м ³					
Поверхность	7,6	1,5	2,4	0,1	4,6	16,2
0–10	8,6	1,9	2,1	0,1	5,5	18,3
10–25	21,4	2,8	2,4	0,1	10,5	37,2
0–25	16,3	2,5	2,3	0,1	8,8	30,0
	Биомасса, мг м ³					
Поверхность	7,79	24,75	19,80	0,28	1,90	54,52
0–10	8,31	37,40	17,81	0,55	6,88	70,96
10–25	16,05	59,88	17,92	0,75	33,12	127,72
0–25	13,08	50,98	18,04	0,68	22,02	104,80

Особенности фитопланктона в весенний период. Температура воды колебалась в диапазоне 16,0–19,5 °С, наибольший вклад в биомассу вносили диатомовые (74,4%), численно преобладали сине-зеленые (59,9%).

Особенности фитопланктона в летний период. Сборы проводились при температуре поверхностного слоя воды 23–28 °С, где преобладали диатомовые и сине-зеленые водоросли. Наблюдались высокие значения биомассы и численности фитопланктона. Основной вклад в формирование биомассы принадлежал диатомовому комплексу, среднее значение биомассы которого составляло 1343,20 мг/м³, что соответствует 60,5%.

Особенности фитопланктона в осенний период. По сравнению с июнем, в сентябре показатели биомассы диатомей выросли в 2,5 раза, численности в 5,6 раз. Диатомовый комплекс составляли *Rhizosolenia fragilissima*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Coscinodiscus radiatus*, *C. granii*, *Cerataulina pelagica*, *Nitzschia reversa*, *N. tenuirostris*, *N. acicularis* и др. Вдоль побережья вегетировала *Thalassionema nitzschioides*. *Cyclotella caspia* встречалась в больших количествах лишь на северных разрезах. По литературным данным безусловным круглогодичным доминантом прошлых лет являлась *Pseudosolenia calcar-avis*. В период наших наблюдений она вегетировала лишь в Северной зоне акватории в небольших количествах. В остальной части исследуемой акватории она совсем выпала из планктона. Доминировала другая диатомея — *Rhizosolenia fragilissima*. Большое значение в сентябрьском планктоне имели сине-зеленые. Их вклад в биомассу составлял 20,1%, против 7,1% в июне. Биомасса теплолюбивых динофитовых увеличилась в 2,4 раза и составляла 17,4% от общей биомассы. Динофитовый комплекс составляли: *Prorocentrum cordata*, *Pr. micans*, *Pr. scutellum*, *Goniaulax polyedra*, *G. spinifera*, *G. digitale* и др. Среди динофитовых доминировала *Prorocentrum cordatum*.

Биомасса зеленых также выросла в 7,3 раза и составляла 0,3% от общей биомассы, против 0,1% в июне. В количественном отношении в планктоне продолжали доминировать сине-зеленые, которые так же, как и в июне, составляли 59% от общей численности. Однако их абсолютное количественное значение выросло по сравнению с июнем в 5,5 раз. В этот период возрастает и таксономическое разнообразие сине-зеленых водорослей. Цианобактерный комплекс составлял 61% от общей биомассы. Безусловным доминантом являлась *Oscillatoria* sp., вегетировавшая в больших количествах по всей исследуемой акватории. Сине-зеленая *Scenedesmus quadricauda* в небольших количествах вегетировала на всех восьми разрезах, что говорит о распределении вод дельтостанского побережья Каспия. Нами также наблюдалось увеличение вегетации теплолюбивых динофитовых, количество которых в планктоне было в три раза больше, чем в июне. Количество зеленых практически не изменилось.

Таким образом, состав и продуктивность фитопланктона в исследованной экосистеме Каспийского моря находится в динамическом состоянии и зависит от направления изменения водного режима. В настоящее время в нем происходят изменения в флористическом составе и смена (сукцессия) размерных групп (Гусейнова, 2009). В исследуемой акватории сложились благоприятные условия для развития мелкоклеточного фитопланктона. Это связано, прежде всего с выносом сюда в больших количествах биогенных элементов водами кавказских рек (Терек, Сулак, Самур).

Доминировавшая во все годы *Pseudosolenia calcar-avis* была вытеснена мелкоклеточными формами (*Rhizosolenia fragilissima*, водоросли рода *Coscinodiscus*, *Prorocentrum*, *Oscillatoria*), обладающими малыми размерами, но большей площадью поверхности, что привело к насыщению и перенасыщению вод кислородом. Наблюдалось увеличение роли сине-зеленых водорослей.

Закономерности развития фитопланктона по всем районам моря было неодинаковым и определялось соленостью, притоком биогенных элементов, температурой. Данные количественного учета являются существенной характеристикой продуктивности фитопланктона.

С увеличением солености наблюдалось обеднение видового состава, уменьшение значений численности и биомассы фитопланктона, что связано с ухудшением условий развития доминанта «прошлых лет» *Pseudosolenia calcar-avis*.

Таким образом сезонные изменения в фитопланктоне являлись отражением термического режима моря. Наибольшее таксономическое разнообразие, а также показатели численности и биомассы наблюдались в летний период. В сезонной динамике произошло изменение соотношения основных таксонов. Весной наибольший вклад в биомассу вносили диатомовые (доминант *Pseudosolenia calcar-avis*) — 74,4%; в численном соотношении доминировали сине-зеленые (доминант *Oscillatoria* sp.) — 59,9%. В летнем планктоне наблюдалось возрастание роли сине-зеленых. Их вклад в биомассу возрос с 7,1 до 20,1%. Лидировали диатомовые (доминант *Rhizosolenia fragilissima*). В летнем планктоне продолжали лидировать диатомовые (доминант *Rh. fragilissima*). Их вклад в биомассу составлял 76%, в численность — 52%. Сине-зеленые играли второстепенную роль и составляли 13,9% от общей биомассы и 43% от общей численности. В этом районе большое развитие получила *Thalassionema nitzschioides*.

Вертикальное распределение фитопланктона связано с распределением прозрачности. Глубина прозрачности воды колебалась от 0,8 до 10,5 м. Мутность, в основном, создавалась за счет минеральных взвесей, вносимых речным стоком, и мощными скоплениями мнемииопсиса, и снижалась с мелководья в глубоководные зоны. Северная зона акватории, вследствие мелководности, высокой гидродинамической активности водных масс, отличалась повышенной мутностью. Поэтому фитопланктон здесь был сосредоточен, в основном, на поверхностном горизонте. В остальной части акватории выявлялась вертикальная закономерность распределения микроводорослей. Наиболее богат верхний фотосинтезирующий слой. Уменьшение биомассы наблюдалось ниже горизонта 10 м, а также в поверхностных слоях над большими глубинами. Кроме того, фитопланктон прибрежных районов моря богаче, благодаря притоку биогенных элементов вносимых реками, а также эвтрофикации прибрежной зоны.

Таким образом, в результате изменения водного режима в исследуемый период сложились благоприятные для жизни водных организмов и фитопланктона, в частности, условия, что способствует повышению биологической продуктивности Каспия. Данные о распределении, сезонной динамике биомассы и таксономического состава фитопланктона позволяют оценить происходящие в нем сезонные и пространственные изменения как сложные и авторегулирующие процессы в разных зонах побережья акватории, несмотря на динамичность сочетания естественных и антропогенных факторов.

Наблюдается смена биоты акватории, сопровождающаяся изменением в составе, численности и продуктивности экосистемы. Происходит смена лидирующих форм фитопланктона при сохранении некоторой его общности в исследуемых зонах акватории. Специфика организации фитопланктона в разных зонах акватории оказывает влияние на состав и продуктивность экосистем, что имеет значение для поддержания их равновесия.

Индекс сапробности вод на участке равен 1,81 (b-мезосапробная зона), что характеризует воды, как умеренно загрязненные.

3.3. Особенности фитопланктонного сообщества Дагестанского побережья Каспийского моря

В фитопланктоне дагестанского побережья Каспия обнаружены 71 вид, форма и разновидность микроводорослей, т.е. значительно меньше, чем в целом на Центральном Каспийском участке.

Фитопланктон представлен пятью отделами: диатомовые — 30 видов относящихся к 15 родам, 11 семействам, 5 порядкам, 2 классам (42%); динофитовые — 18 видов

относящихся к 8 родам, 4 семействам, 3 порядкам, 1 классу (26%); сине-зеленые — 16 видов относящихся к 10 родам, 7 семействам, 3 порядкам, 2 классам (23%); зеленые — 6 видов относящихся к 5 родам, 3 семействам, 3 порядкам, 1 классу (9%) и один вид криптофитовых водорослей. Как видно из данных приведенных в табл. 28, преобладающими по числу видов являются диатомовые. Достаточно высокое видовое разнообразие установлено также для динофитовых и сине-зеленых водорослей. Зеленые и криптофитовые в фитопланктоне дагестанского побережья Каспия играют незначительную роль.

Таблица 28. Таксономическая структура фитопланктонного сообщества дагестанского побережья Каспия

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	%
Bacillariophyta	2	5	11	15	30	42
Dinophyta	1	3	4	8	18	26
Cyanophyta	2	3	7	10	16	23
Chlorophyta	1	3	3	5	6	9
Cryptophyta	1	1	1	1	1	

На примере Дагестанского побережья Каспийского моря нами сделан анализ особенностей распределения фитопланктона в зависимости от широтного расположения и сезона года.

Распределение, численность и биомасса фитопланктона. Распределение микроводорослей в акватории носило неравномерный характер и определялось соленостью, температурой, притоком биогенных элементов, пространственная гетерогенность которых создает своеобразные экологические условия для развития фитопланктона в различных частях исследуемой акватории и определяет таксономический состав, уровень продуцирования и динамику фитопланктонного сообщества. По этим показателям дагестанский район Каспия можно условно разделить на три зоны:

- Северная зона (разрез I, Суюткина коса – граница Северного и Среднего Каспия);
- Центральная зона (разрезы II–IV, г. Махачкала – г. Избербаш – Средний Каспий);
- Южная зона (разрезы V–VII, далее до устья р. Самур – граница Среднего и Южного Каспия).

Весенний период.

Северная зона. Наибольшее таксономическое разнообразие, максимальные величины биомассы и численности фитопланктона отмечены в Северной зоне дагестанского побережья Каспия. Эта зона отличалась низкой и постоянно колеблющейся соленостью (8–11‰), малыми глубинами (6–30 м), большим притоком биогенных веществ, вносимых водами Волги, Терека и Сулака. Фитопланктон Северного района акватории наиболее богат. В нем обитают виды, характерные для Северного Каспия и не наблюдаемые в других районах (*Aphanizomenon flos-aguae*, *Anabaenopsis tanganyikae*, *Coscinodiscus lacustris*, *Actinocyclus ehrenbergi* и др.). Основная роль в формировании биомассы принадлежала водорослям отдела *Bacillariophyta* (85,8%). Вклад других таксонов был несоизмеримо меньше: *Cyanophyta* — 9,3%, *Dinophyta* — 5,7%, *Chlorophyta* — 0,1%. Наибольшие показатели численности образовывали *Cyanophyta* — 59,3%. Диатомовые занимали второе место — 24,1%. Динафитовые и зеленые составляли 11 и 5,4% соответственно.

В экологическом смысле это хорогалинная зона, которая характеризуется смешением представителей разных экологических групп. Для нее характерно присутствие как типичных для Каспия морских (*Coscinodiscus radiatus*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Goniaulax spinifera*, *Prorocentrum micans*, и др.) и солоноватоводных видов (*Prorocentrum cordata*, *Thalassiosira caspica*), так и генетически пресноводных видов (*Coscinodiscus lacustris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Merismopedia punctata*, *Microcystis* sp. и др.). В планктоне данного ареала доминировала диатомея аутакклиматизант *Pseudosolenia calcar-avis*. Виды весеннего фитокомплекса — диатомовые *Pseudosolenia calcar-avis*, *Cyclotella caspia*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus radiatus*, которые преобладали в альгоценозе данного района, вносили основной вклад в формирование биомассы. На станции 6, например, их биомасса достигала 15 541,67 мг/м³. При анализе состава фитопланктона в местах наивысших концентраций выявлено, что они обусловлены развитием *Pseudosolenia calcar-avis*. Ее биомасса на отдельных станциях достигала 15 282,18 мг/м³ при численности 201 млн. экз./м³. Наблюдалось обильное развитие *Cyclotella caspia*, характерное для поздневесеннего комплекса, при численности 27 млн. экз. м³ ее биомасса не превышала 8,70 мг м³. Одновременно начинает формироваться летний фитопланктон. Водоросли семейства *Chaetoceros*, характерные для раневесеннего комплекса, полностью отсутствовали в планктоне. Из зеленых водорослей присутствовали виды, характерные для летнего альгоценоза — *Planctonema lauterbornii* и *Scenedesmus quadricauda*. Теплолюбивые динофитовые были представлены водорослями рода *Prorocentrum*, *Goniaulax*, *Glenodinium*, однако значения их биомассы в это время не превышали 89,10 мг м³. Доминировала среди динофитовых *Prorocentrum cordata*. Наиболее многочисленны в этом ареале были *Cyanophyta* (59,3%). Доминировала *Oscillatoria* sp. Наибольшее ее количество обнаружено на станции 10 (численность составила 570 млн. экз./м³, биомасса — 2 380,30 мг/м³).

Разрез 1 (Суюткина коса). Распределение биомассы микроводорослей крайне неравномерное, что характерно для начальной стадии интенсивного развития альгоценоза. Минимум биомассы отмечен на станции 2 (543,3 мг м³), максимум на станции 1 (1 628,41 мг/м³). Основной вклад в биомассу принадлежал диатомовому комплексу, который составлял на станциях от 82 до 98% от общей биомассы. Доминировала *Pseudosolenia calcar-avis*. Большой вклад в биомассу вносили крупные водоросли *Coscinodiscus jonesianus*, *C. radiatus*, *Actinocyclus ehrenbergii*. Вклад в биомассу других таксонов был намного меньше. Сине-зеленые составляли от 0,4 до 3,4%. Их биомасса уменьшалась по направлению к открытой части моря. Теплолюбивые динофитовые и зеленые также значительных биомасс в этом районе не образовывали.

Центральная зона. С продвижением на юг, увеличением солености (11,3–12,6‰) и прогревом водной толщи, в Центральной зоне исследуемой акватории наблюдалось обеднение видового состава и уменьшение значений биомассы в 3,3 раза и численности на 89,9 млн. экз./м³ (табл. 29, 30). Многие сине-зеленые и зеленые угасали в своем развитии или совсем выпадали из планктона. Фитопланктон состоял из солоноватоводных и морских видов. Фитопланктон становился все более «летним». В этом ареале наблюдалось возрастание роли теплолюбивого динофитового комплекса, который составлял 39,9% от общей биомассы, что в 34,2 раза больше чем в Северной зоне дагестанского побережья. *Cyanophyta* и *Chlorophyta* составляли 10,3 и 0,1% соответственно. Тревожным сигналом является появление в планктоне исследуемой акватории *Cryptomonas ovata*, которая характерна для евтрофированных вод. В планктоне преобладали диатомовые водоросли (49,6%), большой вклад в биомассу которых вно-

Таблица 29. Распределение численности микроводорослей (млн. экз./м³) в акватории дагестанского побережья Каспия в 2007 г.

Типы	Зоны						Средняя	%
	Северная		Центральная		Южная			
	Числ.	%	Числ.	%	Числ.	%		
Июнь								
Суано-phyta	113,4	59,37	64,5	63,80	35,4	55,68	71,1	59,95
Bacillariophyta	46,0	24,14	13,3	13,14	8,0	12,37	22,4	18,88
Dino-phyta	21,1	11,07	21,7	21,57	20,1	31,56	21,0	17,71
Chloro-phyta	10,4	5,42	1,0	1,02	0,3	0,39	3,9	3,29
Crypto-phyta	0,0	0,00	0,5	0,47	0,0	0,00	0,2	0,17
Всего	190,9	100	101,0	100	63,8	100	118,6	100
Минимум	26,7	0,67	20,4	1,19	19,8	2,22		
Максимум	1850,4	46,14	223,6	13,00	97,9	17,65		
Сентябрь								
Суано-phyta	392,4	43,33	197,3	66,00	473,1	86,75	354,26	60,88
Bacillariophyta	469,3	51,82	67,9	23,06	32,9	6,02	190,03	32,80
Dino-phyta	35,5	3,92	28,8	9,76	38,8	7,11	34,36	5,92
Chloro-phyta	8,5	0,93	0,5	0,18	0,7	0,12	3,23	0,40
Всего	905,7	100	294,5	100	545,5	100	581,88	100
Минимум	348,4	6,41	121,5	2,43	177,9	2,18		
Максимум	2477,3	45,59	521,5	10,41	1343,8	16,43		

сли крупные водоросли морского происхождения (*Pseudosolenia calcar-avis*, *Rhizosolenia fragilissima* и водоросли рода *Coscinodiscus*). Обычная для летнего альгоценоза пресноводная зеленая *Planctonema lauterbornii* в незначительных количествах встречалась по всей акватории. Руководящая роль в количественном отношении в этом ареале принадлежала сине-зеленым водорослям. *Oscillatoria* sp. вегетировала в значительных количествах на станциях этой части акватории и составляла 63,8% от общей численности, что на 4,5% больше чем в Северной зоне. Второе место по численности занимали динофитовые (21,5%), что в 1,9 раз больше чем в предыдущем районе акватории. *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Cryptophyta* составляли 13,1; 1,0; 0,4% соответственно. Преобладание мелкоклеточных форм водорослей в Центральной зоне привело к значительному снижению общей биомассы (табл. 30).

Таблица 30. Распределение биомассы микроводорослей (мг/м³) в акватории дагестанского побережья Каспия в 2007 г.

Типы	Зоны						Средняя	%
	Северная		Центральная		Южная			
	Биом.	%	Биом.	%	Биом.	%		
Июнь								
Суанопхита	139,4	9,32	52,5	10,34	31,9	3,31	74,6	7,11
Василляриопхита	1438,5	84,84	252,0	49,66	654,0	67,76	781,5	74,44
Динофита	95,5	5,70	202,6	39,93	279,1	28,90	192,4	18,33
Хлорофита	2,4	0,14	0,2	0,05	0,3	0,03	0,96	0,09
Криптофита	0,0	0,00	0,1	0,02	0,0	0,00	0,03	0,03
Всего	1675,8	100	507,4	100	965,3	100	1049,5	100
Минимум	172,8	0,49	65,2	0,76	176,2	1,30		
Максимум	15541,8	44,16	2357,4	27,33	1222,6	16,97		
Сентябрь								
Суанопхита	628,5	13,94	242,7	25,23	523,3	43,96	468,8	21,10
Василляриопхита	3420,1	75,83	383,3	39,85	226,1	19,02	1343,2	60,44
Динофита	443,9	9,84	335,6	34,91	440,3	36,99	406,6	18,26
Хлорофита	17,7	0,39	0,1	0,01	0,4	0,03	6,1	0,20
Всего	4510,2	100	961,7	100	1190,1	100	2220,7	100
Минимум	2038,4	7,53	175,4	1,07	417,8	2,34		
Максимум	9615,9	35,53	3195,9	19,55	2758,7	15,45		

Разрез II (Махачкала). На этом разрезе наблюдалось уменьшение таксономического разнообразия и биомассы фитопланктона в 2 раза, за счет уменьшения численности крупных водорослей, главным образом диатомовых. Численность почти не изменилась, что объясняется обильной вегетацией сине-зеленых водорослей. Наибольшее таксономическое разнообразие наблюдалось на станции 13 (7 видов). Как и на предыдущих полигонах, горизонтальное распределение биомассы характеризовалось неравномерностью и изменялось в диапазоне 74,1–566,9 мг/м³. Основной вклад в формирование биомассы на станциях этого разреза принадлежал диатомовым (*Pseudosolenia calcar-avis*, видам рода *Coscinodiscus*) и сине-зеленым (*Oscillatoria* sp.). Динофитовые составляли 1,0–2,1%. Водоросли отдела *Chlorophyta* в планктоне не обнаружены. По численности на всех станциях этого разреза преобладали *Suaenophyta*. По мере отдаления от берега численность планктона уменьшалась в 10 раз.

Разрез III (Манас). Этот разрез характеризовался бедностью видового состава (4–5 видов) и слабым количественным развитием фитопланктона. Биомасса фитопланктона, по сравнению с предыдущим полигоном, уменьшилась в 1,2 раза. Из особенностей разреза «Манас» можно отметить отсутствие на его станциях *Pseudosolenia calcar-avis*. На прибрежных станциях этого разреза наблюдалась обильная вегетация сине-зеленых водорослей, которые составляли от 27,4 до 62,6% от общей биомассы. На половине станций этого полигона диатомовый комплекс отсутствовал. Все это говорит об евтрофировании вод этого района, что подтверждается появлением криптофитовой водоросли *Cryptomonas ovata* на глубоководной станции 18. На этой же станции сине-зеленые составляли 62,8% от общей биомассы и 78,7% от общей численности. Следует также отметить, что на прибрежной станции 17 наблюдалась вегетация генетически пресноводных видов: сине-зеленой *Gomphosphaeria lacustris*, зеленых *Actinastrum hantzschii*, *Coelastrum microporum*, вносимых сюда пресными водами небольших рек. Основной вклад в биомассу этого разреза вносили динофитовые водоросли (129,4 мг/м³), второе место занимали сине-зеленые (65,63 мг/м³), диатомовые составляли 46,5 мг/м³. Распределение биомассы микроводорослей на станциях этого полигона носило неравномерный характер.

Разрез IV (Избербаши). Станции этого разреза отличались несколько большим таксономическим разнообразием (8–13 видов). Наблюдалось увеличение биомассы в 3,8 раз. Большой вклад в биомассу вносил диатомовый комплекс (404,10 мг/м³), в состав которого входили крупные водоросли рода *Coscinodiscus*. Доминировали динофитовые, средняя биомасса которых составляла на этом разрезе 506,03 мг/м³. Большие значения биомассы образовывали *Prorocentrum micans*, *Pr. cordata*, *Pr. scutellum*. Большой вклад в образование биомассы вносили также крупноклеточные диатомовые рода *Coscinodiscus* и *Rhizosolenia fragilissima*. Сине-зеленые (главным образом *Oscillatoria* sp.), вегетировавшие на всех станциях в больших количествах (47,1% от общей численности) и доминировавшие в численном отношении, ввиду своих небольших размеров больших значений биомассы не образовывали (32,45 мг/м³). Динофитовые и диатомовые составляли 28,7 и 24,0% от общей численности соответственно. Максимальная биомасса наблюдалась на станции 21 (2 357,36 мг/м³), на которой 97,4% биомассы приходилось на диатомовый комплекс (*Coscinodiscus granii*, *C. radiatus*, *C. sp.*). Минимальное значение биомассы было отмечено на прибрежной станции 20 (65,2 мг/м³), где в большом количестве вегетировали мелкоклеточные сине-зеленые водоросли (62,6% от общей биомассы).

Южная зона (граница Среднего и Южного Каспия). Район южной части дагестанского побережья Каспия (разрезы V–VII), отличался большими глубинами, слабым притоком пресных вод, постоянством физико-химического режима и большими значениями солености (12–13‰). Фитопланктон становился все более летним и состоял из очень эвригальных морских солоноватоводных видов. Наблюдалось увеличение роли динофитовых водорослей. Биомасса в этой зоне увеличилась в 1,9 раз за счет вегетации крупноклеточных диатомовых рода *Coscinodiscus* и динофитовых рода *Prorocentrum*. Основная роль в формировании биомассы в этом районе, так же, как и в предыдущих районах, принадлежала диатомовым, которые составляли 67,8% от общей биомассы. По сравнению с центральным районом исследуемой акватории их биомасса увеличилась в 2,6 раз. Второе место сохранили микроводоросли из отдела динофитовые. В этой части акватории они получили наибольшее развитие. Их биомасса выросла на 76,5 мг/м³ и составила 28,9% от общей биомассы. Вклад в общую

биомассу сине-зеленых и зеленых был невелик и составил 3,3 и 0,03% соответственно, что почти в три раза меньше, чем в Центральной зоне акватории.

В численном отношении в этом районе, так же как и в предыдущих районах, преобладали сине-зеленые (55,7%). Однако их плотность уменьшилась в 1,8 раз. Второе место принадлежало динофитовым (31,5%). Численность диатомовых уменьшилась в 1,6 раз и составляла 12,3%. Зеленые в этой части акватории составляли 0,4% от общей численности. В целом, в этой части акватории численность уменьшилась в 1,58 раз. Наблюдалось уменьшение плотности микроводорослей по всем отделам (табл. 29, 30). Интересно отметить, что в планктоне разрезов IX и X диатомей *Cyclotella caspia*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Rhizosolenia fragilissima* отсутствовали.

Разрез VI (Улу-чай). На станциях этого разреза наблюдалось наибольшее для этого района таксономическое разнообразие (до 12 видов). Средняя биомасса на этом полигоне уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с полигоном «Избербаш» и была наименьшей в Южном районе акватории. Наибольший вклад в биомассу на этом разрезе принадлежал диатомовым (55,9%) и динофитовым (40,1%). Сине-зеленые и зеленые составляли 3,9 и 0,1% от общей биомассы. Распределение фитопланктона по станциям носило неравномерный характер и колебалось в диапазоне от 176 до 2 292,9 мг/м³. В количественном отношении лидировали сине-зеленые (44,5%) и динофитовые (41,5%). Диатомовые уменьшались по мере отдаления от берега и составляли 13,1%. Зеленые вегетировали слабо и составляли лишь 0,9% от общей численности фитопланктона. Наибольшее скопление микроводорослей, как и наибольшие показатели биомассы, были отмечены на станциях, находящихся над 50-метровыми глубинами. Прибрежные станции характеризовались наименьшим показателем плотности микроводорослей, вследствие меньшей прозрачности их вод.

Разрез VII (Дербент). Станции этого разреза характеризовались наибольшими для этого района значениями биомассы, распределение которой носило относительно равномерный характер (1 009,31–1 754,76 мг/м³), что объясняется устойчивостью гидрохимического режима водных масс. Наименьшим значением биомассы отличалась прибрежная станция 24 (205,36 мг/м³) из-за низкой прозрачности прибрежных вод. В целом, средняя биомасса фитопланктона на этом разрезе увеличилась в 1,4 раза. Отличительной чертой станций этого полигона является также равномерный характер распределения таксономического состава (5–7 видов). Кроме того, диатомовая *Cyclotella caspia*, характерная для весеннего альгоценоза, в планктоне этого района отсутствовала. Это говорит о полном переходе к летнему альгоценозу в этом районе. Этот разрез характеризовался также отсутствием диатомей *Rhizosolenia fragilissima* и *Pseudosolenia calcar-avis*.

Наибольший вклад в биомассу фитопланктона на станциях этого полигона вносили крупноклеточные формы диатомовых (главным образом *Coscinodiscus radiatus*) и пиропитовых (*Prorocentrum scutellum*, *P. micans*, *P. cordata* и т.д.), вклад которых составлял 55,1 и 42,4% соответственно. Сине-зеленые, вследствие своих малых размеров, влияния на значения биомассы не оказывали и составляли 2,6% от общей биомассы. Зеленые, являющиеся генетически пресноводными видами, на станциях этого полигона не вегетировали. По численности на станциях этого полигона преобладали сине-зеленые (54,7%, доминант — *Oscillatoria* sp.) и динофитовые (33,2% от общей численности). Диатомовые составляли всего 11,9%. Наибольшая концентрация диатомовых наблюдалась на прибрежной станции 24. По мере отдаления от берега численность диатомовых уменьшалась, а сине-зеленых возрастала. Распределение динофитовых по станциям этого разреза носило неравномерный характер.

Разрез VII (Самур). Этот полигон, как и предыдущий, характеризовался устойчивостью гидрохимического режима водных масс. Этим объясняется равномерное распределение таксономического состава (6–7 видов), а также численности и биомассы микроводорослей. Основной вклад в биомассу вносили крупные диатомовые (главным образом *Coscinodiscus radiatus*), и динофитовые (род *Prorocentrum*) — 50,4 и 47,2% от общей биомассы соответственно. Вклад сине-зеленых составлял 2,5%. Зеленые в планктоне отсутствовали. В целом, на полигоне «Самур» наблюдалось незначительное снижение биомассы фитопланктона (в 1,1 раз) за счет уменьшения вегетации крупных диатомей. На станциях этого полигона наблюдались минимальные за весь период значения численности микроводорослей. Наиболее многочисленны были сине-зеленые (51,4%) и динофитовые (39,3%). Крупные диатомовые составляли лишь 9,3% от общей численности. Так же, как и на предыдущем разрезе, плотность сине-зеленых увеличивалась по мере отдаления от берега. При этом численность диатомовых, напротив, уменьшалась. Распределение динофитовых носило равномерный характер. Диатомы *Cyclotella caspia*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Rhizosolenia fragilissima* в планктоне отсутствовали.

В летний период в планктоне обнаружено 56 видов, форм и разновидностей микроводорослей. Преобладали диатомовые и сине-зеленые. Наблюдалось высокие значения биомассы и численности фитопланктона. Основной вклад в формирование биомассы принадлежал диатомовому комплексу, среднее значение биомассы которого составляло 1 343,20 мг/м³, что соответствует 60,5%. Диатомовый комплекс составляли *Rhizosolenia fragilissima*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Coscinodiscus radiatus*, *C. granii*, *Cerataulina pelagica*, *Nitzschia reversa*, *N. tenuirostris*, *N. acicularis* и др. Вдоль всего побережья вегетировала *Thalassionema nitzschioides*. *Cyclotella caspia* встречалась в больших количествах лишь на северных разрезах. В Центральной и Южной зонах она в планктоне не обнаружена, что объясняется, по всей видимости, высокими показателями температуры воды в этой части акватории. По литературным данным безусловным круглогодичным доминантом прошлых лет являлась *Pseudosolenia calcar-avis* (Бабаев, 1967а, б, 1968, 1970а, б). В период наших наблюдений она вегетировала лишь в Северной зоне акватории в небольших количествах. В остальной части исследуемой акватории она совсем выпала из планктона. Доминировала другая диатомея — *Rhizosolenia fragilissima*.

Исследования фитопланктона в осенний период указывают на большую роль сине-зеленых водорослей. Их вклад в биомассу составлял 20,1%, против 7,1% в июне. Биомасса теплолюбивых динофитовых увеличилась в 2,4 раза и составляла 17,4% от общей биомассы. Динофитовый комплекс составляли: *Prorocentrum cordata*, *Pr. micans*, *Pr. scutellum*, *Goniaulax polyedra*, *G. spinifera*, *G. digitale* и др. Среди динофитовых доминировала *Prorocentrum cordatum*. Биомасса зеленых также выросла в 7,3 раза и составляла 0,3% от общей биомассы, против 0,1% в июне (табл. 29, 30).

В количественном отношении в планктоне продолжали доминировать сине-зеленые, которые так же, как и в июне, составляли 59% от общей численности. Однако их абсолютное количественное значение выросло по сравнению с июнем в 5,5 раз. В этот период возрастает и таксономическое разнообразие сине-зеленых водорослей. Цианофитовый комплекс составлял 61% от общей биомассы. Безусловным доминантом являлась *Oscillatoria* sp., вегетировавшая в больших количествах по всей исследуемой акватории. Сине-зеленая *Scenedesmus quadricauda* в небольших количествах вегетировала на всех восьми разрезах, что говорит о распросненении вод дагестанского побережья Каспия. Нами также наблюдалось увеличение вегетации теплолюбивых

динофитовых, количество которых в планктоне составило 35,5 млн. экз./м³, (против 21 млн. экз./м³ в июне), и 5,3% от общей численности, т.е. в три раза больше, чем в июне. Количество зеленых практически не изменилось (4 в сентябре и 3,9 млн. экз./м³ в июне).

Таким образом, состав и продуктивность фитопланктона в экосистеме изучаемого побережья Каспийского моря находится в динамическом состоянии и зависит от направления изменения водного режима. В настоящее время в нем происходят изменения в флористическом составе и смена (сукцессия) размерных групп. В исследуемой акватории сложились благоприятные условия для развития мелкоклеточного фитопланктона. Это связано, с одной стороны, выносом сюда в больших количествах биогенных элементов водами рек (Волга, Терек, Сулак, Самур), с другой стороны — влиянием гребневика мнemiопсиса. В исследуемой акватории наблюдалось распреснение вод, что способствовало расширению видового разнообразия фитопланктона. Повышение концентрации биогенных элементов в водах дагестанского побережья Каспия, связанного с увеличением речного стока и процессами антропогенного эвтрофирования, а также с влиянием аутоаклиматизанта *Mnemiopsis leidyi*, положительно сказались на развитие сине-зеленых водорослей.

Распределение микроводорослей в акватории носило неравномерный характер и определялось соленостью, температурой, притоком биогенных элементов, пространственная гетерогенность которых создает своеобразные экологические условия для развития фитопланктона в различных частях исследуемой акватории и определяет таксономический состав, уровень продуцирования и динамику фитопланктонного сообщества

В экологическом отношении наибольшее разнообразие наблюдалось в пресноводном комплексе (33% общего числа видов). Среди них встречались все группы фитопланктона, но наиболее разнообразными были представлены зеленые и синезеленые водоросли

Солоноватоводно-пресноводный комплекс по значимости в общем, составе фитопланктона занимал второе место (26%). Основу группы в равной степени составляли синезеленые и диатомовые. Пирофитовые и зеленые представлены наименьшим числом видов. На долю морских и солоноватоводных водорослей, соответственно, приходилось 19 и 14%. Этот комплекс формировали диатомовые и пирофитовые водоросли.

Доминировавшая во все годы *Pseudosolenia calcar-avis* (Бабаев, 1967а, б, 1968, 1970а, б) была вытеснена мелкоклеточными формами (*Rhizosolenia fragilissima*, водоросли рода *Coscinodiscus*, *Prorocentrum*, *Oscillatoria*), обладающими малыми размерами, но большей площадью поверхности, что привело к насыщению и перенасыщению вод кислородом. Наблюдалось увеличение роли сине-зеленых водорослей. Закономерности развития фитопланктона по всем районам моря было неодинаковым и определялось соленостью, притоком биогенных элементов, температурой. Данные количественного учета являются существенной характеристикой продуктивности фитопланктона. Водные биоценозы разных изучаемого побережья Каспия отличались спецификой динамики. Так, в Северной зоне сложились более благоприятные трофические условия, что обусловлено мелководностью, более благоприятным солевым и температурным режимом, повышенным содержанием в воде биогенных элементов, вносимых реками Волга, Терек, Сулак. Северная зона по числу видов и количественному развитию фитопланктона гораздо богаче других районов исследуемой акватории и представляет собой благоприятную жизненную зону для питания зоопланкто-

нов, что, в конечном итоге, обеспечивает оптимальные условия для нагула ценных рыб. В этой зоне сложились благоприятные условия для развития сине-зеленых и зеленых водорослей, хотя основной вклад в биомассу вносили диатомовые.

С увеличением солености наблюдалось обеднение видового состава, уменьшение значений численности и биомассы фитопланктона, что связано с ухудшением условий развития доминанта «прошлых лет» *Pseudosolenia calcar-avis*. Лишь на разрезах 7 и 8 Южной зоны отмечалось небольшое увеличение биомассы и численности, что связано с влиянием реки Самур и возникающего антициклонического круговорота вод, способствующих насыщению вод биогенами и созданию благоприятных условий для вегетации микроводорослей. Центральная зона (Средний Каспий) характеризовалась слабым количественным развитием фитопланктона. Нами выявлены особенности пространственного распределения доминирующих и субдоминирующих групп и видов фитопланктона. Благоприятные условия для развития динофитовых сложились в Южной глубоководной зоне акватории, отличающейся высокими значениями солености и температуры и стабильностью гидролого-гидрохимического режима. Зеленые достигали наибольшего развития в опресняемой Северной зоне. Диатомовые и сине-зеленые вегетировали по всей акватории.

Сезонные изменения в фитопланктоне являлись отражением в термическом режиме моря. Наибольшее таксономическое разнообразие, а также показатели численности и биомассы наблюдались в летний период. В сезонной динамике произошло изменение соотношения основных таксонов. Весной наибольший вклад в биомассу вносили диатомовые (доминант *Pseudosolenia calcar-avis*) — 74,4%; в численном соотношении доминировали сине-зеленые (доминант *Oscillatoria* sp.) — 59,9%. В летнем планктоне наблюдалось возрастание роли сине-зеленых. Их вклад в биомассу возрос с 7,1 до 20,1%. Лидировали диатомовые (доминант *Rhizosolenia fragilissima*).

В Северной зоне весной основной вклад в общую биомассу принадлежал диатомовым — 85,8% (доминант *Pseudosolenia calcar-avis*). Наиболее многочисленны в этом ареале были сине-зеленые (59,3%) и диатомовые (24,1%). В летнем планктоне продолжали лидировать диатомовые (доминант *Rh. fragilissima*). Их вклад в биомассу составлял 76%, в численность — 52%. Сине-зеленые играли второстепенную роль и составляли 13,9% от общей биомассы и 43% от общей численности. В этом районе большое развитие получила *Thalassionema nitzschioides*.

Отличительной чертой Центральной зоны является увеличение роли динофитовых и преобладание мелкоклеточных форм, что привело к значительному снижению биомассы в этом районе. Тревожным сигналом является появление в планктоне криптофитовой *Cryptomonas ovata*, которая характерна для эвтрофированных вод. В весеннем планктоне наблюдалось преобладание диатомовых (49,6%), в количественном соотношении доминировали сине-зеленые (63,8%). Летом в планктоне преобладали диатомовые, динофитовые и сине-зеленые (39, 38 и 22% от общей биомассы соответственно). В численном соотношении продолжали лидировать сине-зеленые (67%).

В Южной зоне исследуемой акватории в весеннем планктоне диатомовые составляли основную биомассу (67%), сине-зеленые лидировали численно (55,7%). Отличительной чертой является отсутствие в планктоне этой части акватории *Pseudosolenia calcar-avis*, *Cyclotella caspia*, *Rhizosolenia fragilissima*. Летом наблюдалась вспышка развития сине-зеленых водорослей, которые составляли 42 и 86% от общей биомассы и численности соответственно. Диатомовые угасали в своем развитии, а на некоторых станциях полностью выпали из планктона. Их вклад в биомассу составлял лишь

19%. Большое значение в этом районе имели динофитовые (36% от общей биомассы). Динамика плотности и биомассы фитопланктона характеризовалась двумя пиками в развитии микроводорослей в Северной и Южной зоне акватории. Весной в Северной зоне он определяется массовым развитием *Pseudosolenia calcar-avis* и сине-зеленой *Oscillatoria* sp. В летний период основной вклад в формирование биомассы принадлежал диатомовой *Rhizosolenia fragilissima*. Наиболее многочисленны были сине-зеленые (*Oscillatoria* sp.). В Южной зоне акватории весенний пик был обусловлен вегетацией диатомовых рода *Coscinodiscus* и динофитовых рода *Prorocentrum*. В сентябре в этой зоне наблюдалась вспышка развития сине-зеленой водоросли *Oscillatoria* sp., которая вносила основной вклад в формирование биомассы (44%) и численности (87%). Крупные динофитовые рода *Prorocentrum* составляли 37% от общей биомассы. Такое увеличение плотности сине-зеленых водорослей в сочетании с полным отсутствием на некоторых станциях этого района диатомового комплекса, уменьшением индекса видового разнообразия Шеннона, говорит о евтрофировании вод. В сентябрьском планктоне отчетливо прослеживалось увеличение плотности сине-зеленых и динофитовых в южном направлении; весной, напротив, эти показатели уменьшались с севера на юг.

Таким образом, в результате изменения водного режима в исследуемый период сложились благоприятные для жизни водных организмов и фитопланктона, в частности, условия, что способствует повышению биологической продуктивности Каспия. Данные о распределении, сезонной динамике биомассы и таксономического состава фитопланктона позволяют оценить происходящие в нем сезонные и пространственные изменения как сложные и авторегулирующие процессы в разных зонах изучаемого побережья акватории, несмотря на динамичность сочетания естественных и антропогенных факторов. Наблюдается смена биоты акватории, сопровождающаяся изменением в составе, численности и продуктивности экосистемы. Происходит смена лидирующих форм фитопланктона при сохранении некоторой его общности в исследуемых зонах акватории, как результат общности его генетической основы. Специфика организации фитопланктона в разных зонах акватории оказывает влияние на состав и продуктивность экосистем, что имеет значение для поддержания их равновесия.

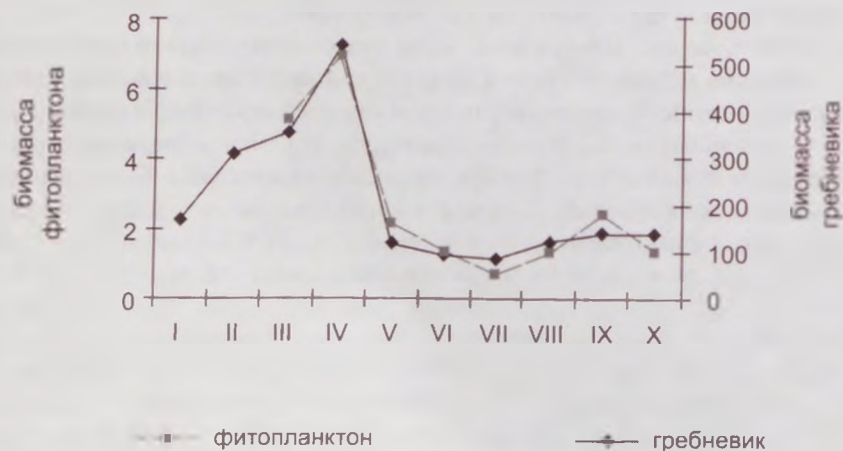


Рис. 11. Соотношение биомассы фитопланктона ($г/м^3$) и гребневика ($г/м^3$) на разрезах изучаемого побережья Каспия (сентябрь 2007 г.).

Сопоставление данных показало, что большие значения биомассы фитопланктона в сентябре на разрезах исследуемой акватории сочетались с высокими значениями биомассы мениопсиса (рис. 11). В июне, когда гребневик отсутствовал, наблюдались низкие значения биомассы фитопланктона.

Кроме того, популяция гребневика является своеобразным депо биогенов. Содержание азота, фосфора, кремния в его теле выше, чем в слое воды, где он обитает. Учитывая, что гребневик, отмирая, способствует обогащению водной толщи биогенами, можно предположить, что его жизнедеятельность обуславливает в какой-то мере увеличение содержания биогенных элементов, что объясняет значительное повышение в последние годы сине-зеленых водорослей. Можно отметить, что жизнедеятельность гребневика создает благоприятные предпосылки для продуцирования первичного органического вещества и развития фитопланктона.

3.4. Общая характеристика зоопланктона Каспийского моря

Первые исследования зоопланктона Каспийского моря были проведены в северной мелководной части моря в 1913–1914 гг. Н.Л. Чугуновым (1921), который описал состав зоопланктона и дал экологическую характеристику отдельных видов. Особое внимание автор уделил их отношению к солености, существенные изменения которой в этом районе определяют распределение организмов.

Первые данные о вертикальном и горизонтальном распределении отдельных представителей планктона в глубоководной части моря находим в работе Н.М. Книповича (1921). В 1934–1935 гг. впервые проводятся количественные исследования зоопланктона Северного Каспия в разные сезоны (Кусморская, 1964). Для расчета биомассы впервые были получены значения веса каспийских планктонных организмов. Анализ материалов показал закономерное уменьшение биомассы зоопланктона от Северного Каспия к Южному и от поверхностных слоев к глубинным. Повышенная концентрация зоопланктона была отмечена в зоне смешения пресных и соленых вод в Северном Каспии, Прикуринском районе и Красноводском заливе.

Зимой 1935 г. в Среднем и Южном Каспии (Бенинг, 1938) и летом 1935 г. по всему Каспию (Яшинов, 1938, 1939) было собрано большое количество проб и зоопланктона. Благодаря этим исследованиям впервые сложилась цельная картина по распределению, составу и биомассе зоопланктона по акватории и глубинам Каспийского моря.

Материалы по зимнему зоопланктону Среднего и Южного Каспия изложены в работе А.Л. Беннинга (1938), в которой приводится подробное описание встреченных видов, дается оценка их численности, общей биомассы планктона. По горизонтальному распределению зоопланктона выделены три области с характерным для каждой из них планктонным сообществом; намечены границы распространения групп организмов по вертикали, выделены виды, совершающие суточные миграции.

С 1938 г. начинаются постоянные наблюдения за состоянием планктона, более подробные, ежегодные в северной части моря и менее регулярные в средней и южной частях. Первые результаты по сезонному изменению зоопланктона на четырех стандартных разрезах в глубоководной части моря в 1937–1939 гг. приведены в работе М.С. Идельсона, которая была опубликована только в 1980 г.

В 1940-е гг. планктонные работы в разных районах Каспийского моря проводились нерегулярно. Только в середине 1950-х гг. была сделана попытка обобщить накопленные материалы. В работах по зоопланктону Северного Каспия (Лесников, Мат-

всева, 1959) анализируются сезонные и многолетние изменения, дается характеристика экологических комплексов.

Наиболее обобщенные данные по зоопланктону Среднего Каспия с конца 1930-х гг. приведены в работе М.С. Идельсона, вышедшая, однако, в печати только в 1980 г. Далее эти исследования были продолжены Кусморской (1964). Состояние зоопланктона Среднего и Южного Каспия с 1939 по 1954 г. обобщены Е.Н. Куделиной (1959). С середины 1950-х гг., после зарегулирования стока р. Волга произошли существенные изменения в гидрохимическом и гидрологическом режиме Северного и частично Среднего Каспия. Последствия этих изменений рассмотрены М.С. Куном (1965).

Начиная с 1959 г., помимо стандартных съемок, лабораториями гидробиологии и ихтиологии Института зоологии АН Азербайджанской ССР проводились комплексные исследования в прибрежных районах Среднего и Южного Каспия. Данные по сезонным изменениям биомассы зоопланктона вдоль западного берега до 100-метровой изобаты были получены в 1961–1964 гг. (Касымов, 1966; Бадалов, 1968), а по восточному берегу в 1965, 1973–1974 гг. (Бадалов, 1971, 1978). Были проведены также специальные работы в экспедициях МГУ в районе апвеллинга у восточного берега Среднего Каспия (Линкер, 1972).

Комплексные исследования Каспия, проведенные в 1976 г. позволили собрать наиболее полный объем проб зоопланктона по всему морю. Результаты этой работы изложены в сборнике, которая вышла под общей редакцией Е.А. Яблонской (1985). Это и является наиболее полной сводкой материалов по зоопланктону относительно периода самого низкого, за последние 150 лет, стояния уровня Каспия. Состояние зоопланктона западных прибрежных мелководий дагестанского побережья этого периода приводится в работах М.М. Мамаева (1982), Чуйкова, Денискина (1985).

Изучению состояния гидрофауны в новых экологических условиях в Среднем Каспии и в отдельных районах западного побережья посвящены работы «Каспийское море...» (1985), В.И. Кузьмичевой (1979, 1982, 1987), М.М. Османова (1987, 1998; Османов, Алигаджиев, 1992, 2004, 2005), А.Г. Касымова (1994) и др.

Видовой состав зоопланктона Каспия небогат. В Атласе беспозвоночных Каспийского моря (1968) описано 18 видов веслоногих и 24 ветвистоусых раков, 32 вида коловраток и 5 видов инфузорий. Всего описано 79 морских и солоновато-водных видов, а с учетом пресноводных форм, обитающих в придельтовых районах, количество видов веслоногих возрастает до 50, ветвистоусых — до 43 (Зенкевич, 1963) и коловраток — примерно до 300 (Кутикова, 1968). Общее количество видов планктонных организмов, обитающих в Каспийском море, пока трудно назвать, так как многие его группы еще недостаточно изучены, например простейшие и придонные веслоногие рачки. При обработке материалов регулярных наблюдений идентифицируются примерно 120 видов зоопланктона, не считая временных форм — личинок бентосных организмов.

Экологические комплексы зоопланктона были отмечены уже в первых исследованиях в Северном Каспии, где изменение солености определяет распределение организмов и их видовой состав. Были выделены комплексы пресноводных, солоновато-водных, морских и безразличных к величине солености организмов и определены пределы солености для отдельных видов (Чугунов, 1921; Лесников, Матвеева, 1959). В Среднем и Южном Каспии, где соленость достаточно стабильна, распределение организмов определяют другие факторы. А.Л. Бенинг (1938) по зимним наблюдениям выделяет три большие области с характерными планктонными сообществами: 1) халистатическая, с глубинами более 200–300 м, 2) прибрежная — глубина менее 50 м, 3) зона кругового течения, которая занимает промежуточное положение.

Многолетние изменения состава зоопланктона Каспия за период его исследования имеют следующие закономерности (Каспийское море, 1985). В средней и южной частях моря видовой состав и количество видов не претерпели существенных изменений. В Северном Каспии, несмотря на существенное увеличение солености, также не обнаружено заметных изменений видового состава планктона. Наблюдается только некоторое увеличение количества видов морских ветвистоусых. Кроме того, в настоящее время не определяются виды Cyclopoida и Naupacticoida, что отразилось на уменьшении видов пресноводных Copepoda.

В Среднем Каспии, особенно в его западном побережье, в формировании качественного и количественного составов зоопланктона решающую роль играют вещества аллохтонного происхождения (Леонов, Стыгар, 1999).

Н.А. Тимофеев (1972, 1976) для выявления ежегодных изменений и многолетних тенденций преобразовал исходные данные в форме отношений данного года к предыдущему и в интегрально-разностной форме и в таком виде подверг их статистической обработке. Было выяснено, что многолетние изменения биомассы зоопланктона определяются обеспеченностью кормом, продолжительностью зимы и сроками начала весны. Связь ее со стоком в половодье для ежегодных изменений отрицательная, а для многолетних — положительная.

Согласно подсчетам А.Ф. Карпевич (1946), годовая продукция зоопланктона в Каспийском море составляет 100–190 млн. ц. По литературным данным, до и после зарегулирования Волги в зоопланктоне Каспийского моря по биомассе доминируют copepody и кладоцеры (Салманов А.Н., 1999).

Сезонные наблюдения некоторых исследователей показали, что количественное распределение зоопланктона, формирование его биомассы в акватории моря связаны с влиянием биотических и абиотических факторов (Салманов А.Н., 1999).

Распределение их на акватории моря зависит от солености воды. Причем в отдельные периоды значение какого-либо из факторов для развития зоопланктона может становиться решающим или, наоборот, практически исчезать.

В Среднем Каспии в основном на популяцию зоопланктона сильное влияние оказывает антропогенный фактор. Кроме того, увеличение зоны зарослей в результате обмеления рукавов р. Волги способствовало поглощению биогенных элементов вышей водной растительностью (Абдусаматов, 2005).

3.5. Качественные и количественные особенности распределения зоопланктона (на примере лицензионного участка «Центрально-Каспийский»)

Зоопланктон на Центрально-Каспийском участке в летний период 2007 г. (в слое 0–25 м) характеризовался тем, что лидирующей группой, как по качественному, так и по количественному развитию были веслоногие рачки — 0,9 тыс. экз./м³ и 8,7 мг/м³, что составило 81% численности и 92% биомассы всех зоопланктеров на участке (табл. 31). Среди них в подавляющем большинстве встречалась *Acartia*. Другой представитель веслоногих — Naupacticoida имел численность всего 0,2 экз./м³ при массе 0,002 мг/м³. В группе коловраток преобладали *Brachionus plicatilis*.

Ветвистоусые рачки были малочисленны — 0,8% общей численности и 0,4% биомассы планктона. Среди кладоцер доминировал рачок *Pleopis polyphemoides*. В группе личинок донных животных количественное преимущество имели личинки мол-

Таблица 31. Качественный и количественный состав зоопланктона на участке «Центрально-Каспийский» летом 2007 г. (в слое 0–25 м)

Массовые виды зоопланктона	Численность, экз./м ³			Биомасса, мг/м ³		
	Горизонты, м			Горизонты, м		
	0–10	10–25	0–25	0–10	10–25	0–25
Ctenophora	48	29	39	–	–	–
Rotatoria						
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	1	–	0,5	0,001	–	0,000
<i>B. diversicornis</i> (Daday)	2	–	1	0,002	–	0,001
<i>B. plicatilis</i> Мьлл.	40	0,2	22	0,032	0,000	0,02
<i>B. quadridentatus</i> Hermann	2	–	1	0,001	–	0,000
<i>Synchaeta</i> sp. (крупная, круглая)	–	6	3	–	0,011	0,005
Всего:	46	6	28	0,037	0,011	0,026
Cladocera						
<i>Pleopsis polyphemoides</i> Leukart	6	8	7	0,023	0,032	0,027
Всего:	8	8	9	0,036	0,033	0,035
Copepoda						
<i>Acartia (tonsa, clausi)*</i>	822	622	730	8,459	8,020	8,256
Harpacticoida	0,4	–	0,2	0,003	–	0,002
Всего:	1057	780	929	8,945	8,351	8,671
Cirripedia larvae	23	6	15	0,064	0,016	0,042
Bivalvia larvae	229	1	123	1,143	0,003	0,617
Итого зоопланктона:	1411	830	1143	10,225	8,414	9,390
Прочие						
Pisces ova	0,1	0,0	0,1	–	–	–
Nereis larvae	3	1	2	–	–	–

люсков. Их численность была больше в 8 раз по сравнению с таковой усоногих рачков и составила 123 экз./м³.

Средние численность и биомасса зоопланктона на Центрально-Каспийском участке в летний период 2007 г. имели низкие величины и составили 1,1 тыс. экз./м³ и 9,3 мг/м³ соответственно. Биомасса планктонов колебалась по станциям от 1,1 мг/м³ (ст. 19, 23, 25) до 49,0 мг/м³ (ст. № 11).

Максимальные концентрации планктона, образованные акарцидами сосредоточены здесь в поверхностном 10–0-метровом слое, далее с глубиной численность и биомасса зоопланктонов уменьшается. В этом районе Среднего Каспия температура (18 °С) в верхнем слое воды весной выше, чем северной и оптимальна для развития этих раков. Поэтому здесь отмечаются максимальные концентрации рачка, равные 100 мг/м³ и более. А в нижних слоях (25–10 м), с понижением температуры (15,6 °С), ее плотность существенно падает. В слое 100–50 м численность и биомасса составлена небольшими концентрациями глубоководного лимнокалянуса и эвритеморы. Доля кладоцер ничтожно мала и существенной роли в зоопланктоне не играет.

Летом, когда равномерно разогреваются большие толщи воды, на характер вертикального распределения зоопланктона, наряду с температурой оказывает влияние также и величина светового дня. Поэтому в верхнем 10–0-метровом слое в основном сконцентрированы младшие возрастные стадии и науплии копепоид, которые слабо перемещаются по вертикали. В исследуемом районе Среднего Каспия зоопланктон этого

слоя состоит из *A. clausi*, *A. tonsa* и *E. grimmeri*, а на западном и восточном частях, кроме акарцид, заметна роль и *C. a. dulcis*, и других групп.

Как показывают материалы лета 2007 г. большая часть численности ведущих веслоногих раков находилась на верхнем 10–0-метровом слое, а основная часть биомассы сосредоточена на нижнем 25–10-метровом слое. Причиной расхождения концентрации численности и биомассы по горизонтам является скопление активных мигрантов – взрослых копепоид, на нижнем горизонте, которые имеют несколько больший средний вес и тем самым обеспечивают большую биомассу при малой численности. В центральных открытых районах на общую биомассу в нижних слоях заметно влияет и подвижные планкто-бентические формы, которые имеют большой средний вес.

Летние, теплолюбивые ветвистоусые раки в Среднем Каспии обитают в верхних слоях до 5–25-метровых глубин. Наибольшие концентрации кладоцер образованные *Podon polyphemoides*, *Podonevadne trigona* приурочены к поверхностному 10–0-метровому слою. На верхних слоях прибрежий эти раки составляют более 80% всех кладоцер. Эвадне- и церкопагиды опускаются в нижние слои до 20–25-метровых глубин, но значительных скоплений не образуют. В верхних слоях открытых районов центральной части, в основном, встречаются церкопагиды и апагус.

В районе исследований основными компонентами зоопланктона являлись веслоногие раки. От развития этих раков по горизонтам и зависит картина вертикального распределения общей биомассы зоопланктона. В пределах 100–0-метровых глубин, охваченных нашими исследованиями, эти раки представлены довольно четко и видно, что сохраняется тенденция уменьшения численности и биомассы с глубиной (рис. 12, 13).

Летом численность (рис. 12) зоопланктона в верхнем 10–0-метровом слое, образованные молодыми стадиями копепоид – наибольшая (7 000 экз./м³). Максимальные концентрации зоопланктона сосредоточены в слое 25–10 м и состоят из акарцид. Пос-

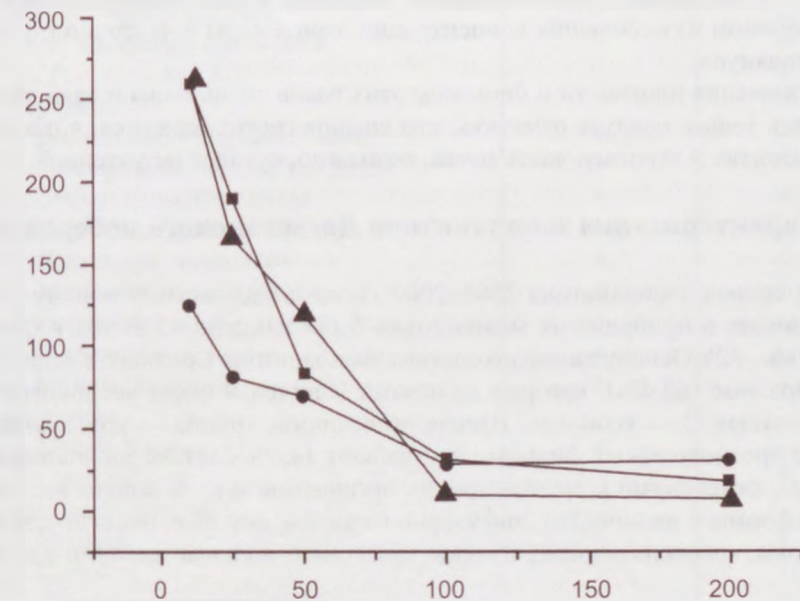


Рис. 12. Вертикальное распределение биомассы зоопланктона Центрально-Каспийского участка (по оси абсцисс — биомасса, мг/м³; по оси ординат — глубина, м).

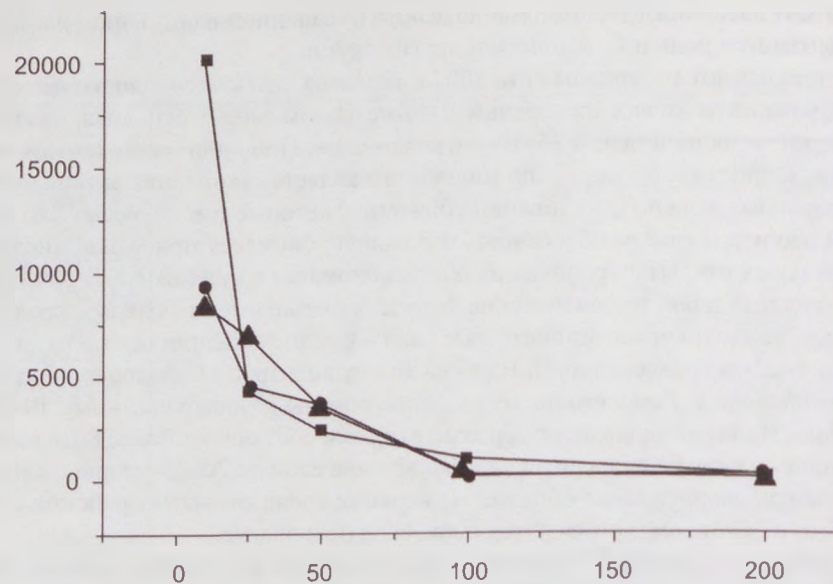


Рис. 13. Вертикальное распределение численности зоопланктона Центрально-Каспийского участка (по оси абсцисс — численность, экз./м³; по оси ординат — глубина, м).

ле хищнического трофического пресса гребневика мнемнописиса, аборигенная фауна Каспия значительно сократилась и в общей биомассе существенной роли не играет, а азово-черноморские вселенцы — акарциды в нижние слои не опускаются. Поэтому, в 50–25- и 100–50-метровые горизонты имеют невысокую продуктивность (рис. 13) и состоят в основном из небольших концентрации эвритеморы и частично глубоководного лимнокалянуса.

Средние значения плотности и биомассы этих раков очень малы и едва достигают 10 мг/м³. Здесь только следует отметить, что лимнокалянус держится, в основном, в нижних горизонтах и поэтому, часть рачка, возможно, остался не учтенной.

3.6. Характеристика зоопланктона Дагестанского побережья

В сетных сборах зоопланктона 2005–2007 гг. по дагестанскому району с учетом форм, обитающих в прибрежных мелководьях было найдено 45 видов и форм зоопланктона (табл. 32). Основу видового состава зоопланктона Среднего Каспия составляют ракообразные (68,4%), которые включают 9 видов и форм веслоногих раков, 11 — ветвистоусых, 2 — усоногих. Вторая по величине группа — коловратки, которые вместе с пресноводными формами составляют 14,6% состава зоопланктона. Остальные виды, отнесенные к группе прочих организмов и куда вошли все планктонбентические формы и их личинки, инфузории гидрозоа, круглые, плоские и многощетинковые червы, колокольчиковые, пиявки, насекомые, водяные клещи и т.д., составляют 17%.

На долю средиземноморского комплекса приходится 22,2% от общего числа видов, 8,9% составляют арктические вселенцы и 24,5% — пресноводные формы. В соответствии с меняющимися условиями среды, в составе зоопланктона прибрежных мел-

Таблица 32. Список видов и форм планктонных организмов, найденных в дагестанском районе (2005–2007 гг.)

Организмы	2005	2006
Protozoa		
1. <i>Codonella relicta</i> Mink.	—	—
2. <i>Tintinnopsis</i> sp.	—	+
Hidroidea		
1. <i>Moerisia pallasii</i> Derzh.	+	+
2. <i>Blephordia</i> sp.	+	+
Rotatoria		
1. <i>Trichocerca caspica</i> (Tschug)	+	+
2. <i>Sinchaeta stylata</i> Wierz	+	+
3. <i>S. cecilia fusipes</i> Buch.	+	+
4. <i>Br. quadridentatus quadridentatus</i> He.	+	+
5. <i>Keratella tropica</i> (Aps.)	+	+
6. <i>Filinia limneatica</i> (Zacharias)	+	+
7. <i>Hexarthra oxyuris</i> (Zernov)	+	—
Cladocera		
1. <i>Poliphemus exiguus</i> Sars	+	+
2. <i>Cercopagis pengoi</i> (Ostr.)	+	+
3. <i>Apagys cylindrata</i> Sars	—	+
4. <i>Podon poliphemoides</i> Leuckart	+	+
5. <i>Evadne anonyx typica</i> Sars	—	+
6. <i>E. a. prolongata</i> Behn.	+	—
7. <i>E. a. producta</i> Sars	—	+
8. <i>Podonevadne trigona typica</i> Sars	+	+
9. <i>P. tr. trigonoides</i> Sars	+	—
10. <i>P. camptonyx typica</i> Sars	+	+
11. <i>P. c. orthonyx</i> Sars	—	+
Copepoda		
1. <i>Limnocalanus grimaldii</i> Guerne	+	+
2. <i>Calanipeda aquae dulcis</i> Kritsch	+	+
3. <i>Acartia clausi</i> Giesbrecht	+	+
4. <i>Eurytemora grimmi</i> Sars	+	+
5. <i>Hetercope caspia</i> Sars	+	+
6. <i>Halicyclops sarsi</i> Acatova	—	+
7. <i>Harpacticoida</i> ssp.	+	+
8. <i>Cyclopoidae</i>	+	+
9. <i>Nauplii Copepoda</i>	+	+
Cirripedia		
1. <i>Nauplii balanus</i>	+	+
2. <i>Cipris balanus</i>	+	+
Прочие организмы		
1. Мизиды	+	+
2. Cumacea	—	+
3. <i>Pseudolibotus caspius</i> Grim	+	+
4. <i>Rhitropanopeus harrissi</i>	+	+
5. <i>Microdalyellia knipovici</i>	+	+
6. <i>Hipania invalita</i>	+	—

Таблица 32 (продолжение).

Организмы	2005	2006
Прочие организмы		
7. <i>Mesidotea entomon</i>	+	+
8. Larva lamellibranchiata	+	+
9. Личинки червей	+	+
10. Личинки мшанок	+	+
11. Личинки кильки	+	+
12. Личинки насекомых	+	+
13. Икра рыб	+	+

ководий, наиболее характерными и распространенными видами обнаружены эвригаллинные и умеренно эвритермные формы Каспийских ракообразных. Они встречаются как в пресноводных приустьевых зонах, так и в наиболее осолоненных районах Среднего Каспия (табл. 33).

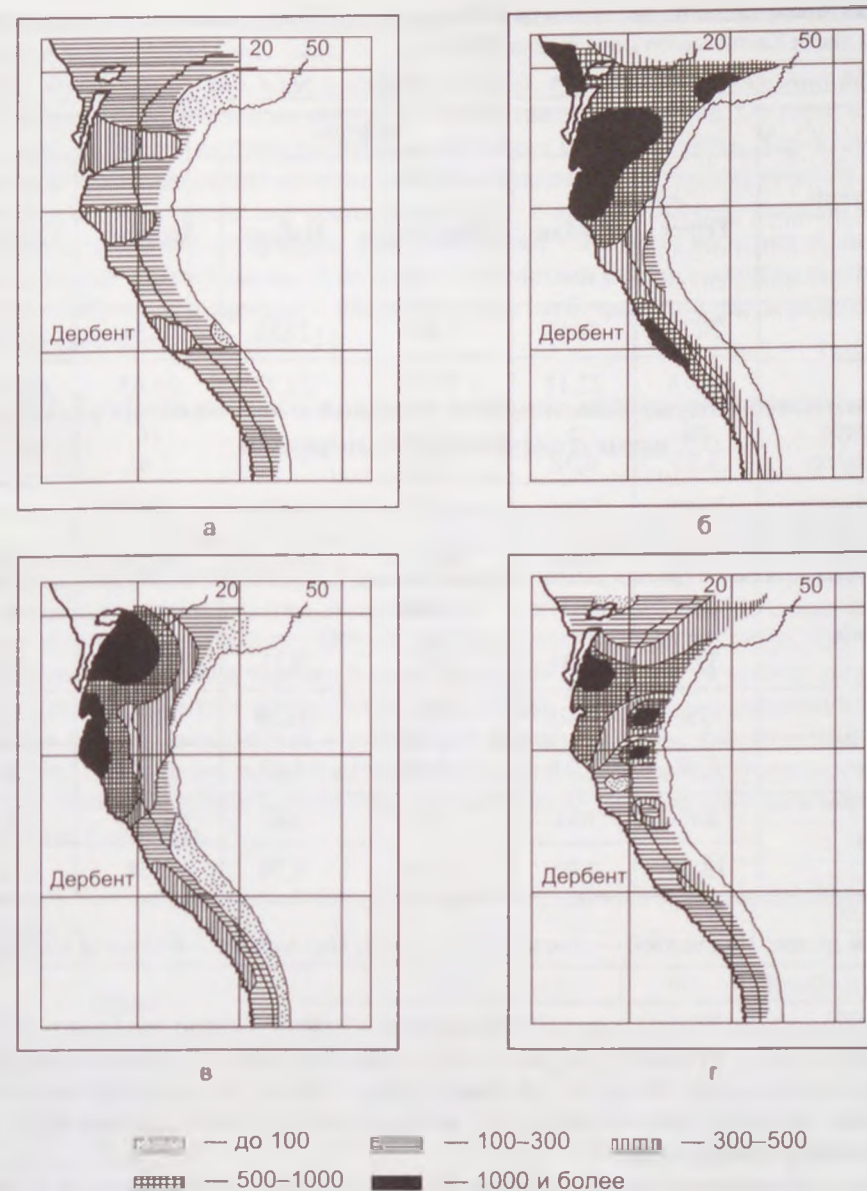
Таблица 33. Число видов основных групп зоопланктона Дагестанского побережья, по фаунистическим комплексам

Группа организмов	Общее число видов	В том числе по фаунистическим группам по многолетним данным			
		Автохтонный	Средиземноморский	Арктический	Пресноводный
Copepoda	9	5	2	1	1
Cladocera	11	9	1		1
Rotatoria	7		2		5
Прочие	18	6	5	3	4
Всего	45	20	10	4	11
Всего, %	100	44,4	22,2	8,9	24,5

Многие виды каспийских полифемид также входят в комплекс обитателей мелководий: *P. tr. typica*, *P. poliphemoides*, *P. c. typica*, *P. c. pengoi*, *C. taeticus* и др. Поэтому число видов ветвистоусых раков в комплексе прибрежий достигает до 10–14 и более видов. Характерными формами гидрофауны побережья являются и коловратки.

Неотъемлемой частью всех экологических комплексов Среднего Каспия являются и прочие организмы, в состав которых входят усоногие раки, моллюски, черви и многие другие планкто-бентические формы и их личинки. С учетом видов обитающих в пресноводном комплексе, число прочих организмов достигает до 16–18 видов.

Характерной особенностью распределения зоопланктона изучаемого района Каспия является его сезонные изменения (рис. 14). Для зимнего зоопланктона, при близких к средним многолетним термическим условиям среды, характерно относительно равномерное распределение биомассы. На прибрежных глубинах терско-сулакского и самурского районов на глубине 5–10 м отмечаются наиболее высокие концентрации зоопланктона. С глубиной численность и биомасса падает. Зимний зоопланктон состоит в основном из веслоногих раков *Calanipeda aquae dulcis*, *Euritemora grimmi*, *Acartia clausi*, *A. tonsa* (рис. 14а).

Рис.14 Карта-схема сезонной динамики распределения зоопланктона изучаемого района Каспийского моря ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Как видно из таблицы 34 основу численности весеннего периода составляют веслоногие раки (акарциды и др.) и науплисы баянусов, доля остальных групп зоопланктона невелики. В создании же общей биомассы весеннего воспроизводства участвуют почти все группы организмов. При средней биомассе зоопланктона около $150 \text{ мг}/\text{м}^3$ более 80% биомассы составляют веслоногие раки. Из этого количества свыше 90% приходится на азово-черноморские вселенцы акарциды. Образованные именно этими

Таблица 34. Распределение численности и биомассы ведущих групп и видов зоопланктона в изучаемой части Каспийского моря (весна 2007 г.)

Таксон	Разрезы					
	Терек	Сулак	Махачкала	Изберг	Дербент	Самур
Cladocera	2023	2843	1420	2852	2854	2433
	18,16	22,11	13,45	22,22	30,03	46,65
Calanipeda aquae dulcis	66	5	12	+	16	+
	3,53	0,38	0,07		1,43	
Acartia clausi	2664	2716	2677	2192	1789	1964
	106,32	106,43	105,54	107,67	96,21	95,04
Copepoda	766	818	344	61	124	43
	3,01	4,04	0,95	0,31	0,28	0,51
Cirripedia	1757	1905	1779	1620	6016	6151
	4,58	4,21	4,06	4,07	12,17	12,32
Прочие	235	631	485	287	283	12
	13,54	1,91	9,65	0,79	0,54	5,52

Здесь и далее: Над чертой — численность в мг/м; Под чертой — биомасса в мг/м³.

раками высокопродуктивные пятна отмечаются в районе северо-западного побережья. Весной 2007 г. по всему побережью дагестанского района Каспия биомасса зоопланктона достигала до 100 мг/м³, по сравнению с 1990-ми гг. этот показатель очень низкий. Как это было отмечено выше, это связано с многолетним хищническим прессом гребневика мнемипсиса.

В развитии весеннего зоопланктона четко прослеживается его зависимость от температуры и климатических условий зимы. Высокие концентрации отмечаются в устьевых зонах рек и по всей прибрежной полосе Дербент – Самур. По многолетним наблюдениям в ранневесеннем зоопланктоне преобладают эвритемора + калянипеда, а к концу мая — акарциды + калянипеда, эвритемора. Весенний пик развития зоопланктона наибольший в западной части Среднего Каспия и от его величины во многом зависит среднегодовая продуктивность района (рис. 14б).

Несмотря на развитие всех групп и форм, общая биомасса зоопланктона летом снижается, тем не менее, в Терском и Сулакско-Каспийском районе высокие пятна с биомассой до 1 г/м³, образованные в основном веслоногими раками, сохраняются. Основными факторами влияющими на ход развития летнего зоопланктона являются температура, неоднократные цветения, приводящие к временному падению общей

продуктивности зоопланктона, трофический пресс кормящей молоди рыб и гребневика *Mnemiopsis leidyi* (рис. 14в).

При общей тенденции к уменьшению осенью, в относительно теплых еще западных побережьях наблюдается второй пик развития зоопланктона. Он гораздо меньше весеннего, но общая картина распределения имеет сходные черты. Характерной особенностью осеннего распределения зоопланктона является его пятнистость. Пятна с высокой и низкой биомассой соседствуют друг с другом. Юго-восточные и северо-западные ветры господствующие здесь вызывают смещения больших водных масс, что и приводит к образованию этих пятен. Основными составляющими осеннего зоопланктона являются акарциды + калянипеда, а в глубоководной части акарциды + эвритемора, лимнокалянус (рис. 14г).

3.7. Гребневик и его влияние на зоопланктон дагестанского побережья Каспийского моря

В конце 1990-х гг. из Азово-Черноморского бассейна в Каспий проник гребневик — *Mnemiopsis leidyi*, который разрушил веками устоявшие отношения в экосистемах Каспия и почти уничтожил весь кормовой зоопланктон, что привело к резкому уменьшению качественного состава зоопланктона всего Каспия. Значительно снизилась частота встречаемости многих широко распространенных видов (табл. 35).

Последствия влияния гребневика отрицательно сказались на многие широко распространенные в Каспии планктонные организмы. Так, распространенный по всему Среднему Каспию и входящий в состав всех фаунистических комплексов — эвритемора к 2007 г. стал очень редким видом и имеет низкую частоту встречаемости, так же как и калянипеда и другие автохтонные каспийские виды, которые стали жертвой этого хищника (табл. 35).

Таблица 35. Частота встречаемости ведущих видов зоопланктона Изучаемых районов Каспийского моря, %

Виды	Запад		Центр	
	1990 г.	2007 г.	1990 г.	2007 г.
<i>Limnocalanus grimaldii</i>	10	0	70	15
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>	29	15	5	0
<i>Acartia clausi</i>	100	100	80	90
<i>Eurytemora grimmeri</i>	85	5	94	
<i>Heliciclops sarsi</i>	0	20	0	30
<i>Poliphemus exuquus</i>	50	15	29	26
<i>Podon poliphemoides</i>	77	45	64	22
<i>Evadne anonyx tipica</i>	33	2	47	5
<i>Podonevadne tigona tipica</i>	33	10	17	15
<i>Naupliu balanus</i>	62	100	100	100
<i>Sinchaetta</i>	+	5	0	3
Ларва <i>Lamelibranchiata</i>	33	25	17	13
Мизиды	18	30	25	45
Икринки рыб	14	5	58	23

Из множества факторов влияющих на распределение численности и биомассы летнего зоопланктона лета 2007 г., определяющим, несмотря на наметившее снижение численности, лимитирующим остается влияние гребневика. Как видно из таблицы 35, около 97% летнего зоопланктона составляют акарциды. Сравнение материалов распределения летнего зоопланктона в многолетней динамике показывает, что именно летом, со второй половины июля отмечается наиболее высокий пресс гребневика. Влияние гребневика на распределение летнего зоопланктона ощущается по всему изучаемому району Каспийского моря. Поэтому, в зоопланктоне лета 2007 г. не отмечаются зоны с высокой или очень низкой биомассой, характерные для распределения летнего планктона до появления мнемииопсиса в Каспии (рис. 14в). Максимальная биомасса зоопланктона отмеченная летом 2007 г. в самурско-каспийском районе Каспия равна $100 \pm 10 \text{ мг/м}^3$, по всему району исследований не превышает 50 мг/м^3 .

Таким образом, население пелагиали района исследований в настоящее время все еще находится под сильным пищевым прессом азово-черноморского аутовселенца *Mnemiopsis leidyi*.

Мнемииопсис в весенних сборах не встречался ни на одной станции, тогда как в летних сборах он присутствовал во всех. Как и в Азовском море (Сокольский, Камаркин, Студеникина, 2002) в-зимний период он в изучаемом районе Каспия полностью исчезает. Во всяком случае, наши попытки найти живых особей мнемииопсиса в эти сезоны последние 2–3 года оказались тщетными.

Летом популяция мнемииопсиса распространена от прибрежных зон до максимальных глубин района исследования, причем более 70% особей в популяции составляли с размерами 0–5 мм (рис. 15). Видимо, в это время в дагестанском районе Каспия происходит интенсивное размножение гребневика, связанное с высокими летними температурами, и другими оптимальными экологическими условиями (кислородный режим, соленость, богатая питательная среда). Численность этой размерной группы в некоторых районах, в частности в 8-метровой глубине устья р. Сулак, достигала $3\,000 \text{ экз./м}^3$, составляя биомассу более 850 мг м^3 .

Как видно биомасса гребневика от поверхности до максимальных глубин во всех разрезах исследованного района постепенно снижается (рис. 16). Массовое скопление гребневика (более 80% биомассы) в фотосинтетической зоне (0–25 м), где высокая продуктивность зоопланктона, несомненно, является реакцией их на пищевые потребности. Высокие показатели численности и биомассы характерны для мелководных зон исследованного района, расположенных выше разреза «Махачкала» (табл. 36). Картина горизонтального распределения *M. leidyi* показывает, что в летний период он распространен по всему Каспию. Как видно из рисунка 17 в зонах влияния Терека и Сулака, где традиционно высокая численность и биомасса зоопланктона, а также в центральных районах северо-западной части Среднего Каспия этот хищник образует плотные скопления с высокой биомассой. Средняя биомасса мнемииопсиса в дагестанском районе Каспия летом 2007 г. равнялась 209 мг/м^3 (табл. 37).

Являясь хищником с широким спектром питания, гребневик в Каспийском море не служит пищей для других животных, и тем самым, его возможности повышаются изымать из трофической цепи огромное количество органических веществ, уменьшая общую биологическую продуктивность моря.

Интенсивное размножение гребневика мнемииопсис в северо-западной части Среднего Каспия начинается 10–15 июля и длится до конца сентября начала октября. Вначале появляются крупные единичные экземпляры, затем начинается массовое размножения хищника по всему изучаемому району.

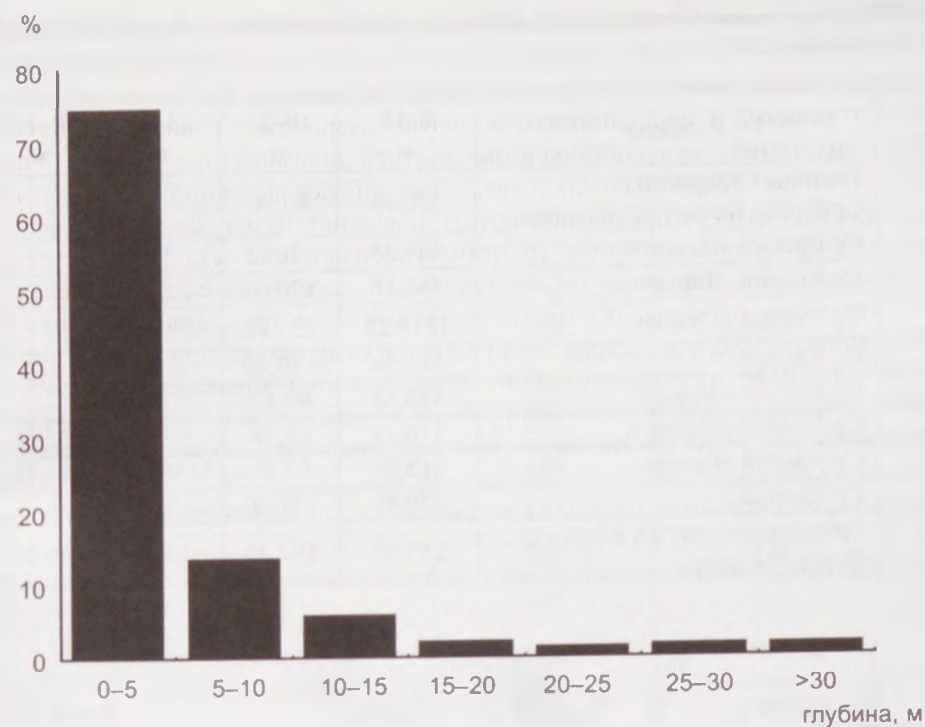


Рис. 15. Средняя биомасса размерных групп (%) мнемииопсиса летом 2007 г.

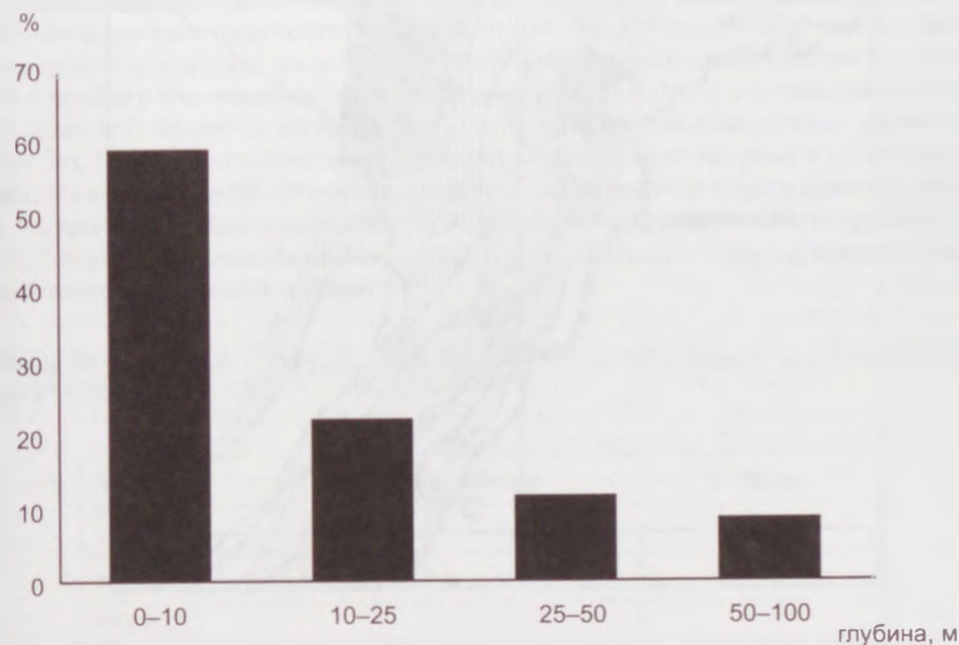


Рис. 16. Средняя биомасса мнемииопсиса (%) по разным глубинам (лето 2007 г.).

Таблица 36. Распределение биомассы гребневика *Mnetiopsis leidyi* по глубинам дагестанского района Каспия (лето 2007 г.)

№ п/п	Разрезы	0–10 м	10–25 м	25–50 м	50–100 м
1.	Граница Северного и Среднего Каспия «Суюткино»	260,53	80,56		
2.	Ср.Каспий «Чечень»	456,25	170,25		
3.	Ср.Каспий «Терек»	886,18	176,00	22,35	
4.	Ср.Каспий «Сулак»	1318,22	239,90	98,86	
5.	Ср.Каспий	186,54	120,40	52,23	
6.	Ср.Каспий «Манас»	125,38	90,12	70,56	
7.	Ср.Каспий «Изберг»	116,51	68,18	86,61	52,13
8.	Ср.Каспий «Речка»	215,00	95,50	148,00	34,18
9.	Ср.Каспий	250,40	141,20	85,75	56,14
10.	Граница Среднего и Южного Каспия «Самур»	217,50	192,32	69,80	89,90

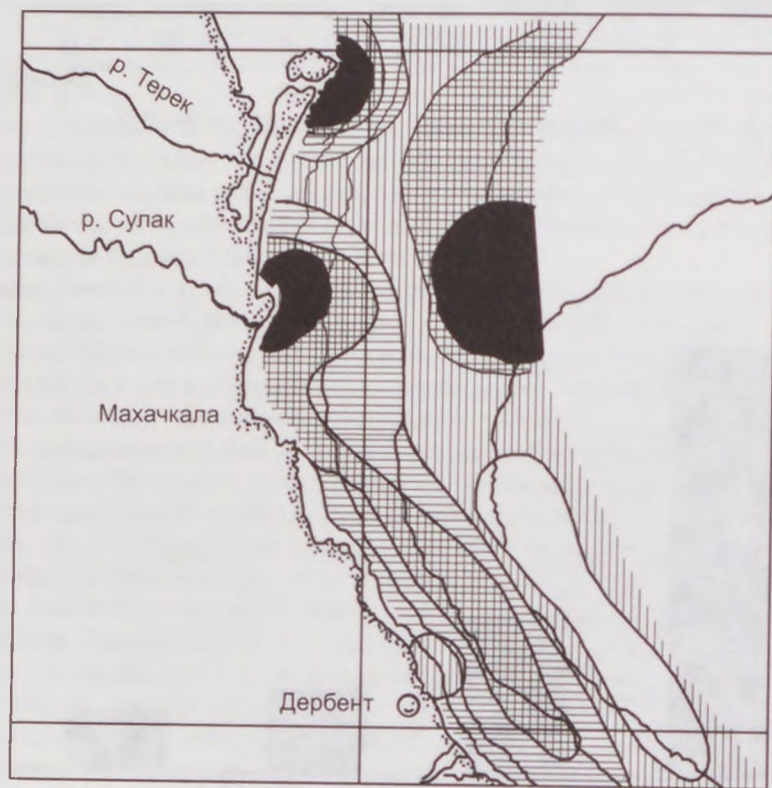
Рис. 17. Карта-схема распределения гребневика *Mnetiopsis leidyi* Изучаемых районов Каспийского моря (лето 2007 г.)

Таблица 37. Средняя численность (экз./м³) и биомасса (мг/м³) гребневика в дагестанском районе Каспия (лето 2007 г.)

Разрезы	Средняя численность	Средняя биомасса
Граница Северного и Среднего Каспия «Суюткино»	355	170,42
Ср.Каспий «Чечень»	686	310,25
Ср.Каспий «Терек»	560	358,07
Ср.Каспий «Сулак»	996	550,73
Ср.Каспий	225	121,71
Ср.Каспий «Манас»	180	95,85
Ср.Каспий «Изберг»	114	82,25
Ср.Каспий «Речка»	246	123,02
Ср.Каспий	207	136,27
Граница Среднего и Южного Каспия «Самур»	295	141,18
Всего:	386	208,97

Способность гребневика размножаться на всех стадиях своего развития дает колоссальную вспышку в течение короткого времени. С массовым распространением гребневика, качественный состав зоопланктона резко сокращается, приводя к полному исчезновению из состава фауны многих видов зоопланктона весеннего комплекса. В этот период в зоопланктоне отмечено только 7 видов и форм зоопланктона, из которых более 55% являются личинками или молодью планкто-бентических организмов (табл. 38). Полностью отсутствовали в планктоне ветвистоусые раки и многие коловратки. Из копепод на 50–100-метровой глубине был отмечен только древний пришелец Каспия *Limnocalanus grimaldii* (Guerne) и азово-черноморский вселенец 80-х годов XX столетия *Acartia clausi* Giesbrecht и *A. tonsa* родины, которых, как и гребневика, является побережье Атлантики.

Таблица 38. Количество видов разных групп зоопланктона, найденных в дагестанском районе Каспия (2007 г.)

Гаксоны	Весна	Лето
Copepoda	10	3
Cladocera	17	+
Cirripeda	2	+
Rotatoria	2	+
Прочие организмы	9	4

Как видно, из планктона исчезли, в основном, аборигенные виды Каспия. Видимо, фауна этого генезиса как пища, более привлекательна для хищника-гребневика, чем средиземноморские выходцы, на что указывали и Н.Г. Сергеева, В.Е. Заика, Т.В. Михайлова.

Вследствие хищничества мнемипсиса биомасса основных групп зоопланктона в дагестанском районе Каспия летом 2005–2007 гг. по сравнению с таким же периодом 1990 г. снизилась более чем на 90%, а доминирующие виды зоопланктона *Euritemora grimmii* G.O. Sars, *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch в сборах вообще отсутствовали (табл. 39). Биомасса и численность всего зоопланктона определяли вселюногие рачки акарциды. Хотя биомасса *A. clausi* 3–3,5 раза снизилась по сравнению с таковой 1990 г, на долю ее приходилось более 80% биомассы всего зоопланктона. Почему из вселюногих ракообразных только акарция смогла противостоять мнемипсису приобретает принципиальное значение, отмечают А.Ф. Сокольский, А.А. Полянинова и др. (2003).

Таблица 39. Зоопланктон (мг/м³) дагестанского района Каспия до и после вселения гребневика (лето)

Организмы	1990	2002	2003	2006
<i>Limnocalanus grimaldii</i>	77,70	0,16	0,10	–
<i>Euritemora grimmii</i>	115,25	–	–	–
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>	5,89	–	–	–
<i>Acartia clausi</i>	90,95	24,02	29,02	87,35
Copepoda ост.	2,75	0,12	0,15	0,41
Все Copepoda	292,18	24,30	29,27	87,76
Cladocera	2,44	–	–	0,19
Прочие	4,25	9,23	5,45	5,12

По мнению этих авторов, в ответе на этот вопрос заложен ключ к пониманию причин его разрушительного воздействия на планктонную часть экосистемы моря и пути выхода из этой ситуации.

Хотя качественный состав зоопланктона весной 2005–2007 гг. сохранился прежним, биомасса по сравнению с 1990 г. упала более чем в два десятка раз. Это, видимо, обусловлено тем, что ежегодные колоссальные потери численности и биомассы зоопланктона в результате хищнического уничтожения его гребневиком мнемипсисом к следующему периоду весеннего воспроизводства не восстанавливается.

3.8. Особенности бентосных сообществ Каспийского моря

Донные сообщества — одни из самых устойчивых в морских экосистемах. Они менее других подвержены количественным и качественным изменениям, поскольку их биотоп достаточно стабилен, а сами организмы живут относительно долго. Наиболее изменчива водная часть биотопа, где могут меняться интенсивность природных течений, физические и химические показатели, количество и качество поступающего в придонные слои органического вещества. Для того чтобы изменения вод отрази-

лись на бентосе, они должны быть интенсивными, длительными и происходить достаточно редко, что в природе случается не часто (Карпинский, 2002).

Фаунистический состав бентоса Каспийского моря и его распределение изучалось многими авторами. Много работ посвящено изучению биологии, экологии и развитию зообентоса. Большинство работ посвящено вселенцам. Роль их велика. К ним относятся случайно попавшие в море митилястер и краб *Rhithropanopeus*, переселенцы из Азовского моря полихета *Nereis diversicolor* и моллюск *Syndesmya ovata* (Добровольский, Косарев, 1979).

В целом, для фауны Каспийского моря и для донной фауны в частности характерен высокий процент эндемичных видов и родов (41%), в основном среди ракообразных и моллюсков, что свидетельствует о древности фауны этого водоема. В фауне Каспийского моря среди донных беспозвоночных встречаются представители четырех основных фаунистических комплексов:

1) Автохтонный каспийский комплекс — остатки морской третичной фауны, пертерпевший многократные изменения гидрологического режима водоема;

2) Средиземноморско-атлантический комплекс — виды, попавшие в Каспийское море в разное время;

3) Арктический комплекс — виды, проникшие сюда в конце ледникового периода из северных морей;

4) Пресноводный комплекс — виды, сравнительно недавно проникшие в Каспийское море из рек этого бассейна.

В географическом распространении донной фауны выделяют четыре группы, различающиеся особенностями распространения:

1) виды, ограниченные в своем распространении пресными водами (устья рек и определенные участки моря), это 8 видов;

2) виды, встречающиеся как в реках Каспийского бассейна, так и по всему Каспию (103 вида);

3) виды, не встречающиеся в пресных водах, но широко распространены по всему Каспийскому морю (128 видов);

4) виды, характерные только для Среднего и Южного Каспия (140 видов).

Среди автохтонной фауны, к которой относится большинство донных организмов в Каспии, имеются представители всех четырех вышеупомянутых ранее групп, но преобладают виды третьей и четвертой группы. Все виды этой группы обитают при солености не ниже 10‰ и температуре не выше 15 °С (Бирштейн, 1939).

Средиземноморские вселенцы по сравнению с автохтонными беспозвоночными составляют незначительную часть от общего числа видов — 29 видов. Среди них отсутствуют виды первой группы, распространенные только в опресненных районах моря.

Арктический комплекс включает всего 9 видов донных животных. Виды этого комплекса относятся к четвертой группе и населяют открытые районы Среднего и Южного Каспия с низкой придонной температурой (4–5 °С) и высокой соленостью (12–13‰).

Пресноводный комплекс небогат видами. К нему относят 31 вид. Эти виды эвригаллинны, расселены по всей акватории моря.

Вертикальное распределение донной фауны

Распределение зообентоса в Каспии связано с характером грунта и глубиной. По числу видов преобладают простейшие, нематоды, моллюски. Наибольшее развитие донной фауны наблюдается на глубинах 10–50 м. В бентосе по биомассе преобладают

моллюски (митилястер, абра и дрейссена), составляющие 70,3% всей донной фауны. Второе место занимают ракообразные (29,7%), среди которых первое место занимает баянус (68,3%), а второе — краб (25,1%). Развитие митилястера подавляется болянусом, который развивается на его створках и тем самым осложняет работу фильтрационного аппарата моллюска. Зональность проявляется и в количественном, и в качественном распределении фито- и зоопланктона, рыб, но особенно ярко — в распределении зообентоса. Наибольшего развития биомасса бентоса достигает на глубинах 25–50 м, где ее основную часть до 70–90% формируют вселенцы. Глубже 50 м происходит уменьшение биомассы вследствие резкого снижения числа вселенцев (Нейман, 1973).

Однако на глубине 100 м еще достаточно велика роль прочих организмов, в особенности арктического происхождения. На глубине 200 м фауна сильно обеднена, присутствуют олигохеты, хирономиды, некоторые ракообразные. Глубже 200 м фауна обедняется еще больше, биомасса снижается и до максимальных глубин доходят немногие виды, чья биомасса ничтожна. Основной причиной, влияющей на вертикальное распределение видов, точнее, на проникновение их на большие глубины, являлось содержание кислорода, снижающееся с глубиной и достигающего ноля на предельных для Каспия глубинах. Однако в последнее время содержание кислорода на глубинах около 200 м возросло до 2–2,5 мл/л и более или 25–30% насыщения, но заметных изменений в фауне нет. Специфическая глубоководная фауна в Каспии не сформировалась, а виды, проникающие на большие глубины, представляют собой холодолюбивые организмы либо арктического происхождения, либо батифильные автохтонные и эврибатные формы, достигающие наибольшего развития на глубинах 50–100 м (Карпинский, 2002). Главным образом, основная биомасса и все видовое разнообразие донной фауны Каспия сосредоточены на глубинах 100 м. В Каспии отсутствует глубоководная фауна, роль ее исполняют виды арктического или пресноводного происхождения и вселенцы, способные опускаться на большие глубины (Карпинский, 2002).

Одна из особенностей каспийской донной экосистемы — существование под постоянным, интенсивным прессом выедания осетровыми. Основные потребители — это два вида осетровых, русский осетр (*Acipenser gueldenstaedti* Brandt, с выделяемым подвидом, персидским осетром *A. gueldenstaedti persicus*) и севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas, у которой выделяют форму *A. stellatus natio cyrenicus*, севрюгу южно-каспийскую, противопоставляемую основной форме, севрюге северокаспийской). Впрочем, все осетровые Каспия — и шип, и белуга, и стерлядь, на ранних стадиях питаются донными ракообразными. Еще одно подтверждение сильного пресса выедания — использование осетровыми при интенсивном или низкой общей биомассе бентоса практически всех организмов, которых они способны отделить от грунта и поглотить, в том числе замещающих и даже вынужденных кормовых объектов, как например митилястера в Южном Каспии. Ярким примером влияния выедания является акклиматизация в Каспии нерейса. Пересажены были два вида *Nereis diversicolor* и *N. succinea*, однако второй вид имеет гетеронерейдную стадию, при которой особи выходят на поверхность осадков и в толщу вод. Это делает их более уязвимыми и доступными для выедания не только бентосоядными, но и пелагическими рыбами, и, попав под такой пресс, популяция *N. succinea* была просто уничтожена.

В случае с Каспием мы имеем единственный в своем роде изолированный, а также уникальный и долго существующий солоноватоводный водоем, где специфическая фауна формировалась в течение длительного времени, не встречая при этом конку-

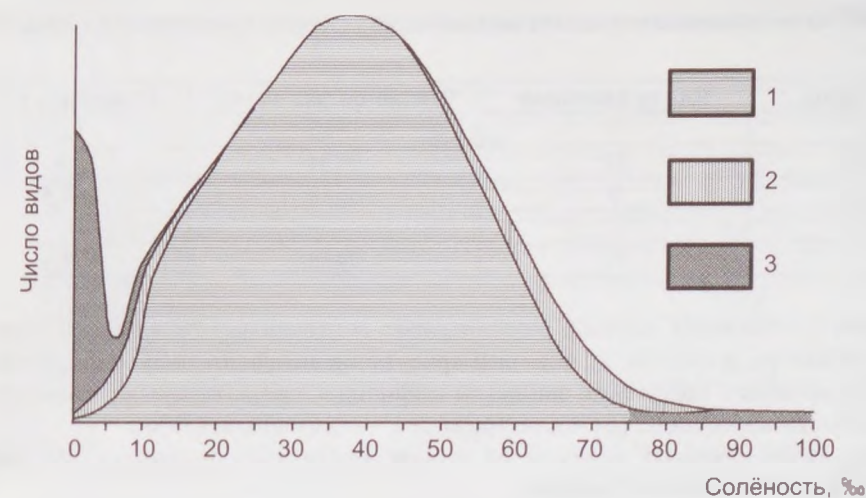


Рис. 18. Общая схема изменения облика водной фауны от пресных вод до пересолённых лагун. По оси абсцисс солёность (‰), по оси ординат число видов: 1 — морские виды, 2 — солонатоводные виды, 3 — виды пресноводного происхождения.

ренции со стороны морских видов. А Каспий стал одним из крупных центров видообразования солонатоводной фауны. При исследовании фауны солонатоводных водоемов было отмечено резкое снижение количества видов в зоне контакта пресноводной и морской фауны, наиболее сильно при солёности 5–8‰, что названо «минимумом видов» или «парадоксом солонатоводных вод» (рис. 18) (Косарев, Егоров, 1986).

Уникальность зообентоса Каспия определяется не только чрезвычайно высокой степенью эндемизма фауны, но и сообществом, формирующимся под воздействием не только естественных факторов, но и возрастающего антропогенного влияния (Алиев А.Д., 1975).

В составе донной фауны на Центрально-Каспийском участке в 2007 г. определено 47 таксонов. Самой многочисленной группой были ракообразные — 31 вид. На долю червей приходилось 7 таксонов, моллюсков — 9 (табл. 40).

Практически повсеместно встречались малощетинковые черви *Oligochaeta* (93%). Наибольший процент частоты встречаемости был также отмечен среди червей у *Nereis diversicolor* (53%), среди ракообразных у *Dikerogammarus haemobaphes* (67%), *Gammarus paxillus*, *Corophium chelicorne* (по 53%), среди моллюсков у *Mytilaster lineatus* и *Dreissena rostriformis* (по 27%). У остальных видов частота встречаемости колебалась от 7 до 46%.

Средняя биомасса зообентоса на участке была высокой составила 174,9 г/м², при ее колебании по станциям от 1,4 (ст. 1) до 1 452,5 г/м² (ст. 2). Средняя численность — 7,7 тыс. экз/м², при вариации на отдельных станциях от 800 (ст.4) до 16 830 экз/м² (ст. 17).

Основу количественных показателей бентофауны составляли моллюски (44% общей численности, 96% общей биомассы). Среди них доминировали два морских вида: *Mytilaster lineatus* и *Dreissena rostriformis*, на долю которых приходилось 92% общей биомассы группы и 88% общей биомассы всего бентоса. В составе первого вида преобладали особи, размер которых не превышал 1 мм, второго — более 15 мм.

Таблица 40. Количественные показатели зообентоса на участке «Центрально-Каспийский» летом 2007 г.

Организмы	Число таксонов	Численность, экз/м ²	Биомасса, г/м ²
Vermes	7	1845	3,5
Crustacea	31	2424	3,9
Mollusca	9	3389	167,5
Insecta	—	—	—
Итого	47	7658	174,9

Средняя численность донных ракообразных составляла 32% всей численности бентоса, биомасса, в виду их мелких размеров, не превышала 3%. В этой группе животных лидирующее положение занимали амфиподы, среди которых доминировали по численности корофииды (51%), по биомассе — гаммариды (53%).

Основу количественных показателей червей составляли олигохеты (76% численности червей, 69% биомассы червей).

Установлена характерная приуроченность видового состава к определенным глубинам и грунтам. Так, для зоны песчаных заплесков характерен бокоплав *Pontogammarus maeoticus*. Здесь также встречается и краб *Rhithropanopeus harrisi*. На больших глубинах на илисто-песчаных грунтах можно проследить появление кумовых раков *Pterocuma pectinata* и *Stenocuma gracilis*, полихеты *Nereis diversicolor* и моллюска *Abra ovata*. Ракушечные грунты заселены в основном моллюсками *Mytilaster lineatus*, *Dreissena rostriformis* и *Didacna longipes*. Появляется также обрастатель *Balanus improvisus*. Число видов и их биомасса в изучаемом районе увеличивается до 60-метровых глубин, а к 200-метровым наблюдается их резкое уменьшение.

Большинство бентосных организмов в Среднем Каспии являются обитателями мелководной зоны, которой присущи резкие перепады температуры, вследствие чего они, в основном, эвритермны. Но небольшое количество донной фауны арктического комплекса (*Pontoporeia affinis*) и каспийских автохтонов *Amathillina spinosa*, *Niphargoides grimmi* являются stenotherмными видами, температурные рамки которых составляют от 6 до 14 °С.

Таким образом, исходя из полученных данных, участок «Центрально-Каспийский» летом 2007 г. по составу и развитию донной фауны характеризовался как высокопродуктивное пастбище для нагула бентосоядных рыб. Здесь в массе развивались моллюски и ракообразные, многие из корых являются ценными в кормовом отношении беспозвоночными и охотно используются в пищу бентосоядными рыбами.

По сборам, проведенным летом 2007 г. в дагестанском районе Каспийского моря, обнаружен 44 таксона донных беспозвоночных. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются ракообразные — 27 видов и моллюски — 9 видов. Из 44 видов, обнаруженного в исследованном районе, 7 приходится на долю азово-черноморских вселенцев. Качественный состав зообентоса представлен в таблице 41.

Надо отметить, что в создании общей биомассы бентоса принимают участие несколько массовых видов, таких как *B. improvisus*, *M. lineatus*, *A. ovata*, *N. diversicolor* и *Cerastoderma lamarcki*. *Balanus improvisus* в водах Каспийского моря впервые был обнаружен А.Н. Саенковой (1956), и далее был описан для района Изберг А.Н. Державиним. Он является первым вселенцем из Азово-Черноморского бассейна после открытия канала Волга-Дон. Как указывает Г.Б. Зевина, уже через год после вселения баянусы сплошным слоем покрывали сваи нефтяных эстакад в этом районе моря, их личинки первые же годы после заселения составляли основу прибрежного планктона

Таблица 41. Качественный состав зообентоса на Дагестанском побережье (лето 2007 г.)

Виды	Численность, экз/м ²
Vermes	
<i>Nereis diversicolor</i>	145
<i>Hypania invalida</i>	9
<i>Hypaniola kowalewskii</i> (Grimm)	25
<i>Manayunkia caspica</i> Annen.	271
Oligochaeta	1393
Nematodes	1
Planaria	1
Crustacea	
Mysidacea	
<i>Caspiomysis knipowitschi</i> (G.O Sars)	1
Cumacea	
<i>Schizorhynchus bilamellatus</i> (G.O.Sars)	52
<i>Schizorhynchus eudorelloides</i> (G.O.Sars)	5
<i>Pterocuma rostrata</i> (G.O.Sars)	1
<i>Pterocuma cercaroides</i> (G.O.Sars)	1
<i>Stenocuma diastylloides</i> (G.O.Sars)	13
<i>Stenocuma gracilis</i> (G.O.Sars)	3
<i>S. graciloides</i> (G.O.Sars)	4
Gammaridae	
<i>Pseudolibrotus platycerae</i>	1
<i>Pseudolibrotus caspius</i>	3
<i>Amathillina cristata</i> (Grimm)	31
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	55
<i>Akerogammarus knipowitschi</i> Derz	1
<i>Niphargoides</i> Grimm	1
<i>Niphargoides spinicaudatus</i> Car	5
<i>Niphargoides similis</i> (G.O.Sars)	19
<i>Niphargoides derzhavini</i> Pjatacova	3
<i>Iphigenella andrusovi</i> (G.O.Sars)	24
<i>Gmelinopsis tuberculata</i> (G.O.Sars)	33
<i>Gammarus ischnus</i> Stebing	99
<i>Gammarus paucillus</i> Grimm	521
<i>Pontoporeia affinis microphth</i> Grimm	21
Corophiidae	
<i>Corophium robustum</i> (G.O.Sars)	6
<i>Corophium chelicorne</i> (G.O.Sars)	834
<i>Corophium spinulosum</i> (G.O.Sars)	4
<i>Corophium curvispinum</i> (G.O.Sars)	48
<i>C. nobile</i> (G.O.Sars)	107
<i>C. mucronatum</i> (G.O.Sars)	235
Isopoda	
<i>Mesidotea entomon</i> (G.O.Sars)	1
<i>Iacra sarsi caspica</i> Kesselyak	293

Таблица 41 (продолжение).

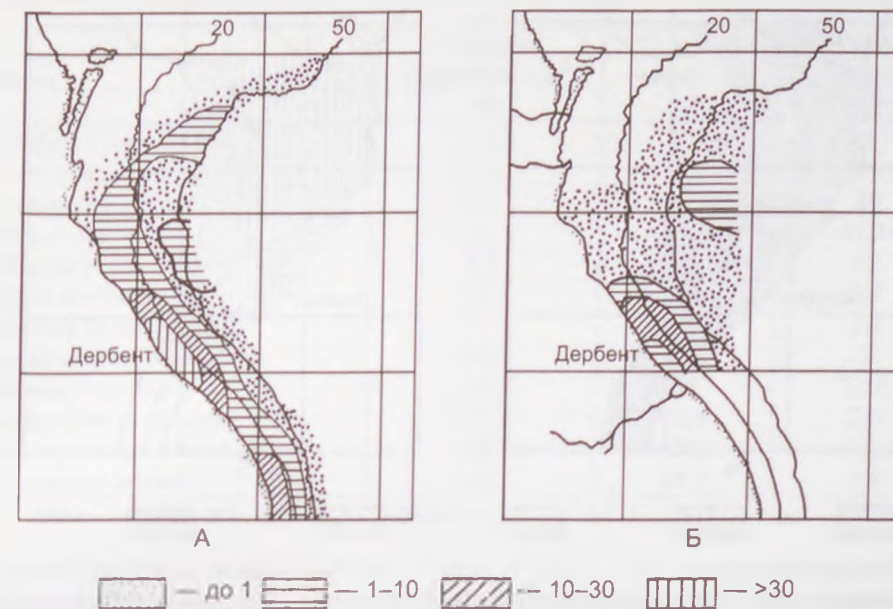
Виды	Численность, экз/м ²
Mollusca	
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmel.)	2728
<i>Dreissena rostriformis</i> (Deph.)	543
<i>Didacna parallela</i> Bog.	7
<i>Didacna barbotdemarnyi</i> (Grimm)	15
<i>Didacna protracta</i> (Bicwald)	1
<i>Hypanis albida</i> Logv.et.Star.	1
<i>Hypanis levinscula</i>	1
<i>Abra ovata</i> (Philippi)	4
<i>Theodoxus pallasi</i>	89
Cirripedia	
<i>Balanus improvisus</i>	45

В отдельных районах Среднего и Южного Каспия численность личинок баянуса в зоопланктоне достигала 90% биомассы (Осадчих, 1963). Распространялся по морю он необыкновенно быстро. В 1956 г. встречался в разных районах моря, вблизи портов, стоянок рыболовецких судов и прохождения курсовых судов. В 1958 г., обследовав все море, эти авторы не нашли мест, имеющих подходящие солености, твердый субстрат и не очень сильное загрязнение, где бы не было баянусов. Обрастания в разных районах моря после вселения баянуса увеличились от 1,5 до 15 раз. В районе Изберга в обрастаниях за 4–5 месяцев он дает биомассу до 6 кг/м² (Зевина, 1959). Исследуемый вид в Каспии получил наибольшее развитие на глубине 25–30 м (табл. 42), где преобладают ракушечные грунты, на которых он себя хорошо чувствует.

Нами установлено, что, его распределение по глубинам по сравнению с 1976 г. практически не изменилось, хотя и наблюдается общая тенденция к уменьшению средней биомассы. Прикрепляясь к раковинам митилястера, дрейссены и других моллюсков, которые являются надежным субстратом, *B. improvisus* образует стойкие биоценозы. По данным Г.А. Алигаджиева (1989) на этих глубинах его биомасса составляла 26,34 г/м². Однако, как видно из рис. 19 (карты-схемы А, Б) по сравнению с 1982 г. средняя биомасса упала на порядок. Происходящие за последние десятилетия экологические изменения на Каспии в связи с поднятием уровня моря и антропогенным воздействием с одной стороны, и влиянием вселенца гребневика с другой стороны, повлекла за собой резкое снижение кормовой базы моря, что, возможно, повлияло и

Таблица 42. Сравнительная характеристика распределения биомассы (г/м²) *Balanus improvisus* по глубинам в дагестанском прибрежье Каспийского моря в 1976 и 2007 г.

Глубина, м	1976 г.	2007 г.
0–10	0,8	3,5
10–25	2,4	0,2
25–50	15,5	6
50	7,4	0,8

Рис. 19. Распределение биомассы (т/м²) *Balanus improvisus* в западном прибрежье дагестанского района Каспийского моря. А — 1982; Б — 2007.

на продуктивность баянуса. Хотя взрослые формы *B. improvisus* практически не входят в рацион бентосоядных рыб, молодь сельдей почти полностью потребляет личинки баянуса, а в пище кильки они составляют 44%. По данным М.В. Ходкиной (1969) в южной части дагестанского побережья до глубины 20 м личинки *B. improvisus* составляли 60% планктона (10 000 экз./м²), а в районе Изберга их численность достигала до 100 000 экз./м².

По материалам 2007 г. плотность баянуса по всему прибрежью значительно уменьшилась и на самых богатых ракушечниках не превышала 3 г/м², а в районе Изберга и Дербента, где наиболее благоприятные для жизни жесткие грунты, его средняя биомасса не превышала 8 и 6 г/м² соответственно (рис. 19).

Картина распределения баянуса и их личинок, в общем, имеют сходные черты (рис. 19, 20), за исключением северо-западных районов Среднего Каспия, где отмечается массовое развитие его личинок.

Наши многолетние данные показывают, что личинки баянуса в изучаемом районе Каспийского моря широко распространены и наиболее массовые скопления их приурочены к прибрежьям.

Такое расхождение в распределении баянуса и их личинок связано с тем, что не всегда учитывались обрастания баянусом прибрежных каменистых гряд юго-западной части Среднего Каспия и зарослей камыша в Терско-Сулакском районе прибрежья, где биомасса *Balanus improvisus* почти на порядок больше. В общей биомассе бентоса дагестанского района Среднего Каспия в 2007 г. биомасса *B. improvisus* составляет 2,1 г/м², тогда как в 1956 г. она равнялась 4,4 г/м², в 1973 г. — 4 г/м², в 1974 г. — 0,6 г/м², в 1978 г. — 8,19 г/м², в 1984 г. — 4,55 г/м² (табл. 43). Картина многолетней динамики развития баянуса имеет неравномерный характер и причины таких коле-

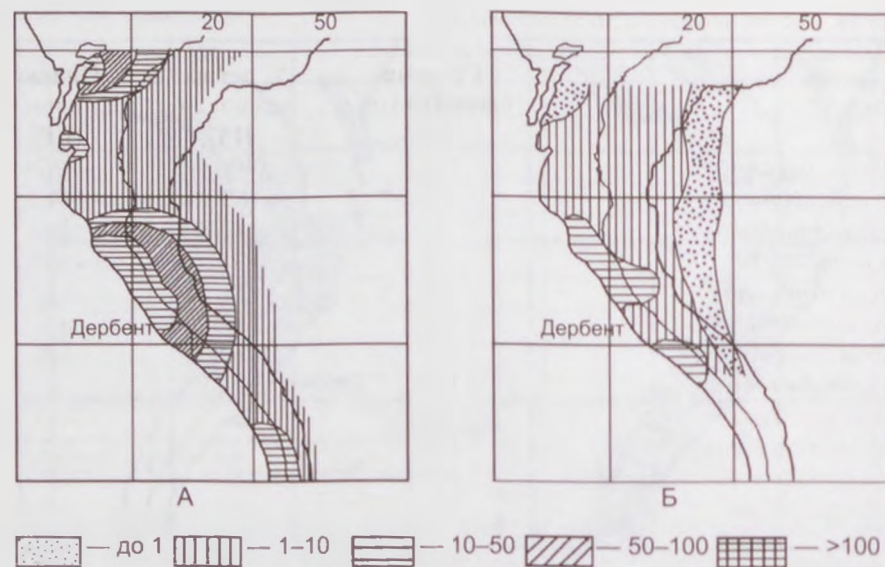


Рис. 20 Распределение биомассы ($\text{мг}/\text{м}^3$) Nauplii *Balanus* в западном побережье дагестанского района Каспийского моря А — 1982; Б — 2007.

баний численности *B. s. improvisus* определить достаточно сложно. Скорее всего, это является суммарным выражением биотических и абиотических факторов среды, проследить за которыми довольно трудно.

Таблица 43. Динамика биомассы баянуса в дагестанском районе Каспия в разные годы

Годы	1960	1962	1964	1965	1966	1971	1973	1976	1984	2007
Биомасса, $\text{г}/\text{м}^2$	13,2	8,9	16,98	4,4	12,4	8,3	4,0	8,19	4,5	2,1

Таким образом, с конца 1970-х гг. с поднятием уровня моря началось падение биомассы баянуса от $8,19 \text{ г}/\text{м}^2$ в 1976 г. до $2 \text{ г}/\text{м}^2$ в 2007 г. Особенно это заметно в северной его части, где подъем уровня сопровождался изменением рельефа дна за счет размыва берега. Наиболее высокие концентрации вселенца, как и в первые годы заселения, сохранились в районе Изберг – Киязы, где имеются жесткие грунты и каменистое дно. Картина распространения Nauplii *Balanus* и его взрослой формы совпадают, только следует отметить, что за счет юго-восточных ветров и течений ареал личиночной формы далеко заходит на север. Кроме того, в районе Аграханской Косы и Лопатина, где имеются обширные заросли камыша, традиционно отмечается высокая численность и биомасса личинок баянуса.

Другой массовый вид *Mytilaster lineatus* приурочен к жестким грунтам. В обрастаниях прибрежных скал, камней и днищах судов он занимает господствующее положение и его биомасса достигает 6–7 кг (Романова, 1960). Будучи стенозафичным организмом, митилястер не может распространяться к северу от Махачкалы в зону илистых грунтов. Его плотные скопления в районе между Избербашем и Дербентом достигают биомассы $291,6 \text{ г}/\text{м}^2$ (табл. 44).

Таблица 44. Состав биоценоза *Mytilaster lineatus*

Виды	Средняя биомасса $\text{г}/\text{м}^2$ (В)	% встречаемости (Р)	Индекс плотности (ВР)
<i>Mytilaster lineatus</i>	291,6	100	170,76
<i>Dreissena distincta</i>	192,	68	114,3
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	9,6	42	20
<i>Abra ovata</i>	23	89,1	45,26
<i>Didacna protracna pr.</i>	6,3	23	12
<i>Nereis diversicolor</i>	0,66	68,4	6,7
<i>Hypania invalida</i>	0,12	16,8	1,4
<i>Niphargoides robustoides</i>	0,09	12,2	1
<i>Balanus improvisus</i>	5,8	88	22,6
<i>Corophium chelicorne</i>	0,64	46,4	5,4
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	0,48	22	3,2
<i>Amathelina cristata</i>	0,4	48,2	4,4

В этом биоценозе доминирующей группой является двустворчатый моллюск, составляющий более 90% биомассы биоценоза. При этом доминирующей пищевой группой являются фильтрующие животные, которые питаются фитопланктоном из придонного слоя воды. К ним относятся и корофииды, представленные в биоценозе одним видом. Остальные виды (абра и нерейс) являются детритофагами и тоже в достаточной мере обеспечены здесь кормом.

Биоценоз *Abra ovata* характеризует мягкие илистые грунты, а сама *Abra ovata* является собирателем детрита. Наибольшие скопления в 2007 г. были обнаружены в районе Изберга и достигали $316 \text{ г}/\text{м}^2$, превышая максимальные данные 1976 г. — $280 \text{ г}/\text{м}^2$. Разовая биомасса *Abra ovata* для одного и того же грунта может колебаться в очень больших пределах, что обусловлено различными глубинами, а также разной интенсивностью выедания бентосоядными рыбами. Основными компонентами ядра биоценоза *Abra ovata* являются азово-черноморские вселенцы, главным образом обитатели мягких грунтов и баянуса, обитающий на кардидах (табл. 45).

Таблица 45. Состав биоценоза *Abra ovata*

Виды	Средняя биомасса $\text{г}/\text{м}^2$ (В)	% встречаемости (Р)	Индекс плотности (ВР)
<i>Abra ovata</i>	316	100	177,7
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	9,6	82,6	28,1
<i>Nereis diversicolor</i>	3,8	78	17,2
<i>Corophium chelicorne</i>	0,19	5,6	1
<i>Oligochaeta</i>	0,03	65,3	1,4
<i>Hypania invalida</i>	0,04	28	1
<i>A. instate</i>	1,2	16	4,3
<i>Mytilaster lineatus</i>	0,3	4,2	1,12
<i>Pterocuma pectinata</i>	0,06	38	1,5
<i>Dreissena distincta</i>	0,68	2,2	1,2
<i>P. affinis</i>	0,8	26	4,5

Остальные виды относятся к каспийским аборигенам и имеют незначительную биомассу. В состав биоценоза входят представители из различных систематических групп и с различным морфологическим строением органов питания и экологической дифференцировкой. Компоненты ядра биоценоза, как по способу питания, так и по месту обитания не конкурируют между собой, поскольку наблюдается ярусность распределения массовых форм. *Abra ovata* нашла огромное жизненное пространство, слабо заселенное каспийскими автохтонными формами.

Биоценоз *Nereis diversicolor* является биоценозом илов. Он встречается по всему побережью дагестанских вод до глубины 4 750 м. Преобладающими формами являются представители инфауны, среди которых доминируют черви и абра. Наблюдается извитая ярусность инфауны и эпифауны. Такое распределение организмов в сообществе илистых биотопов достигается насыщением экологической ниши и полным использованием разнообразия условий среды. Здесь характерно преобладание детритофагов нерейса и олигохет (табл. 46). *Nereis diversicolor*, входя в состав некоторых каспийских комплексов и занимая в них иногда господствующее положение, не вытесняет автохтонные виды. В его биоценозе виды сильно специализированы, и поскольку пищевые ресурсы в илистом биотопе всегда в изобилии, организмы не затрачивают много энергии, так как не вступают в конкурентную борьбу. Нерейс, как и абра, занял практически пустующую экологическую нишу и не угнетает популяции местных видов донных беспозвоночных.

Таблица 46. Состав биоценоза *Nereis diversicolor*

Виды	Средняя биомасса г/м ² (В)	% встречаемости (Р)	Индекс плотности, корень из (ВР)
<i>Nereis diversicolor</i>	3,8	100	19,5
<i>Abra ovata</i>	3,0	68	14,28
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	2,3	52	10,9
<i>Mytilaster lineatus</i>	2,3	15	5,8
Pontoporea	0,16	12	1,38
Gammaridae	0,22	20	2
Oligochaeta	0,12	15	1,34

Биоценоз *Cerastoderma lamarcki*, одного из древнейших вселенцев, достигает развития на песчано-илистых грунтах. В 2007 г. наибольшая биомасса *Cerastoderma lamarcki* была обнаружена в районе Манаса (около 23 г м²). В состав биоценоза входят двустворчатые моллюски, главным образом дидакна и хипанис. В биоценозе преобладают фильтрующие организмы, следующими идут глотающие, такие как нерейс и олигохеты, а на долю остальных форм приходится незначительная часть биомассы. Как эвризафичный вид, *Cerastoderma lamarcki* меньше, чем автохтонные моллюски подвержена угнетению митилястером. Прямые топические связи между церастодермой, митилястером и баянусом выражены слабее, чем между последними и автохтонными моллюсками, благодаря чему наблюдается общее увеличение численности *Cerastoderma lamarcki*. Она является ценным кормовым объектом для каспийских промысловых рыб и занимает 2/3 в их спектре питания (табл. 47).

Остальные виды вселенцев, такие как *Rh. harrisi* и *B. improvisus*, хотя и встречались в пробах, но только как второстепенные виды и имеют незначительную биомассу и численность.

Таблица 47. Состав биоценоза *Cerastoderma lamarcki*

Виды	Средняя биомасса, г/м ² (В)	% встречаемости (Р)	Индекс плотности, корень из (ВР)
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	22,9	100	47,85
<i>Abra ovata</i>	8,2	80,4	25,67
<i>Balanus improvisus</i>	1,6	28	6,69
<i>Nereis diversicolor</i>	0,6	34	4,5
<i>Mytilaster lineatus</i>	0,8	12,2	3,12
<i>Hypania vitrea</i>	4,8	8	6,2
<i>P. affinis</i>	0,3	2	0,77
Oligochaeta	0,04	1,6	0,25

Основными кормовыми объектами почти всех возрастных групп осетровых в дагестанских водах являются *Abra ovata*, *Nereis diversicolor* и *Cerastoderma lamarcki*. Переход рыб к погреблению этих вселенцев обуславливается не только их массовым развитием, но также и легкой доступностью и пищевыми качествами. *Mytilaster lineatus* и *Balanus improvisus* значительно меньше используются в пищу, особенно их взрослые прикрепленные формы.

По нашим данным общая биомасса бентоса дагестанского района Каспия составляет 8 256 600 т, в том числе биомасса вселенцев 5 423 040 т.

По данным лаборатории ихтиологии ПИБР ДНЦ РАН (Устарбеков, 2003) численность осетровых по сравнению с 1975 г. снизилась почти в 9 раз, что естественно уменьшило давление бентосоядных рыб на популяцию донных организмов, общая биомасса которых по сравнению с 1976 г. увеличилась почти в 4 раза (2 200 000 т и 8 265 600 т соответственно).

Для подробного анализа эколого-фаунистических особенностей зообентоса нами были выбраны три станции (1–3), которые анализировались в течении 2003–2007 гг. Использовались только таксоны, определявшиеся до вида и включавшие в себя не менее трех видов. Таких таксонов оказалось четыре: классы Polychaeta и Lamellibranchiata; отряды Cumacea и Amphipoda. Анализ изменений численности и биомассы животных проводился также применительно к этим таксонам.

Как следует из данных, приведенных в табл. 48, характерной чертой сезонных изменений состояния зообентоса в период 2003–2007 гг. было уменьшение видового разнообразия, численности и биомассы организмов от весны к осени.

Сезонное уменьшение видового разнообразия наиболее ярко было выражено у Amphipoda, уменьшение численности — у Cumacea, а уменьшение биомассы — у Cumacea и Lamellibranchiata.

Соленость модельного участка (граница Северного и Среднего Каспия) изменяется в широких пределах, и большинство обитающих здесь донных и придонных беспозвоночных животных приспособились к этому. Однако некоторые виды остаются требовательными к солености, предпочитая жить в опресненной или морской воде. Диагностика организмов зообентоса, обнаруженных в исследуемом участке в 2003–2007 гг., по отношению к солености и принадлежности к тому или иному фаунистическому комплексу проводилась на основе литературных данных (Карпинский, 2002; Яблонская, 1985).

Из животных, обитающих в опресненных участках моря (соленость воды не более 2–6‰), в составе донной фауны регулярно встречались Oligochaeta и Chironomidae,

Таблица 48. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы различных таксонов бентоса

Сезон	Polychaeta	Cumacea	Amphipoda	Lamellibranchiata	Всего
Среднее количество видов					
Весна	4,0	5,5	14,8	8,3	32,5
Осень	3,8	4,5	12,3	7,3	27,8
Средняя численность, экз./м ²					
Весна	1363	1116	913	1373	4765
Осень	976	237	629	973	2815
Средняя биомасса, г/м ²					
Весна	2,97	0,63	1,13	77,11	81,50
Осень	2,24	0,13	0,72	39,46	42,29

представляющие пресноводный фаунистический комплекс (ПК). Автохтонный каспийский комплекс (АК) в этой группе представляли три вида моллюсков и два вида корофиид.

Наиболее многочисленной по количеству видов, как и ожидалось, оказалась группа животных, обитающих в широком диапазоне солености (от 0 до 13‰). При этом все животные относились к автохтонному каспийскому комплексу.

Помимо Turbellaria и Nematoda в эту группу входили 24 вида, среди которых преобладали Amphipoda (15 видов). К обитанию в широком диапазоне солености приспособлены также 6 видов Cumacea и 2 вида полихет, обнаруженных в сборах зообентоса.

В группу эвригаллиных, но не встречающихся в пресных водах животных (диапазон солености от 2 до 13‰) вошли 7 видов, представляющих два фаунистических комплекса: автохтонный каспийский и атлантико-средиземноморский. Эти виды отличались друг от друга и таксономической принадлежностью. Три вида относились к Annelida, столько же видов — к Mollusca и два вида — к Crustacea.

Группа животных, обитающих исключительно в морских водах (соленость не менее 8–10‰) состояла из 11 видов, относящихся к каспийскому автохтонному комплексу. Их перечень включал в себя 5 видов моллюсков, 4 вида амфипод и по одному виду полихет и мизид.

Обращает на себя внимание, что только первая и третья группа животных, состоит из видов, относящихся к разным фаунистическим комплексам. В первой группе автохтонную фауну дополняют виды пресноводного комплекса, а в третьей группе — виды средиземноморского происхождения. Вторая и четвертая группы животных полностью состоят из автохтонных видов. Это обстоятельство учитывалось при анализе сезонных и межгодовых изменений видового состава, численности и биомассы эколого-фаунистических комплексов зообентоса.

В 2003–2007 гг. уменьшение видового разнообразия от весны к осени зафиксировано только у автохтонного комплекса животных (табл. 49). При этом наиболее ярко выраженным оно оказалось у автохтонных организмов, предпочитающих жить в морской воде (более 8‰) и приспособленных к обитанию в широком диапазоне солености (от 0 до 13‰). Снижение общей численности особей от весны к осени наблюдалось у всех групп животных, за исключением организмов, обитающих в опресненных участках моря. Сезонное снижение биомассы зафиксировано во всех эколого-фаунистических комплексах, но в наибольшей степени оно касалось автохтонных видов (кроме тех из них, что предпочитают низкую соленость).

Таблица 49. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы различных таксонов зообентоса в 2003–2007 гг.

Сезон	Соленость среды обитания, ‰						Всего	
	< 2	6	0–13	2–13	13–18	> 18		
	Фаунистический комплекс						АК	Всего
	ПК	АК	АК	СК	АК	АК	Всего	
Среднее количество видов								
Весна	2,0	3,5	18,0	4,0	2,3	6,3	30,1	36,0
Осень	2,0	3,5	15,3	3,8	1,8	4,5	25,1	30,8
Средняя численность, экз./м ²								
Весна	2822	74	2676	1423	238	292	3280	7525
Осень	2871	71	1286	1147	198	140	1695	5713
Средняя биомасса, г/м ²								
Весна	3,07	3,95	2,21	36,36	0,054	38,95	45,16	84,59
Осень	2,39	2,82	0,82	28,42	0,009	10,22	13,87	44,68

Примечание: ПК — пресноводный автохтонный комплекс; АК — автохтонный комплекс; СК — средиземноморский комплекс.

Несмотря на резкие сезонные колебания численности животных, обитающих в широком диапазоне солености (от 0 до 13‰), среднегодовые значения их численности в период 2003–2007 гг. сохранялись примерно на одном уровне. Межгодовые изменения их общей биомассы были аналогичны изменениям биомассы животных, обитающих в опресненных водах.

Синхронные межгодовые изменения биомассы были характерны и для двух комплексов (средиземноморского и автохтонного) эвригаллиных животных, избегающих пресных вод (соленость от 2 до 13‰).

По способам и источникам получения пищи донные и придонные беспозвоночные животные Северного Каспия подразделяются на шесть групп. В зообентосе западной части Северного Каспия в 2003–2007 гг. в той или иной степени была представлена каждая из них. Для отнесения организмов к той или иной трофической группе использовались литературные данные (Брискина, 1952; Яблонская, 1975). Поскольку Gastropoda не определялись до видов, относящихся к разным трофическим группам, то этот таксон был исключен из трофической классификации.

Фильтраторы эпифауны (неподвижные и малоподвижные сестонофаги) в зообентосе были представлены 6 видами моллюсков, относящимися, за исключением митлястера, к автохтонному комплексу. При этом все фильтраторы, за исключением *Dreissena polymorpha*, являлись собой виды, избегающие пресных вод.

Виды автохтонного комплекса преобладали и среди фильтраторов инфауны (подвижных, зарывающихся в грунт сестонофагов), — только один вид из 11, а именно церастодерма, представлял средиземноморско-атлантический комплекс. Большинство фильтраторов инфауны, относящихся к Amphipoda и Lamellibranchiata, способны жить в широком диапазоне солености, три вида не выносят морских, а два вида — пресных вод.

В наиболее многочисленной по количеству видов группе собирателей эпифауны (подвижных детритофагов) все виды относились к автохтонному комплексу и только личинки хирономид представляли пресноводный комплекс. Все подвижные детритофаги были ракообразными, среди которых преобладали Gammaridae (12 видов), за ними следовали Cumacea (9 видов) и Mysidacea (2 вида). Большинство собирателей инфауны относятся к эвригалинным видам, только мизиды и два вида гаммарид избегают пресных вод.

Среди собирателей инфауны (малоподвижных, зарывающихся в грунт детритофагов) только один вид (*Abra ovata*) относился к моллюскам. Помимо него в эту группу входили пять видов полихет и Nematoda. Атлантико-средиземноморский комплекс представляли *Abra ovata* и *Nereis diversicolor*, а остальные виды — автохтонную каспийскую фауну. Оба вселенца и два автохтонных вида избегают пресных вод (менее 2‰), а один из аборигенов (*Parhypania brevispinis*) вообще предпочитает жить в морской воде (более 8‰). Остальные собиратели инфауны, присутствовавшие в сборах бентоса, относятся к эвригалинным видам.

Трофическая группа буравящих грунт животных в сборах зообентоса была представлена только Oligochaeta, относящимися к пресноводному комплексу и не переносящими высокой (более 2–6‰) солености. Группу хищников представляли Turbellaria, один вид из класса Hirudinea (*Archaeobdella esmonti*) и один вид Gammaridae (*Dikergammarus haemobaphes*). Оба названных вида являются эвригалинными и относятся к автохтонному комплексу.

Анализ сезонной и межгодовой изменчивости видового состава, численности и биомассы трофических групп зообентоса проводился только в отношении сестонофагов (фильтраторов) и детритофагов (собирателей). Буравящие грунт и хищные животные не рассматривались в связи с небольшим количеством видов, представляющих эти группы.

Из данных, приведенных в табл. 50, следует, что для всех трофических групп зообентоса в исследуемый было характерно уменьшение видового состава от весны к осени, при этом наиболее заметным оно было в группе детритофагов эпифауны, а наименее заметным — в группе детритофагов инфауны. Численность и биомасса животных во всех трофических группах также снижалась от весны к осени, более ярко это снижение было выражено у инфауны. В частности следует указать на резкое сезонное снижение биомассы сестонофагов инфауны. Для сравнения — сезонные изменения биомассы сестонофагов эпифауны были практически незаметными.

Проводившийся применительно к каждой съемке на модельных станциях статистический анализ пространственной изменчивости численности и биомассы зообентоса позволил выделить в его составе еще несколько групп донных и придонных беспозвоночных животных. При этом в одну группу включались животные, изменения численности и биомассы которых в пространстве характеризовались статистически достоверной (при $N=64-84$, $\alpha=0,05$) положительной корреляционной связью ($r \geq 0,40$). Эта связь оценивалась как устойчивая, если она проявлялась во всех съемках, либо как неустойчивая, если она наблюдалась в нескольких съемках.

Таблица 50. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы различных трофических групп зообентоса в 2003–2007 гг.

Сезон	Фильтраторы		Собиратели		Всего
	Эпифауны	Инфауны	Эпифауны	Инфауны	
Среднее количество видов					
Весна	3,8	8,0	16,0	5,8	33,5
Осень	3,0	7,0	13,3	5,5	28,8
Средняя численность, экз./м ²					
Весна	1011	499	1361	1848	4720
Осень	746	321	1063	719	2850
Средняя биомасса, г/м ²					
Весна	26,46	46,28	7,31	1,56	81,60
Осень	25,92	11,72	4,02	0,57	42,23

Определенное сходство в пространственной изменчивости численности и биомассы животных, относящихся к одной группе, можно трактовать, как ее пространственную изоляцию от других групп животных. Поскольку данная изоляция является одним из основных признаков биоценоза, то далее выделенные группы животных именуется биоценозами. Наименование биоценозу давал вид (таксон), положительная связь которого с другими входящими в него видами (таксонами) характеризовалась наибольшими значениями коэффициента корреляции.

Пользуясь описанным выше методом в составе зообентоса исследуемого участка было выделено 4 биоценоза, в сумме включающих в себя 33 вида донных и придонных беспозвоночных животных. Остальные виды, из числа регулярно встречающихся в сборах зообентоса, не попали в это число так как связь их численности и биомассы с таковыми у других видов была статистически недостоверной.

Для иллюстрации результатов корреляционного анализа использовались графы, вершины которых обозначают виды, включенные в состав биоценоза, а линии, соединяющие вершины графа, указывают на наличие коореляционной зависимости.

Биоценоз Oligochaeta

В состав биоценоза вошли 1 вид полихет, 2 вида моллюсков, и 3 таксона беспозвоночных животных (Nematoda, Oligochaeta, Chironomidae), не определявшихся до вида (рис. 21).

За исключением олигохет и хирономид, относящихся к пресноводному комплексу, все представители биоценоза являются автохтонными животными. Животные биоценоза, кроме эвригалинных нематод и гипаниолы, чувствительны к изменениям солености и осваивают только опресненные участки акватории. По способу питания большинство животных являются детритофагами, только моллюски являются сестонофа-

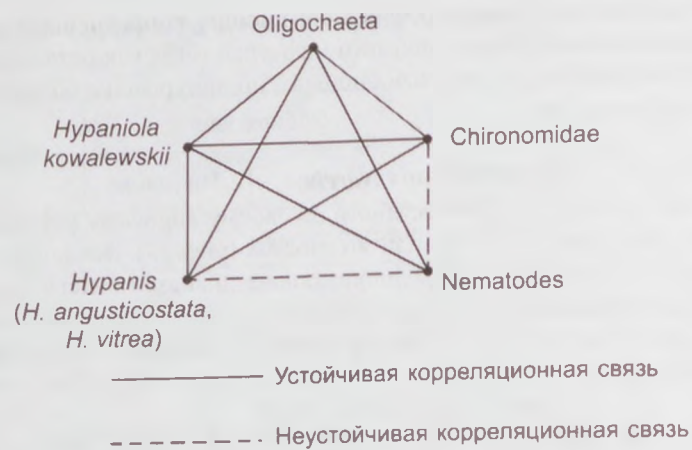


Рис. 21. Состав донного биоценоза Oligochaeta.

гами, а олигохеты относятся к буравящим грунт животным. Данный биоценоз приурочен к относительно мягким (илисто-песчаным) грунтам

Биоценоз Cumacea

В состав данного биоценоза включены 12 видов ракообразных животных, относящихся к двум отрядам: Cumacea и Amphipoda (рис. 22). При этом кумовые раки были представлены 5 видами, а амфиподы — 7 видами, относящимися к двум семействам: Gammaridae (5 видов) и Corophiidae (2 вида).

В состав данного биоценоза входят только автохтонные виды, большинство которых эвригалинны, т.е. способны переносить колебания солености от 0–2 до 13‰. Ис-

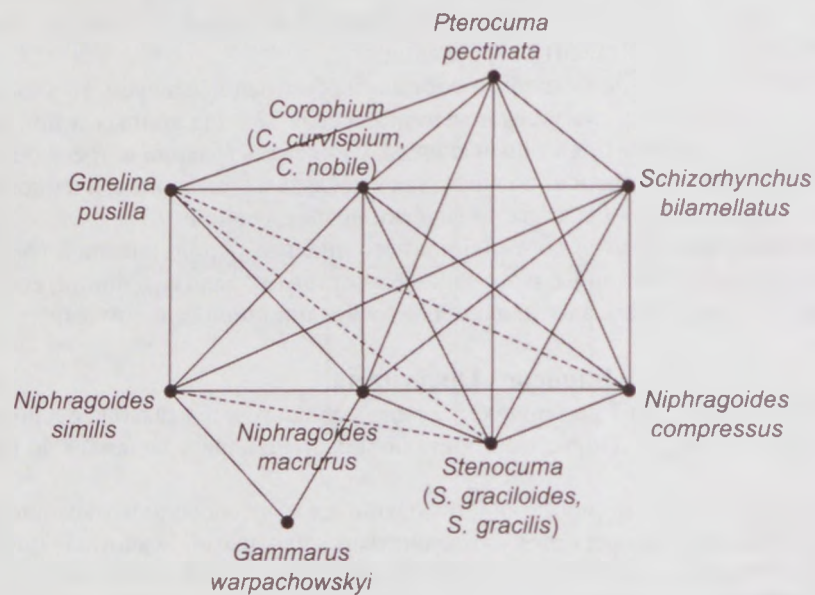


Рис. 22. Состав донного биоценоза Cumacea. Корреляционные связи как на рис. 21.

ключение составляют только два вида корофиид, обитающие в опресненных участках моря. Эти же два вида относятся к сестонофагам инфауны, тогда как остальные виды являются детритофагами эпифауны. Данный биоценоз но приурочен к более жестким песчаным грунтам.

Биоценоз Nereis

В состав данного биоценоза, самого скудного по своему видовому разнообразию, включены всего два вида полихет и два вида моллюсков (рис. 23). Все виды — эвригалинны, избегающие пресных вод и предпочитающие диапазон солености от 2 до 13‰. Кроме *Manayunkia caspica* (представителя автохтонного каспийского комплекса), остальные виды, входящие в этот биоценоз, имеют средиземноморско-атлантическое происхождение.

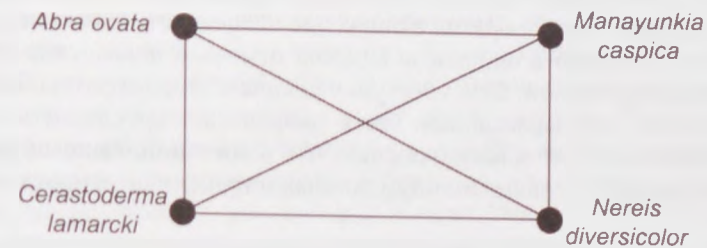


Рис. 23. Состав донного биоценоза Nereis. Корреляционные связи как на рис. 21.

По характеру питания все виды относятся к инфауне. За исключением церастодермы, относящейся к сестонофагом, остальные виды являются детритофагами. Биоценоз распространен на илистых грунтах рассматриваемой акватории.

Биоценоз Didacna

В состав данного биоценоза включены 6 видов ракообразных животных и 5 видов моллюсков (рис. 24), при этом ракообразные представлены двумя семействами: Gammaridae (4 вида) и Corophiidae (2 вида).

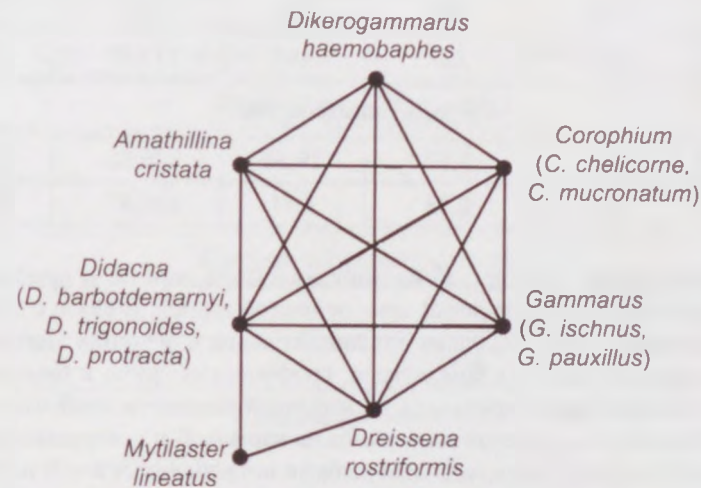


Рис. 24. Состав биоценоза Didacna зообентоса. Корреляционные связи как на рис. 21.

Все виды данного биоценоза являются представителями автохтонного каспийского комплекса, за исключением *Mytilaster lineatus* — вселенца средиземноморского происхождения. Большинство видов (6 из 11) способны жить только при высокой солености (более 8–10‰), остальные обитают в широком диапазоне солености (0–13‰), а из них только митиластер избегает пресных вод.

Животные, входящие в этот биоценоз, принадлежат к четырем трофическим группам. Один вид гаммарид ведет хищный образ жизни, два вида корофиид относятся к сестонофагам инфауны, остальные ракообразные (3 вида) являются детритофагами эпифауны, а наибольшее видовое разнообразие (5 видов моллюсков) в этом биоценозе свойственно сестонофагам эпифауны. Данный биоценоз распространен в глубоководной части рассматриваемой акватории на жестких грунтах с примесью ракуши.

Как следует из данных, приведенных в табл. 51, характерной чертой сезонных изменений всех биоценозов зообентоса в период исследований было незначительное уменьшение видового разнообразия и снижение численности и биомассы организмов от весны к осени. Только в биоценозе *Didacna* отмечено повышение биомассы осенью по сравнению с весной. Сезонное уменьшение видового разнообразия в биоценозах, оказалось менее выраженным, чем в трофических группах и эколого-фаунистических комплексах. Это объясняется тем, что в состав биоценозов попало только 63% видов и таксонов из общего списка донных и придонных животных.

Таблица 51. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы различных биоценозов зообентоса

Сезон	Биоценозы				Всего
	Oligochaeta	Cumacea	<i>Nereis</i>	<i>Didacna</i>	
Среднее количество видов					
Весна	5,5	11,0	4,0	8,3	28,8
Осень	5,5	9,5	3,8	7,0	25,8
Средняя численность, экз./м ²					
Весна	3729	1481	622	1503	7337
Осень	3444	529	491	1139	5605
Средняя биомасса, г/м ²					
Весна	7,51	1,12	19,58	26,88	55,09
Осень	5,17	0,33	4,71	33,47	43,68

Для наиболее ценных пород рыб Каспийского моря донные и придонные животные являются не только излюбленной, но и основной пищей. В связи с этим представляет интерес вопрос о том, насколько описанные выше изменения видового разнообразия, эколого-фаунистических комплексов, трофических групп и биологических сообществ донных животных отразились на кормовой ценности зообентоса.

Следует отметить, что деление зообентоса на кормовой и некормовой носит условный характер, поскольку бентосоядными рыбами потребляются в той или иной степени все виды донных животных. Однако, указанное деление широко используется при оценке кормовой базы рыб, хотя порой и сопровождается уточнением, что речь идет о

главных и второстепенных кормовых организмах (Каспийское море, 1985; Соколовский, 2002).

В кормовой зообентос в основном входят Polychaeta и Crustacea, а также 4 вида моллюсков, относящихся к родам *Hypanis* (3 автохтонных вида) и *Abra* (один вид — средиземноморский вселенец). Два вида *Hypanis* обитают в опресненных участках моря, входят в состав биоценоза Oligochaeta и относятся к сестонофагам инфауны. К этой же трофической группе относится третий вид *Hypanis* (*H. albida*), обитающий при высокой солености (более 8–10‰). *Abra ovata* обитает в широком диапазоне солености, но избегает пресных вод. Этот вид входит в состав биоценоза *Nereis* и относится к детритофагам инфауны.

К второстепенным кормовым организмам в соответствии с (Каспийское море, 1985) были отнесены 4 таксона червей (Turbellaria, Nematoda, Oligochaeta и Hirudinea) а также 7 видов двусторчатых моллюсков, относящихся к четырем родам: *Cerastoderma* (1 вид), *Didacna* (3 вида), *Mytilaster* (1 вид) и *Dreissena* (2 вида). Все виды, за исключением митиластера и церастодермы, имеющих средиземноморское происхождение, относятся к автохтонному комплексу. Только церастодерма относится к сестонофагам инфауны, а остальные виды являются сестонофагами эпифауны. Три вида *Didacna* и *Dreissena rostriformis* обитают исключительно в морских водах при солености более 8–10‰. Виды средиземноморского происхождения приспособились к широкому диапазону солености, но избегают пресных вод. Только *Dreissena polymorpha* обитает в опресненных участках акватории. Все морские и эвригалитные виды, за исключением церастодермы, относятся к биоценозу *Didacna*, а церастодерма представляет собой единственный некормовой организм в биоценозе *Nereis*.

Как следует из данных, приведенных в табл. 52, характерной чертой сезонных изменений состояния кормовых и некормовых видов в период 2003–2007 гг. было уменьшение видового разнообразия, численности и биомассы организмов от весны к осени. При этом более ярко оно было выражено у кормовых организмов. Очевидно, что причиной этого снижения является выедание кормового бентоса рыбами в летний период, когда они нагуливаются в западной части Северного Каспия.

Таблица 52. Сезонные изменения видового состава, численности и биомассы кормовых и некормовых организмов зообентоса

Сезон	Кормовые организмы	Некормовые организмы	Всего
Среднее количество видов			
Весна	29,0	7,0	36,0
Осень	25,3	5,5	30,8
Средняя численность, экз./м ²			
Весна	3596 (3566)	3928	7525 (7495)
Осень	2025	3688	5712
Средняя биомасса, г/м ²			
Весна	42,38 (24,64)	42,21	84,59 (66,85)
Осень	8,20	36,48	44,68

Одной из возможных причин изменения состояния зообентоса Дагестанского побережья Среднего Каспия в начале столетия считается воздействие гребневика мнемипсиса, появление которого в Каспийском море впервые обнаружено в 1999 г. (Сокольский, Камакин, 2002). В следующем году гребневик расселился по всему морю, при этом было установлено, что границей распространения гребневика является изогалина 4‰ (Сокольский и др., 2001, Сокольский, Камакин, 2002).

Распространение мнемипсиса сопровождалось снижением численности моллюсков, имеющих планктонную личинку, и потому непосредственно подверженных воздействию гребневика. Причем уменьшение видового разнообразия, затронуло в основном автохтонную фауну.

Сокращение видового состава моллюсков в 2003 г. затронуло только виды, обитающие в опресненных и морских участках акватории, и не коснулось эвригалинных видов избегающих пресных вод. При этом в последующие годы видовой состав моллюсков, обитающих в опресненных участках акватории, полностью восстановился. Что касается морских моллюсков, то только один вид морских моллюсков *Didacna barbotdemarnyi* постоянно присутствовал в зообентосе. Это говорит о том, что моллюски, обитающие исключительно в морских водах, практически не имеют убежища от гребневика. Что касается эвригалинных и солоноватоводных моллюсков, то ареал распространения гребневика лишь частично покрывает их ареал. Остаются еще участки, куда гребневик не проникает, которые используются этими моллюсками для размножения.

Таким образом воздействие гребневика на моллюсков изучаемой акватории заключается прежде всего в том, что автохтонные морские моллюски более всего подвержены этому воздействию, потому что их ареал, в отличие от ареала эвригалинных и солоноватоводных животных, полностью совпадает с ареалом распространения гребневика. В то же время, при низком пополнении популяций и благоприятных трофических условиях автохтонные морские моллюски составляют успешную конкуренцию эвригалинным средиземноморским видам. Существует «планка» пополнения популяций, выше которой биомасса моллюсков контролируется трофическим фактором (при прочих стабильных условиях), а ниже – балансом воспроизводства и убыли животных.

Известно, что скопления активного гребневика в Каспии могут образовываться непосредственно у дна (Камакин и др., 2005). В связи с этим нельзя исключать того, что молодь амфипод может стать добычей мнемипсиса. В тоже время донные и придонные ракообразные обладают определенными защитными средствами (морфологическими и поведенческими), позволяющими им избегать прямого воздействия гребневика. Таким образом, это воздействие носит в основном косвенный характер, т.е. определяется интенсивным выеданием ракообразных рыбами-бентофагами при общем истощении кормовой базы.

Сокращение видового разнообразия у амфипод так же, как у моллюсков, затронуло прежде всего морские виды. В отличие от моллюсков, сокращение видового состава у амфипод было зарегистрировано также среди эвригалинных видов, а число видов амфипод, обитающих в опресненных участках акватории, наоборот, возросло. Таким образом, реакция разнообразия амфипод на воздействие гребневика оказалась в принципиально схожей с таковой у моллюсков. У обоих таксонов сократилось число морских видов, а состав эвригалинных и солоноватоводных видов не изменился, либо это изменение носило временный характер. Таким образом: виды, способные к обитанию при солености менее 4–5‰, являющейся границей распространения греб-

невика в Каспии, более устойчивы к его воздействию по сравнению с морскими видами, ареал которых не выходит за пределы этой границы.

При этом снижение биомассы эвригалинных амфипод произошло исключительно за счет видов, входящих в биоценоз морских моллюсков, именуемый в данной работе биоценозом *Didacna*.

Полученные результаты свидетельствуют, что основным объектом воздействия гребневика на Amphipoda в рассматриваемый период времени были морские, а также входящие в состав биоценоза морских моллюсков эвригалинные животные, так как у них было зарегистрировано сокращение видового состава и снижение биомассы организмов. Следовательно, воздействие гребневика на амфипод, связанное с усилением выедания рачков рыбами-бентофагами при общем истощении кормовой базы, в основном носило локальный характер, проявляясь только в глубоководной части акватории, являющейся местом обитания морских моллюсков.

Приведенные данные указывают, что *Abra ovata* был единственным из моллюсков, который не испытал воздействие гребневика. Вероятно, это было обусловлено тем, что максимум размножения абры приходится на период с апреля по июль (Иванов, Сокольский, 2000), предшествующий появлению гребневика в Каспии (август–октябрь). Эти данные подтверждают мнение о том, что воздействие гребневика на кормовые организмы, не относящиеся к моллюскам, но обитающие вместе с ними, носит локальный характер. При этом степень косвенного (за счет увеличения пресса) воздействия на ракообразных и червеобразных животных зависит от степени прямого воздействия на моллюсков. Чем сильнее прямое воздействие, обуславливающее снижение биомассы главных и второстепенных кормовых моллюсков, тем больший пресс ложится на рачков и червей.

3.9. Характеристика рыбопромысловых районов изучаемой части Каспийского моря

В рыбохозяйственном отношении и, в какой-то мере, по климатическим условиям данный участок условно делится на три крупных района: Каспийско-Терский, Каспийско-Сулакский и Каспийско-Самурский рыбопромысловые районы.

Каспийско-Терский рыбопромысловый район Дагестана — один из крупнейших на юге России, занимающий обширную территорию, площадью более 13 тыс. км² на северо-западном побережье Каспийского моря. Она включает в себя дельту реки площадью 9 тыс. км², Аграханский полуостров с о. Чечень, площадь которых составляет 450 км². Устьевая область Терека является одним из важнейших районов естественного воспроизводства уникальных биоресурсов Каспийского моря. Дельтовые водоемы (Аракумские, Нижнее-Терские, Каракольское) служат для нереста и нагула ценных пород проходных, полупроходных, а также местами нереста, нагула и зимовки туводных рыб. Здесь же расположены места массовой зимовки и гнездования перелетных водоплавающих и околоводных птиц, на этих территориях обитают многочисленные виды млекопитающих. В дельте Терека развивается орошаемое земледелие и животноводство.

Каспийско-Терский рыбопромысловый район, являясь продолжением Северного Каспия — самый продуктивный участок моря, вместе с р. Терек, озёрами Терской низменности, Аграханским и Кизлярском заливами играет решающую роль в воспроизводстве запасов ценных видов рыб и занимает ведущее место в рыболовстве Дагестана обеспечивая почти половину всей добычи рыбы Дагестанского рыбопромысло-

вого района Каспия. Основное место в определении рыбохозяйственной ценности Каспийско-Терского района занимает р. Терек, являющаяся одновременно трассой нерестовых миграций наиболее ценных проходных рыб (осетровых, шемаи, усача, лосося и др.), местом размножения этих рыб, источником водного питания нерестово-выростных водоёмов (НВВ). Аграханский залив и нерестово-выростные водоёмы на площади более 40 тыс. га представляют собой естественные рыбопитомники по воспроизводству запасов полупроходных видов рыб — сазана, леща, судака, воibly и др. Кроме того, сбрасывая часть пресного стока в Северный Каспий, р. Терек тем самым обогащает море биогенными элементами, способствует его опреснению, что создает благоприятные условия для обитания, размножения и нагула ценных видов рыб. Терек имеет наибольший годовой сток воды в Каспийское море, по сравнению с другими реками Дагестана и это способствует опреснению морской зоны до солености, не превышающей 5%. В районе островов Тюлений и Чечень, у мыса Лопатин располагаются богатейшие пастбища осетровых. Водный режим устьевой области Терска во многом определяет условия существования её богатейшего биоценоза.

Естественные и антропогенные изменения водного режима в русле и, в особенности, в дельтовых водоёмах являются основной причиной изменения условий естественного воспроизводства рыбных запасов, влияют на развитие сельского хозяйства, в целом определяют социально-экономическое развитие этого обширного региона. Современная перестройка гидрографической структуры терской дельты, происходящая под влиянием как природных (колебания уровня Каспия), так и антропогенных факторов (зарегулирование стока Терска плотинами Каргалинской и Терско-Кумской гидроузлами), обезвоживание Аграханского залива, изменения гидрологического и гидрохимического режимов к Учтинскому полуострову морской зоны, нарушили ранее существовавшие благоприятные условия воспроизводства рыбных запасов в Каспийско-Терском рыбопромысловом районе и оказали неблагоприятное влияние на эффективность промышленного рыболовства.

В низовьях дельты Терска произошли кардинальные морфологические изменения, повлекшие за собой изменения водного режима.

К концу 20-го века в дельте Терска созрели условия для начала нового цикла дельтообразования. С 17-го века здесь насчитывается 7 полных циклов, каждый из которых длился в среднем 50–70 лет и начинался, как правило с катастрофических прорывов русла магистрального рукава дельты в новом направлении на пике паводка 1–3% обеспеченности (Каспийское море, 1993). Современный цикл дельтообразования начался в 1914 г. с Каргалинского прорыва, в результате было сформировано современное русло рукава Новый Терек и система внутрдельтовых водоёмов замедленного водообмена, являющихся базой воспроизводства рыбных запасов. К началу 1960-х гг., после заполнения наносами северной части Аграханского залива, в низовьях дельты возникла угроза затопления. Для сокращения длины русла и снижения абсолютных отметок дна была сооружена прорезь через Аграханский полуостров. С 1977 г. сток Терска поступает в Средний Каспий по руслу прорези, началось формирование новой дельты Терска. В период катастрофического паводка 2002 г. по руслу Нового Терска прошло более 50 млн. т наносов, которые частично отложились на пойменных пространствах дельты, значительно изменив прибрежные ландшафты, а частично заполнили русло и прибрежную часть устьевого взморья, повысив отметку дна.

Открытие прорези через Аграханский полуостров (это открытие было дважды в 1968 и 1977 гг.) привело к гибели и отлову маточного поголовья рыб, потере миграционных путей, мест зимовки и нерестилищ, мест нагула молоди и взрослых особей, к

ухудшению условий размножения рыб, нарушение условий ската личинок и молоди проходных и полупроходных рыб в море, потере потомства от выловленных и погибших производителей в однократном нересте. Все эти негативные изменения отрицательно повлияли не только на рыбное хозяйство Аграханского залива, но и на весь Каспийско-Терский рыбопромысловый район.

Кубякинский банк начал функционировать в 1979 г. С этого времени р. Терек впадает в море двумя рукавами: одна из них в Северный, а другая в Средней части Каспия. В настоящее время Аграханский залив превратился в два обособленных водоёма: Северный Аграхан площадью около 27 тыс. га и Южный Аграхан площадью 12,4 тыс. га. Северный Аграхан служит миграционным трактом для проходных и полупроходных видов рыб, мигрирующих на зимовку в р. Терек, Аракумские и Нижнетерские нерестово-выростные водоёмы, где благоприятные условия для нереста и зимовки некоторых полупроходных и всех озерно-речных рыб.

Сток левобережья поступает в акваторию Северного Аграхана и далее в Кизлярский залив Каспийского моря. Сток правобережья поступает в акваторию Южного Аграхана, который в настоящее время является одним из основных районов воспроизводства биоресурсов (рыба, дичь, кормовые угодья) для этого региона. В связи с этим резко возросла роль дельтовых водоёмов в сохранении биоразнообразия и естественном воспроизводстве рыбных запасов, поддержании численности водоплавающих и околоводных птиц, поголовья млекопитающих.

Таким образом, в связи с пропуском стока Терска через прорезь северная часть Аграханского залива потеряла рыбохозяйственное значение как место нереста, нагула, зимовки и адаптации скатывающийся с нерестилищ молоди осетровых и полупроходных рыб. Полная изоляция южной части Аграханского залива превратила его в замкнутый, обреченный на отмирание водоем, с ухудшенным природным составом ихтиофауны. В связи с прекращением захода полупроходных рыб, на которых базировался промысел, эта часть залива стала только местом обитания малоценных туводных рыб.

Существенное место в воспроизводстве рыбных запасов в Каспийско-Терском районе занимает Кизлярский залив, располагающийся в северо-западной части Каспийско-Терского района. Данный залив имеет большое рыбохозяйственное значение, являясь важнейшим участком промышленного рыболовства, он одновременно служит местом нереста, нагула и зимовки ценных промысловых видов рыб Каспийско-Терского района. Кизлярский залив в этом отношении и уникален, поэтому он входит в состав заповедника «Дагестанский» — единственный заповедник на территории Дагестана.

В Терско-Каспийском районе среди пресноводных рыб наибольший нерестовый ареал имеют сазан, щука, красноперка, серебряный карась. Их размножение отмечалось по всему 150-километровому побережью Кизлярского залива, а также по всему побережью Аграханского залива и Крайновского побережья. Наибольшее значение для формирования запасов рыб продолжает играть Кизлярский залив, доля которого составляет в отдельные годы более 60% от общего количества учтенной молоди, на втором месте находится Аграханский залив — до 30% и на третьем Крайновское побережье — около 10%.

В последние годы основной прирост воспроизводства полупроходных и речных видов рыб в рассматриваемом районе (по всему дагестанскому побережью, в его северной части) происходит за счет благоприятных условий для размножения рыб в Северном Аграхане и Крайновском побережье, которые создались из-за повышенного стока р. Терек.

В целом эффективность размножения рыб пресноводного комплекса благодаря большой протяженности нерестовых площадей и повышенной водности р. Терек (из-за сокращения поливных площадей в связи с распадом колхозов и совхозов) сохраняет относительную стабильность, хотя нерестилища особенно в зоне Кизлярского залива охватывающие более 150 км его побережья, нуждается в мелиоративных работах (большинство этих нерестилищ заросли камышом).

Из крупных частичковых уловы за сравниваемые годы остались без изменений хищные виды — сом, щука, жерех и немного увеличились уловы растительноядных рыб (белый амур, толстолобик). Заметно увеличились уловы мелкого частика — 241,7–304,8 т. За последние годы в уловах появились и такие виды рыб как: рыбец, чехонь, синец, густера, которые до 2002 г. не имели вообще промыслового значения.

Промысловые запасы наиболее ценных в промысловом отношении рыб к 2007 г. рассчитанные по методу прямого учета составили.

- воблы — 0,640 тыс. т; леща — 2,733 тыс. т; судака — 0,350 тыс. т;
- сазана — 3,598 тыс. т; сома — 0,530 тыс. т; щуки — 1,730 тыс. т;
- жереха — 0,1 тыс. т; кутума — 150 т; карася серебряного — 1,54 тыс. т;
- красноперки — 0,864 тыс. т; линя — 0,25 тыс. т, окуня — 12,953 тыс. т.

Промысловые запасы крупных пресноводных рыб составили 9251 тыс. т, мелких 3062 тыс. т. Из морских рыб в исследуемом районе доминировала долинская сельдь (94%), а доля большеглазого пузанка составила 6%. Лов сельдей проводил как на северной части исследуемого района (Кизлярский залив, Крайновское побережье и вдоль полуострова Лопатин), так и на южной части (тоневого участка Первомайска). Черноспинка и Каспийский пузанок встречались единично. Одной из причин снижения уловов сельдей являются нерешенные проблемы организации промысла.

Сбор материалов по обыкновенной кильке проводился в районе Сулакской бухты Дагестанского побережья Каспия. В процессе нерестовых миграций из Южного и Среднего Каспия в Северный район моря обыкновенная килька придерживается мелководной части моря, где в пределах западного побережья в небольших объемах, осваивается береговым промыслом. Среди каспийских килек этот вид по состоянию запаса считается сравнительно благополучным и относится к категории недоиспользованных объектов промысла.

Наиболее интенсивные миграции обыкновенной кильки вдоль западных берегов (дагестанской части Каспия) отмечались со второй половины марта и продолжались до первой декады мая при температуре воды от 6 до 14 °С, при общей продолжительности хода с февраля по май. Популяция обыкновенной кильки имеет удовлетворительное состояние запасов и является перспективным объектом промысла. Для расширения промысла береговой кильки и увеличения объемов добычи необходимо повысить управляемость организации добычи, переработки и реализации продукции, а также усилить научный поиск освоения запасов мигрируемых и нагуливающих рыб. Существенное скопление кефали в районах Махачкалы, Сулака, Аграханского полуострова, Крайновского побережья и Кизлярского залива. В соответствии с действующими правилами рыболовства зоной промысла кефали является район от Махачкалы до о. Чечень, но встречаются нагуливающиеся кефали от Махачкалы до Самура, так что эта рыба имеет большой ареал распространения, хотя уловы ее незначительны.

Каспийско-Сулакский рыбопромысловый район. Этот район располагается в условных границах от северной оконечности Аграханского полуострова до порта Махачкалы, занимая обширную акваторию Среднего Каспия с впадающей в него р. Сулак. На протяжении длительного периода этот район занимал важное место в про-

мышленном рыболовстве Дагестана. Здесь располагались крупные рыбопромышленные предприятия, в том числе, и ныне функционирующий рыбокомбинат Главный Сулак. Каспийско-Сулакский район в прошлом (до 50-х годов прошлого века) являлся местом лова сельди, кильки, крупного частика и осетровых рыб, а общая добыча этих рыб здесь составляла 130 тыс. ц. С введением в 1952 г. новых правил рыболовства и снижением рыбных запасов в данном районе был прекращен береговой лов кильки и сельди, а также морской краснорыбной и частичковый промысел. В бассейнах р. Сулак расположено большое количество различных по происхождению озер, площадь и режим которых изменяются в зависимости от количества паводковых вод и сезона. На дельте Сулака расположены водоемы, состоящие из Бакаских и Экитерских озер на площади около 14 тыс. га, которые характеризовались высокой рыбопродуктивностью, а на их базе были созданы рыбообрабатывающие пункты.

Эти озера выполняли функции с одной стороны, естественным рыбопитомником ценных частичковых рыб, а с другой стороны источником свежей рыбы для местного населения. Прекращение доступа речных вод привело к постепенному пересыханию водоемов, а к 1950 г. они полностью утратили свое значение как районы промысла и воспроизводства рыб.

После 60-х годов прошлого века было частично восстановлено озеро Мехтеб, выполняющее функции нерестово-выростного водоема. Ихтиофауна р. Сулак стабильно держится и состоит из 12 видов: из проходных рыб в реку мигрируют осетровые, кутум, рыбец, жерех, усач; из полупроходных — вобла, сазан, лещ, сом. Роль Сулака в воспроизводстве рыбных запасов после его зарегулирования (каскад гидроэлектростанций и около каждой образованы водохранилища) заметно снизилась для полупроходных рыб, что связано с сокращением и полным шнуrowанием водоемов придаточной системы, являющихся местом нереста и нагула промысловых рыб.

Каспийско-Самурский рыбопромысловый район. Этот район расположен по береговой линии от г. Махачкала до южных границ с Азербайджаном и имеет чрезмерно малый фонд внутренних водоемов, занимает самое скромное место в воспроизводстве рыбных запасов Каспия. Самур вместе с системой небольших рек родникового происхождения, несколько небольших озер и узкая полоса шельфа. В предутьевой зоне р. Самур расположены лучшие кормовые места бентофагов (осетровых, бычковых и др.). Недалеко от Каспия располагаются два озера — Большое и Малое Турали. Когда-то в дельтовых участках и на большом расстоянии от устья рек располагались нерестилища осетровых, лососевых, сазана, кутума, леща, жереха.

В связи с забором воды Самур-Дивичинским и Самур-Апшеронским каналами здесь полностью изменились экологические условия и особенно эти изменения повлияли на лососевые и осетровые рыбы.

В течение длительного периода рыбохозяйственное значение Каспийско-Самурского района определялось не столько ихтиофауной, генетически связанной с внутренними водоемами района, сколько сырьевыми ресурсами Каспийского моря, обеспечиваемыми при благоприятном состоянии запасов сельди, а в дальнейшем и береговой кильки успешное развитие прибрежного неводного и скипастного рыболовства.

С введением новых правил рыболовства в Каспийском море был прекращен береговой промысел сельди и кильки. В данном районе сохранен, только на Первомайском промысле и то для наблюдения за состоянием запасов сельди, для организации экспериментального лова сельди, добыча которой не превышает 2,5–3,0 тыс. ц.

В данном районе дагестанской части Каспия функционирует до сих пор Приморский рыболовный завод по акклиматизации дальневосточного лосося и для искусственного разведения кутума.

Резюмируя изложенное выше, следует отметить, что рыбохозяйственное значение каждого условно выделенного рыбопромыслового района Дагестанского побережья Каспия находится в прямой зависимости от различных гидрологических и гидробиологических элементов отдельных нерестовых рек, мощности их стока и продуктивности прилегающих к ним морских акваторий. Реки и озера вместе с заливами и Каспийским морем являются единой системой воспроизводства запасов высокоценных представителей ихтиофауны Каспия.

3.10. Биологическая характеристика основных видов рыб Среднего Каспия

Работы по поисково-оценочному бурению, а впоследствии, добыче и транспортировке углеводородного сырья представляют собой серьезную угрозу, особенно, для прибрежных морских экосистем. Поэтому при разработке природоохранных мероприятий необходимо учитывать особенности гидробиологических условий в десяти-мильной зоне морской части и прибрежных вод Дагестана в районе от г. Махачкала до р. Самур, на участке «Центральная». Известно, что вдоль всего западного побережья дагестанской части Каспийского моря, включая и проектируемый участок «Центральная» проходят пути миграции таких ценных и уникальных рыб как осетровые и сельдевые, а также нагуливаются, а некоторые из них проводят зимовку проходные и полупроходные виды рыб — кутум, рыбец, чехонь, шема, сазан, лещ, вобла и др. Здесь же расположены огромные запасы морских рыб — атериновые, бычковые. Охрана морских биологических ресурсов является приоритетной природоохранной задачей для всех участников нефтегазодобывающей деятельности на морском шельфе, а для Среднего Каспия, учитывая особую ценность его рыбных запасов, она носит первостепенный характер. В связи с этим основной составной частью комплексных экологических исследований на Среднем Каспии, стало изучение численности и распределения, структуры и качества популяций, физиологического состояния и питания рыб.

Ихтиофауна данного района представлена более 60 видами, подвидами и формами против 90 в речных системах и морского побережья Дагестанского сектора Каспия (Шихшабеков, 1985, 2003, 2005) и 113 в Каспийском море (Казанцев, 1981).

Обычно струя северно-каспийских вод, следуя вдоль западного побережья, проникает в Средний Каспий, достигая Махачкалы. Реже наблюдается ситуация, когда среднекаспийские воды проникают в Северный Каспий, вдоль западного побережья достигая о. Тюлений. Еще более редкой является ситуация, когда у о. Чечень встречается два потока, один из которых следует из Среднего Каспия на север, а второй из Северного Каспия на юг, при этом, в месте встречи оба потока поворачивают на восток. Какая ситуация сложится в данный момент времени зависит от объема волжского стока и метеорологических условий. Следует также отметить, что на гидрологический режим данного района влияет сток рек Терек, Сулак и Самур, хотя влияние этих рек существенно меньше, чем влияние стока р. Волга. Находящимся под воздействием и тех и других вод, в данном районе Каспия сформировалась весьма эврибионтная, как по отношению к температурному (эвритермная), так и по отношению к солености воды (эвригамная) ихтиофауна.

Важнейшее значение для формирования современного облика ихтиофауны Дагестанского побережья также сыграло смешение пастбищ и миграционных путей рыб в

Западную часть северного Каспия, которое произошло, начиная с 30-х и 70-х годов двадцатого столетия в связи с заметным падением уровня Каспия. С одной стороны произошло обогащение видового состава рыб за счет проведенных в 1930–40-х гг. крупномасштабных работ по интродукции новых видов кефалевых, а в 1960–70-х гг. — растительноядных и лососевых рыб, из которых кефалевые (два вида: остронос и сингиль) и растительноядные (три вида: белый амур, белый и пестрый толстолобики) быстро акклиматизировались (особенно кефали) и уже спустя 12–15 лет они имели промысловое значение, а лососевые (кета и горбуша) не акклиматизировались. В устьевых частях крупных рек впадающих море и в его береговых частях в десятимильной зоне встречаются все эти виды рыб в период совершения ими различных миграций и, прежде всего нерестовые, кормовые и зимовальные миграции (Шихшабеков и др., 2006).

Наиболее массовыми видами рыб в районе предполагаемых поисковых работ являются морские рыбы — сельдевые, кефалевые, бычковые, атериновые. В тоже время нельзя исключать возможность попадания и других видов, особенно, некоторых проходных и полупроходных (осетровые — русский и персидский осетр, белуга, севрюга шип; кутум шема, чехонь, лещ, судак, сазан, жерех, вобла и др.) совершающие кормовые, нагульные миграции, а также некоторые представители пресноводно-речного комплекса, обитающих в устьевых частях рек и в их дельтовых водоемах и не совершающих особо длительных миграций — сом, красноперка, окунь, линь, щука и др., оказывающихся в данном районе моря в период совершения ими кормовых миграций или случайно занесенные течениями вглубь моря.

На акватории проектируемого участка «Центральная» ихтиофауна представлена разными биологическими группами: морскими, всю жизнь проводящими в море и не входящие за его пределы; проходными — до наступления половой зрелости живущими в море, а для размножения мигрирующими в реки, обычно на большое расстояние от устьев; полупроходными, придерживающимися опресненных участков моря и для размножения мигрирующими на небольшое расстояние от устьев и не покидающих пределы водоемов дельт; пресноводно-речными, всю жизнь проводящими в реках, речных системах и их дельтовых водоемах, а для поиска пищи и в приустьевых частях рек, опресненных частях морского побережья.

Непосредственно в районе разработки проекта на строительство скважины «Центральная № 1», акватории северо-западной части Среднего Каспия в его Дагестанском секторе, от о. Чечень до р. Самур (граница Азербайджана); с глубинами, превышающими 300–350 м, видовой состав ихтиофауны сильно обеднен по сравнению прибрежными мелководьями. Этот участок является составной частью нерестового и нагульного ареала в основном морских рыб: морских сельдей, кильки, кефалей, атерины, бычков и др. Через данный участок проходят также миграционные пути многих видов сельдевых, осетровых и других проходных видов рыб. Поэтому мы приводим данные по биологии всех тех видов рыб, которые не только постоянно обитают, но и встречаются в данной части моря, при совершении ими каких либо миграций и могут оказаться под влиянием тех условий, которые будут сформированы здесь, как в период проведения буровых работ, так и после, при добыче и транспортировке углеводородного сырья.

Краткая характеристика (некоторые биологические особенности рыб, экологическое состояние районов их обитания, анализ промысловых уловов и др.) приводятся ниже.

Осетровые рыбы

На данном участке встречаются следующие виды из семейства осетровых:

- русский осётр (*Acipenser guldenstaedtii*),
- севрюга (*A. stellatus*);
- белуга (*Huso huso*);
- куринский щип (*A. nudiventris*).

Здесь они встречаются в основном при совершении миграции. В дагестанской части Каспия значение осетра в уловах возрастает от зимы к лету с 85 до 94%, доля севрюги соответственно снижается с 15 до 5%, белуга встречается очень редко и то в весенне-летний период — 1,5–4,5%.

Современные запасы осетровых концентрируются в основном до 50-метровой изобаты, за ее пределами их численность не превышает несколько процентов. Глубоководные районы моря, в том числе где планируется установка поисковой скважины, используется ими только в качестве миграционных трасс.

Осётр. Весеннее распределение осетра на акватории (ст. 1–6) — в районе о. Чечень отмечены повсеместно с несколько разреженными (1,0–2,0 экз./трал) концентрациями в западной части и более плотными скоплениями (5,0–15,0 экз./трал) в юго-восточной. В центральной части улов на усилии для вышеупомянутых глубин варьировал в пределах 2,0–8,0 экз./трал и 3,0–12,0 экз./трал, соответственно. В целом по акватории относительная численность осетра составила 5,2 экз./трал (табл. 53).

В таблице показано, что, несмотря на значительное снижение в уловах численности крупных (промысловой длины) особей осетра на акватории данной структуры, в целом его популяция сохраняет пока относительно высокую численность. Средние показатели всех возрастных групп осетра превышали таковые по Северному Каспию в 15,5 раза.

Указанные выше концентрации осетра отмечены на глубинах 7,5–35,0 м, при солености воды 12–13‰, с наибольшими уловами на усилии (5,3–8,7 экз./трал) на глубинах 20,5–35,0 м. Наибольшие скопления осетра были приурочены к температурам воды 7,1–10,0 °С — от 4,6 до 9,8 экз./трал.

Таблица 53. Относительная численность осетра на акватории, экз./трал

Месяц	Промысловые	Непромысловые	Среднее
Ноябрь	6,40	5,40	11,80
Сентябрь	3,72	3,07	3,79
Июнь	1,41	1,46	2,87
Май	0,82	3,85	4,68
Апрель	0,33	4,76	5,10

В соотношении промысловой и непромысловой (в т.ч. молодь) частей популяции осетра в это время года на акватории полигона доминирует вторая, доля которой составила 93,5%. Таким образом, здесь в это время года концентрируется большое количество молоди и особей непромысловой длины, мигрирующих в Северный Каспий из других частей моря. Практически весь улов представлен особями непромысловой длины и молодь. Однако в другие сезоны и годы исследований на данной акватории доминировали крупные (промысловой длины) особи осетра (табл. 54). В таблице показано также, что значительные сезонные колебания в соотношении промысловых особей в популяции осетра на акватории структуры, в сравнении с таковым по акватории Северного Каспия в целом, являются вполне закономерными, поскольку после-

Таблица 54. Динамика особей промысловой и непромысловой длины осетра, %

Сезоны	Промысловые	Непромысловые	Северный Каспий	
			Промысловые	Непромысловые
лето	56,2	43,8	75,9	24,1
осень	54,2	45,8	67,3	32,7
весна	17,6	82,4	73,0	27,0

дня находится в юго-западной части Северного Каспия, граничащей с акваторией Среднего Каспия, т.е. находится непосредственно на основном миграционном пути осетровых рыб.

Показатели биологического состояния осетра, выловленного на акватории данного полигона (табл. 55), отличаются более низкими значениями, особенно по абсолютной длине, массе и гонадо-соматическими индексами (ГСИ), что связано с очень большой долей особей непромысловой длины и молоди (93,5%). Кроме того, некоторую озабоченность вызывает факт отсутствия на данной акватории в последние два года «зрелых» особей осетра, которые потенциально составили бы нерестовую популяцию, заходящую в реки.

Таблица 55. Динамика биологических показателей осетра

Показатели	сезон		
	лето	осень	весна
Абсолютная длина, см	98,30	95,40	55,20
Масса, кг	8,80	7,00	1,30
Кэф. упитанности по Фультону	0,52	0,48	0,42
ГСИ, %	4,36	1,44	0,71
Доля самок, %	80,00	57,10	58,30

Севрюга Удельный вес севрюги в видовом соотношении осетровых на полигоне составил 5,1%. Сравнительно небольшая численность севрюги на исследуемом полигоне в весенний период объясняется низкими температурами воды в придонном слое, которые в северной части полигона находились в диапазоне 3,9–5,7 °С. Нижняя температурная граница распределения севрюги, как наиболее теплолюбивого вида среди осетровых рыб, равна 6,0 °С.

Весенние концентрации севрюги плотностью 1,0–2,0 экз./трал были приурочены в основном к открытой части исследуемого полигона (ст. 2, 4, 5), где прогрев водных масс достигал 6,1–10,0 °С. Средняя относительная численность севрюги оценивается 0,238 экз./трал — неполовозрелые особи и молодь и 0,05 — взрослые особи. Соотношение особей в популяции севрюги на акватории складывается в пользу ее неполовозрелой части. Общее снижение численности вида, в пределах исследуемого полигона, произошло за счет половозрелой части популяции. Как показали многолетние исследования наибольшей численности в пределах полигона севрюга достигает ранней осенью, когда она образует предзимовальные концентрации для миграций из Северного Каспия в среднюю и южную части моря.

Большая часть выловленной севрюги была учтена на глубинах от 10,1 до 15,0 м при температуре воды 9,1–10,0 °С. Общий диапазон глубин изменялся от 7,1 до 40,0 м, температура воды от 3,9 до 12,0 °С.

С увеличением в популяции севрюги доли молоди заметно снизились ее средние размеры. Длина с 93,1 до 60,8 см, масса с 3,3 до 1,08 кг (табл. 55). Средние размеры самок уменьшились с 105,8 см и 3,9 кг до 85,0 см и 2,6 кг. У неполовозрелых особей — с 62,5 см и 0,5 кг до 36,7 см и 0,09 кг.

Коэффициенты упитанности самок составили 0,31, неполовозрелых особей — 0,29, в среднем для популяции — 0,30.

Среди выловленных особей на долю самок приходилось 50%. Их гонадо-соматический индекс (ГСИ) в среднем составлял 4,59% с колебаниями 0,71–11,9%. Особи, способные зайти на нерест в реки составляли 16,7%.

Учитывая вышеизложенное, можно сказать, что весной акватория используется в качестве нагульного водоема неполовозрелой частью популяции севрюги. Основное ее назначение — место предзимовальных и нагульных концентраций всех видов осетровых рыб.

Белуга. Распределение белуги на обследованной акватории характеризовалось компактностью.

Относительные показатели вылова белуги на обследованной акватории были выше уровня значений для Северного Каспия и составили соответственно 0,24 и 0,1 экз./трал, что это свидетельствует об использовании полигона белугой для нагула.

Температура воды в период обследования данной акватории колебалась от 5,1 до 12,0 °С, белуга предпочитала температуру 7,1–8,0 °С. Глубина изменялась от 7,1 до 40,0 м, белуга вылавливалась на 20,0–30,0 м глубине. Проанализированы биологические показатели белуги на полигоне. Длина белуги колебалась от 117,0 до 175,0 см, масса — от 9,0 до 44,0 кг. Коэффициент упитанности изменялся от 0,49 до 0,82, этот показатель свидетельствует о нормальных условиях нагула белуги на обследованной акватории. Коэффициент зрелости изменялся от 0,89 до 9,37. Возраст нагуливающих белуг колебался от 6 до 12 лет. Наибольшее количество особей было в возрасте 10 лет. Средний возраст популяции составил 9,5 года. Статистическая обработка материала представлена в таблице 56.

Таблица 56. Статистическая обработка материала по белуге изучаемой акватории Каспийского моря

Показатели	Абс. длина, см	Масса, кг	К. упит.	К. зрел.
Среднее	148,8	24,7	0,568	2,636
Стандартная ошибка	9,77	6,06	0,06	1,69
Медиана	152	20,5	0,49	0,9
Стандартное отклонение	21,85	13,5	0,15	3,77
Минимум	117	9	0,47	0,56
Максимум	175	44	0,82	9,37
Счет	5	5	5	5
Наибольший (1)	175	44	0,82	9,37
Наименьший (1)	117	9	0,47	0,56
Уровень надежности (95,0%)	27,14	16,8	0,18	4,69

Для определения морфофизиологического состояния осетровых в морской период жизни собраны пробы (сердце, печень, селезёнка и гонады), позволяющие оценить следующие морфофизиологические показатели осетра и севрюги:

1. Кардиосоматический индекс (масса сердца, г / масса тела, г, × 100%).
2. Индекс селезёнки (масса селезёнки, г / масса тела, г, × 100%).

3. Гепатосоматический индекс (масса печени, г / масса тела, г, × 100%).

4. Гонадосоматический индекс (масса гонад, г / масса тела, г, × 100%).

Осетр. Сердце. Относительный вес сердца, индекс сердца у самцов и самок в стадии зрелости гонад II (СЗГ) находился примерно на одном уровне. Индекс сердца у самцов был равен 0,32±0,07% (лимиты 0,15–0,57%), а у самок 0,25±0,50% (лимиты 0,07–0,50%) (табл. 57).

Таблица 57. Относительный вес органов осетра в морской период жизни, весна, %

Орган	Пол	СЗГ	Относительный вес, М ± m	Лимиты
Сердце	самка	II	0,254±0,52	0,07–0,50
	самец	II	0,321±0,072	0,15–0,57
Печень	самка	II	2,172±0,347	1,03–3,50
	самец	II	2,375±0,851	1,23–5,68
Селезёнка	самка	II	0,585±0,164	0,14–1,50
	самец	II	0,474±0,180	0,20–1,14
Гонады	самка	II	1,255±0,183	0,67–1,98
	самец	II	0,635±0,115	0,33–0,96

Селезёнка. Индекс селезёнки у самок и самцов (II СЗГ) был примерно на одном уровне. У самок он был равен 0,58±0,16%, у самцов — 0,47±0,18%. Амплитуда индивидуальной изменчивости селезёнки у самок шире, в сравнении с самцами.

Печень. Гепатосоматический индекс осетра (II СЗГ) в морской период жизни у самцов и самок той же стадии зрелости гонад был на одном уровне. Если у самцов индекс составил — 2,37±0,85% (колебания 1,23–5,68%), то у самок 2,17±0,35% (лимиты 1,29–2,07%).

Гонадосоматический индекс. У неполовозрелого осетра относительный вес гонад в морской период жизни у самок и самцов был примерно равен. Индекс гонад у самок II СЗГ составил 1,25±0,18%, у самцов 0,63±0,11% с колебаниями соответственно 0,67–1,98 и 0,33–0,96%.

Белуга. Поскольку между самками и самцами белуги в морской период жизни не существует четко выраженного полового диморфизма относительных размеров внутренних органов, необходимо учитывать это обстоятельство при сопоставлении индексов внутренних органов (табл. 58).

Таблица 58. Относительный вес органов белуги в морской период жизни, оба пола вместе, весна, %

Орган	Пол	СЗГ	М±m
Сердце		II	0,22±0,04
Печень		II	1,41±0,26
Селезенка		II	0,14±0,20

Сердце. Относительный размер сердца у самок белуги II СЗГ колебался от 0,22 до 0,36%, у самцов от 0,14 до 0,22%. Общий средний индекс составил 0,22±0,04%.

Печень. Средний гепатосоматический индекс у самок и самцов составил 1,41±0,26%. У самцов относительный вес печени колебался от 0,68 до 1,54%, у самок — 1,51–2,22%.

Селезёнка. Индекс селезёнки у неполовозрелой белуги в морской период жизни был примерно на одном уровне. Амплитуда колебания относительного веса селезёнки у самцов (II СЗГ) были несколько шире по сравнению с самцами.

Индекс сердца у осетра II СЗГ в апреле ($0,28 \pm 0,04$) был несколько выше, чем у белуги II СЗГ ($0,22 \pm 0,04$).

Гепатосоматический индекс у осетра II СЗГ равен $2,25 \pm 0,37\%$, у белуги $1,41 \pm 0,26\%$

Индекс селезёнки у осетра выше, чем у белуги.

Питание осетровых

Главной пищей осетра в районе исследования являлись nereиды — *Nereis diversicolor* (55,2%), второстепенное значение имели моллюски и рыба (табл. 59). Моллюски были представлены тремя видами, из которых доминировала *Didacna barbotdemarnyi*. Рыба была представлена бычками и обыкновенной килькой. Общий индекс наполнения пищей желудков осетра на полигоне был высоким и составил 35‰.

Таблица 59. Состав пищи осетра в изучаемом районе Каспийского моря

Состав пищи	% по массе
Mollusca	19,5
<i>Abra ovata</i>	2,4
<i>Didacna trigonoides</i>	5,1
<i>D. barbotdemarnyi</i>	12,0
Crustacea	2,0
Gammaridae	1,1
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	1,1
Mysidae	0,9
<i>Paramysis baeri</i>	0,9
Vermes	55,2
<i>Nereis diversicolor</i>	55,2
Pisces	23,3
<i>Clupeonella delicatula</i>	0,5
<i>Neogobius sp.</i>	22,8
Индекс наполн. желудка, ‰	35,0
Средняя масса рыб, кг	3,9
Количество рыб, экз.	12
% рыб с пустым желудком	16,7

Рыбы разных размерных групп отличались как по соотношению кормовых организмов, так и по количественной характеристике питания. Более молодые особи до 40 см и старшевозрастные от 80 до 120 см интенсивно питались nereидами.

Главной пищей осетра, длиной от 41 до 80 см стала рыба — бычки (табл. 60). У молодых особей накармливаемость характеризовалась очень высокими показателями 144,2–103,5‰. У старшевозрастных групп интенсивность питания была в 5–6 раз ниже.

Осетр характеризовался высокой интенсивностью питания на разных глубинах полигона (табл. 61).

Таблица 60. Питание разноразмерного осетра, в % по массе

Состав пищи	Длина, см		
	до 40	41–80	81–120
Mollusca			33,5
<i>Abra ovata</i>			4,1
<i>Didacna trigonoides</i>			8,7
<i>Didacna barbotdemarnyi</i>			20,7
Crustacea	18,8		
Gammaridae	10,6		
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	10,6		
Mysidae	8,2		
<i>Paramysis baeri</i>	8,2		
Vermes	65,6	29,4	66,8
<i>Nereis diversicolor</i>	65,6	29,4	66,8
Pisces	15,6	70,6	
Килька обыкновенная	4,7		
<i>Neogobius sp.</i>	10,9	70,6	
Инд. напол. жел., ‰	144,2	103,5	23,7
Кол-во рыб, экз.	5	3	4
% пустых жел., %		33,3	25,0
Ср. масса рыб, кг	0,24	1,6	10,1

Таблица 61. Питание осетра на различных глубинах изучаемого района, в % по массе

Состав пищи	Глубина, м		
	6,1–10	10,1–20	20,1–50
Mollusca		34,1	
<i>Abra ovata</i>		4,2	
<i>Didacna trigonoides</i>		9,0	
<i>Didacna barbotdemarnyi</i>		20,9	
Crustacea		3,4	
Gammaridae		1,9	
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>		1,9	
Mysidae		1,5	
<i>Paramysis baeri</i>		1,5	
Vermes		54,3	57,9
<i>Nereis diversicolor</i>		54,3	57,9
Pisces	100,0	8,2	42,1
Килька обыкновенная		0,9	
<i>Neogobius sp.</i>	100,0	7,3	42,1
Инд. напол. жел., ‰	44,3	33,3	37,4
Кол-во рыб, экз.	1	7	4
% пустых жел., %	-	14,3	25,0
Ср. масса рыб, кг	0,42	4,0	4,5

Сеvрюга В пищевой рацион сеvрюги входили высококопированные бентические и нектобентические ракообразные из семейств Gammaridae, Coroffiidae, Pseudocumidae, Mysidae, черви, рыба (табл. 62). Главными объектами питания сеvрюги являлись рако-

образные (51,5%) и черви — полихеты *Nereis diversicolor*. Из ракообразных доминировали гаммариды (*Dikerogammarus haemobaphes*, *Amathilina cristata*) и мизиды (*Paramysis baeri*, *P. ullskyi*). Кумовые и корофииды встречались в желудках севрюги

Таблица 62. Состав пищи севрюги в изучаемом районе, в % по массе

Состав пищи	Глубина, м			В среднем по полигону
	до 40 см	41–80 см	81–160 см	
Crustacea	100,0	76,7	44,9	51,5
Gammaridae	—	—	44,4	33,3
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	—	—	42,2	31,6
<i>Amathilina cristata</i>	—	—	2,2	1,7
Corophiidae	—	—	0,4	0,3
<i>Corophium chelicorne</i>	—	—	0,4	0,3
Cumacea	—	—	0,1	0,1
<i>Stenocuma diastylardes</i>	—	—	0,1	0,1
Mysidae	100	76,7	—	17,8
<i>Paramysis ullskyi</i>	100	—	—	1,6
<i>P. baeri</i>	—	76,7	—	16,2
Vermes	—	23,3	53,2	44,9
<i>Nereis diversicolor</i>	—	23,3	53,2	44,9
Pisces	—	—	1,9	3,6
<i>Clupeonella delicatula</i>	—	—	0,6	0,5
<i>Neogobius</i> sp.	—	—	1,3	3,1
Средняя масса рыб, кг	0,1	1,4	5,9	3,8
Кол-во рыб, шт	1	1	3	5
Инд. напол. жел., ‰	34,2	38,3	10,7	13,1

Таблица 63. Изменчивость питания севрюги, в % по массе

Состав пищи	Глубина, м	
	10–20	21–50
Crustacea	4,4	89,7
Gammaridae	0,2	59,8
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	0,2	56,8
<i>Amathilina cristata</i>	—	3,0
Corophiidae	—	0,6
<i>Corophium chelicorne</i>	—	0,6
Cumacea	0,3	—
<i>Stenocuma diastylardes</i>	0,3	—
Mysidae	3,9	29,3
<i>Paramysis ullskyi</i>	3,9	—
<i>P. baeri</i>	—	29,3
Vermes	94,9	9,0
<i>Nereis diversicolor</i>	94,9	9,0
Pisces	0,7	1,3
<i>Clupeonella delicatula</i>	0,7	—
<i>Neogobius</i> sp.	—	1,3
Средняя масса рыб, кг	3,3	4,6
Инд. напол. жел., ‰	10,7	15,1

единичными экземплярами. Общий индекс наполнения желудков севрюги составил 13,1‰, что на уровне среднего показателя накормленности.

Средний показатель накормленности был характерен для молоди длиной до 40 и крупной севрюги, длиной более 80 см, соответственно 34,2 и 10,7‰. Молодь питалась мизидами, взрослые особи — в основном гаммаридами и нерейсом. Высокий показатель накормленности (38,3‰) зафиксирован у севрюги длиной 41–80 см. В ее рационе преобладали мизиды и нерейс.

Наиболее кормными оказались участки полигона с глубинами от 21 до 50 м, где общий индекс наполнения желудков составил 15,1‰, и 10,7‰ в районах с глубинами от 10 до 20 м (табл. 63).

Таким образом, удовлетворительные условия нагула наблюдались для всех возрастных групп севрюги в глубоководных районах полигона.

Белуга нагуливалась на глубинах более 20 м. Здесь встречались как молодь, так и взрослые особи белуги. Степень наполнения пищи желудков всех взрослых групп хищника была высокой, более 50‰ (табл. 64). Главным кормом явились ракообразные. Но если взрослые особи откармливались только на ракообразных, то у молоди 1/5 часть пищевого рациона занимал рыбный корм. Из рыбы в наибольшей степени белуга избирала бычков из рода *Benthophiloides* и атерину. В среднем по популяции ракообразные занимали 95,4%, рыбный корм — 4,6% по массе. Среднепопуляционная степень накормленности белуга имел высокий показатель и находилась на уровне 70‰. Вся белуга на полигоне питалась, не было встречено ни одного экземпляра хищника с пустым желудком.

Таблица 64. Состав пищи белуги в изучаемом районе, в % по массе

Состав пищи	Длина, см		В среднем по виду
	до 140 см	более 140 см	
Килька обыкновенная	1,1	—	0,3
Пуголовки	10,1	—	2,6
Атерина	6,7	—	1,7
Всего рыбы	17,9	—	4,6
Рак	81,1	100,0	95,2
Мизиды	1,0	—	0,2
Всего ракообразных	82,1	100,0	95,4
Общ. инд. нап. жел., ‰	54,5	76,3	69,2
Средн. масса рыб, кг	18,2	38,0	28,1
Кол-во пустых жел., %	0,0	0,0	0,0
Глубина, м	23–36	24–26	23–36

Проходные, полупроходные и речные рыбы

Глубоководные районы рассматриваемой акватории некоторые проходные рыбы из семейства карповых (кутум, усач, рыбец, шемая, чехонь и др.), полупроходные (вобла, лещ, судак, сазан, жерех и др.) и речные (щука, сом, густера, окунь, красноперка, белый амур, белый и пестрый толстолобики и др.) не осваивают, поскольку этим пресноводным видам Среднего Каспия препятствуют большие глубины и высокая соленость.

По многолетним данным эти виды рыб обитают лишь в его прибрежных северо-западных участках, являющихся миграционными путями молоди, а Средний Каспий в зоне воздействия в основном Волжского стока. Вместе с Волжским стоком в эти районы моря мигрируют молодь, главным образом, воблы и леща. Однако надо отметить что, некоторые из этих проходных рыб (кутум, шема, рыбец, усач и др.) после нереста скатываются в море и нагуливаются, уходя на большие глубины (иногда до 60–70 м), где нагуливаются и уходят на зимовку в Южную часть (Азербайджанское побережье) Каспия.

Проходные и полупроходные рыбы из других семейств, встречающихся в Дагестанской части Каспия, включая и участок планируемых поисковых работ:

- Жерех (*Aspius aspius*);
- Кутум (*Rutilus frisii kutum*);
- Чехонь (*Pelecus cultratus*);
- Рыбец (*Vimba vimba*);
- Шема (*Chalcalburnus chalcoides*);
- Вобла (*Rutilus rutilus caspicul*);
- Лещ (*Abramis brauta orientalis*);
- Судак (*Lucioperca lucioperca*);
- Морской судак (*L. marina*);
- Сазан (*Cyprinus carpio*);
- Густера (*Blicca bjoerkna*);
- Белый амур (*Ctenopharyngodon idella*);
- Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*);
- Пестрый толстолобик (*H. molitrix*);
- Синец (*Abramis ballerus*);
- Короткоголовый усач (*Barbus brachycephalus*);
- Терский усач (*B. ciscaucasicus*);
- Сом (*Siluris glanus*).

Морские рыбы

Западная часть Среднего Каспия (включая и Дагестанский сектор) в весенний период (март–май) является районом нерестовых миграций каспийских морских сельдей — долгинской сельди, каспийского пузанка, большеглазого пузанка, направляющихся с мест зимовки с Южного Каспия к местам размножения в Северный Каспий. Основная часть мигрирующих морских сельдей движется на нерест вдоль западного побережья Среднего Каспия, охватывая и восточную часть, планируемого участка «Центральная». Поэтому плотность мигрирующих косяков сельдей над глубоководными районами этого участка сравнительно невелика и составляет не более 15–20% от их плотности в прибрежной шельфовой зоне. Вместе с сельдями вдоль западного побережья Среднего Каспия весной в Северный Каспий перемещаются косяки обыкновенной кильки и атерины. Их плотность в прибрежной зоне достигает промысловых размеров, и частично их используют в промысле. В летний период (июнь–август) в глубоководной зоне планируемого участка видовой состав морских рыб представлен анчоусовидной, большеглазой и частично обыкновенной килькой и атериной, где они и нагуливаются.

В шельфовой части плотность морских рыб невелика, здесь в основном в этот период встречаются кефали. В осенний период (сентябрь–октябрь) через центральные районы Среднего Каспия и вдоль западного шельфа Дагестанского побережья проис-

ходит зимовочный скат сельдей и обыкновенной кильки. Осенние миграции слишком растянуты во времени, поэтому плотность миграции косяков на западном шельфе и в центральных районах невелика. В зимний период (декабрь–февраль) видовой состав и относительная плотность морских рыб в исследуемом районе Среднего Каспия бедны и относительно невелики. Основная часть морских рыб находится на зимовке в Южном Каспии.

Морские рыбы, встречающиеся на данном участке моря и в его прибрежной части:

- обыкновенная килька (*Clupeonella delicatula caspia*);
- анчоусовидная тюлька или килька (*Clupeonella engrauliformis*);
- сельдь Бражникова (*Caspialosa brashnikovi*);
- долгинская сельдь (*C. brashnikovi brashnikovi*);
- аграханская сельдь (*C. brashnikovi agrachanica*);
- каспийский пузанок (*Alosacaspia caspia*);
- большеглазый пузанок (*C. saposchnicovii*);
- сельдь черноспинка (*A. kessleri kessleri*);
- волжская сельдь (*A. kessleri volgensis*);
- атерина (*Atherina mochon pontica natio caspia*);
- бычковые рыбы сем. *Cobitidae*;
- кефали (два вида: сингиль *Fiza anrata*; остронос *Fiza saliens hisso*).

Морские рыбы на исследуемых станциях (1–6) были представлены обыкновенной, анчоусовидной и большеглазой кильками, долгинской сельдью, большеглазым и каспийским пузанками и атериной.

Траловые уловы рыб колебались от 0 до 2 406 экз./ час траления.

Основу траловых уловов составляла обыкновенная килька (90,9%) (табл. 65). На долю всех видов килек приходилось 91,1% общего улова трала, доля атерины составляла 8,6%, морских сельдей — 0,4%.

Таблица 65. Видовой состав и численность морских рыб изучаемого района Каспийского моря

Вид	Средний улов, экз./час траления		Видовой состав, %		Суммарный улов, экз./час траления	
	Взрослые рыбы	Икра и личинки	Взрослые рыбы	Икра и личинки	Взрослые рыбы	Икра и личинки
Обыкновенная килька	346,2	0,4	90,9	100,0	7272	8
Анчоусовидная килька	0,3	—	0,08	—	6	—
Большеглазая килька	0,2	—	0,05	—	4	—
Атерина	32,6	—	8,6	—	684	—
Каспийский пузанок	1,1	—	0,29	—	24	—
Долгинская сельдь	0,2	—	0,05	—	4	—
Большеглазый пузанок	0,1	—	0,03	—	2	—
Всего	380,7	0,4	100,0	100,0	7996	8

Улов обыкновенной кильки колебался от 6 до 2 400 экз./ час траления, составляя в среднем 346,2 экз. Максимальные уловы обыкновенной кильки (2 400 и 1 800 экз.) были отмечены на мелководных станциях (1, 3, 6).

Максимальные уловы обыкновенной кильки (138,0 экз.) были отмечены на глубинах 15–20 м (табл. 66). При изменении глубин уловы снижались, и лишь на мелководье 5–10 м и на глубоководных станциях 30–35 м происходило их увеличение.

Таблица 66. Распределение уловов морских рыб (экз./час трал.) изучаемого района Каспийского моря в зависимости от глубины

Вид	Глубина, м					
	10	15	20	25	30	
Обыкновенная килька	2 100,0	87,0	138,0	53,0	10,0	671,7
Атерина	0,0	44,0	73,3	6,4	4,0	39,0
Морские сельди	6,0	4,0	3,0	0,0	2,0	0,0

На большей части структуры температура воды колебалась от 9 до 11 °С (табл. 67 и 68). Максимальные уловы (186,2 экз.) были отмечены при температуре 9–10 °С. Соленость воды на акватории полигона колебалась от 11 до 13‰, максимальные уловы (186,4 экз.) были отмечены при солености 12–13‰.

Таблица 67. Распределение уловов морских рыб (экз./час траления) изучаемого района Каспийского моря в зависимости от температуры (°С)

Вид	Температура, °С				
	9	10	11	12	
Обыкновенная килька	82,0	186,2	25,0	2 400,0	900,0
Атерина	24,7	50,9	23,7	0,0	0,0
Морские сельди	0,0	3,0	6,0	6,0	0,0

Таблица 68. Распределение уловов морских рыб (экз./час траления) изучаемого района Каспийского моря в зависимости от солености (‰)

Вид	Соленость, ‰					
	6	7	8	9	10	11
Обыкновенная килька	1 800,0	2 400,0	—	—	—	130,0
Атерина	0,0	0,0	—	—	—	69,1
Морские сельди	0,0	6,0	—	—	—	2,8

Анчоусовидная и большеглазая кильки были пойманы единично на грех, наиболее глубоководных станциях.

Вторым, по численности, видом в траловых уловах была атерина. Её доля составила 8,6%. Уловы атерины отмечены на всем полигоне, за исключением мелководных станций. Указанные станции почти полностью совпадали со станциями, где не было килек. Уловы атерины колебались от 6 до 288 экз./час траления. Их максимальный улов (288 экз.) совпадает с высоким (653 экз.) уловом кильки. В целом уловы атерины были не высоки, и средний улов на станцию составил (32,6 экз.).

Максимальные уловы атерины (73,3 экз.) были получены на глубинах 15–20 м, с уменьшением глубин они снижались, и на глубинах менее 10 м полностью исчезали. С увеличением глубины более 30 м отмечался рост уловов, но не столь существенно как у килек.

Оптимальный температурный режим для атерины определен в диапазоне 9–10 °С, при увеличении температуры до 11 °С и более уловов атерины не наблюдалось.

Оптимальная соленость для атерины определена в 11–12‰. В интервале этой солености улов атерины в среднем на станцию составлял 69,1 экз./час траления. С увеличением солености уловы снижались, а при низких соленостях уловов атерины не отмечалось вовсе.

Наиболее малочисленной группой рыб в уловах были морские сельди, на долю которых приходилось 0,4% улова. Группа сельдей была представлена долгинской сельдью, большеглазым и каспийским пузанками. Максимальный улов сельдей составил 8 экз./час траления, а средний на станцию 1,4 экз. Максимальные уловы сельдей были отмечены над глубинами менее 10 м (6,0 экз.). С увеличением глубин уловы снижались, а над глубинами более 20 м, полностью исчезали из уловов.

Уловы сельдей в трале приходились на диапазон температуры воды от 9 до 12 °С. При выходе значений температур за пределы этого интервала сельди из траловых уловов исчезали. Уловы сельдей отмечены при солености от 7 до 13‰.

Питание морских рыб

В рационе обыкновенной кильки насчитывалось 14 компонентов. Основной пищей являлись веслоногие рачки и личинки двусторчатых моллюсков. Дополняли рацион пелагические личинки усоногого рачка баянуса (10,3% по массе). Третьестепенной пищей служили бентические кумовые рачки (8,2% по массе) и водоросли (8,2% по массе). Степень наполнения пищей желудков обыкновенной кильки была низкой и составила 12,3‰ при жирности 0,23 балла, 63% исследованных рыб были с пустыми желудками.

Рацион долгинской сельди состоял из 7 компонентов. Главной пищей являлся рыбный корм (мелкие виды бычков и атерина), дополняли рацион бентические раки (30% по массе), третьестепенным кормом служила высшая растительность (20,2% по массе). Степень наполнения желудков пищей была невысокой (45,4‰) при жирности 0,35 балла. Доля рыб с пустым желудком составила 17,6%.

Рацион каспийского пузанка включал в себя три пищевых компонента, среди которых преобладали веслоногие рачки, главным образом акарция (60% по массе). Степень наполнения желудков была низкой и составила всего 7,3‰ при нулевой жирности.

Пищевой комок черноспинки полностью состоял из насекомых. Общий индекс наполнения желудков достигал 14,4‰ при жирности 0 балла.

Бычковые рыбы. На акватории исследуемого участка «Центральная» встречаются более 15 видов бычков и пуголовок:

- бычок-песочник (*N. fluviatilis*);
- бычок-кругляк (*N. melanostomus*);
- хвалынский бычок (*N. caspius*);
- бычок гонец (*N. gymnotrachelus*);
- бычок головач (*N. iljini vasiljeva*);
- бычок-цуцик (*P. marmoratus*);
- бычок Берга (*Hyrcanogobius bergi*);
- длиннохвостый бычок Книповича (*K. longicaudata*);
- большеголовая каспийская пуголовка (*B. macrocephalus*);
- пуголовка Махмудбекова (*B. mahmudbejovei*);
- зернистая пуголовка (*B. granulatus*);
- пуголовка магистра (*B. magistri*).

Основную долю в уловах составляли бычок-песочник и звездчатая пуголовка. Они ловились в равных количествах и составили в сумме 80% пойманных бычковых рыб. Такие виды, как кругляк и хвалынский бычок встречались в незначительном количестве.

Общий улов бычковых рыб на полигоне составил 60 экз. и средний улов — 3 экз./час траления.

Состав пищи бычка песочника представлен в таблице 69. Основу его пищи составляли черви, которые занимали 72,1% от общего веса. Из червей доминировали малощетинковые черви (*Oligochaeta*), составляющие 35,3% веса пищи. Немаловажное значение в питании имел многощетинковый червь *Nereis diversicolor* (22,1%). Ракообразные в составе пищи песочника были представлены лишь кумовыми, которые составили 14,7%.

Накормленность бычков была низкая и составила всего 26,72‰.

Таблица 69. Состав пищи бычка песочника изучаемого района Каспийского моря

Пищевые компоненты	Процент по весу
Vermes	72,1
<i>Nereis diversicolor</i>	22,1
Ampharetidae	14,7
Oligochaeta	35,3
Cumacea	
<i>P. peefinata</i>	14,7
Прочие группы	13,2
Общий индекс наполнения в ‰	26,72
Кол-во исслед. рыб, экз.	18
Кол-во рыб с пустыми к-ками	
Ср. вес рыб, г	12,7

На изучаемой акватории условия нагула рыб складывались неоднозначно. Неудовлетворительное состояние нагула отмечалось у планктоноядных рыб. Качественный состав и количественное развитие планктонов были на низком уровне. Биомасса главных объектов питания кильки обыкновенной и планктоноядных сельдей не превысила 0,6 мг/м³. Формировали зоопланктон малокалорийные и слабопотребляемые рыбами личинки *Bivalvia* и *Cirripedia*. В этой связи встречаемость рыб с пустыми желудками была очень высокой, до 71%. Планктофаги имели не только слабое наполнение желудков пищей, но чрезвычайно низкую жирность.

Условия нагула бентофагов, главным образом осетровых были благоприятными. Высокие запасы моллюсков, в т.ч. и кормовых из родов *Didacna* и *Nurantis*, нериса и высших ракообразных способствовали удовлетворению пищевых потребностей ценных промысловых рыб. Степень наполнения пищей желудков находилась на уровне оптимальных значений.

3.11. Содержание некоторых токсических веществ в организме рыб изучаемого района Каспийского моря

Степень накопления тяжелых металлов в рыбе является важным информативным интегрирующим показателем, позволяющим оценить влияние загрязнения водной среды и кормовых гидробионтов на организм рыб. Особенность группы переходных и тяжелых металлов, как компонентов загрязнения морской среды состоит в том, что антропогенные изменения их концентраций и соотношений в среде и гидробионтах, возникают на фоне природного содержания соответствующих элементов, многие из

которых играют важную роль в жизнедеятельности гидробионтов. Металлы в отличие от других загрязняющих агентов всегда присутствовали в море, проходя в ходе биохимических круговоротов много тысяч раз через организм рыб. В результате этого антропогенное поступление элементов группы тяжелых металлов, включаясь в биохимический цикл в водной среде, так же как и природные микроэлементы, проходят тот же путь, попадая в организм рыб, и именно рыбы выступают в качестве функционального компонента морских экосистем, в котором обычно завершается цикл миграции токсиканта по пищевой цепи (Морозов, Петухов, 1986).

В соответствии со «Специальными экологическими и рыбохозяйственными требованиями при проведении геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья в северной и средней части Каспийского моря» в программу экологического мониторинга было включено определение содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов и углеводородов) в тканях и органах гидробионтов. В качестве таковых были выбраны осетровые, бычковые рыбы и килька обыкновенная и при этом принималось во внимание, что накопление загрязняющих веществ в тканях осетровых, благодаря их широким миграциям, характеризует экологическую обстановку на всем Каспийском море, а динамика содержания загрязняющих веществ в тканях бычковых рыб, наоборот, более точно отражает ситуацию, складывающуюся в районе проведения буровых работ.

Среди широкого круга тяжелых металлов, загрязняющих природную среду, особого внимания заслуживает ртуть.

Способности ртути накапливаться в живых организмах создает для них серьезную опасность значительных изменений в центральной нервной системе, органах кроветворения, может связывать эмбриотоксичные и другие эффекты (Никаноров и др., 1985).

Уровень содержания общей ртути в исследуемых гидробионтах колебался от 0,025 мг/кг в каспийских бычках до 0,545 мг/кг в печени белуги (табл. 70). Именно ткани белуги, как представителя высшего звена трофической цепи характеризуются максимальными концентрациями ртути среди других представителей ихтиофауны. Минимальные величины Hg общей регистрируются в кильке, каспийских бычках, в жабрах и гонадах осетровых — 0,025–0,055 мг/кг. Повышенные значения ртути в осетровых и каспийских бычках отмечались в северной и северо-восточной частях структуры (ст. 1–5).

Содержание свинца (Pb), хроническое отравление которым приводит к малокровию, перерождению тканей печени и почек, колебалось в пределах от 0,27 мг/кг в печени осетровых до 1,25 мг/кг сырого веса при ПДК 1,0 мг/кг.

Превышение нормативного показателя по свинцу наблюдалось в каспийских бычках (1,10–1,25 мг/кг) в центральной части.

Максимальная концентрация кадмия — 0,32 мг/кг — также обнаружена в печени белуги (ст. 3–9), в остальных образцах уровень кадмия колебался в пределах от аналитического нуля до 0,15 мг/кг при нормативном показателе 0,20 мг/кг.

Зарегистрированные при проведении экологического мониторинга концентрации меди в тканях исследуемых рыб не выходят за пределы изменчивости, установленных по данным многолетних наблюдений в Северном и Среднем Каспии и составили 0,38–3,60 мг/кг сырого веса.

Уровень содержания цинка в исследуемых образцах был довольно однороден — 1,10–4,10 мг/кг за исключением тканей белуги — 2,93–19,20 мг/кг.

Максимальные концентрации марганца 3,00–3,50 мг/кг обнаружены в тканях кильки и каспийских бычков. Уровень содержания марганца в тканях осетровых 0,00–2,10 мг/кг.

Диапазон обнаружения никеля и кобальта невелик и составлял 0,0–1,76 и 0,00–1,06 мг/кг соответственно. Частота обнаружения кобальта — 50% от общего количества образцов.

Что касается распределения тяжелых металлов в различных органах осетровых то, максимальные их концентрации наблюдались в печени. Сравнивая полученные данные с рядами, характеризующими содержание металлов в морской воде ($Zn > Cu > Pb > Cd > Hg$) и донных отложениях ($Zn > Pb > Cu > Cd > Hg$) и учитывая, что в морской воде концентрации свинца и меди очень близки друг к другу, мы приходим к выводу, что накопление металлов в тканях гидробионтов происходит в пропорциях, близких к тем, что наблюдаются в морской среде, а избирательное накопление гидробионтами металлов наблюдается только в отношении свинца и ртути.

Таблица 70. Содержание тяжелых металлов в тканях и органах гидробионтов на участке «Центрально-Каспийский» (лето 2007 г.)

Объект исследований	элементы, мг/кг сырого веса								
	Zn	Pb	Cd	Cu	Mn	Ni	Co	Hg _{общ.}	
Каспийские бычки	2,75	0,63	0,08	0,83	3,10	0,10	сл	0,065	
Каспийские бычки	2,18	1,10	0,15	1,10	2,83	0,25	0,08	0,085	
Каспийские бычки	1,10	1,25	0,10	1,10	3,50	0,40	0,10	0,035	
Каспийские бычки	2,00	0,85	0,08	0,80	1,90	0,35	0,20	0,025	
Килька	3,20	0,35	0,15	2,47	0,71	1,76	1,06	0,055	
Килька	4,10	0,72	0,12	0,65	3,00	0,10	сл	0,045	
Килька	2,63	0,58	0,08	0,70	3,51	сл	сл	0,055	
Белуга	мышцы	2,93	0,56	0,06	0,38	0,60	сл	0,10	0,465
	печень	19,20	1,08	0,32	3,45	2,10	0,35	0,20	0,545
	гонады	6,50	0,38	0,04	0,40	0,60	0,10	сл	0,095
	жабры	10,20	0,30	0,06	0,35	1,65	0,10	сл	0,165
Осетр	мышцы	2,79	0,40	0,08	0,54	0,50	0,19	0,20	0,185
	печень	1,90	0,52	0,12	3,60	сл	0,26	0,30	0,225
	гонады	3,87	0,32	сл	1,83	сл	0,12	сл	0,045
	жабры	2,40	0,27	0,02	1,06	1,20	0,24	сл	0,035
ПДК	40,0	1,0	0,20	10,0				0,50 белуга	

Уровень содержания кадмия, достаточно близкого по своему биологическому действию со свинцом, в тканях и органах исследованных гидробионтов изменялся в пределах от следового до 0,35 мг/кг. Наибольшие концентрации кадмия были зарегистрированы во внутренних органах каспийских бычков и обыкновенной кильки, отобранных в районе центральной части исследуемого участка (ст. 7, 8, 14). Превышение нормативных показателей по кадмию на 15–75% было отмечено только в тканях бычков и обыкновенной кильки.

Все обнаруженные концентрации меди в тканях исследованных рыб независимо от района их вылова были значительно ниже ДОК (10,0 мг/кг).

Полученные в результате исследований данные о содержании цинка в тканях и органах исследованных рыб свидетельствуют о том, что пространственная изменчивость его концентраций была неоднородной. Максимальные концентрации цинка в тканях бычков и обыкновенной кильки были характерны для экземпляров, отобран-

ных на ст. 7 и 14, т.е. в западной и центральной частях Центрально-Каспийского участка). Зарегистрирован единичный случай превышения ДОК (40,0 мг/кг) по цинку на 12% в тканях обыкновенной кильки (ст. 14).

Наиболее значительный размах колебаний зарегистрированных величин марганца был характерен для внутренних органов и тканей обыкновенной кильки.

Уровень содержания никеля и кобальта в тканях бычков и кильки характеризовался наибольшей стабильностью.

Необходимо отметить, что полученные результаты по содержанию тяжелых металлов в тканях и органах рыб, выловленных на акватории Центрально-Каспийского участка, укладывались в рамки среднегодовых показателей.

Говоря об углеводородах, нельзя подразумевать под этим непосредственно загрязнение нефтью, значительное количество углеводородов продуцируется морской экосистемой, что создает большие трудности в идентификации углеводородов нефтяного и биогенного происхождения. Одним из критериев нефтяного загрязнения принято считать наличие ароматических углеводородов в концентрациях более 1% от суммарного содержания в морских организмах (Миронов и др., 1985).

Накопление нефти и ее фракций в водных организмах происходит одновременно за счет биосорбции на контактирующих с водой органах и тканях (жабры и кожа), а так же путем фильтрационного извлечения взвешенных и эмульгированных форм нефти и их поглощения в процессе питания. Вклад этих основных механизмов в фактическую аккумуляцию соединений нефти в тех или иных гидробионтах будет зависеть от системной принадлежности, места обитания, типа питания. Предельно-допустимые концентрации нефтепродуктов для гидробионтов не определены в связи с широкой амплитудой индивидуальных ответных реакций представителей различных видов на одинаковый раздражитель (Мухина, Голубева, Несветова, Двинина, 1991).

Результаты, полученные при исследовании тканей и органов гидробионтов на содержание углеводородов, представлены в таблице 71. Уровень накопления общего

Таблица 71. Содержание углеводородов в органах и тканях гидробионтов на участке «Центрально-Каспийский» (лето 2007 г.)

Объекты исследования	ΣУГВ, мг/кг	Ароматические УВ		
		мг/кг	% от ΣУГВ	
Каспийские бычки	360,0	11,85	3,3	
Каспийские бычки	212,0	16,51	7,8	
Каспийские бычки	246,0	18,53	7,5	
Каспийские бычки	312,0	22,60	7,2	
Килька	514,0	87,26	17,0	
Килька	444,0	60,20	13,6	
Килька	396,0	30,24	7,6	
Белуга	мышцы	328,0	62,48	19,0
	печень	720,0	231,96	32,2
	гонады	944,0	288,64	30,6
	жабры	343,3	49,22	14,3
Осетр	мышцы	240,0	23,15	9,6
	печень	442,0	77,29	17,5
	гонады	362,0	64,94	18,0
	жабры	223,0	15,71	7,0

количества углеводов в тканях бычков варьировал в пределах 212,0–360,0 мг/кг сырого веса. Фракция ароматических углеводов составила 3,3–7,8% от еУГВ. Повышенная их концентрация зафиксирована в северо-восточной части (ст. 4) — 7,8% при минимальном общем содержании углеводов — 212,0 мг/кг.

В кильке суммарное количество составило 396,0–514,0 мг/кг сырого веса. Максимальная концентрация ароматической фракции обнаружена также на ст. 4 (северо-восток) — 17,0% от еУГВ.

По осетровым рыбам получены следующие результаты: максимальное общее количество углеводов выявлено в гонадах белуги — 944,0 мг/кг сырого веса. Повышенные концентрации ароматических углеводов зафиксированы в печени — 32,2% и в гонадах белуги — 30,6%. Минимальная концентрация обнаружена в жабрах осетра — 7,0%.

Полученные результаты выявили, что печень и гонады — это органы, в которых отмечен более высокий уровень накопления ароматических углеводов, что связано с их более богатым липидным составом. Липиды сопутствуют углеводам и имеют сходные с ними свойства, с чем связана трудность их разделения.

Токсические и пороговые концентрации растворенной нефти (в основном углеводов) для всех групп морской биоты варьирует в пределах нескольких порядков величин. Это отражает, вероятно, не только разнообразие условий и методик токсикологических исследований, но и видовые различия реагирования гидробионтов на присутствие нефти (Патин, 2001).

Процентное соотношение ароматических углеводов к общему количеству в тканях каспийского бычка, как показателя нефтяного загрязнения, указывает на наличие невысокой техногенной нагрузки на данной структуре.

Наиболее ярко выраженной составляющей временной изменчивости содержания суммарных (УГВ) и ароматических (АУ) углеводов в тканях гидробионтов являются сезонные изменения. И у осетровых и у бычков максимальное содержание УГВ и АУ в органах и тканях наблюдается в летний период, из чего можно сделать вывод, что при повышении температуры воды скорость их поглощения возрастает. Четко выраженной тенденции в межгодовой изменчивости содержания углеводов в органах осетровых не наблюдалось.

Надо отметить, что полученные результаты содержания углеводов в гидробионтах, отобранных на Центрально-Каспийском участке акватории Каспийского моря, находятся в пределах среднесезонных значений, характерных для гидробионтов Северного и Среднего Каспия.

ГЛАВА 4. Оценка воздействия загрязнения акватории в связи со строительством поисковой скважины «Центрально-Каспийская»

4.1. Биомониторинговая оценка качества морских вод

Особую актуальность в последнее время приобрели 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. Методической основой наблюдений такого плана является система унифицированных биотестов с использованием как природных сообществ, так и отдельных представителей трофических звеньев в водоеме.

Следует отметить, что данный методический подход позволяет получать информацию о состоянии загрязнения природных вод без использования химического анализа. Однако возможности биотестирования качества природных вод до сих пор недоиспользуются, слабо разработано практическое использование биотестов, основанное на токсикологической оценке качества природных вод.

Работы, связанные с поиском, разведкой и добычей углеводородного сырья на морском шельфе, могут оказывать воздействие на видовой состав, трофическую структуру биологических сообществ, на численность гидробионтов, обитающих на дне и в толще воды. Для оценки токсичности воды, обусловленной присутствием в ней токсичных для водной биоты загрязняющих веществ используется биотестирование. Его основными преимуществами являются высокая чувствительность, позволяющая выявить даже начальные изменения в состоянии живых существ в ответ на незначительные отклонения параметров среды от фонового уровня, а также возможность дать непосредственную оценку состояния экосистем и их отдельных компонентов.

Как правило, биотестирование не позволяет установить спектр загрязняющих веществ в воде (если они заранее неизвестны), но дает возможность быстро установить факт загрязненности. Однако, используя различные тест-объекты, можно получить информацию и о составе загрязняющих веществ.

Для биологических методов оценки качества вод используются практически все виды гидробионтов, обитающие в водоемах и водотоках (бактерии, водоросли, зоопланктон, зообентос, рыбы). Однако в индикации качества воды их роль неодинакова. В частности, второстепенное значение для биотестирования вод отводится рыбам, а в других группах водных организмов выделяются ведущие формы-индикаторы.

Благодаря своим преимуществам биотестирование морских вод включено в программу экологического мониторинга в районе поисково-разведочных работ.

При биотестировании качества природных вод на акватории участка «Центрально-Каспийский», расположенного преимущественно в средней части Каспийского моря, проводилась оценка возможного воздействия факторов среды на экосистему моря.

Биотестирование с использованием фитопланктона

Для биотестирования морской воды участка «Центрально-Каспийский» в летний период использовался стандартный тест-объект — культура морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum*. Контроль чувствительности культуры водорослей, с использованием $K_2Cr_2O_7$, соответствовал стандарту (ЕК₅₀⁹⁶ составляла 5,7–6,1 мг/л). На протяжении всего эксперимента (экспозиция 96 ч) анализировалось морфологическое состояние клеток водорослей и изменение величины их численности.

При осуществлении биотестирования для летнего периода численность культуры клеток в контроле на 4-е сутки эксперимента составила 85,7 тыс. кл./л, что было принято за 100% (табл. 72).

Таблица 72. Результаты тестирования проб воды на культуре водорослей фитопланктона (*Phaeodactylum tricornutum*) летом, тыс.кл/л

Станции	24 ч	48 ч		72 ч		96 ч	
		% отклонения численности водорослей от контроля	% отклонения численности водорослей от контроля	% отклонения численности водорослей от контроля	% отклонения численности водорослей от контроля		
Контроль	22900	0	50000	0	71800	0	85700
1	22900	0	45500	9	56700	21	56600
2	22900	0	46000	8	58900	18	60000
3	22900	0	50000	0	71800	0	77100
4	22900	0	50000	0	68200	5	72000
5	22900	0	50000	0	71800	0	77100
6	22900	0	50000	0	67500	6	70300
7	22900	0	50000	0	67500	6	70300
8	22900	0	45000	10	54600	24	55700
9	22900	0	50000	0	71800	0	85700
10	22900	0	50000	0	63900	11	68600
11	22900	0	50000	0	66100	8	73700
12	22900	0	46000	8	58200	19	60000
13	22900	0	46000	8	58200	19	60000
14	22900	0	50000	0	71800	0	77100
15	22900	0	50000	0	71800	0	77100
16	22900	0	50000	0	71800	0	78000
17	22900	0	45500	9	57400	20	57400
18	22900	0	50000	0	71800	0	76300
19	22900	0	47500	5	60300	16	62600
20	22900	0	50000	0	71800	0	77100
21	22900	0	50000	0	71800	0	78000
22	22900	0	47000	6	60300	16	64300
23	22900	0	50000	0	68200	5	72900
24	22900	0	45500	9	58900	18	60000
25	22900	0	50000	0	71800	0	81400

Результаты биотестирования показали, что на всех станциях, в течение первых суток, культура клеток развивалась на уровне контрольных величин. Изменений морфологических показателей отмечено не было. По истечении 48 ч эксперимента в пробах, отобранных со станций 1, 2 (южнее Средней Жемчужной банки), 8, 12 (северо-восточная часть), 13, 17, 24 (западная часть прибрежной зоны), 19, 22 (восточная часть участка) наблюдалось отклонение численности водорослей от контроля в пределах 5–10%.

На третьи сутки эксперимента на вышеперечисленных станциях возрос процент отклонения численности водорослей (16–24% от контроля). Помимо этого процент отклонения от контроля в пределах 5–11% был зафиксирован на станциях 4, 6, 7, 10, 11, 23.

К концу эксперимента (96 ч) наибольший процент отклонения (25–35%) отмечался на станциях 1, 2, 8, 12, 13, 17, 19, 22, 24. В воде, отобранной со станций 4 (северная часть участка), 6, 7, 10, 11, 18 (западное побережье), 23 (восточная часть участка) процент отклонения фиксировался в диапазоне 11–20%. На ст. 3, 5 (северная часть), 14, 15, 16 (центральная часть), 20, 21 и 25 (южная часть) процент отклонения численности культуры клеток от контроля в опыте не превышал 10%. На остальных станциях водоросли развивались на уровне с контролем (рис. 25).

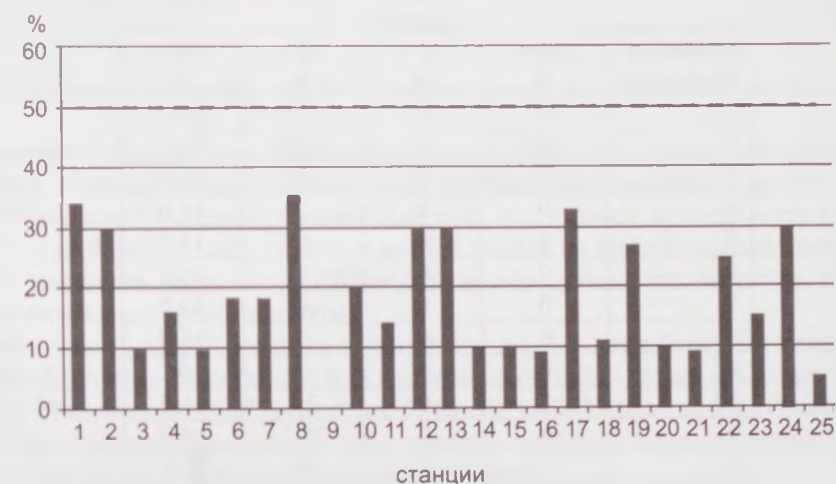


Рис. 25. Распределение опытных данных (% отклонения численности культуры *Phaeodactylum tricornutum* в опыте от контроля) относительно критической величины острой токсичности (50%) летом.

Результаты биотестирования морской воды, отобранной со станций участка «Центрально-Каспийский» в летний период на культуре водорослей *Phaeodactylum tricornutum* показали отсутствие острого токсического эффекта, так как уровень токсичности не превышал критических величин (50%). Наибольший токсический эффект наблюдался южнее свала Средней Жемчужной банки (ст. 1, 2) и в западной части участка на ст. 8, 12, 13, 17 и 24 (прибрежная часть, район г. Махачкала и г. Дербент).

Биотестирование с использованием зоопланктона

Тестирование воды исследуемой акватории участка «Центрально-Каспийский» в летний период показало отсутствие острого токсического действия на тест-организм *Artemia salina*. Тем не менее, степень токсичности воды на отдельных её участках была различной. Так, в восточной части исследуемого района на ст. 9 и 21 гибели тест-объектов не наблюдалось, на ст. 14, 15 и 16, 19, 22, 23, 25 (глубинная часть) процент гибели не превышал допустимых контрольных величин и к концу эксперимента составил 5–10% общего числа особей (табл. 73).

Уровень токсичности, несколько превышающий контрольные значения (11,6–16,7%), был отмечен в восточной и юго-западной частях исследуемой акватории на ст. 3, 4, 5, 8, 12 и 20. Наблюдение за ракообразными показало, что вода этих районов моря в течение всего эксперимента никаких видимых признаков угнетения не вызывала.

Превышение допустимого значения гибели *Artemia salina* (20–23,3%) было зарегистрировано в прибрежной зоне западной части акватории на ст. 6, 17, 18. Анализ состояния рачков показал, что вода, отобранная со ст. 18, к концу 96-часовой экспозиции вызывала некоторое изменение окраски тела по сравнению с контрольными экземплярами.

Таблица 73. Результаты тестирования проб воды на *Artemia salina* (% гибели) летом

Станции	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч
Контроль	0	0	0	0
1	0	0	25,0	36,7
2	0	0	21,6	31,7
3	0	0	0	11,6
4	0	0	0	15,0
5	0	0	0	15,0
6	0	0	0	20,0
7	0	0	0	30,0
8	0	0	0	15,0
9	0	0	0	0
10	0	0	10	31,7
11	0	0	26,7	35,0
12	0	0	0	15,0
13	0	0	20,0	30,0
14	0	0	0	10,0
15	0	0	0	8,3
16	0	0	0	8,3
17	0	0	0	20,0
18	0	0	0	23,3
19	0	0	0	10,0
20	0	0	0	15,0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	5,0
23	0	0	0	10,0
24	0	0	15,0	31,7
25	0	0	0	5,0

Максимальный уровень токсичности воды (30–36,7%) был зарегистрирован на ст. 1, 2 (южнее свала Средней Жемчужной банки) и в западной части участка на ст. 7, 10, 11, 13 и 24 (прибрежная часть, район г. Махачкала и г. Дербент), подверженных антропогенному воздействию (рис. 26).

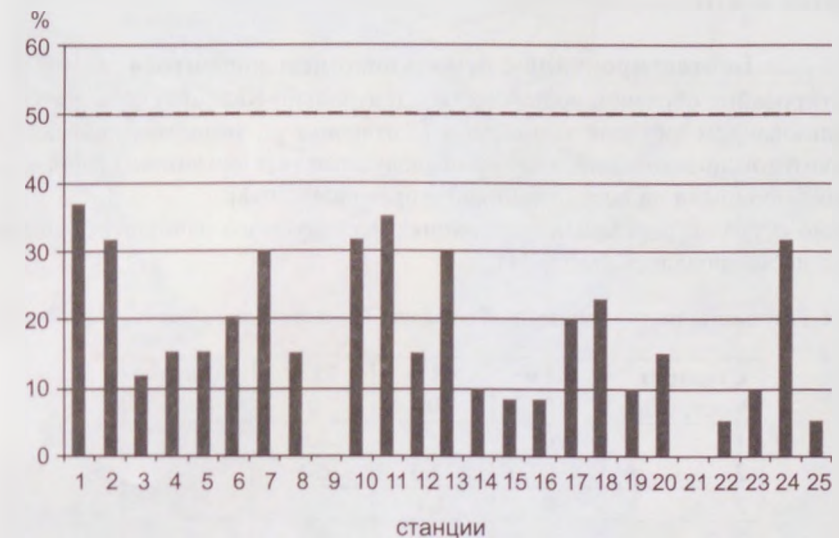


Рис. 26. Распределение опытных данных (% гибели зоопланктона) по станциям летом.

В течение 48-часовой экспозиции гибели ракообразных в воде этих районов не произошло. В последующие сутки была отмечена гибель артемий в пределах 20,0–26,7%. Наблюдение за ракообразными показало, что к концу эксперимента в воде со ст. 1, 7, 11 и 24 большая часть опытных особей лежала на поверхностной пленке воды почти без движения, часть на дне с налипшей на них слизью, что, вероятно, связано с присутствием в воде разложившегося

Сравнительный анализ степени токсичности воды в летний период показал, что наибольший уровень токсичности был отмечен на станциях, расположенных в северной (ст. 1, 2) и западной прибрежной (ст. 7, 10, 11, 13, 24) частях исследуемой акватории, которые характеризуются меньшим уровнем глубин и большим антропогенным воздействием, по сравнению с остальными районами.

В целом тестирование воды участка Центрально-Каспийский показало отсутствие острого токсического действия на тест-объект зоопланктона.

Таким образом, степень воздействия разлива нефти на фитопланктон может варьировать от стимулирующего (усиление роста и вспышка развития) до ингибирования фотосинтеза и роста. В зоопланктоне токсические эффекты проявляются в первую очередь в фауне планктонных ракообразных и личиночных форм беспозвоночных, что подтверждено результатами экспериментальных и полевых работ (Патин, 1997).

В целом, имеющийся опыт исследований позволяет однозначно утверждать об отсутствии каких-либо устойчивых нарушений структуры и функций планктонных сообществ при нефтяных разливах в открытой области моря в силу следующих причин: быстрого (в течение часов и суток) снижения концентрации разлитой нефти по мере ее диспергирования, биодеградации и разбавления в водной толще до безвредных уровней; высокой скорости восстановления численности и биомассы фито- и зооплан-

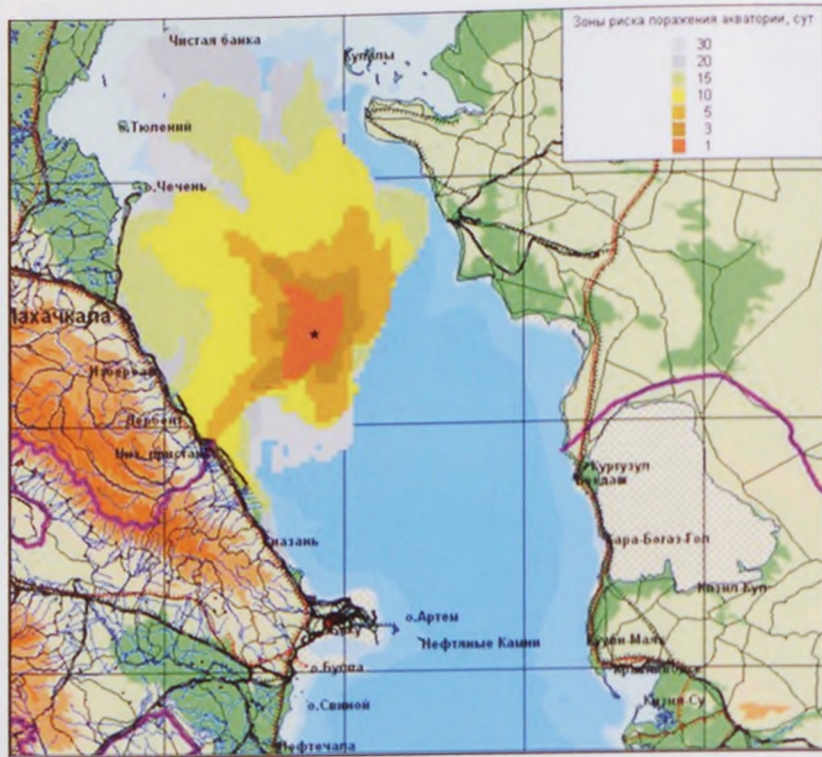


Рис. 32. Зоны риска при разливе 1 500 т нефти в районе понского бурения, осень

Через 72 ч процент гибели личинок на ст. 2 (южнее свала Средней Жемчужной банки) составил 30%. В западной части участка (прибрежная зона) на ст. 10, 11, 13, 17, 20 и 24 и в восточной части на ст. 5, 8, 9 и 12 значение этого показателя было в интервале 16,6–26,6%, на ст. 18 и 21 — 13,3%. В воде отобранной с остальных станций гибель личинок не превышала контрольных величин (рис. 27).

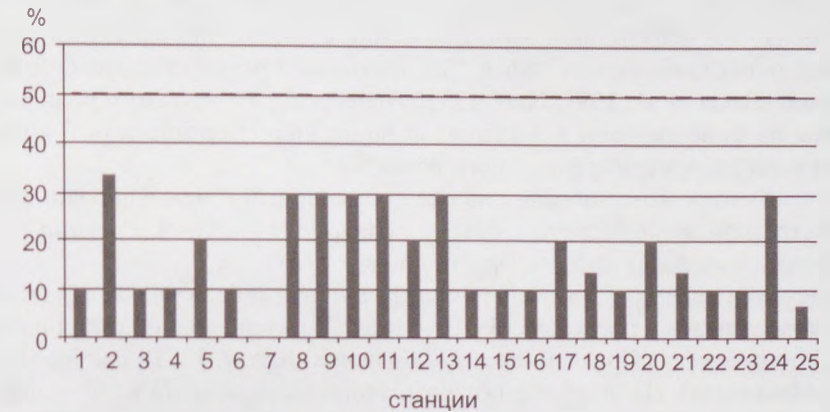


Рис. 27. Распределение опытных данных (% гибели зообентоса) по станциям летом.

На четвертые сутки эксперимента наибольший уровень токсичности морских вод (30–33,3%) был зарегистрирован на ст. 2, 8, 9 (северо-восточная часть), 10, 11 и 12 (центральная часть). Кроме вышеперечисленных станций, процент гибели тест-организмов, превышающий контрольные величины (13,3–20%), отмечен в северо-восточной (ст. 5, 12) и юго-западной частях участка (ст. 17, 18, 20 и 21). На остальных станциях уровень токсичности воды был ниже допустимого в контроле или близким к нему.

Таким образом, по данным биотестирования установлено, что наибольший уровень токсичности отмечен на станциях, расположенных в относительно мелководной части участка «Центрально-Каспийский» — ст. 2, 8, 9, 10, 11, 13 и 24. Степень токсичности отобранных проб в исследуемый период характеризовалась как допустимая, не превышающая уровня острой токсичности, и не являлась опасной для жизнедеятельности гидробионтов. Это связано с тем, что при быстром переносе и рассеянии нефтяного поля в открытых водах осаждение нефти на дно практически не происходит даже в неритической зоне. Такое осаждение обычно наблюдается лишь в ситуациях длительного нахождения и аккумуляции нефти в замкнутых и полужамкнутых областях прибрежного мелководья (заливы, бухты). Как следует из результатов анализа возможных сценариев поведения нефти после гипотетического нефтяного разлива в условиях открытого и протяженного побережья, накопление нефти в донных осадках шельфовой зоны маловероятно. Таким образом, нет оснований предполагать заметного воздействия на сообщества бентоса при распространении нефти в открытых водах пелагиали за пределами литорали и сублиторали.

Биотестирование с использованием ихтиофауны

Приведенные факты об отсутствии в пелагической водной толще концентраций нефти, способных вызвать массовую гибель морских организмов, в полной мере относятся и к пелагическим рыбам. Такой гибели не наблюдали даже после самых ката-

строфических нефтяных разливов. Из многочисленных литературных материалов следует вывод о том, что взрослые рыбы способны обнаруживать и избегать зоны сильного нефтяного загрязнения. Наиболее вероятные негативные последствия нефтяных разливов для рыб должны наблюдаться в мелководной части моря и в зонах слабой циркуляции воды. Как известно, рыбы на ранних стадиях жизни (икра и личинки) более чувствительны к воздействию нефти, чем взрослые, и потому часть рыб на этих стадиях может погибнуть при соприкосновении с достаточно высокими концентрациями токсичных компонентов нефти. Как показывают результаты расчетов и прямых наблюдений (Baker et al., 1991; Neff 1993; Wiens et al., 1999), такого рода потери неразличимы на фоне высокой и изменчивой природной смертности рыб в период их эмбрионального и постэмбрионального развития.

В экспериментах использовали широко применяемый в международных стандартах по биотестированию воды тест-объект ихтиофауны — гуппии (*Poecillia reticulata*). Использовались мальки гуппии в возрасте до двух суток.

По истечении первых суток эксперимента величина гибели мальков была незначительной и находилась в пределах 3,3–10% (табл. 75). Наибольший отход наблюдался на ст. 1, 2 (южнее свала Средней Жемчужной банки) и ст. 7, 13, 14 прибрежной части (район г. Махачкала). На вторые сутки экспозиции эксперимента наибольшая гибель

Таблица 75. Результаты тестирования проб воды на *Poecillia reticulata* Peters (% гибели) летом

Станции	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч
Контроль	0	0	0	0
1	3,3	6,7	10	26,7
2	6,7	6,7	10	16,7
3	0	0	0	3,3
4	0	3,3	3,3	10
5	0	0	0	0
6	0	0	3,3	6,7
7	3,3	10	13,3	13,3
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	3,3
11	0	0	3,3	6,7
12	0	0	0	0
13	10	10	16,7	20
14	3,3	3,3	6,7	6,7
15	0	0	0	0
16	0	0	3,3	3,3
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	3,3	10
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	3,3	3,3	3,3
24	0	0	0	0
25	0	6,7	6,7	6,7

тест-объектов была зафиксирована в пробах воды, отобранных на ст. 1, 2, 13 и ст. 25 (глубинная часть) и составила 6,7–10%.

По истечении 72 ч эксперимента величина гибели тест-объектов изменилась незначительно (до 10–16,7%) и была отмечена на тех же станциях (рис. 28). В остальных районах отход не наблюдался или не превышал уровня контрольных величин. При наблюдении за тест-объектами отклонений в поведении обнаружено не было: мальки активно передвигались в толще воды, реагировали на звуковые и тактильные раздражения.

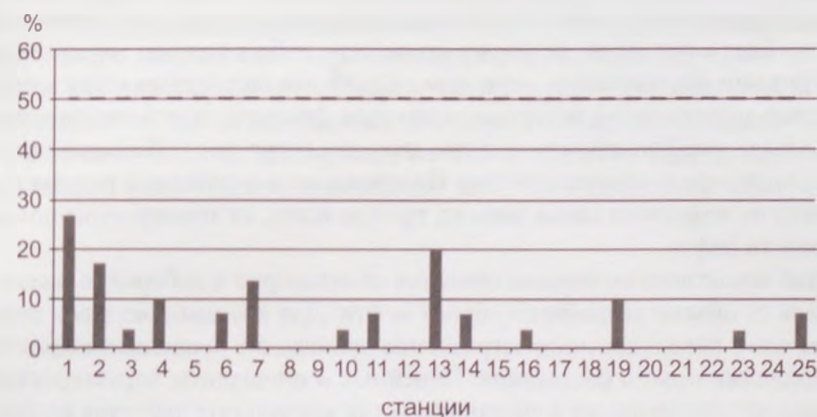


Рис. 28. Распределение опытных данных (% гибели гуппии *Poecillia reticulata*) по станциям летом.

В конце эксперимента токсическое влияние на тест-объекты произвели пробы воды, отобранные на ст. 1, 2, 7 и 13, где значения процента гибели мальков составляли 26,7; 20; 16,7; 13,3% соответственно. На ст. 4, 6 (северная часть участка), 11 и 14 (прибрежная часть), 19, 25 (глубинная часть) величина смертности мальков гуппии находилась в пределах 6,7–10%. Минимальный отход (3,3%) наблюдался на ст. 3, 9 (северная часть участка), 10 (прибрежная часть), 16, 23 (глубинная часть).

Произведя анализ результатов биотестирования воды, отобранной на участке Центрально-Каспийский, можно сделать вывод, что наиболее токсичными являлись пробы воды со станций 1, 2 (южнее свала Средней Жемчужной банки) и ст. 7, 13 (прибрежная часть, район г. Махачкала). В целом экологическую обстановку на участке можно оценить как удовлетворительную, так как вода не оказала острого токсического действия на тест-объекты.

В заключение хотелось бы отметить, что тестирование воды, взятой с акватории участка «Центрально-Каспийский», с использованием представителей разных таксономических групп (культуры водорослей *Phaeodactylum tricorutum*, зоопланктонных организмов и ихтиофауны *Poecillia reticulata*) в летний период показало отсутствие острого токсического действия на тест-объекты.

Максимальный уровень токсичности воды для всех тест-объектов был зарегистрирован в северной и западной прибрежной частях участка. Отрицательное воздействие нестойкого органического вещества на кислородный режим, рН-среды и на процесс нитрификации было минимальным, что характерно для умеренно чистой морской воды.

Воды рассматриваемого участка характеризуются как умеренно загрязненные. Гидрохимические исследования и материалы биотестирования свидетельствуют о срав-

нительно низком уровне техногенного воздействия на гидробионтов. Вместе с тем не следует недооценивать современный уровень антропогенной нагрузки для данного полигона. Следовательно, необходим достаточно осторожный подход для данного полигона к добыче на нем углеводородного сырья в условиях очень хрупкой замкнутой каспийской экосистемы.

В данной работе, при отсутствии идентификации особо охраняемых природных территорий (ООПТ), на рис. 29–32 (см. между стр. 144 и 145 настоящей книги) приведены карты с нанесенными зонами риска при разливе 1 500 т нефти в районе поискового бурения.

При штилевых или близких к штилевым условиям за тридцать суток около 70–90% нефти уйдет с поверхности моря в атмосферу, либо в водную толщу. Минимальное выветривание соответствует периодам со слабыми скоростями ветра и практически полностью определяется испарением летучих фракций из нефтяного слива. Максимальное выветривание происходит при сильном ветре, когда большая часть нефти попадает в виде капель в водную толщу. Интенсивность и конечный результат испарения фракций из нефтяного слива зависят, прежде всего, от температуры поверхности моря и свойств нефти.

Масштаб вероятного поражения объектов на акватории и побережье зависит в первую очередь от объема аварийного сброса нефти. Для крупных разливов нефти формирование зоны поверхностного загрязнения происходит продолжительное время за счет гидродинамического растекания. Линейные и площадные характеристики зоны загрязнения могут изменяться в ситуациях, когда в результате действия ветра и гидродинамического растекания нефтяное пятно взаимодействует с береговым контуром или другой контактной границей при продолжительном аварийном сбросе и при наличии течений и ветра.

Вместе с тем сейчас накоплены большие массивы информации о поведении нефти, экологических эффектах и последствиях нефтяных разливов в море, что позволяет делать предварительные качественные оценки и ориентировочный прогноз подобных событий с учетом статистической вероятности гидрометеорологических и других условий в том или ином районе. Это направление активно развивается в последнее время в России, особенно в связи с началом освоения морских нефтегазовых месторождений.

С экологических позиций важно различать два основных типа нефтяных разливов. Один из них включает разливы, которые начинаются и завершаются в открытом море без соприкосновения с береговой линией. Их последствия, как правило, носят временный, локальный и быстро обратимый характер в форме острого стресса. Другой и наиболее опасный тип разливов предполагает вынос нефтяного поля на берег, аккумуляцию нефти на побережье и длительные экологические нарушения в прибрежной и литоральной зоне, что можно трактовать как хронический стресс. Чаще всего оба этих сценария развиваются одновременно, и это особенно вероятно для ситуаций, при которых аварийный разлив происходит в непосредственной близости от берега.

Как следует из известной статистики, большинство аварийных ситуаций и нефтяных разливов приходится на прибрежную зону. Вероятность выноса нефти на берег в таких случаях зависит от характера разлива (объем, расстояние от берега и пр.) и конкретных гидрометеорологических условий в данном месте и в данное время, в первую очередь от силы и направления ветра и течений. При всей неопределенности прогноза таких событий есть основания полагать, что в большинстве случаев вынос нефтяного пятна на берег достаточно вероятен. По данным мировой статистики, при

больших разливах существует вероятность (в пределах 1–13%) обратного смыва вынесенной на берег нефти в сублиторальную зону, где уровни нефтяного загрязнения донных осадков обычно на порядок ниже по сравнению с береговыми и литоральными отложениями.

Моделирование и анализ аварийных ситуаций для структуры «Центральная» в Среднем Каспии показывают, что при самых пессимистических сценариях (длительное поступление нефти в течение 3–30 суток с интенсивностью 1 500 т/сут.) протяженность полей нефтяного загрязнения морской поверхности будет исчисляться десятками и сотнями километров с преобладающей конфигурацией с севера-запада на юго-восток. Минимальное время достижения берега в большинстве вариантов составит около 4 ч при максимальной протяженности загрязнения береговой линии около 40 км, тогда как при наихудшем сценарии эта протяженность может достичь 160 км на 60-е сутки после начала разлива нефти в море. Напомним, что вероятность таких катастрофических событий при буровых работах составляет менее одного эпизода на 10 тыс. скважин, а для танкерных перевозок менее 10^{-5} на один танкер в год.

Заклучение

Каспийский бассейн — уникальный внутренний водоем и является единым эколого-геологическим комплексом, сформировавшимся на протяжении миллионов лет. Сохранить целостность его экосистемы — задача всех Прикаспийских государств. Интенсивное освоение нефтяных и газовых запасов в Каспийском море и на прилегающих к нему территориях требует особого отношения к сохранению уникальной природной среды региона, представляющей собой достояние международного сообщества в целом.

В процессе освоения нефтегазовых месторождений естественно возникает проблема сохранения биологического разнообразия, которая может рассматриваться как важнейший элемент обеспечения экологической безопасности. Неизбежный рост нефтедобычи на Каспии превращает проблему сохранения биологических ресурсов моря в проблему совместимости рыбного и нефтяного промыслов. Эта проблема не только и не столько научная, сколько политическая и экономическая.

Изучение пространственно-временной изменчивости основных параметров среды позволит определить воздействие буровых работ на экосистему Среднего Каспия.

Влияние загрязнения на биологическое разнообразие основывалось на оценках концентраций загрязняющих веществ в морской среде и состояния объектов, на которые оказывается воздействие. Наиболее характерными токсикантами для Каспия являются нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, фенолы, СПАВ, хлорорганические пестициды.

Существующие уровни антропогенной нагрузки в водах Среднего Каспия обусловлены воздействием различных источников загрязнения. В первую очередь это загрязнение моря, связанное с поступлением загрязняющих веществ с речным стоком, со сточными водами предприятий и населенных пунктов, расположенных на побережье; загрязнение Каспия нефтепродуктами, значительные риски возникновения аварийного загрязнения при судоходстве, на нефтепроводах и при освоении морских месторождений углеводородов; истощение рыбных ресурсов, обусловленное такими факторами, как избыточный промысел, стихийным вселением чужеродных видов, таких как, водоросль *Rhizosolenia calcar-avis*, гребневик *Mnemiopsis leidyi*, изменения уровня Каспийского моря, смыв загрязняющих веществ с побережья при ветровых нагонах; деградация естественных кормовых угодий; недостаточно эффективное управление состоянием окружающей среды и эксплуатацией природных ресурсов, нарушения режима особо охраняемых природных территорий и акваторий, недостаточная межгосударственная координация природоохранной деятельности в регионе Каспийского моря.

Воды рассматриваемого участка характеризуются как умеренно загрязненные. Гидрохимические исследования и материалы биотестирования свидетельствуют о сравнительно низком уровне техногенного воздействия на гидробионтов. Вместе с тем не следует недооценивать современный уровень антропогенной нагрузки для данного района.

Основные объекты ихтиофауны Средней части Каспийского моря осетровые и морские рыбы. В летний период участок служит местом нагула этих рыб. Зона глубин до 100 м — биотоп нагула осетровых рыб, мористее — морских рыб.

Следует отметить, что рыбохозяйственное значение каждого условно выделенного рыбопромыслового района Дагестанского побережья Каспия находится в прямой зависимости от различных гидрологических и гидробиологических элементов отдельных нерестовых рек, мощности их стока и продуктивности прилегающих к ним морских акваторий. Реки и озера вместе с заливами и Каспийским морем являются единой системой воспроизводства запасов высокоценных представителей ихтиофауны Каспия.

В исследуемых рыбах, отмечено повышенное содержание некоторых тяжелых металлов и, что более значимо, — ароматических углеводов.

Следовательно, необходим достаточно осторожный подход для исследованного района к добыче на нем углеводородного сырья в условиях очень хрупкой замкнутой каспийской экосистемы. Особенно уязвима акватория дагестанского шельфа, через которую проходят миграции осетровых. Загрязнение этой акватории нефтепродуктами может привести к ослаблению или прекращению их нерестовых миграций непосредственно в район Волго-Каспийского канала и тем самым снижению рыбопромыслового потенциала Каспийского моря.

Наиболее оптимальным является критерий обратимости, в соответствии с которым воздействия, приводящие к необратимым изменениям состояния природных экосистем, являются недопустимыми. С биологической точки зрения этот критерий достаточно обоснован, поскольку утрата способности к самовосстановлению у живых систем любого уровня ведет к их гибели. Да и на практике он легко применим, если для упрощения считать необратимыми те изменения, которые выходят за пределы природной изменчивости состояния экосистем.

В частности, данные ведомственного экологического мониторинга в совокупности с результатами предыдущих исследований позволяют предполагать, что основным источником поступления хлорированных углеводородов в Каспийское море в настоящее время являются атмосферные осадки и трансграничный перенос ХОС, увеличение содержания металлов в морской воде, по-видимому, обусловлено повышением их миграционной активности в связи с расширением масштаба распространения гипоксии, повышение содержания «нефтяных» (биядерных и аликированных) ПАУ связано с активизацией на Каспии морской деятельности в целом. Впервые также был выявлен устойчивый характер загрязнения морских вод ртутью, основным источником которой, по-видимому, является подземный сток.

Анализ существующего состояния разнообразия показал, что современное состояние биологического разнообразия не выходит за пределы вековых флюктуаций и может рассматриваться как нормальное. Риск утери каких-либо видов при существующем уровне хозяйственного воздействия ничтожен. Сохранение промысловой численности осетровых рыб может поддерживаться при условии повышения искусственного и естественного их воспроизводства, рациональной организации промысла и охранных мероприятий. Увеличение загрязнения акватории выше существующего уровня может привести к заметному снижению полезной биологической продукции, но едва ли приведет к полному исчезновению каких-либо видов. Возможные инвазии, в частности вселение гребневика *Mnemiopsis leidyi*, могут оказаться опасными для биологического разнообразия Каспия, что будет связано с риском существенных деформаций трофических цепей экосистемы.

Учитывая широкую эврибиотность и пластичность большинства представителей фауны и флоры, формировавших сообщества в исключительно динамичных условиях внешней среды в рассматриваемом районе, риск уменьшения биологического разнообразия маловероятен.

Несмотря на то, что антропогенное загрязнение, безусловно, негативно влияет на состояние тестовых видов, это влияние не выходит пока за пределы их репродуктивных возможностей и не является критическим фактором их существования.

В период стабилизации уровня моря биомасса фитопланктона Среднего Каспия возросла (относительно предыдущего десятилетия) во многом благодаря тому, что доминирующее положение в ней опять заняли относительно крупные диатомовые водоросли (на западе — солоноватоводные, на востоке — морские). Мелким (особенно синезеленым) водорослям вновь была отведена роль субдоминантов. Биомасса зоопланктона на данном биотопе в это время оказалась выше, чем в первую половину 1990-х гг., но ниже, чем во вторую половину 1980-х гг. При этом наблюдалось уменьшение видового разнообразия коловратко-кладоцерного комплекса (в основном за счет ветвистоусых рачков), который по-прежнему доминировал по биомассе. В этот же период было отмечено уменьшение биомассы бентоса. Общим для всех лет этого периода было уменьшение численности ракообразных донных животных, обусловленное снижением биомассы кормового фитопланктона.

Результаты гидробиологических исследований показали, что изменения видового состава, численности и биомассы растительных и животных организмов в водной толще и на дне исследуемой акватории в основном определялись природными факторами.

Учитывая особую ценность рыбных запасов этого региона, значительное место в комплексных экологических исследованиях было отведено их изучению. Как известно, запасы наиболее ценных осетровых рыб в Каспийском море последние 10–15 лет неуклонно сокращаются, основной причиной чего является осуществляемый, несмотря на все запреты, морской промысел.

Динамика содержания загрязняющих веществ (нефтяных и ароматических углеводородов, тяжелых металлов) в тканях осетровых и бычковых рыб отражает изменения их концентрации в морской среде. Особенно в этом отношении показательны бычки. Так концентрация тяжелых металлов в их тканях соответствует изменениям содержания тяжелых металлов в донных отложениях. Динамика концентрации и соотношения различных форм углеводородов в тканях бычков также соответствовала изменениям их содержания и состава в морской воде и донных отложениях. Таким образом, уровень содержания в тканях бычковых рыб загрязняющих веществ является хорошим показателем локального загрязнения морской среды.

Текущее состояние экосистемы следует рассматривать как предельно допустимое, в пределах которого желательно ее сохранить. Бесконтрольное использование природных ресурсов, как всего моря, так и рассматриваемой акватории недопустимо. Такая оценка позволяет сконцентрировать внимание и действия на действительно актуальных проблемах.

В целом, приоритетным направлениям деятельности по сохранению биоразнообразия морских и прибрежных районов моря можно отнести:

- оценку экологического состояния среды и факторов, оказывающих влияние на биологическое разнообразие;
- разработку и осуществление программ содействия сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия района;

- выявление и содействие охране важных для биоразнообразия участков; деятельность по охране видов, находящихся под угрозой исчезновения;
- разработку и создание сети особо охраняемых природных территорий;
- оценку последствий интродукции чужеродных видов для исходного биоразнообразия и разработку соответствующих мероприятий;
- создание и эксплуатация на разрешенном расстоянии вокруг действующих буровых платформ полей искусственных рифов.

Определение степени воздействия производственной деятельности на окружающую среду может быть затруднено некоторыми обстоятельствами. Во-первых, свойственная окружающей среде неоднородность по своему масштабу может совпадать с неоднородностью, обусловленной антропогенным воздействием. Естественные изменения видового состава планктона могут быть истолкованы как результат воздействия буровых работ на экосистему моря. Во-вторых, изменения, вносимые в состояние окружающей среды производственной деятельностью, по своему характеру могут быть аналогичны тем, которые присущи самим природным системам. В-третьих, воздействие на состояние окружающей среды одного источника может перекрываться воздействием другого, нередко более мощного.

Изложенный выше анализ существующего состояния биоразнообразия исследованного района позволяет утверждать, что:

- современное состояние биологического разнообразия на любом уровне не выходит за пределы вековых флюктуаций и может рассматриваться как типичное для данного района;
- риск утери каких-либо видов при существующем уровне антропогенного воздействия скорее, всего есть и будет ничтожен;
- существующее загрязнение исследуемой акватории не может служить причиной снижения ее биологического разнообразия. Увеличение загрязнения выше существующего уровня может привести к некоторому снижению биологической продуктивности, но едва ли приведет к полному исчезновению каких-либо видов;

Таким образом исследованному району присущи структура, характер и состояние биологической продуктивности, характерные для такого типа акваторий в современных условиях состояния Среднего Каспия.

Данная работа способствует реализации одного из основных принципов охраны окружающей среды в Российской Федерации — принципа учета природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности. В известной степени этот принцип пока носит декларативный характер, потому что в самой главной области охраны природы, а именно, в области нормирования антропогенной нагрузки на окружающую среду до сих пор действуют унифицированные нормативы, не учитывающие особенности природных и природно-антропогенных систем. Учесть эти особенности, применительно к морским экосистемам, как раз и позволяет экологическая оценка загрязнения морской среды. Данная технология не имеет аналогов в отечественной и зарубежной практике. Кроме того, в отличие от большинства других природоохранных технологий ее экономический эффект связан не только с предотвращением ущерба окружающей, но и сокращением капитальных затрат на охрану окружающей среды за счет оптимизации нагрузки на морские экосистемы.

Анализ инструментальных наблюдений свидетельствует о том, что отступление уреза происходило, во-первых, за счет повышения уровня моря, во-вторых, — за счет перформирования береговой зоны. Таким образом из всех проблем, связанных с Каспий-

ским морем, на первое место следует поставить проблему изменения его уровня и возможности прогноза этих изменений, так как уровневый режим определяет выбор мероприятий при решении всех остальных задач, связанных с Каспийским регионом, с целью предупреждения или минимизации негативных последствий. Логично предположить, что и в дальнейшем в субатлантическом периоде уровень моря не выйдет за рамки от -20 до -34 м абсолютной высоты. Начавшееся с 1996 г. понижение уровня (к началу 2002 г. почти на полметра) как будто бы свидетельствует в пользу этого вывода. С палеографической точки зрения в этом нет ничего экстраординарного. Влияние заполнения впадины осадками играют незначительную роль в индуцировании колебаний. Это связано со следующими особенностями. Во-первых, темпы заполнения котловины донными отложениями, оцениваются по современным данным величиной порядка 1 мм/год, что на два порядка меньше наблюдаемых значений изменения уровня. Во-вторых, процесс этот однонаправленный, т.е. накопление осадков должно было бы вести к постоянному повышению уровня, в действительности же поведение уровня моря носит колебательный характер. Причиной того материального ущерба, который несет сейчас народное хозяйство, является не подъем уровня моря, начавшийся в 1978 г., а бездумное освоение полосы побережья, освободившегося из-под уровня моря после 1929 г., т.е. ниже -26 м абс. высоты. Эта ситуация имеет место в городах Дербент, Махачкала, Каспийский (Лагань). Теперь, когда загнивается территория, освоенная и загрязненная человеком, действительно создается опасная экологическая ситуация, источником которой является не естественно-исторические факторы, а социальные — неразумная хозяйственная деятельность человека. Негативных последствий можно избежать, если все мероприятия в береговой зоне вести с учетом возможных изменений природных условий в зоне риска — полосы побережья от -20 до -34 м абс. высоты, то есть тех высотных отметок, в пределах которых уровень моря будет испытывать колебания и впредь, при климатических условиях, свойственных субатлантической эпохе голоцена.

Гидролого-гидрохимические условия обитания гидробионтов на акватории рассматриваемой части формировались в условиях высокого прогрева верхнего (0–10 м) слоя воды и переноса опресненных северокаспийских вод вдоль западного побережья Северного и Среднего Каспия. Благоприятные газовые условия для обитания донных рыб складывались в пределах 25 м глубины. В открытой части моря, до 100 м глубины, вертикальное распределение кислорода в целом отличалось величинами насыщения благоприятными для обитания гидробионтов. Критические значения насыщения вод кислородом отмечены в основном на акватории с глубинами более 100 м. Относительно высокий уровень продуцирования органического вещества в фотическом слое отмечен в прибрежной зоне в условиях поступления биогенных веществ из северной части моря; на остальной части рассматриваемой акватории невысокий уровень фотосинтеза поддерживался за счет регенерации биогенов в условиях сохранения уплотненного термоклина.

Установлено, что пространственная изменчивость концентрации загрязняющих веществ в прибрежных районах Среднего Каспия (в пределах российского сектора недропользования) в настоящее время обусловлена неравномерным загрязнением моря из наземных источников. Многопрофильный характер и загрязнения, и использования прибрежных вод накладывает важную задачу, связанную с переносом загрязняющих веществ, что особенно важно учитывать при приоритетном освоении минеральных ресурсов шельфа. Ранее (1960–70-е гг.) ДЦГМС проводил регулярные наблюдения за морскими течениями на рейде Махачкалы, Избербаша и Дербента. Намечае-

мое крупномасштабное освоение углеводородных ресурсов Каспия настоятельно требует реанимирования этих исследований.

Дагестанское взморье отличается от других районов Среднего Каспия высокой грофностью (массой веществ, вовлеченных в биологический круговорот), которая обусловлена адвекцией богатых биогенами северо-каспийских вод, вклад которых в пополнение запасов фосфора и азота на взморье во много раз превосходит их поступление со сточными и речными водами с территории Дагестана. Имеющиеся в настоящее время данные и гидрохимическом режиме Среднего Каспия в целом и отдельных его районов, отводимых для поиска и разработки нефтяных месторождений, показывают, что он формируется в основном под влиянием естественных природных процессов, а гидрохимические параметры морской среды в пределах присущих им колебаний не препятствуют развитию нефтяного промысла на шельфе Каспийского моря.

Установлено, что в результате изменения водного режима в исследуемый период сложились благоприятные для жизни водных организмов и фитопланктона, в частности, условия, что способствует повышению биологической продуктивности Каспия. Данные о распределении, сезонной динамике биомассы и таксономического состава фитопланктона позволяют оценить происходящие в нем сезонные и пространственные изменения как сложные и авторегулирующие процессы в разных зонах побережья акватории, несмотря на динамичность сочетания естественных и антропогенных факторов. Наблюдается смена биоты акватории, сопровождающаяся изменением в составе, численности и продуктивности экосистемы. Происходит смена лидирующих форм фитопланктона при сохранении некоторой его общности в исследуемых зонах акватории, как результат общности его генетической основы. Специфика организации фитопланктона в разных зонах акватории оказывает влияние на состав и продуктивность экосистем, что имеет значение для поддержания их равновесия.

Выявлены особенности пространственного распределения доминирующих и субдоминирующих групп и видов фитопланктона. Благоприятные условия для развития динофитовых сложились в Южной глубоководной зоне акватории, отличающейся высокими значениями солености и температуры и стабильностью гидролого-гидрохимического режима. Зеленые достигали наибольшего развития в опресняемой Северной зоне, а диатомовые и сине-зеленые вегетировали по всей акватории. Учитывая, что гребневик, отмирая, способствует обогащению водной толщи биогенами, можно предположить, что его жизнедеятельность обуславливает в какой то мере увеличение содержания биогенных элементов, что объясняет значительное повышение в последние годы сине-зеленых водорослей. Установлено, что состав и продуктивность фитопланктона в экосистеме дагестанского побережья Каспийского моря находится в динамическом состоянии и зависит от направления изменения водного режима. В настоящее время в нем происходят изменения в флористическом составе и смена (сукцессия) размерных групп. В исследуемой акватории сложились благоприятные условия для развития мелкоклеточного фитопланктона. Это связано, с одной стороны, выносом сюда в больших количествах биогенных элементов водами кавказских рек (Терек, Сулак, Самур), с другой стороны — влиянием мнемипсиса.

Биомасса гребневика от поверхности до максимальных глубин во всех разрезах исследованного района постепенно снижается. Массовое скопление гребневика (более 80% биомассы) в фотосинтетической зоне (0–25 м), где высокая продуктивность зоопланктона, несомненно, является реакцией их на пищевые потребности. Картина горизонтального распределения *M. leidy* показывает, что в летний период он распро-

странен по всему Среднему Каспию. Средняя биомасса мнемииопсиса в дагестанском районе Каспия летом 2007 г. равнялась 209 мг м³.

Вследствие хищничества мнемииопсиса биомасса основных групп зоопланктона в дагестанском районе Каспия в 2005-2007 гг. по сравнению с таким же периодом 1990 г. снизилась более чем на 90%, а доминирующие виды зоопланктона *Euritemora grimmeri* G.O. Sars, *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch отсутствовали. Биомассу и численность всего зоопланктона определяли веслоногие рачки акарциды, биомасса, которых хотя и снизилась в 3,5 раза по сравнению с 1990 г., но тем не менее на долю ее приходилось более 80% биомассы всего зоопланктона.

Установлено, что качественный состав зоопланктона весной 2005-2007 гг. сохранился прежним, биомасса по сравнению с 1990 г. упала более чем в два десятка раз. Это, видимо, обусловлено тем, что ежегодные колоссальные потери численности и биомассы зоопланктона в результате хищнического уничтожения его гребневиком мнемииопсисом к следующему периоду весеннего воспроизводства не восстанавливаются.

Бентос на участке характеризовался высокими качественным разнообразием и количественными показателями. В нем обитало 47 видов и групп донных беспозвоночных. По массе и по численности доминировали моллюски, главным образом *Mytilaster lineatus* и *Dreissena rostriformis*. Следует отметить высокое развитие на участке «Центрально-Каспийский» ракообразных — высококалорийных организмов, избираемых в пищу многими представителями ихтиофауны, как взрослыми рыбами, так и молодью. Общая биомасса бентоса дагестанского района Среднего Каспия составляет 8 256 600 т, в том числе биомасса вселенцев 5 423 040 т. В связи с тем, что численность осетровых по сравнению с 1975 г. снизилась почти в 9 раз уменьшилось давление бентосоядных рыб на популяцию донных организмов, общая биомасса которых по сравнению с 1976 г. увеличилась почти в 4 раза (2 200 000 и 8 265 600 т, соответственно).

К основным источникам природного и антропогенного загрязнения Среднего Каспия следует отнести: инвазию вселенцев; загрязнение нефтью и нефтепродуктами в процессе эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, при транспортировке нефти морским путем; отравление морской воды пластовыми водами при бурении и эксплуатации разведочных, продукционных и нагнетательных скважин; влияние сейсмо- и электроразведки при изыскательских работах на Каспии; загрязнение тяжелыми металлами; аэрогенное поступление загрязнителей; бактериальное загрязнение; пестицидное загрязнение; радиоактивное загрязнение (фоновая радиоактивность).

Результаты тестирования воды, взятой с акватории участка «Центрально-Каспийский», с использованием представителей разных таксономических групп (культуры водорослей *Phaeodactylum tricoratum*, зоопланктонных организмов и ихтиофауны *Poecillia reticulata*) в летний период показало отсутствие острого токсического действия на тест-объекты.

Максимальный уровень токсичности воды для всех тест-объектов был зарегистрирован в северной и западной прибрежной частях участка. Отрицательное воздействие нестойкого органического вещества на кислородный режим, рН-среды и на процесс нитрификации было минимальным, что характерно для умеренно чистой морской воды.

Воды рассматриваемого участка характеризуются как умеренно загрязненные. Гидрохимические исследования и материалы биотестирования свидетельствуют о сравнительно низком уровне техногенного воздействия на гидробионтов. Вместе с тем не следует недооценивать современный уровень антропогенной нагрузки для данного

района. Следовательно, необходим достаточно осторожный подход к добыче на нем углеводородного сырья в условиях очень хрупкой замкнутой каспийской экосистемы.

Полученные результаты позволяют сформировать научные основы экологического нормирования, учитывающего устойчивость отдельных экосистем к антропогенному воздействию. Предложенный подход к экологической оценке загрязнения морской среды позволяет дать количественную оценку как допустимого сброса загрязняющих веществ, так и сверхнормативной нагрузки. Особенно важно, что речь в данном случае идет об экологически обоснованной норме загрязнения, учитывающей изменения экологического состояния акватории в пространстве и времени.

Список литературы

- Абдурахманов Г.М., Сокольский А.Ф., Гусейнова С.А. 2009. Математическая модель оценки рыбопродуктивности Северного Каспия по величине годовой первичной продукции фитопланктона // Юг России: экология, развитие. № 4. С. 162–164.
- Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Солганмурадова З.И., Гусейнова С.А. 2012. К вопросу о возрасте островов Северного Каспия и их биота // Юг России: экология, развитие. № 1. С. 29–34.
- Абдусаматов А.С. 2005. Гидробиологическая характеристика западной части Среднего и Северного Каспия // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИИ за 2004 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. С. 121–125.
- Алексина И.А. 1962. К характеристике эолового материала восточного побережья Среднего Каспия // Тр. ВНИРО. № 2. Вып. 127. С. 427–443.
- Алигалжиев Г.А. 1989. Биологические ресурсы дагестанского рыбохозяйственного района Каспия. Махачкала. 122 с.
- Алиев А.Д. 1975. Изучение влияния нефти на некоторых представителей фауны бентоса Каспийского моря // Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань. 130 с.
- Алиев А.Д. 1975. Экспериментальное изучение влияния нефти и нефтепродуктов на личинок хирономид Каспийского моря // Проблемы водной токсикологии. Петрозаводск. Ч. 2. С. 94–95.
- Алиев Д.Р. 1994. Экономическое и социально-экологическое развитие Дагестана в связи с проблемами Каспия // Будущее Дагестана. Махачкала. С. 134–138.
- Алиев Н.-К.К. 1997. Экологическая обстановка в Республике Дагестан и пути ее улучшения // Матер. XIV науч.-практ. конф. по охране природы Дагестана. Махачкала. С. 4–18.
- Аполлов Б.А. 1986. Каспийское море и его бассейн. М.: АН СССР. 118 с.
- Ахмедова Г.А., Гусейнова А.Д., Монахов С.К. 1995. Гидрология и гидрохимия Дагестанской части Каспийского моря // Каспийский регион: экономика, экология, минеральные ресурсы. Сб. рефератов Межд. конф., Москва, 20–23 июня. С. 99–100.
- Ахмедова Г.А., Косарев А.Н., Кураев А.В. 1999. Влияние волжского стока на гидрологические условия западного шельфа Среднего Каспия // Тез. докл. V конф. «Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей». М. С. 161–162.
- Бабаев Г.Б. 1967а. Динамика численности и биомассы фитопланктона в западной части Среднего Каспия // Биологическая продуктивность Куринско-Каспийского рыболовного района. Баку: Изд-во АН АзССР. С. 45–51.
- Бабаев Г.Б. 1967б. Состав и распределение фитопланктона в западной части Среднего и Южного Каспия. Дис. ... канд. биол. наук. Баку. 286 с.
- Бабаев Г.Б. 1968. Состав и распределение фитопланктона в Среднем и Южном Каспии // Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 50–64.
- Бабаев Г.Б. 1970а. Характеристика систематического состава фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук. № 1. С. 70–73.
- Бабаев Г.Б. 1970. Фитопланктон Каспийского моря в изменившихся экологических условиях // Тр. ВНИИ ВОДГЕО. М. Т. 5. Вып. 17. С. 30–39.
- Бадалов Ф.Г. 1968. Распределение зоопланктона в прибрежной зоне Среднего Каспия // Биология Среднего и Южного Каспия. М.: Наука. С. 71–79.
- Бадалов Ф.Г. 1971. Распределение зоопланктона в восточной части Среднего и Южного Каспия // Изв. АН АзССР. Сер. биол. н. № 2. С. 105–108.
- Бадалов Ф.Г. 1978. Зоопланктон восточной части Среднего и Южного Каспия // Изв. АН АзССР. Сер. биол. н. № 1. С. 102–108.
- Бенинг А.Л. 1938. О зимнем зоопланктоне Каспийского моря // Тр. Комис. по комплекс. изучению Каспийского моря. Вып. 5. С. 7–97.
- Берг Л.С. Водная фауна Каспийского моря и ее использование // Труды
- Бирштейн Я.А. 1939. Бентос Северного Каспия // Зоол. журн. Т. 18. Вып. 4. С. 463–464.
- Брискина М.М. 1952. Состав пищи донных беспозвоночных в северной части Каспийского моря // Тр. ВНИРО. М. Т. 28. С. 121–126.
- Бутаев А.М., Ахмедова Г.А., Гусейнова А.Д., Монахов С.К. 1999. Основные источники биогенного питания прибрежных морских сообществ Дагестана // Тез. докл. межд. конф., посвященной 275-летию РАН и 50-летию ДНЦ РАН. Махачкала. С. 218.
- Векилов Э.Х., Полонский Ю.М. 2000. Влияние сейсмоземлетрясений на морскую биоту // Матер. межд. семинара «Охрана водных биоресурсов в условиях освоения нефтегазовых месторождений на шельфе РФ». М.: Госкомрыболовство. С. 21–25.
- Водные ресурсы Дагестана. 1996. / Под ред. И.М. Сайпулаева, Э.М. Эльдарова. Махачкала. 180 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей. 1992. Т. 6. Каспийское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб.: Гидрометиздат. 322 с.
- Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. 2007. / Я.П. Молчанова, А. Заикина. Изд-во Форум.
- Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Дагестан. 1996. Махачкала. 113 с.
- Гусейнова С.А. 2009. Сезонные особенности фитопланктонного сообщества Средней части Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. № 4. С. 164–167.
- Гусейнова С.А., Зайцев В.Ф. 2008. Характеристика фитопланктонного сообщества западной части Северного Каспия // Юг России: экология, развитие. № 3. С. 29–32.
- Гусейнова С.А., Зайцев В.Ф., Мелякина О.И., Киселев А.В. 2008. Микроэлементный состав грунтов северной части Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. № 2. С. 86–89.
- Добровольский А.Д. 1969. Каспийское море. М.: Изд-во Московского университета. 264 с.
- Добровольский А.Д., Косарев А.Н. 1979. Каспийское море. М.: Изд-во Московского университета. 262 с.
- Добродородная З.А., Ходжоян Г.П. 1989. Загрязнение вод Каспия фенолами и нефтепродуктами // Рекреационные ресурсы Каспийского моря. М.: Наука. С. 65–67.
- Ежегодник качества вод Каспийского моря. Баку, 1980–88; Махачкала. 1989–90, 1997.
- Зевина Г.Б. 1959. Новые организмы в Каспийском море // Природа. № 7. С. 79–80.
- Зенкевич Л.А. 1951. Моря СССР: их фауна и флора. М.: Учпедгиз. 424 с.
- Зенкевич Л.А. 1963. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР. 323 с.
- Зенкович В.П. 1954. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Наука.
- Иванов В.П., Сокольский А.Ф. 2000. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. 181 с.
- Игнатов Е.И., Соловьева Г.Д. 1992. Оценка рекреационных ресурсов береговой зоны Дагестана // Каспийское море. М.: Наука.
- Идельсон М.С. 1980. Зоопланктон средней и южной части Каспийского моря // Развитие рыбохозяйственных исследований на Каспии. Астрахань: Нижневож. кн. изд-во. С. 33–47.
- Казанчеев Е.Н. 1981. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая пром-сть. 167 с.
- Камакин А.М., Ушивцев В.Б., Николаев Г.Ю. 2005. Вертикальное распределение гребневика мнемнописиса в каспийском море в 2004 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИИ за 2004 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. С. 234.
- Карпевич А.Ф. 1946. Влияние условий среды на изменение фауны Северного Каспия // Докл. АН СССР. Т. 56. № 3. С. 305–308.
- Карпинский М.Г. 2002. Экология бентоса Среднего и Южного Каспия. М.: ВНИРО. 283 с.
- Карпинский М.Г. 2002. Бентос Среднего и Южного Каспия и факторы среды. Мурманск. 107 с.
- Каспийское море. Гидрометеорологические условия. 1993. Т. 6. Вып. 1. / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. СПб.: Гидрометеоиздат. 358 с.

- Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. 1986. / Под ред. А.Д. Добровольского. М.: Наука. 261 с.
- Каспийское море: Фауна и биологическая продуктивность. 1985. / Под ред. Е.А. Яблонской. М.: Наука. 279 с.
- Каспийское море: физика и биологическая продуктивность. 1985. М.: Наука. 307 с.
- Касымов А.Г. 1966. Зоопланктон западного побережья Южного Каспия // Зоол. журн. Т. 45. Вып. 2. С. 172–176.
- Касымов А.Г. 1994. Экология Каспийского озера. Баку. 194 с.
- Киселев А.И. 1938. О фитопланктоне Каспийского моря // Тр. по комплекс. изуч. Каспийского моря. Вып. 5. С. 229–254.
- Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. 1998. История гидросферы. М.: Научный мир. 368 с.
- Книпович Н.М. 1921. Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914–1915 гг. // Тр. Касп. экспедиции 1914–1915 гг. 937 с.
- Косарев А.Н. 1962. Многолетняя изменчивость гидрологических характеристик в глубинных слоях Каспийского моря // Океанология. Т. 3. Вып. 1. С. 49–59.
- Косарев А.Н., Егоров Ю.Л. 1986. Средний и Южный Каспий. Температура воды. Соленость воды // Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука. 194 с.
- Косарев А.Н., Тужилкин В.С. 1995. Климатические термохалинные поля Каспийского моря. М.: ГОИН. 96 с.
- Костров Б.П., Магомедова А.К., Панарин А.П., Магомедов Г.А., Самудов Ш.М. 1997. Экологическая обстановка на Дагестанском побережье Каспия // Проблемы экологической безопасности Каспийского региона. Махачкала. С. 97–99.
- Куделина Е.Н. 1959. Зоопланктон Среднего и Южного Каспия и его изменения в период падения уровня моря // Тр. ВНИРО. Т. 38. Вып. 1. С. 204–240.
- Кукса В.И. 1994. Южные моря (Аральское, Каспийское, Азовское и Черное) в условиях антропогенного стресса. СПб.: Гидрометиздат. 319 с.
- Кун М.С. 1965. Планктон Каспийского моря в условиях зарегулированного стока р. Волги // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последнее десятилетие. М.: Наука. С. 54–97.
- Куратов А.А., Монахов С.К., Попова Н.В., Умербеков Н.И., Гусейнова С.А. 2011. Инженерно-экологический и производственно-экологический мониторинг в российском секторе недропользования Каспийского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 10.
- Кусморская А.П. 1964. Зоопланктон Северного Каспия // Экология беспозвоночных южных морей СССР. М.: Наука. С. 94–147.
- Кутикова Л.А. 1968. Класс колероватки. Rotatoria // Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищ. пром-сть. С. 70–95.
- Лебедев Л.И. 1962. Происхождение рельефа материкового склона Среднего Каспия // Океанология. Т. 2. Вып. 5. С. 874–880.
- Лебедев Л.И. 1963. Фациальные зоны и мощности новокаспийских отложений Среднего Каспия // Океанология. Т. 3. Вып. 6. С. 1029–1038.
- Лебедев Л.И., Маев И.Г., Бордовский О.К., Кулакова Л.С. 1973. Осадки Каспийского моря. М.: Наука. 119 с.
- Левшакова В.Д. 1972. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия // Тр. КаспНИРХ. Т. 26. С. 67–82.
- Левшакова В.Д. 1985. Фитопланктон // Каспийское море: фауна и биологическая продуктивность. М.: Мир. С. 23–54.
- Левшакова В.Д., Санина Л.В. 1973. Летний фитопланктон Среднего Каспия до и после вселения ризосолении // Тр. ВНИРО. Т. 80. С. 21–27.
- Леонов А.В., Стыгар О.В. 1999. Сезонные изменения концентрации биогенных веществ и биопродуктивности вод Северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. Т. 26. № 6. С. 46.
- Леонтьев О.К. 1957. О происхождении некоторых островов северной части Каспийского моря // Тр. Океаногр. комис. АН СССР. Т. 2. С. 147–158.

- Леонтьев О.К. 1969. К вопросу о геоморфологическом районировании берегов Каспийского моря // Тр. ИОАН СССР. Т. 76. С. 225–249.
- Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. 1976. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Лесников Л.А., Матвеева Р.П. 1959. О характере влияния волжского стока на зоопланктон Северного Каспия // Тр. ВНИРО. Т. 38. Вып. 1. С. 176–203.
- Линкер В.М. 1972. Зоопланктон северо-восточной части Среднего Каспия и его распределение в зависимости от гидрологических условий // Комплексные исследования Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ. Вып. 3. С. 37–45.
- Максимова М.П., Бронфман А.М., Катунин Д.Н., Химица В.А., Юрковский А.К. 1979. Баланс биогенных элементов внутриматериковых морей СССР // Водные ресурсы. № 1. С. 23–33.
- Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л., Писарева Н.А., Копыленко Л.Р. 1985. Результаты определения аренов в черноморских рыбах и мидах // Биол. науки. № 5. С. 75–79.
- Морозов Н.П., Петухов С.А. 1986. Содержание и распределение тяжелых металлов в компонентах экосистемы Балтийского моря // Исследование экосистемы открытой части Балтийского моря. М.
- Научные основы устойчивого рыболовства и регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря. 1998. М.: Изд-во ВНИРО. 167 с.
- Нейман А.А. 1973. О закономерностях состава морских донных биоценозов // Зоол. ж. Т. 51. С. 618.
- Неотложные мероприятия на 1993–95 гг. по предотвращению затопления и подтопления населенных пунктов, производственных и непроизводственных объектов, сельскохозяйственных угодий и других ценных земель, расположенных в прибрежной полосе Каспийского моря Республики Дагестан. 1993. ТЭО. Т.6. Пятигорск: Севкавгипроводхоз.
- Никаноров А.М. 2001. Гидрохимия. Учебник. Изд. 2-е. СПб.: Гидрометеиздат.
- Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. 1985. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат. 144 с.
- Осадчих В.Ф. 1963. Роль вселенцев в бентосе Северного Каспия // Зоол. журн. Т. 41. С. 3–11.
- Османов М.М. 1987. Видовой состав и распределение зоопланктона Среднего Каспия // Биология основных промысловых рыб Среднего Каспия и состояние их кормовой базы. Махачкала: ДагФАН СССР. С. 5–116.
- Османов М.М., Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш. 2004. Некоторые вопросы биологии и экологии Азово-Черноморского вселенца *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda) в Среднем Каспии // Кавказский вестник. Альманах. Тбилиси. № 3. С. 26–33.
- Османов М.М., Алигаджиев М.М. 2005. К распределению *Balanus improvisus* Darwin в западных прибрежьях Среднего Каспия // Матер. Республ. науч. техн. конф. «Проблемы сохранения и воспроизводства природно-ресурсного потенциала РД». Махачкала. С. 141–143.
- Палеогеография. 2004. Учебник для вузов. / О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков, А.А. Свиточ.
- Патин С.А. 1997. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: Изд-во ВНИРО. 349 с.
- Патин С.А. 2001. Нефть и экология континентального шельфа. М.: Изд-во ВНИРО. 247с.
- Пахомова А.С. 1959. Гидрохимия Каспийского моря. М.: Гидрометеиздат. 268 с.
- Пахомова А.С. 1961. Гидрохимический облик Каспийского моря за последние 70 лет. Автореф. дис. М.: Изд-во МГУ. 43 с.
- Пахомова А.С., Затучная Б.М. 1956. Гидрохимия Каспийского моря // М.А. Салманов (ред.). Экологическая и биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука. С. 7–16.
- Полонский В.Ф., Лупачев Ю.В., Скриптунов Н.А. 1992. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометиздат. 383 с.
- Прикаспийский регион. Проблемы социально-экономического развития. 1989. Т. 5. Водохозяйственные проблемы // Под ред. Горбунова Г.И., Великанова А.А. М. 292 с.
- Проблемы сокращения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. 2005. Матер. 1-й межд. науч.-прак. конф. Астрахань.

- Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. 1968. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука. 292 с.
- Родионов С.Н. 1987. Современные изменения климата Каспийского моря. М.: Наука. 124 с.
- Рычагов Г.И. 1997. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Саенкова А.К. 1956. Новое в фауне Каспийского моря // Зоол. журн. Т. 35. Вып. 5. С. 678–680.
- Салманов А.Н. 1999. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку: Азербайджанское гос. изд-во. 398 с.
- Салманов М.А. 1967. Микробиологические исследования донных отложений западного побережья Северного и Южного Каспия. М.: Наука.
- Салманов М.А. 1968. Микробиологические исследования донных отложений западного побережья Северного и Южного Каспия. М.: Наука. С. 28–50.
- Салманов М.А. 1987. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. М.: Наука. 216 с.
- Скорнякова Н.С. 1962. Геологическое строение и современные осадки подводного склона западного побережья средней части Каспийского моря // Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. М. С. 20–109.
- Современное состояние и возможные направления развития экосистемы Каспийского моря. 1999. / А.М. Бутаев, А.З. Гаджиев, Ш.Ш. Гасанов, С.К. Монахов // Вестн. ДНЦ. № 4. С. 85–95.
- Современный и перспективный водный и солевой баланс южных морей СССР. 1972. Под ред. А.И. Симонова, Н.П. Гоптарева. М.: Гидрометиздат. 236 с.
- Сокольский А.Ф. 2002. Отчет о научно-исследовательской работе. Оценить современное состояние кормовой продуктивности и трофических условий нагула промысловых рыб в Каспийском море. Состояние кормовой базы Северного Каспия. Астрахань. Изд-во КаспНИРХа. 80 с.
- Сокольский А.Ф., Курашова А.А. 2002. Атлас основных кормовых организмов рыб Нижней Волги и Каспийского моря.
- Сокольский А.Ф., Курашова Е.К., Степанова Т.Г. 2002. Атлас основных кормовых организмов рыб Нижней Волги и Каспийского моря. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. 394 с.
- Сокольский А.Ф., Полянинова А.А., Ардабьева А.Г., Кочнева Л.А., Курашова Е.К., Малиновская М.В., Петренко Е.Л., Тарасова Л.И., Татаринцева Г.А., Смирнова Л.В., Терлецкая О.В., Тиненкова Д.Х. 2003. Состояние кормовой продуктивности Каспийского моря. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. 187 с.
- Сокольский А.Ф. и др. 2001. Экологические последствия вселения гребневика мнемнопсиса в моря Понто-Каспийского комплекса. Астрахань: Изд-во ООО КПЦ «ПолиграфКом». 86 с.
- Студеникина Е.И., Воловик С.Р., Мирзоян З.А. 1999. Состояние популяции гребневика в Азовском море и его роль в экосистеме Азово-Черноморского бассейна. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону: АзНИРХ. С. 158–169.
- Тимофеев Н.А. 1972. О влиянии абиотических условий на зоопланктон Северного Каспия // Тр. ВНИРО. Т. 87. Вып. 7. С. 51–58.
- Тимофеев Н.А. 1976. О некоторых результатах исследования влияния стока Волги на ежегодные изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия // Тр. ВНИРО. Т. 116. Вып. 2. С. 19–23.
- Усачев П.И. 1947. Количественные колебания фитопланктона в Северном Каспии // Тр. ИОАН. Т. 2. С. 50–69.
- Устарбеков А.К. 2003. Современное состояние промысловых рыб Каспийского моря // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар. С. 188–193.
- Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. 1998. М.: ГЕОС. 280 с.
- Федоров В.Ф. 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во Моск. ун-та. 168 с.

- Ходкина И.В. 1969. Сезонная динамика численности личинок некоторых новых донных форм для Каспийского моря в районе Изберга (Средний Каспий) в 1969 г. // Зоол. журн. Т. 48. Вып. 3.
- Хрусталева Ю.П. 1978. Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та. 208 с.
- Чугунов Н.Л. 1921. К изучению планктона северной части Каспийского моря // Работы Волжской биол. станции. Т. 6. № 3. С. 107–162.
- Шихшабеков М.М. 1985. Влияние измененных условий на репродуктивные циклы рыб южных широт // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт. М.: Наука. С. 134–147.
- Шихшабеков М.М., Исрапов И.М. 2005. Экология рыб Дагестанского побережья Среднего Каспия. Махачкала: Изд-во «Юпитер». 463 с.
- Шихшабеков М.М., Карпюк М.И., Абдурахманов Г.М., Рабазанов Н.И. 2006. Биологические ресурсы Дагестанской части Среднего Каспия. Монография. Астрахань: Изд-во «КАСПНИРХ». 354 с.
- Яблонская Е.А. 1985. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука. 275 с.
- Яблонская Е.А., Курашова Е.Н., Левшакова В.Д., Осадчих В.Ф. 1975. Влияние изменений биогенного стока на планктон и бентос // Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука. С. 29–31.
- Яшнов В.А. 1939. Планктическая продуктивность Каспийского моря // Изв. АН СССР. Т. 5. С. 103.
- Baker L.D., Reeve M.R. 1991. Laboratory culture of lobate ctenophore *Mnemiopsis mccradyi* with notes on feeding and fecundity // Marine Biology. Vol. 26. No. 1. P. 57–62.

Содержание

Введение	3
ГЛАВА 1. Геологическое строение Среднего Каспия	7
1.1. Геоморфологическая характеристика Среднекаспийской котловины	7
1.2. Современные геодинамические особенности Среднего Каспия	10
1.3. Прогноз динамики уровня Каспийского моря и ее последствия для прибрежных территорий	16
ГЛАВА 2. Гидролого-гидрохимический режим Среднего Каспия	21
2.1. Климатические факторы, определяющие биологическое разнообразие Среднего Каспия и прибрежных экосистем	21
Ветровой режим	21
Течения	22
Волнение	26
2.2. Гидролого-гидрохимический режим Среднего Каспия	26
Температура воды	27
Кислородный режим	35
Общий азот	40
Фосфор	41
2.3. Сезонные изменения содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях	41
Железо	41
Марганец	42
Цинк	43
Никель	44
Медь	44
2.4. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского побережья Каспийского моря	45
ГЛАВА 3. Состояние дельтовых и морских сообществ некоторых районов Каспийского моря	61
3.1. Общая характеристика фитопланктонного сообщества	61
3.2. Особенности фитопланктонного сообщества Центрально-Каспийского участка Средней части Каспийского моря	65
3.3. Особенности фитопланктонного сообщества Дагестанского побережья Каспийского моря	68

3.4. Общая характеристика зоопланктона Каспийского моря	79
3.5. Качественные и количественные особенности распределения зоопланктона (на примере лицензионного участка «Центрально-Каспийский»)	81
3.6. Характеристика зоопланктона Дагестанского побережья	84
3.7. Гребневик и его влияние на зоопланктон дагестанского побережья Каспийского моря	89
3.8. Особенности бентосных сообществ Каспийского моря	94
Вертикальное распределение донной фауны	95
Биоценоз <i>Oligochaeta</i>	109
Биоценоз <i>Cumacea</i>	110
Биоценоз <i>Nereis</i>	111
Биоценоз <i>Didacna</i>	111
3.9. Характеристика рыбопромысловых районов изучаемой части Каспийского моря	115
3.10. Биологическая характеристика основных видов рыб Среднего Каспия	120
Осетровые рыбы	122
Питание осетровых	126
Проходные, полупроходные и речные рыбы	129
Морские рыбы	130
Питание морских рыб	133
3.11. Содержание некоторых токсических веществ в организме рыб изучаемого района Каспийского моря	134
ГЛАВА 4. Оценка воздействия загрязнения акватории в связи со строительством поисковой скважины «Центрально-Каспийская»	139
4.1. Биомониторинговая оценка качества морских вод	139
Биотестирование с использованием фитопланктона	140
Биотестирование с использованием зоопланктона	142
Биотестирование с использованием зообентоса	144
Биотестирование с использованием иктофауны	145
Заключение	150
Список литературы	158

Для заметок

Для заметок

Научное издание

ГУСЕЙНОВА Сапинат Аликадиевна
Оценка современного экологического состояния Каспийского моря
и возможные последствия при эксплуатации
нефтегазовых месторождений.

Москва: Товарищество научных изданий КМК.
2013. 165 с., ил., 4 цв. вкл.
при участии ИП Михайлова К.Г.

Верстка: К.Г. Михайлов

Для заявок: 123100, Москва, а/я 16, Издательство КМК
электронный адрес mikhailov2000@gmail.com
<http://avtor-kmk.ru>

Подписано в печать 25.08.2013. Формат 70×100/16. Объём 10,5 + 0,25 п.л. Уч.-издл. 13,98
Бумага офсетн. и мелов. Тираж 300 экз. Заказ № 3785
Отпечатано в ППП «Типография «Наука»,
121099 Москва, Шубинский пер., 6