

Глава I

ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Каспийское море наряду с Черным, Азовским и Аральским издавна привлекало внимание естествоиспытателей своеобразием фауны, отражающей сложную историю происхождения и эволюции этих водоемов.

Интенсивные фаунистические исследования этих южных морей в XIX в. позволили В.К. Совинскому (1904) к началу XX в. составить общий список фауны Понто-Каспийско-Аральского бассейна и дать ее зоогеографическую оценку. В фауне Каспия В.К. Совинский указал 245 видов и на основании зоогеографического анализа выделил четыре группы видов: автохтонные, средиземноморские, арктические и пресноводные.

Последующие фаунистические исследования (Зенкевич, 1947, 1963; Державин, 1951; Мордухай-Болтовской, 1960, 1978; Атлас беспозвоночных, 1968) пополнили списки видов отдельных систематических групп населения Каспия, не изменяв общего представления о разнородности источников формирования его фауны. Наиболее характерной ее особенностью является преобладание видов автохтонной (реликтовой) солоноватоводной фауны, немногие представители которой сохранились только в опресненных районах Азовского и Черного морей и частично в Аральском море.

По Л.А. Зенкевичу (1963), из 476 свободноживущих представителей каспийской фауны 66% видов принадлежали автохтонному комплексу, 14 видов (3%) – к арктическому комплексу, к средиземноморской фауне относилось 4,4% (21 вид), и 26,6% – пресноводные по генезису виды, которые приспособились к обитанию в солоноватой воде Каспия.

Ф.Д. Мордухай-Болтовской (1960), сопоставляя состав реликтовой (каспийской) фауны Каспия и Понто-Азова, отметил, что, хотя в обоих бассейнах в составе этой фауны преобладают одни и те же систематические группы (главным образом ракообразные и рыбы), число видов автохтонного комплекса в фауне Каспия в 2,3 раза больше, чем в фауне Азово-Черноморского бассейна.

Таким образом, в Каспийском море, благодаря раннему его обособлению от Понто-Азова, сохранились остатки фауны третичных морей сарматского и понтического времени (Зенкевич, 1963).

Особое место в изучении Каспийского моря принадлежит Н.М. Книповичу, который организовал и провел три экспедиции (1904, 1912–1913, 1914–1915 гг.). В результате проведенных работ была выявлена общая картина распределения глубин, течений, температуры, солености, кислорода, сероводорода, а также планктона, бентоса и рыб (Книпович, 1921,

1923). Этими исследованиями была заложена физико-географическая основа для углубленных экологических и промыслового-биологических работ, развитию которых способствовала также организация Астраханской (1904 г.) и Бакинской (1912 г.) научных рыбохозяйственных станций.

Промыслового-биологические исследования особенно активизировались после Великой Октябрьской социалистической революции. Большое значение имела Всеокеаническая научная рыбохозяйственная экспедиция 1931–1932 гг., в результате которой впервые были оценены общие сырьевые ресурсы Каспия (Державин, 1932).

Значительно расширились в это время и работы Астраханской ихтиологической лаборатории, с 1929 г. преобразованной в Волго-Каспийскую научную рыбохозяйственную станцию, а позднее (1948 г.) в Каспийский научный институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ). Были организованы научные рыбохозяйственные станции в Махачкале, Красноводске и Гурьеве.

Среди работ, выполненных в предреволюционные годы и в первые годы Советской власти, необходимо отметить исследования Н.Л. Чугунова по планктону Северного Каспия (1921), по количественному учету бентоса Северного Каспия (1923) и питанию молоди промысловых рыб (1928), а также работы А.Н. Державина (1915, 1918а, б, 1922) по питанию леща, воблы, сельдей и биологии севрюги.

Качественно новый этап в исследовании Каспийского моря начался в 30-х годах, когда ВНИРО совместно с бассейновыми научными рыболово- хозяйственными станциями, в контакте с учреждениями Академии наук и университетом были проведены обширные исследования по всем разделам океанологии (гидрология, гидрохимия, планктон, бентос, микрофлора, донные растения, рыбы и млекопитающие).

На Каспий был перенесен разработанный на Баренцевом море метод комплексного изучения функционального единства физико-географической среды и живого населения моря. Основной особенностью исследований было изучение явлений и процессов, протекающих в водоеме, в их динамике (сезонной, годовой, многолетней) с применением количественных методов. Была дана количественная оценка содержания и выноса речными водами в Каспийское море солей, взвешенных и биогенных веществ, составлен общий баланс биогенных элементов, отмечена роль речного стока в формировании гидрохимического режима моря.

В результате детального изучения гидрохимии Каспийского моря была установлена зональность в распределении биогенных веществ, выявлено усиление вертикальной циркуляции и подачи биогенов из зон аккумуляции в зоны потребления в период падения уровня моря. Химическими методами была оценена общая величина первичной продукции моря и сделана первая попытка рассмотреть распределение вещества между отдельными крупными сообществами гидробионтов (Бруевич, 1936, 1937, 1939, 1941а, б, 1949).

В 30-х годах были начаты целенаправленные исследования фитопланктона Каспийского моря и получены первые данные о численности и биомассе входящих в него массовых видов (Киселев, 1938, 1940; Яшнов, 1938, 1939; Усачев, 1947, 1948; Смирнова, 1949).

Впервые проведенное П.И. Усачевым (1948) флористическое районирование Северного Каспия было принято с небольшими изменениями

В.Д. Левшаковой (1963), А.И. Прошкиной-Лавренко и И.В. Макаровой (1968), которые подтвердили отмеченную П.И. Усачевым специфику состава, распределения и количественного развития фитопланктона в различных районах Северного Каспия.

Впервые количественная оценка фитопланктона Среднего Каспия до вселения ризосолении (*Rhizosolenia calcar-avis*) была дана Л.И. Смирновой (1949). Интенсивные исследования фитопланктона в середине 30-х годов были прерваны и возобновились только через 20 лет и проводились регулярно только в северной части моря (Левшакова, 1963, 1967, 1970, 1971; Левшакова, Санина, 1973).

Во время Всеокеанической осетровой съемки 1962–1963 гг. и при проведении гидробиологических съемок Каспия в 1966, 1971, 1974–1976 гг. были собраны пробы фитопланктона в различных частях моря. Эти материалы в большей части впервые анализируются в настоящей монографии.

В 30-е годы начаты количественные микробиологические исследования в основном в Северном Каспии (Буткевич, 1938). Эти исследования в 1951–1953 гг. осуществлены коллективом сотрудников Института микробиологии АН СССР под руководством А.Е. Крисса (1956, 1959) и характеризовались единовременным охватом сеткой станций всей акватории моря и всей толщи воды (от поверхности почти до максимальных глубин). Методом прямого счета бактериальных клеток, измерением их объема и скорости размножения были определены численность, биомасса и продукция бактерий в воде и грунте моря.

В 1974–1976 гг. под руководством М.И. Новожиловой было проведено несколько серий микробиологических работ, в которых, помимо оценки общей численности и биомассы микроорганизмов в воде Каспийского моря, большое внимание уделено качественному составу микрофлоры.

К началу работ ВНИРО на Каспии в 30-х годах зоопланктон Каспийского моря в отношении видового состава, количественной оценки и продуктивности был изучен слабо.

В феврале–марте 1934 г. комплексной Каспийской экспедицией АН СССР были выполнены в Среднем и Южном Каспии шесть разрезов и на 73 станциях собраны пробы фито- и зоопланктона (Бенинг, 1938а).

В августе–сентябре 1934 г. сотрудники ВНИРО на широтных разрезах от мелководий Северного Каспия до самых южных районов собрали более 700 проб, которые обработали количественными методами с определением биомассы главнейших планктеров. В августе–сентябре 1935 г. исследования были продолжены (Яшнов, 1938, 1939). В результате сложилось представление о составе и биомассе зоопланктона, его распределении по акватории и глубинам моря.

По распределению зоопланктона выделены три области – халистатическая, кругового течения и прибрежная, с характерным для каждой из них планктонным сообществом. По вертикальному распределению зоопланктона выделены обитатели поверхностных слоев, формы, равномерно распределенные во всей населенной планктоном толще, и виды, совершающие суточные вертикальные миграции (Бенинг, 1938а). Впервые были намечены основные пищевые связи в пелагиали Каспия. Составленная А.Л. Бенингом (1938б) схема основного пищевого ряда пелагиали Каспийского моря привлекает внимание исследователей и в настоящее время.

В предвоенные и первые послевоенные годы планктонные работы в разных районах Каспийского моря оказывались порой мало сравнимы, не подвергались должному анализу и обобщению.

С середины 50-х годов в связи с существенными флюктуациями численности кильки в исследованиях большее внимание уделяли планктону Среднего и Южного Каспия наряду с регулярными ежегодными и сезонными планктонными работами в северной части моря. Планктонные сборы на стандартных разрезах в Среднем и Южном Каспии были осуществлены в 1959–1960 гг. (Кун, 1965), в 1966, 1971, 1974 и 1976 гг. При сопоставлении материалов этих лет с данными за весь предшествующий период исследований планктона обнаружились существенные различия в методике, применявшейся разными исследователями. Без ревизии первичных материалов и единообразной их обработки невозможно было проводить сопоставление данных разных лет с целью выявления динамики продуктивности пелагиали Каспийского моря под воздействием происходящих изменений в гидрологии моря.

Такая ревизия была осуществлена группой планктонологов КаспНИРХ, Азербайджанского отделения ЦНИОРХ, ВНИРО. Полученные результаты представлены в главе IV настоящей монографии.

Изучению биологии и продуктивных свойств зоопланктеров Каспийского моря уделялось мало внимания. Известна лишь работа Е.Н. Куделиной (1950) о влиянии температуры на размножение, развитие и плодовитость веслоногого рака каланипеды. Не затронут исследованиями нанопланктон, важность изучения которого подчеркивал В.А. Яшинов еще в 30-х годах (1938).

История изучения, состав и распределение бентоса Каспийского моря подробно рассмотрены Л.А. Зенкевичем (1947, 1963).

Здесь следует напомнить подчеркнутую Л.А. Зенкевичем согласованность в распределении каспийского бентоса по глубинам, с выделенными С.В. Бруевичем (1937) вертикальными гидрохимическими зонами. Обилие бентоса на глубине до 25–50 м соответствует богатству планктона и хорошей аэрации в фотосинтетической подзоне. Глубже 50 м биомасса понижается и у нижней границы нитритной подзоны (около 100 м) составляет не более 10% количества бентоса в зонах максимального развития. На глубинах, соответствующих зоне аккумуляции биогенных элементов (глубже 100 м) и особенно восстановительной подзоне (глубже 400 м), из-за недостатка пищи, кислорода и низкой температуры биомасса бентоса ничтожна — доли грамма на 1 м² (Зенкевич, 1963). Закономерность такой вертикальной зональности в распределении биомассы бентоса Среднего Каспия на материалах 1956 и 1962 гг. подтвердили Н.Н. Романова, В.Ф. Осадчих (1965).

Вопросы изменения количества и состава бентоса Каспия привлекали внимание многих исследователей (Бирштейн, 1945; Саенкова, 1951, 1956, 1959; Виноградов, 1959а, б, в; Карпевич, 1952а, б; Осадчих, 1963а, б, 1965; 1968; Романова, 1960; Шорыгин, 1945; Романова и Осадчих, 1965; Яблонская и Осадчих, 1973). Особенно усилился интерес к этим проблемам в связи с наблюдавшимся резким уменьшением биомассы бентоса и изменением состава донных биоценозов в 1935–1940 гг. в период падения уровня Каспия. Я.А. Бирштейн (1945) полагал, что эти изменения вызваны

ухудшением газового режима, а А.А. Шорыгин (1945) и А.Ф. Карпевич (1946, 1952б) считали их результатом осолонения Северного Каспия. Последняя точка зрения была убедительно подтверждена экспериментальным изучением отношения двустворчатых моллюсков и некоторых других донных беспозвоночных к солености среды (Карпевич, 1946, 1947, 1952а; Карпевич, Осадчих, 1952; Романова, 1959). Последующие наблюдения выдвинули соленость в разряд ведущих факторов, влияющих на развитие донных беспозвоночных различных фаунистических комплексов (Карпевич, 1952б; Бирштейн, 1953; Виноградов, 1959в; Яблонская, Осадчих, 1973; Яблонская, Зайцев, 1979).

Изучение питания донных беспозвоночных и распределения пищевого материала для них подчеркнуло важную роль трофического фактора в многолетних изменениях биомассы бентоса в целом и отдельных его экологических групп (Романова, 1963; Яблонская, 1952, 1969, 1971б, 1975, 1976; Биологическая продуктивность..., 1974). В этих работах показано, что сложившийся трофический облик донного населения Каспия характеризуется большей устойчивостью по сравнению с изменениями видового состава, поскольку трофическая структура бентоса формируется под воздействием таких относительно мало изменчивых физико-географических факторов, как морфология водоема и динамика вод.

Бентос Среднего и Южного Каспия изучали спорадически, и не всегда эти исследования были увязаны с работами в северной части моря. Только в 1935, 1956, 1962, 1966 и 1971 гг. были проведены исследования одновременно на значительной площади моря. Однако в 1962 г. не была обследована западная половина Южного Каспия и глубины за пределами 200-метровой изобаты, а в 1966 и 1971 гг. бентосные работы не проводили в южной части моря. Закономерности многолетних изменений бентоса Среднего и Южного Каспия выяснены недостаточно. До последнего времени существовало представление об относительной устойчивости распределения, уровня количественного развития и трофической структуры бентоса даже при изменении его видового состава (Кормовая база..., 1975; Яблонская, 1976; Jablonskaja, 1979).

Новые материалы по бентосу Среднего и Южного Каспия, представленные в настоящей монографии позволяют с привлечением обширных данных проанализировать закономерности изменений донной фауны этих районов моря.

В начале 30-х годов разрабатывается схема Волжско-Камского каскада электростанций и водохранилищ, сооружение которых могло неблагоприятно отразиться на рыбных богатствах и уникальной реликтовой фауне Каспия (Кипович, 1934).

Разрабатывались также проекты строительства Мингечавурского водохранилища на Куре, зарегулирования и ирригационного использования стока рек Сулак, Терек, Самур, Атрек.

В условиях ожидаемого изменения водного режима Каспийского бассейна возникла необходимость сохранения рыбных запасов и развития новых форм рыбного хозяйства путем широкой мелиорации водоемов и реконструкции промысловой и кормовой фауны.

Для определения направлений сознательного воздействия на кормовую базу рыб необходимо было изучить питание основных рыб, выяснить, ка-

кие составные части кормовой базы интенсивнее всего используются рыбным населением и лимитируют запасы, установить конкурентные и другие пищевые взаимоотношения различных видов и групп рыб. С этой целью в 1934–1937 гг. коллективом сотрудников ВНИРО под руководством А.А. Шорыгина было изучено питание 19 видов рыб с применением количественно-весовой методики. Полученные характеристики общего типа питания разных видов, возрастных, сезонных, локальных, годовых изменений питания обобщены А.А. Шорыгиным (1952).

Были разработаны и впервые применены количественные показатели для оценки пищевых отношений рыб (Шорыгин, 1946, 1948, 1952), степени использования кормовой базы и подчеркнута напряженность в использовании рыбами кормовых ресурсов бентоса Северного Каспия (Шорыгин, 1939, 1952).

Значительное уменьшение количества бентоса в Северном Каспии от 1935 к 1940 г. в период падения уровня моря и обострение пищевой конкуренции между рыбами-бентофагами (Шорыгин, 1948) требовали скорейшего введения в фауну моря новых кормовых объектов, способных выжить и в измененных гидрологических условиях Каспия.

Впервые с предложением об акклиматизации в Каспийском море ценных кормовых организмов выступил Л.А. Зенкевич в 1932 г. Он поставил вопрос о вселении в Каспий относительно эвригалинных кормовых организмов средиземноморского происхождения (Зенкевич, Бирштейн, 1934, 1937).

Широкое распространение и массовость немногих средиземноморских видов в Каспийском море и преобладание этого комплекса видов в сильно опресненном (по сравнению с Черным морем) Азовском море давали основание предполагать, что и многие другие эврибионтные представители средиземноморской фауны смогут найти подходящие условия обитания в Каспии в случае их вселения в этот водоем.

Выбор средиземноморской фауны как источника пополнения видами кормовых ресурсов Каспия диктовался и ожидаемым изменением гидрологического режима Каспия в направлении повышения его солености в связи с намечавшимся гидростроительством на реках бассейна и разбором речных вод на орошение. В то же время исследования бентоса Каспийского моря и питания рыб количественными методами выявили небольшое значение червей, особенно полихет, в донной фауне и пище рыб моря и слабое развитие бентоса на мягких илистых грунтах (Бирштейн, 1945; Зенкевич, 1940, 1952; Шорыгин, 1952). Это давало основание предполагать слабое вовлечение органического вещества донных осадков в формирование полезной биологической продукции моря. Можно было ожидать, что внедрение в фауну моря иллюдных донных беспозвоночных пройдет безболезненно для местных форм бентоса и будет способствовать мобилизации неиспользованных ресурсов органического вещества. При выборе кормовых объектов для акклиматизации следовало искать формы, способные создать наилучшие условия для откорма эвригалинных осетровых (Шорыгин, 1952; Зенкевич, 1952).

Выявленные при изучении питания высокая пищевая пластичность и активность осетра, белуги, севрюги, способность обитать в водах широкого диапазона солености, исключительная ценность мяса и икры осетровых —

все это убеждало, что превращение будущего Каспия в море преимущественно осетровое обеспечит полное и рациональное использование кормовой базы моря (Шорыгин, 1952).

Поэтому при поиске видов для акклиматизации выбор пал на излюбленные пищевые объекты осетра и севрюги Азово-Черноморского бассейна — кольчатого многощетинкового червя нереиса и двустворчатого моллюска абру, обладающих высоким содержанием основных питательных веществ и большей, чем многие каспийские аборигены, калорийностью.

Последующие исследования подтвердили правильность выбора этих форм, которые отвечали всем необходимым условиям удачной акклиматизации (Зенкевич, 1940, 1952).

Перевозка нереис (61 000 экз.) и абры (1800 экз.) из Азовского в Каспийское море была осуществлена в 1939 г. Главрыбводом Минрыбхоза СССР при участии научных сотрудников МГУ и ВНИРО — Я.А. Бирштейна, Г.М. Беляева, А.Ф. Карпевич и Е.Н. Боковой. Пересадка абры (синдесмии) была повторена в 1947 и 1948 гг. (Карпевич, Полякова, 1956).

Впервые нереис был обнаружен Н.Н. Спасским (1945) в желудках осетров, выловленных у о-ва Чечень осенью 1944 г., а абра — только в 1955 г. А.К. Саенковой (1956) вблизи о-ва Кулалы. Специальные гидробиологические съемки Северного Каспия в 1948–1949 гг. показали положительный эффект этого мероприятия. Нереис в Северном Каспии заселил южную часть зоны мягких грунтов с соленостью от 4–5‰ и выше, образовал дополнительную кормовую биомассу около 170 тыс. т, прочно вошел в рационы осетра и севрюги как главный пищевой объект, разрядив напряженность пищевой конкуренции между бентосоядными рыбами (Бирштейн, 1952; Бирштейн, Спасский, 1952; Соколова, 1952).

Гидробиологическая съемка Среднего и Южного Каспия летом 1956 г. показала широкое распространение нереис на мягких грунтах прибрежной области этих частей моря (Романова, 1960). Такая же съемка 1962 г. и последующие съемки позволили оконтурить ареал нереис и абры в пределах Каспийского моря и оценить их суммарную биомассу в 1962 г. в размере около 4 млн. т (Романова, Осадчик, 1965; "Кормовая база...", 1975), выяснить, что эти вселенцы в большинстве районов моря составляли около половины рациона осетра и севрюги (Тарвердиева, 1965а, б; Подражанская, 1973; Полянинова, 1979).

Стихийно проникли в Каспий еще 9 видов беспозвоночных (Зенкевич, Зевина, 1969). Однако большинство этих случайных вселенцев (кроме краба и креветки) не используются рыбами и являются формами бесполезными или вредными.

Изучение питания каспийских рыб продолжалось, хотя исследования касались в основном отдельных видов и районов (Бабушкин, 1964; Желтенкова, 1951, 1964, 1967; Пискунов, 1961; Эштейн, 1964; Цихон-Луканина, 1959; Приходько, Скобелина, 1967). Е.А. Яблонская (1970, 1971), используя материалы по питанию, разделила рыб Каспийского моря по основному типу питания на пять групп и продемонстрировала понижение величины улова при переходе от групп рыб, принадлежащих по типу питания к более низкому трофическому уровню, к рыбам более высокого трофического уровня.

Во время комплексной океанологической съемки 1976 г. был собран материал по питанию большинства массовых видов рыб. Это дало возможность не только охарактеризовать питание рыб в современных экологических условиях Каспийского моря, но и проанализировать их пищевые взаимоотношения.

После Великой Отечественной войны, когда началось практическое осуществление проектов гидротехнической реконструкции рек Каспийского бассейна, возникла необходимость оценки происходящих и возможных изменений биологической продуктивности Каспийского моря под влиянием зарегулирования и уменьшения стока рек. Именно этой целенаправленностью характеризуются работы гидробиологов в 50-е и последующие годы.

Первые исследователи Каспийского моря придавали большое значение в формировании биологической продуктивности этого водоема аллохтонному дегриту, т.е. остаткам животных и растений в разной стадии деструкции, которые речными водами выносятся в море с территории водосбора (Бэр, 1961).

Н.Л. Чугунов (1923) полностью присоединился к этому взгляду и писал, что "при наличии грандиозных по площади зарослей в низовьях Волги можно признать первенствующее значение дегрита для развития органической жизни в Каспии" (с. 192).

Видимо, под влиянием этих взглядов был специально рассмотрен вопрос о судьбе сноса дегрита при возведении плотин на Волге и Дону (Морозов, 1934). Однако Н.М. Книпович (1921) еще при обсуждении результатов гидрологических исследований Каспийского моря 1914–1915 гг. подчеркивал, что растения, населяющие верхние слои водоемов, являются единственным источником образования органических веществ в самом водоеме, а "вместе с тем и единственным источником пищи для всего животного населения, если не считать органических веществ, приносимых с суши" (с. 705). Отмечая большое биологическое значение вертикальной циркуляции вод вообще и сильное развитие процессов вертикального обмена в Каспийском море, Н.М. Книпович считал, что эти особенности гидрологии Каспия в сочетании с привносом реками массы питательных веществ, необходимых для жизни растений, благоприятствуют формированию высокой биологической продуктивности Каспийского моря. Позднее он предсказывал снижение биологической продуктивности Каспия в случае зарегулирования и уменьшения стока Волги (Книпович, 1934).

После изучения химии волжского стока, в том числе стока биогенных веществ и взвеси (Бруевич, Аничкова, 1941), измерения величины первичной продукции каспийского planktona, стало очевидным, что основным продуцентом первичного органического вещества в Каспийском (как и в Азовском) море являются микроскопические водоросли фитопланктона (Бруевич, 1941а; Дацко, 1959). Доля вносимого реками органического вещества в годовом балансе не превышала 3,5% (Дацко, 1959).

Исследователи, изучавшие химическими и биологическими методами качественную структуру и распределение аллохтонного органического вещества, отмечали относительно высокое содержание стойких органических соединений в волжской взвеси (Горшкова, 1951; Пахомова, 1959; Гершанович, Грундульс, 1969; Яблонская, 1969), сравнительно ограничен-

ную область распространения волжского дегрита в Северном Каспии (Гершанович, Грундульс, 1969; Кун, 1959; Яблонская, 1969), локальное значение в пищевых цепях трофосистемы Северного Каспия (Виноградов, 1959; Яблонская, 1971а, 1975). Е.А. Яблонская (1969, 1976) предположила, что аллохтонный дегрит наряду с остатками морских макрофитов является удобрением и играет определенную запасную и буферную роль.

Возможные изменения в экосистеме Каспия в связи с уменьшением стока в него пресных вод и изменением самого характера этого стока впервые были рассмотрены А.А. Шорыгиным (1952).

Исходя из того, что в формировании первичной продуктивности Северного Каспия наибольшее значение имеет привнос биогенных веществ реками, а в Среднем и Южном Каспии их подъем из зоны аккумуляции, А.А. Шорыгин предполагал, что в течение всего периода падения уровня первичная кормность Среднего и Южного Каспия (из-за усиления вертикального обмена вод) увеличится и это обогащение коснется и Северного Каспия. После стабилизации нового уровня постепенно начнет сказываться уменьшение поступления биогенов со стоком рек. Наиболее сильно обеднение вод биогенными веществами скажется в Северном Каспии, первичная продукция которого должна сильно понизиться. В Среднем и Южном Каспии она уменьшится незначительно в соответствии с небольшой ролью биогенов речного стока в пополнении их запасов в зоне фотосинтеза. Предполагалось, что количество planktona и бентоса (кормовая база рыб) будет изменяться в соответствии с изменением первичной продуктивности и стабилизируется на более низком уровне, чем до его падения и изменения стока.

В середине 50-х годов группой гидробиологов КаспНИРХ под руководством Л.Г. Виноградова (1959б) была сделана попытка обобщить накопленные материалы по zooplanktonu и бентосу Каспийского моря с целью составления прогноза изменения продуктивности Каспия под влиянием зарегулирования стока рек.

Л.А. Лесников, Р.П. Матвеева (1959), анализируя материалы по zooplanktonu Северного Каспия за 1939–1951 гг., пришли к выводу о существовании обратной связи между величиной стока Волги в половодье и биомассой zooplanktona. Однако они предположили, что биомасса zooplanktona может увеличиваться при сокращении объема речного стока лишь до известного предела, что и подтвердили регулярные наблюдения последующего периода. Судя по результатам этих исследований, при стоке половодья ниже оптимального интенсивность развития zooplanktona в Северном Каспии уменьшается (Курашова, 1975, 1976; Кун, 1965; Биологическая продуктивность..., 1974, 1975).

Довольно разрозненные материалы по zooplanktonu Среднего и Южного Каспия были проанализированы Е.Н. Куделиной (1959). Повышение биомассы zooplanktona в 1938–1939 и 1954 гг. Е.Н. Куделина объяснила усилением вертикальной циркуляции и выноса биогенов из более глубоких слоев моря в поверхностные в период резкого падения уровня моря (1938 и 1939 гг.) или в результате сильного охлаждения вод в суровые зимы (1954 г.).

Обширные исследования planktona Каспийского моря провела в 1955–1961 гг. М.С. Кун (1965). Она рассмотрела главным образом распределение

общей биомассы и отдельных видов по акватории моря и годовую изменчивость интенсивности развития зоопланктона. М.С. Кун считала, что в сравнении с началом 50-х годов биомасса зоопланктона в Среднем Каспии возросла к 1959–1960 гг. и связывала это с увеличением выноса биогенных веществ из Северного Каспия и более интенсивной вертикальной циркуляцией в Среднем Каспии.

Л.Г. Виноградов (1959в, 1960) попытался проследить связь количественного развития видов и групп бентоса с изменениями наиболее важных и точно учитываемых элементов гидрологического режима. Удалось выявить, что биомасса организмов солоноватоводного комплекса уменьшается в годы сокращения волжского стока и повышения солености Северного Каспия. Комплекс прибрежных и слабосолоноватоводных форм, примыкающий к дельтам рек, сильно страдает от больших паводков вследствие ухудшения газового режима. Биомасса организмов морского комплекса находится в прямой зависимости от солености в восточной половине Северного Каспия и повышается в западной его части при падении уровня моря. Анализ материалов периода зарегулированного стока р. Волги в основном подтвердил правильность выводов Л.Г. Виноградова и показал перспективность изучения динамики фаунистических комплексов и экологических групп бентоса для понимания изменений, происходящих в донной фауне Северного Каспия и кормовой базе рыб-бентофагов (Осадчик, 1968, 1974; Виноградов, Нейман, 1968; Яблонская, Осадчик, 1973; Яблонская, 1975).

А.Ф. Карпевич (1953), проанализировав отношение отдельных видов организмов планктона и бентоса Каспийского моря к солености среды, предполагала, что при падении уровня моря количество планктона и бентоса сократится прежде всего соответственно сокращению площади и объема моря, а осолонение Северного Каспия затронет в основном кормовую базу молоди рыб и воблы. Прогнозировалась также постепенная по мере понижения уровня моря потеря для рыб нагульной площади восточной части Северного Каспия в связи с ее изоляцией. В то же время в условиях обитания и откорма осетровых, сельдей и кефалей в Среднем и Южном Каспии существенного ухудшения не ожидалось.

Я.А. Бирштейн (1953) составил прогноз изменения биологии Каспия при падении уровня моря и зарегулировании стока рек. Он предполагал, что по мере дальнейшего понижения уровня моря будет продолжаться (начавшийся в 1935–1940 гг.) процесс обособления восточной половины Северного Каспия от западной и ее интенсивное осолонение. Начнется расцвет соленолюбивой средиземноморской фауны, уменьшится биомасса автотонных солоноватоводных каспийских моллюсков и ракообразных, резко ухудшатся условия существования карповых рыб. В западной половине Северного Каспия ожидалось сокращение зоны трансформации морских и пресных вод, в которой обильно развивались ценные в кормовом отношении формы (мизиды, кумаци, корофииды и некоторые другие амфиоподы), располагались пастбища молоди воблы и леща. В условиях откорма осетровых существенных изменений не ожидалось.

Предполагалось, что в Среднем и Южном Каспии из-за усиления вертикальной циркуляции вод в период падения уровня моря увеличится количества планктона и улучшатся условия откорма планктоноядных рыб, которые нерестятся в море (килька, пузачок). Я.А. Бирштейн (1953), как и

А.А. Шорыгин (1952), считал, что в результате удачной акклиматизации кормовых организмов для осетровых и широкого развития искусственного разведения этих рыб Каспий можно превратить в преимущественно осетровый водоем вместо возможного стихийного его превращения в бычково-килечное море.

Первые попытки количественно оценить воздействие изменений параметров абиотической среды на уровень биологической продуктивности отдельных видов и сообществ организмов Каспийского моря были сделаны Н.И. Винецкой (1962, 1965, 1966а, б) и Л.Г. Виноградовым (1959а–в, 1960, 1963).

Используя метод парной корреляции, Н.И. Винецкая (1962) исследовала зависимость интенсивности образования органического вещества в различных зонах Северного Каспия от температуры воды, концентрации фосфатов, водного стока Волги в мае–июне. Н.И. Винецкая установила наличие прямой связи с высоким коэффициентом положительной корреляции между выносом Волгой фосфатов в весеннее половодье и величиной первичной продукции западной глубоководной зоны Северного Каспия и вывела уравнение регрессии, позволяющее рассчитывать первичную продукцию в этой зоне моря для заданной или наблюдаемой величины сброса фосфатов (Винецкая, 1961, 1965, 1966а). Позднее наличие этой связи было подтверждено при использовании данных более длинного ряда лет наблюдений (Кормовая база ..., 1975).

Л.Г. Виноградов (1959а,в) получил высокие коэффициенты корреляции между количественным развитием биомассы комплексов северокаспийского бентоса и определяющими это развитие элементами гидрологического режима (годовой ход уровня моря, соленость, сток Волги). Позднее, при использовании наблюдений за более длинный ряд лет подтвердилось существование обратной количественной связи между соленостью Северного Каспия и биомассой солоноватоводных моллюсков и прямой связи для организмов морского комплекса (Яблонская, Осадчик, 1973; Яблонская, 1975; Яблонская, Зайцев, 1979). Графический анализ зависимости многолетней изменчивости биомассы солоноватоводных моллюсков (адакны, монодакны, дрейссены) от двух переменных величин – солености и первичной продукции – позволил выявить оптимальные условия их количественного развития (Яблонская, 1975).

Н.А. Тимофеев (1971, 1972, 1973) также использовал корреляционный и регрессионный анализ для численной оценки тесноты связи различных характеристик среды с величиной первичной продукции, биомассы фито- и зоопланктона, зообентоса.

Наиболее значимыми для ежегодных и многолетних изменений рассмотренных Н.А. Тимофеевым элементов биологического режима Северного Каспия оказались следующие: сток Волги в половодье, продолжительность зимы, соленость и биогенный сток Волги в половодье.

Таким образом, подтвердилось отмеченное многими биологами первостепенное значение величины и режима стока Волги в половодье для формирования биологической продуктивности Северного Каспия.

Материалы регулярных режимных наблюдений в период после зарегулирования стока Волги, которые были рассмотрены и обобщены (Биологическая продуктивность..., 1974, 1975; Яблонская, Зайцев, 1979), проде-

монстрировали достоверность гидробиологических прогнозов изменения биологической продуктивности Каспийского моря в условиях зарегулирования стока рек. Подтвердилось, что биологическая продуктивность Северного Каспия в значительной степени есть функция речного стока, ведущими факторами формирования которой являются солевой и трофический режимы. Их изменения обусловлены изменением объема и внутригодового распределения водного и биогенного стока Волги. В глубоководном Среднем и Южном Каспии процессы биологического продуцирования непосредственно не связаны с аллохтонным притоком воды и веществ, существенных и закономерных изменений показателей продуктивности в связи с изменением стока рек здесь не было отмечено.

После интенсивного понижения уровня Каспийского моря в меловодный период 1933–1940 гг. почти на 2 м и последующего (1949–1955 гг.) его снижения еще на 0,5 м уровень моря относительно стабилизировался и колебался до середины 70-х годов около отметки – 28,5 м, соответствующей уровню тяготения моря при сложившихся к этому времени объемах безвозвратного изъятия стока рек (Раткович, 1974). В условиях нового гидролого-гидрохимического режима сформировался более низкий, чем в 30-х годах, уровень биологической продуктивности, достаточный, однако, для обеспечения кормовой базой значительных стад ценных проходных и полупроходных рыб Каспийского моря, численность и запасы которых не лимитировали условия нагула в море (Яблонская, Осадчих, 1973; Кормовая база..., 1975).

Представленные в этом томе новые гидробиологические материалы, полученные в результате комплексных океанологических съемок 1976–1977 гг., характеризуют состояние населения и продуктивности Каспийского моря в период понижения его уровня до минимальной за последние 150 лет отметки. Эти материалы в сочетании с имеющимися данными многолетних наблюдений могут быть использованы для дальнейшей разработки и уточнения прогноза изменения биологической продуктивности Каспийского моря в условиях комплексного использования водных ресурсов бассейна.

Сбор гидробиологических материалов проводили в средней и южной части моря на станциях стандартных широтных разрезов, а в северной части – по принятой в КаспНИИХ стандартной сетке станций, равномерно расположенных по акватории моря с различными гидрологическими условиями (рис. 1). Принятая схема станций в значительной степени совпадает со схемой, применявшейся в гидробиологических исследованиях с 30-х годов, что позволяет рассматривать полученные новые материалы в многолетнем аспекте.

Пробы фитопланктона отбирали в Северном Каспии батометром Рутнера, в средней и южной части моря батометрами Нансена и ВМ-48 со стандартных горизонтов 0,10, 25, 50, 100 и далее через 100 м. Пробы фиксировали раствором 40%-ного формалина. Его обработку проводили по общепринятой методике, осадочным методом (Киселев, 1956; Усачев, 1961). Диатомовые, пирофитовые и эвгленовые водоросли подсчитывали по клеткам, зеленые и синезеленые – клетками, колониями или трихомами. Биомассу массовых форм (*Rhizosolenia calcar avis*, *Spirogyra* sp. sp., *Diatoma elongatum* и некоторые другие), имеющих варьирующие размеры клеток, определяли в каждом отдельном случае по размерам клеток в пробе. Для

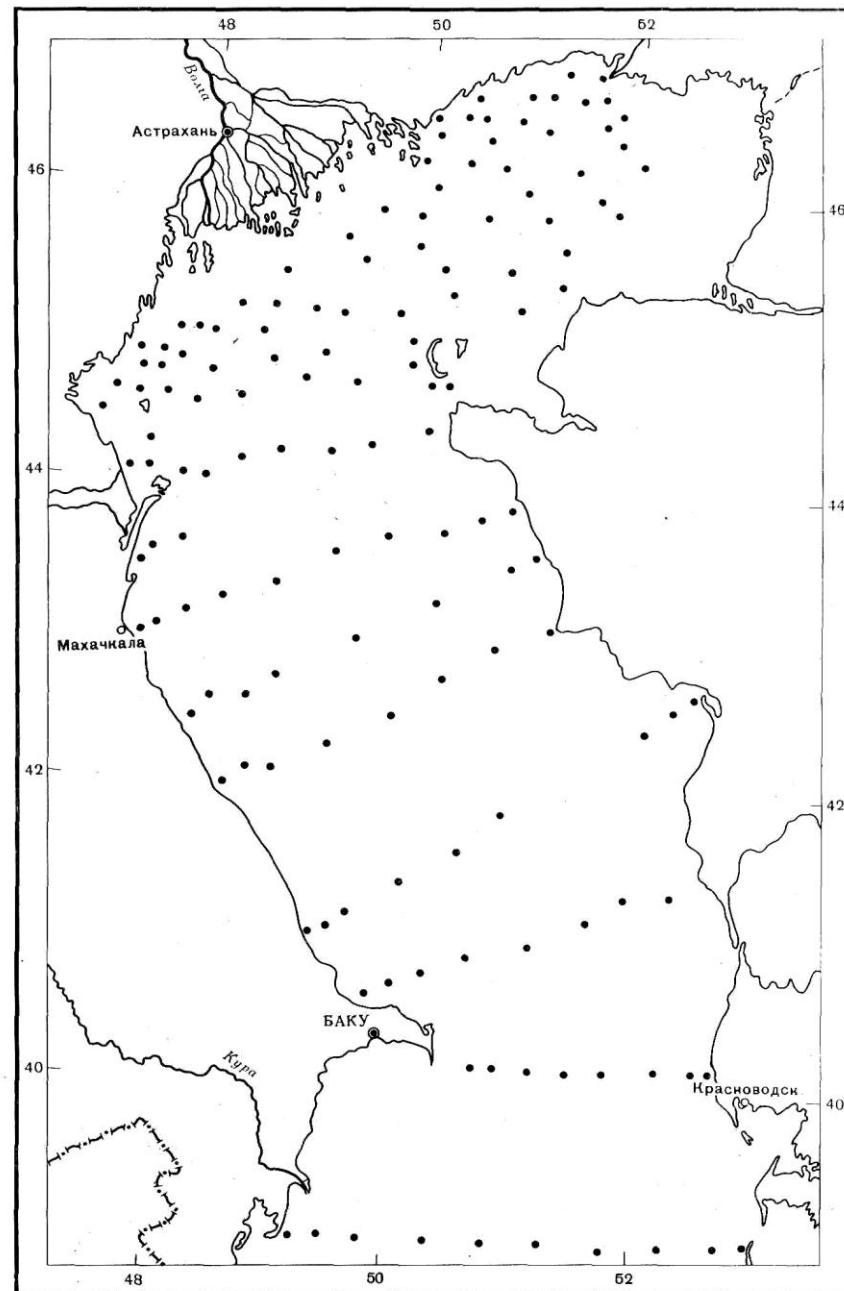


Рис. 1. Схема расположения стандартных разрезов и станций сбора гидробиологических материалов

Таблица 1

Количество станций (1) и проб (2) фитопланктона
в разных частях Каспийского моря

Месяц, год	Северная		Средняя		Южная		Весь Каспий		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Апрель	1962	62	64	62	185	4	11	130	260
	1966	67	67	—	—	—	—	67	67
	1974	82	82	55	55	10	10	147	147
	1976	65	65	39	167	—	—	104	232
Май	1962	67	67	52	149	10	29	129	245
Июнь	1974	161	161	—	—	—	—	161	161
Август	1962	67	67	52	147	10	19	129	233
Сентябрь	1966	69	69	65	266	—	—	134	335
	1971	77	77	68	274	—	—	145	351
	1974	88	88	57	252	12	74	157	414
	1975	—	—	49	210	10	48	59	258
	1976	92	92	45	148	—	—	137	240
	1977	63	63	55	153	5	15	123	231
Октябрь	1974	93	93	33	33	10	10	136	136
	1976	54	54	36	36	—	—	90	90
	1977	—	—	55	109	11	25	66	134
Январь	1963	—	—	54	228	20	108	74	336
Февраль	1975	—	—	27	89	—	—	27	89
Всего	1109	1109	804	2501	102	349	2015	3959	

других видов использовали вычисленный стандартный вес клетки. Для определения видового состава и количества водорослей фитопланктона использовано около 4000 проб (табл. 1).

Продукцию фитопланктона определяли радиоуглеродным методом, а деструкцию органического вещества в воде — кислородным методом. В 1960–1978 гг. в различных частях моря на стандартных разрезах, полуразрезах, в прибрежной зоне, у островов и в бухтах сделано около 2500 наблюдений и проанализировано более 17 000 проб (Салманов, 1981).

Определения хлорофилла "а", "в" и "с" в воде Каспийского моря выполнены в 1975 и 1976 гг. на 6 стандартных разрезах в Среднем и Южном Каспии со стандартных горизонтов до 200 м (табл. 2). Определение проводили флуоресцентным и спектрофотометрическим методами. В первом случае фильтровали 500 мл морской воды, во втором — 1–2 л и более. Обработку проб проводили по единой методике, рекомендуемой океанографической комиссией ЮНЕСКО (UNESCO, 1966).

Микробиологические исследования на Каспийском море проводили летом 1972–1974 гг. в составе комплексных гидрохимических и гидробиологических экспедиций по всей акватории, а весной, летом и осенью 1976 г. в средней и южной части моря. Отбор проб для микробиологического анализа осуществляли на 123 (1972–1974 гг.) и 60 (1976 г.) стандартных гидробиологических станциях. Всего исследовано 1190 проб воды и 52 пробы

Таблица 2
Количество станций (1) и проб (2) для определения хлорофилла
в воде Каспийского моря

Месяц, год	Средний Каспий		Южный Каспий		Средний и Южный Каспий		
	1	2	1	2	1	2	
Январь-февраль	1976	54	156	—	—	54	156
Апрель	1976	29	130	—	—	29	130
Август	1976	34	144	15	41	49	185
Август-сентябрь	1975	47	201	8	42	55	243
Ноябрь	1976	20	96	—	—	20	96
Всего		184	727	23	83	207	810

Таблица 3
Количество проб зоопланктона
из разных частей Каспийского моря в 1973–1978 гг.

Месяц, год	Северный Каспий	Средний Каспий	Южный Каспий	Весь Каспий	
				1	2
Апрель	1974	112	204	—	316
	1975	—	—	39	39
	1976	129	129	49	307
Май	1974	130	—	—	130
Июнь	1974	130	—	—	130
	1975	128	—	—	128
	1976	123	—	—	123
Август	1977	131	—	—	131
	1978	123	—	—	123
	1973	127	100	39	266
Сентябрь	1974	127	218	40	385
	1975	127	141	42	310
	1976	134	105	102	341
Октябрь-ноябрь	1977	—	—	39	39
	1978	—	—	39	39
	1974	130	130	—	260
Февраль	1976	104	92	26	222
	1975	—	250	—	250
	1976	—	27	66	93
Всего		1755	1396	481	3622

грунта. Сделано свыше 6000 посевов из водной толщи и 700 посевов из грунтов. Общее количество микроорганизмов определяли методом прямого счета (Разумов, 1932) в двадцати полях зрения. Всего обработано 468 ультрафильтров, из них по 175 весной и летом и 116 — осенью. В расчетах применяли формулу, рекомендуемую в руководстве В.И. Романенко, С.И. Кузнецова (1974), а биомассу бактерий вычисляли по А.Г. Родиной (1965).

Таблица 4
Количество бентосных станций, выполненных в 1976–1977 гг.

Месяц, год	Северный Каспий	Средний Каспий	Южный Каспий	Весь Каспий	
Апрель	1976	126	41	49	216
Июнь	1976	123	—	—	123
Август	1976	134	94	65	293
Октябрь	1976	104	81	88	273
Февраль	1977	—	81	55	136
Всего		487	297	257	1041

Численность гетеротрофных бактерий учитывали методом пластинок на МПА и проращиванием на ультрафильтрах № 2. Учет и выделение дрожжей осуществляли тремя способами: проращиванием мембранных ультрафильтров на сусло-агаре, в жидком сусле и посевом на сусло-агар. Наличие нефтеокисляющих микроорганизмов определяли методом предельных разведений на среде Ворошиловой-Диановой (1952). В качестве источника углерода и энергии добавляли нефть, солярное, вазелиновое, парафиновое масла и керосин.

Для выделения и дальнейшего изучения микроорганизмов к питательным средам добавляли 1%-ный раствор NaCl.

Видовую идентификацию гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий проводили согласно требованиям определителей Н.А. Красильникова (1949) и Бердже (Bergery's, 1974) и сравнивали с микроорганизмами, ранее описанными А.Е. Криссон (1959, 1964), А.В. Цыбань (1970), О.Г. Ми-

роновым (1971). Дрожжевые организмы идентифицировали по определителю Лоддер (Lodder, 1970), а также по описаниям М.И. Новожиловой (1955).

Для изучения распространения железо-марганцевых микроорганизмов в грунтах моря использовали пелоскопы Б.В. Перфильева, Д.Р. Габе (1961), которые помещали в пробы донных отложений, добытые в различных районах моря (50 станций). По истечении 2–3 месяцев пелоскопы извлекали из ила и микроскопировали в световом микроскопе марки Karl Zeis Jena с объективом 100, а фотосъемки вели микрофотонасадкой МФН-17 с окуляром 7 на кинопленку "Микрат". Накопительные культуры железомарганцевых микроорганизмов получали в жидкой среде с уксуснокислым марганцем в концентрации 0,01% и морской солью. Сюда же помещали пелоскопы. Исследование в электронном микроскопе марки Tesla подвергался осадок темно-коричневого, почти черного цвета. Его наносили на предметные сетки с формваровой пленкой, оттеняли 1%-ной фосфорно-вольфрамовой кислотой.

Для выявления качественного состава микрофлоры илов Каспийского моря была использована методика "теплового прикрепления", предложенная С.Б. Стефановым (1962).

Пробы зоопланктона также отбирали на станциях стандартных разрезов по горизонтам 10–0, 25–10, 50–25, 100–50 и далее через каждые 100 м сетью Джеди из шелкового сита № 38 в Среднем и Южном Каспии. В северной части моря сетью Апштейна из сита № 49 проводили тотальный облов слоя воды от дна до поверхности. Всего за 1973–1978 гг. собрано и обработано более 3500 проб (табл. 3). Пробы обработаны рекомендуемыми методами (Инструкция..., 1971) с определением биомассы планктона по численности организмов разных видов и их стандартному весу (Кузьмичева и др., 1980).

Таблица 5
Количество рыб, использованных для анализа питания, экз.

Год	Северный Каспий								
	Вобла	Лещ	Бычок			Судак	Осетр	Севрюга	Белуга
			Песочник	Кругляк	Цуцик				
1970	879	52	—	—	—	—	—	—	—
1971	1281	294	—	—	—	1331	—	—	—
1972	—	—	—	—	—	2049	106	66	137
1973	1211	212	—	—	—	—	249	319	73
1974	4542	1754	416	135	108	659	354	269	45
1975	—	—	—	—	—	—	47	18	9
1976	1392	444	669	252	886	—	170	94	18
1977	—	—	—	—	—	—	172	126	71
1978	—	—	—	—	—	—	181	155	30
1979	—	—	—	—	—	—	58	45	26
1980	—	—	—	—	—	—	77	73	50
Всего	9305	2756	1085	387	994	4039	1414	1165	459

Средний и Южный Каспий						
Осетр русский	Осетр персидский	Севрюга	Шип	Белуга	Килька	Все рыбы
10	175	107	32	62	—	1317
15	58	143	19	120	—	3261
22	238	124	8	81	—	2831
34	116	74	3	71	193	2555
10	55	108	1	19	—	8475
2	136	2	—	202	209	425
261	40	276	11	65	—	4578
233	65	205	5	131	90	1098
284	149	301	5	175	—	1280
—	—	—	—	—	170	299
—	—	—	—	—	—	200
871	1032	1340	84	726	662	26319

Сбор донной фауны с помощью дночерпателя "Океан-50" площадью захвата 0,1 м² проводили в северной части моря от 1,5 м до предельных глубин, в средней и южной части от 10 м до изобаты 200 м. Кроме станций стандартных разрезов, пробы отбирали на соответствующих глубинах полуразрезов от бухты Сулак, пос. Худаты, мыса Ракушечного, устья Кара-Богаз-Гол, северной и южной оконечностей о-ва Огурчинского, от пос. Гасан-Кули.

Всего в феврале—октябре 1976—1977 гг. выполнена 1041 бентосная станция. На каждой станции отбирали, как правило, две пробы (табл. 4).

Около 1000 дночерпательных проб за 1968—1978 гг. использованы для характеристики распределения и колебания численности краба в Северном Каспии. Исследовано содержимое 830 желудков краба, собранных в августе 1976 г.

Сборы мизид в Северном Каспии в 1954—1979 гг. тралом Грэзес с кутцом из шелкового сита № 140 в количестве 5027 проб, в Среднем Каспии модифицированной моделью трала Боссаны (Bossanyi, 1951) с сетью из капронового сита № 14 в 1973 и 1976 гг. в количестве 87 проб, а также планктонной сетью Джеди в количестве 132 проб использованы для характеристики видового состава, распределения численности и биомассы этих нектобентосных организмов.

Для исследования содержимого желудков и кишечников донных и придонных рыб их ловили донным тралом в вегетационный период с апреля по октябрь, а в средней и южной части моря и в феврале (табл. 5). При лове белуги в восточной части Южного Каспия использовали, помимо трала, крючковую снасть (1970 г.). Для вылова анчоусовидной кильки ночью — конусные сети с электросветом, днем — дрифтерные сети с ячейей 8—10 мм (1973 г.), крилевый пелагический трал (1975 г.), батипелагический трал (1979 г.). Все пробы обработаны количественно-весовым методом в соответствии с инструкциями (Руководство..., 1961; Методическое пособие..., 1974; Фортунатова, 1955).

До настоящего времени слабо изучены такие важные биологические характеристики видовых популяций массовых гидробионтов, как рост, размножение, продукция, пищевые потребности. Они необходимы для определения функциональной роли популяций и сообществ в биотическом балансе экосистем и процессах трансформации веществ и энергии от первичной к конечной продукции в разных условиях окружающей среды.