

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биологическая продуктивность Каспийского моря в последние десятилетия формировалась в условиях интенсивного развития в его бассейне гидростроительства, ирригации и других отраслей народного хозяйства, связанных с использованием водных ресурсов.

Важными для продуктивности Каспия следствиями этих процессов были уменьшение объема и внутригодовое перераспределение речного стока.

К середине 70-х годов рост безвозвратного водопотребления в бассейне Каспия и повышенная повторяемость маловодных лет обусловили новую перестройку каспийских экосистем. Уровень моря быстро понижался и достиг к 1977 г. минимальной отметки $-29,0$ м, против $-28,35$ м в 1970 г. Средняя для вегетационного периода соленость Северного Каспия повысилась до $11,0\text{‰}$ (1976 г.) против 8‰ в 1970 г. Объем стока Волги в период половодья уменьшился до минимальных значений, составив в 1975 г. всего 57 км^3 против 105 км^3 в среднем за период 1960–1970 гг., годовой сток р. Урала в отдельные годы был ниже 3 км^3 (1977 г.), или в 2,5 раза меньше среднего многолетнего. Водный сток р. Волги в зимние месяцы увеличился на 55–84%, а в летние сократился на 44–48%. Наблюдалось значительное по величине перераспределение стока из восточных рукавов Волги в западные, в результате чего около 20% волжского стока уходит транзитом в Средний Каспий, не принимая участия в биопродукционных процессах северной части моря (Воропаев, Косарев, 1981).

Существенно изменились гидрохимические основы формирования биологической продуктивности. После создания Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ и в связи с безвозвратным изъятием и внутригодовым перераспределением стока рек в вегетационный период (весной) уменьшился почти вдвое привнос фосфатов и кремнекислоты, в 1,5 раза азота и почти втрое фосфора взвешенных веществ, но увеличилось поступление растворенных органических соединений, что ухудшило питательную ценность для фитопланктона биогенного стока Волги (Барсукова, 1971).

Дальнейшее изменение материкового химического стока в Северный Каспий происходит в дельте и устьевом взморье Волги.

В современных условиях между собственно дельтой и более глубокой зоной взморья образовалось обширное мелководное (глубина менее 1 м) пресноводное пространство, сильно заросшее надводной и подводной растительностью, площадь покрытия которой только с 1962 по 1971 г. увеличилась в два раза. В результате замедления скорости течений и уси-

ления фотосинтетической деятельности фитопланктона и макрофитов в этой зоне происходит аккумуляция несомых волжскими водами взвешенных и растворенных питательных веществ, связывание минеральных растворенных форм биогенных веществ и перевод их в органические формы. Существование такого биофильтра обуславливает относительное увеличение по сравнению с водами в вершине дельты содержания растворенных органических соединений биогенных элементов, из-за чего еще более снижается питательная ценность для фитопланктона материковых вод, поступающих в Северный Каспий. Вынос фосфатов р. Волгой в период половодья 1976–1978 гг. по сравнению с 1949–1955 гг. уменьшился на 47%, аммонийного азота – вдвое, взвешенных веществ – в 5 раз (Катунин и др., 1982; Максимова, Метревели, 1982).

В результате трансформации и аккумуляции биогенных веществ волжского стока в дельте и устьевом взморье в Северном Каспии отмечался низкий уровень продукции первичного органического вещества. По исследованиям КаспНИРХ в июне 1976–1978 гг. первичная продукция планктона была вдвое меньше (3,5 млн.т), чем в то же время 1970–1972 гг. (7,3 млн.т), и почти в 3 раза меньше средней величины (9,9 млн.т) для нескольких лет в период естественного режима стока (1947–1955 гг.).

Характерным было слабое развитие летнего фитопланктона, средняя биомасса которого в августе 1976 г. оказалась в 2–3 раза меньше, чем в 1964–1973 гг. В массе фитопланктона преобладал морской вид – ризосоления, вместо типичных для Северного Каспия синезеленых водорослей (см. табл. 9, 11).

В весеннем фитопланктоне ярко проявилось отмечавшееся и в другие годы зарегулированного стока преобладание над диатомовыми пресноводных зеленых, особенно нитчатой водоросли спирогиры, массовому развитию которой на мелководье Северного Каспия благоприятствует повышенный сток волжских вод зимой и ранней весной (см. табл. 11).

Таким образом, в массе фитопланктона преобладали непригодные для планктонных и донных фильтраторов нитчатые зеленые (спирогира), выносимые из дельты и устьевого взморья, и морские диатомовые (ризосоления), проникающие с солеными водами из Среднего Каспия. Слабо развивались водоросли пресноводного и солоноватоводного комплексов, свойственные планктону особенно Северного Каспия (гл. II).

Другой характерной особенностью формирования первичной продукции в рассматриваемые семидесятые годы было усиление локальных различий в интенсивности развития фитопланктона в западной и восточной половине Северного Каспия. В восточной его части, изоляция которой от влияния дельты Волги усилилась в связи с понижением уровня моря, численность планктонных водорослей была на порядок меньше, чем в западной части (см. табл. 10).

Изоляция восточной части Северного Каспия от влияния дельты Волги прослеживается и в менее интенсивном развитии не только фитопланктона, но и зоопланктона (см. табл. 43, рис. 14).

Относительно слабое (в условиях понижения уровня моря) влияние вод Волги на развитие планктона в восточной части Северного Каспия проявляется и в незначительной доле организмов пресноводного комп-

лекса в общей биомассе зоопланктона в такие маловодные годы, как 1976 г. (гл. IV, табл. 38).

Общность факторов, влияющих на интенсивность развития зоопланктона в различных частях Северного Каспия, подтверждается сходством многолетней динамики биомассы основных групп зоопланктона в западных и восточных районах. Отмечается связь этой динамики с колебаниями уровня моря и объема стока Волги в половодье (рис. 14).

Высокая биомасса зоопланктона как в западной, так и в восточной частях Северного Каспия в 1948–1958 гг. создавалась в условиях понижения уровня моря от 27,8 до 28,4 м и при стоке Волги в половодье выше 120 км³, стоке фосфатов около 1,7 тыс.т, средней солености менее 8‰. Повсеместное уменьшение биомассы произошло в 1960–1969 гг. при стабилизации уровня моря на отметке около –28,5 м и объеме половодья около 100 км³, уменьшения выноса фосфатов вдвое, повышении средней солености до 8,5‰ и выше. Период интенсивного снижения уровня моря в 1972–1977 гг. при стоке половодья менее 85 км³ характеризовался резкими различиями в продуктивности планктона западной и восточной частей Северного Каспия: повышением величины биомассы на западе и по-прежнему низкими в восточной половине. В результате уменьшения расходов Волги в вершине дельты происходило обычное при этом относительное увеличение стока западных ее рукавов (Байдин, 1962), а в связи с падением уровня моря и обмелением мелководья между островами Джамбай и Морской, затруднение водообмена между западной и восточной частями Северного Каспия (Биологическая продуктивность..., 1974). В этих условиях воды Волги практически попадали только в западную часть Северного Каспия, стимулируя развитие планктона, биомасса которого по сравнению с шестидесятыми годами повысилась, особенно группы пресноводных Cladocera и Rotatoria. Немаловажное значение в повышении продуктивности западной части моря имел, видимо, вымыв и снос детрита с обсыхающих мелководий авандельты Волги, зарастание которой макрофитами в рассматриваемые годы было особенно интенсивным.

В глубоководном Среднем и Южном Каспии для обеспечения фитопланктона питательными солями решающее значение имеют процессы подъема биогенных элементов из глубинных зон аккумуляции в поверхностные зоны потребления. Усиление вертикального обмена было отмечено во время наиболее интенсивного понижения уровня Каспия в тридцатых годах, когда с лета 1937 г. наблюдалось обогащение кислородом глубинных вод, восстановительной подзоны нитратами, а верхней зоны фосфатами и кремнием (Абрамов, 1959).

Эти процессы развивались и в последующие годы при относительно стабильном положении уровня моря в 1958–1962 гг. и позднее в 70-е годы, когда насыщение глубинных вод кислородом повысилось, а распределение биогенных элементов по глубине стало равномернее, их накопление у дна уменьшилось (Пахомова, Затучная, 1966; Каспийское море..., 1969).

Интенсификация вертикального обмена вод, насколько можно судить по материалам, относящимся к началу 60-х годов, поддерживала высокий уровень развития вселенца ризосоления, для которой характерна крупногодичная вегетация с максимумом в холодное время года. Одно-

временно происходило уменьшение количества водорослей-аборигенов из диатомовых и пиррофитовых, а к началу 70-х годов в связи с выравниванием концентраций биогенов по вертикали — и общего количества фитопланктона в Среднем и Южном Каспии (см. табл. 14, 15).

Крупная водоросль ризосоления, которую не используют планктонные организмы-фильтраторы, развиваясь в периоды охлаждения и интенсивного вертикального обмена вод, перехватывает биогенные вещества и, отмирая, выводит их из биотического круговорота на период летней стратификации.

В результате отмеченных изменений в видовом составе биомассы фитопланктона, планктонные и донные организмы-фильтраторы оказались хуже обеспеченными пищей, чем в прошлом. Дополнительным источником пищи для них в современных условиях могут быть дрожжи и бактерии, биомасса которых в 1974–1976 гг. оказалась вдвое больше, чем двадцать лет назад (гл. III).

Усиление гетеротрофных источников питания организмов планктона и бентоса можно рассматривать как следствие накопления органических веществ, поступающих с речными водами и в результате антропогенной эвтрофикации моря.

Оценки величин первичной и бактериальной продукции, вопросы утилизации этой продукции, использования микрофлорой растворенных органических веществ нуждаются в фундаментальных исследованиях с применением современных методов.

Увеличение биомассы зоопланктона в 50-х годах по сравнению с 30-ми во всех частях моря увязывается с представлениями об улучшении трофических условий существования планктонных организмов в связи с усилением вертикальной циркуляции вод. При этом в Северном Каспии можно себе представить совокупное воздействие нескольких факторов на биомассу зоопланктона в периоды понижения уровня моря: смыв детрита с обсыхающих мелководий; поступление среднекаспийских вод повышенной продуктивности; увеличение доли речного стока, приходящейся на единицу площади и объема западной половины северной части Каспийского моря.

Усиление вертикальной циркуляции при интенсивном понижении уровня моря в середине 70-х годов несколько стимулировало развитие зоопланктона только в Среднем Каспии и западной половине Северного Каспия (табл. 43, 44) и не затронуло южной части моря. Здесь биомасса планктона от 50-х к 70-м годам понижалась из-за обеднения биогенами вод, подстилающих эвфотический слой. В целом для пелагиали Каспийского моря характерно понижение продуктивности от 50-х к 70-м годам, проявляющееся в уменьшении биомассы зоопланктона и фитопланктона, особенно на востоке Северного Каспия и в Южном Каспии (табл. 14, 15, 44).

Если основную массу зоопланктона Каспийского моря составляют, как и в прошлом, виды автохтонного и арктического комплексов и только в мелководных и прибрежных районах увеличивается значение пресноводных и средиземноморских видов, в биомассе бентоса господствующее положение заняло небольшое число видов средиземноморско-атлантического происхождения (табл. 63).

В результате стихийного вселения и планомерной акклиматизации донные беспозвоночные этого комплекса образовали поселения высокой плотности в наиболее прогреваемых и продуктивных акваториях прибрежных районов моря (см. рис. 17).

В некоторых районах моря количество стихийных вселенцев значительно превосходит полезную биомассу акклиматизантов, натурализовавшихся в результате сознательной их интродукции (табл. 53).

Процветанию вселенцев средиземноморского комплекса и замещению ими видов коренной каспийской фауны благоприятствовало повсеместное повышение солености вод Каспийского моря, начавшееся в период падения уровня моря и продолжавшееся в последующие годы.

Другой характерной особенностью биомассы каспийского бентоса является увеличение, по сравнению с 30-ми годами абсолютного и относительного значения организмов — собирателей детрита, что способствует мобилизации органического вещества донных отложений на создание биологической продукции (табл. 64).

Это увеличение биомассы организмов-собирателей увязывается с отмеченным выше возрастанием в фитопланктоне моря количества крупных водорослей (нитчатые зеленые, ризосоления), недоступных планктонным и донным фильтраторам, но, которых после оседания на дно используют собиратели детрита. Одновременное уменьшение количества донных организмов-фильтраторов-сестанофагов, особенно в средней и южной частях моря (табл. 64), в значительной степени является следствием уменьшения по сравнению с 30-ми годами численности и биомассы мелких пиррофитовых и диатомовых водорослей.

Изменение трофической структуры бентоса улучшило кормовую ценность его биомассы для рыб, так как среди донных беспозвоночных собирателей детрита широкое распространение и высокую биомассу имеют такие высококалорийные и предпочитаемые объекты питания рыб, как моллюск абра, полихета нереис, амфиподы. Биомасса же сестанофагов-фильтраторов уменьшилась в основном за счет сокращения количества почти непотребляемых рыбами моллюсков из родов *Mytilaster* и *Dreissena* (табл. 59, 62). Как и в многолетней динамике планктона отмечается уменьшение биомассы бентоса от пятидесятих к семидесятым годам (табл. 63). Однако в изменениях величины и доли "кормовой" фракции бентоса прослеживается обратная тенденция. Это явилось следствием осуществления планомерной акклиматизации ценных видов донных беспозвоночных с одной стороны, а с другой — результатом повсеместного уменьшения с середины 60-х годов биомассы стихийного вселенца митилиастера.

Главные потребители организмов донной фауны в средней и южной частях моря представлены бентосоидными осетровыми (осетр, севрюга, шип) и бычками, в Северном Каспии к ним добавляются полупроходные карповые, главным образом вобла и лещ.

Прослеживается постоянство основного типа питания этих видов при сравнении пищевого спектра рыб разного возраста в периоды от тридцатых по семидесятые годы (гл. VI).

В соответствии с изменениями состава бентоса, все бентосоидные рыбы в той или иной степени включили в свой рацион новых для донной фауны Каспийского моря беспозвоночных вселенцев — моллюсков (абра),

червей (нерис), ракообразных (краб). Однако большую часть пищи леща, воблы, молоди осетра и севрюги продолжали составлять виды коренной каспийской фауны. Только взрослые осетр и севрюга, особенно в северной и южной части моря, перешли на преимущественное потребление вселенцев (гл. 6). Существенно, что молодь наиболее массовых бентофагов Каспийского моря, а также ихтиофагов белуги и судака питается главным образом высшими ракообразными (амфиподы, мизиды, кумовые) и другими донными организмами автохтонного и пресноводного комплексов (амфаретиды, хирономиды), от обилия которых зависит обеспеченность пищей этих рыб в период формирования численности их популяций. Именно у молоди карповых и осетровых из-за высокой степени сходства пищи (табл. 114) возможно возникновение конкурентных отношений при использовании одних и тех же пастбищ, особенно в северной части моря.

В Северном Каспии гидрологические условия быстро меняются вслед за изменениями речного стока, прослеживается уменьшение количества донных организмов автохтонного каспийского комплекса от 1935 г. (в начале падения уровня моря) к семидесятым годам. Одновременно увеличилась биомасса группы средиземноморских видов, в том числе акклиматизантов, которыми питаются взрослые осетр, севрюга, некоторые бычки (табл. 117). Это особенно резко проявилось в 1976 г., когда в условиях понижения уровня моря и осолонения вод Северного Каспия биомасса кормовых организмов молоди осетровых и других бентофагов уменьшилась почти вдвое, усилилась пищевая конкуренция между молодь осетровых и карповых, при высокой обеспеченности пищей взрослых осетровых.

Отмеченные изменения в обеспеченности пищей молоди осетровых и карповых рыб в современных условиях (пока уровень моря не падал ниже -29 м) носят обратимый характер, что подтверждает сравнение гидрологических условий и состояния бентоса в многоводные 1974 и 1979 гг. и маловодный 1976 г. (табл. 117).

Следовательно, стабилизацией уровня моря и регулированием стока р. Волги можно поддерживать ресурсы пищи для наиболее ценных рыб Каспийского моря в оптимальном для этих рыб состоянии.

В середине 70-х годов не отмечено существенных изменений по сравнению с предшествующим периодом видового состава населения Каспийского моря. Как и в прошлом, в зоопланктоне и донной фауне преобладали виды автохтонного каспийского комплекса с добавлением в северной части моря пресноводных видов (см. табл. 35, 46).

Таким образом, Каспийское море было и остается основным местом обитания уникальной фауны, ведущей свое начало от древней морской третичной фауны, претерпевшей ряд изменений под влиянием неоднократной смены солености в процессе эволюции водных бассейнов на месте современного Каспийского моря.

Однако значительную часть биомассы сообществ, особенно бентоса, составляют в современном Каспийском море немногие виды средиземноморского комплекса, сравнительно недавно проникших в водоем из Азово-Черноморского бассейна (см. гл. V). Господствуют вселенцы и в массе фитопланктона, в котором они представлены морской водорослью

ризосоленной широко распространившейся во всех частях моря (см. гл. II).

Хотя биомассу зоопланктона, как и в прошлом, в подавляющей части составляют виды автохтонного, арктического и пресноводного (на севере моря) комплексов, в некоторых районах (прибрежье) и в отдельные сезоны (весна, лето) виды средиземноморского комплекса (каланипеда, личинки баянусов, краба, моллюсков) также достигают массового развития. Таким образом, значение организмов средиземноморского комплекса в биологии Каспийского моря усилилось.

Изменения гидролого-гидрохимического режима моря к середине 70-х годов — падение уровня, повсеместное повышение солености воды, уменьшение аллохтонного притока биогенных веществ при интенсификации вертикального обмена вод — имели следствием понижение показателей биологической продуктивности на всех уровнях, ухудшение обеспеченности рыб пищей, особенно в северной части моря. Эти нарушения в процессах биологического продуцирования не носят пока необратимого характера. Поэтому, управляя гидрологическим режимом, можно создать оптимальные условия формирования биологической продуктивности Каспийского моря с целью практического использования его биологических ресурсов.