

551.463.8:591.524.11(262.8)

УДК 551.463.8:591.53(262.8)

**ВОДНАЯ ВЗВЕСЬ КАК ПИЩЕВОЙ МАТЕРИАЛ
ДЛЯ ОРГАНИЗМОВ БЕНТОСА КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

Е. А. ЯБЛОНСКАЯ

В последнее время накоплен значительный материал, характеризующий распределение и количество взвеси в водах морей и океанов (Лисицын, 1961). Литературные данные по характеристике взвешенных веществ Каспийского моря приведены в статье Гершановича и Грундульс (в этом сборнике).

Нужно отметить, что большинство исследований взвешенных веществ в морях и океанах проведено геологами и химиками, которых взвесь интересует как исходный материал для образования донных отложений. Однако морская взвесь, или, вернее, органические ее компоненты, представляют собой источник питания для организмов планктона и бентоса.

Первые исследователи продуктивности Каспия очень большую роль в жизни донного населения придавали аллохтонному детриту, т. е. остаткам отмерших животных и растений в разной степени деструкции, которые с речными водами выносятся в море. В своей работе, посвященной бентосу Северного Каспия, Н. Л. Чугунов (1923) пишет:

«...главнейшим поставщиком детрита не только в северную, но и в среднюю часть Каспия является Волга с ее грандиозными зарослями в низовьях дельты и отчасти Урал. Ежегодно накапливаемые колоссальные количества гниющих растительных остатков с низовьев Волги поступают в виде детрита в море, особенно в половодье... Допуская, что лишь относительно небольшая часть детрита поступает в море, то все же при наличии грандиозных по площади зарослей в низовьях Волги можно признать его первенствующее значение для развития органической жизни в Каспии... Подобное столь существенное значение растительности низовьев Волги и отчасти Урала, еще задолго до обоснования Петерсеном своей теории о значении детрита, предугадывал знаменитый исследователь Каспия академик К. Бэр, отмечая, что «наибольшее количество питательных веществ образуется, по-видимому, при устьях Волги и Урала в лесах камыша, отжившие стволы которого высыхают, отделяются от подземного корневища и уносятся Волгой и Уралом в море. Там они мало-помалу истлевают и доставляют пищу множеству личинок насекомых, червей, улиток, питающихся весьма мелко разделенными растительными остатками».

К этим взглядам Бэра и Чугунова присоединился в своей обобщающей работе по изучению закономерностей многолетней динамики бентоса Северного Каспия Л. Г. Виноградов (1959), который пришел к выводу, что основным источником пищи донных организмов солоноватоводного и слабосоленатоводного комплекса следует считать «органический сток Волги и детрит, образуемый жесткой и мягкой растительностью дельты и авандельты».

С зарегулированием стока Волги резко сократился вынос взвешенных наносов в море (Барсукова, 1962), что не могло не отразиться на трофическом режиме Каспия, так как по исследованиям Федосова и Барсуковой (1959) около половины важнейших питательных веществ (соединений азота и фосфора) выносятся с частицами речной взвеси. Одновременно с этим повысилась соленость Северного Каспия, уменьшился приток растворенных минеральных соединений биогенных элементов и первичная продукция Северного Каспия (Винецкая, 1962, Барсукова, 1962). Произошли большие изменения и в видовом составе бентоса. Расселились и образовали большую биомассу вселенцы из Азовского моря, резко уменьшилась биомасса морской дрейссены, значительно увеличилась биомасса ракообразных (Романова и Осадчих, 1965).

Если влияние изменений солености на донную фауну Каспия более или менее изучено (Карпевич, 1946, 1952; Виноградов, 1959; Осадчих, 1963), то воздействие изменений трофического режима почти не затронуто исследованиями. Между тем без изучения пищи и питания донных организмов нельзя предвидеть, как пойдет дальнейшее формирование биоценозов, выяснить закономерности распределения и динамики биомассы отдельных видов и экологических групп.

Так как большинство организмов каспийского бентоса питается либо веществами, взвешенными в воде над грунтом, либо органическими частицами из поверхностного слоя грунта (Яблонская, 1952; Романова, 1963), характеристика биотопов по содержанию и составу придонной взвеси была существенной.

Такие материалы были собраны в 1958—1959 и 1962—1963 гг., и результаты их обработки представлены ниже.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили сборы взвеси, поверхностного слоя грунта и сестона в апреле, июне, августе и октябре 1962 г. и в феврале 1963 г., которые были произведены на судне КаспНИИРХ «Ломоносов» в Среднем и Южном Каспии (рис. 1).

Пробы сестона собирали только в апреле, июне и октябре сетью Апштейна из газа № 61 с диаметром входного отверстия 18 см. На глубинах до 50 м ловили сетью от

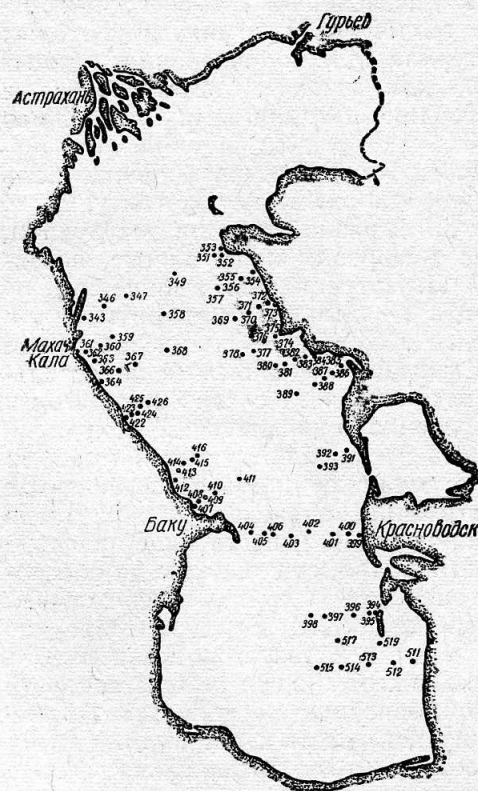


Рис. 1. Сетка станций, выполненных в апреле — октябре 1962 г. и феврале 1963 г.

дна до поверхности, на больших глубинах облавливали верхний 50-метровый горизонт. Пробы сестона фиксировали 2%-ным чистым формалином. В лаборатории осевший осадок высушивали в термостате при температуре 60° и затем определяли сухую массу сестона. Для части

апрельских проб сестона был предварительно определен объем по методу Яшнова. Всего собрано и обработано 194 пробы сестона.

В Северном Каспии в июне 1957 г. на 43 станциях, в июне 1958 г. на 80 станциях и в августе 1959 г. на 50 станциях были собраны морские взвеси, аналогичные материалы были собраны в октябре 1957 г. на 65 станциях. Сетка станций показана на рис. 2.

Пробы для определения содержания взвешенных веществ отбирали батометром со стандартных гидрологических горизонтов. Воду, взятую из батометра, тотчас же фильтровали на судне через мембранный

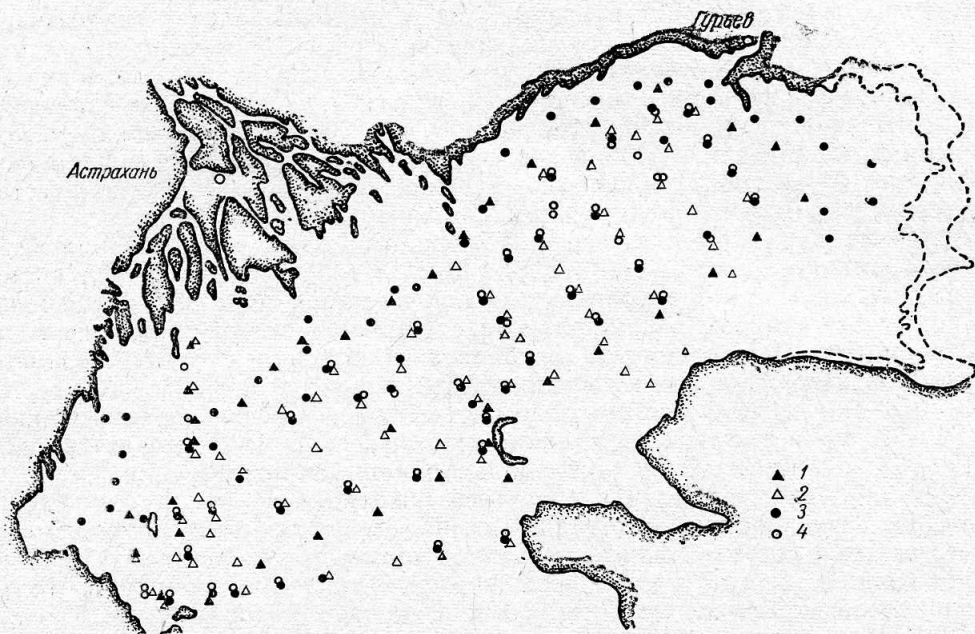


Рис. 2. Сетка станций, выполненных в 1957—1959 гг.:

1 — июнь 1957; 2 — октябрь 1957; 3 — июнь 1958 г.; 4 — август 1959 г.

фильтр № 3, масса которого предварительно была определена с точностью до 0,1 мг. Обычно через один фильтр профильтровывали около 1 л воды, при большом содержании взвеси (в Северном Каспии) количество фильтруемой воды уменьшали до 0,5—0,1 л. Для микроскопического анализа проб взвеси из Среднего Каспия пригодны были те же фильтры, которые служили для определения массы взвеси. В Северном Каспии профильтровывали для этих целей 25—50 мл воды на отдельный фильтр или готовили препараты из осадка, полученного путем фиксации и длительного отстаивания проб натуральной воды. В конце фильтрации в воронку вносили каплю чистого (предварительно профильтрованного через мембранный фильтр) формалина, затем фильтры подсушивали на фильтровальной бумаге в чашке Петри и складывали в бюксы. В таком виде их транспортировали в лабораторию для последующей обработки.

В лаборатории фильтры высушивали до постоянной массы и по разнице масс определяли количество взвеси в 1 л воды. Всего произведено 1026 определений содержания взвешенных веществ в воде Среднего и Южного Каспия над глубинами до 200 м, в том числе:

в апреле 1962 г. — 223, июне 1962 г. — 196, августе 1962 г. — 221, октябре 1962 г. — 192, феврале 1963 г. — 195.

В Северном Каспии содержание взвеси в воде определено в августе 1959 г. на 50 станциях. Для остальных месяцев заимствованы данные из статьи Гершановича и Грундульс (в настоящем сборнике).

Для микроскопической обработки взвеси от фильтра отрезали сектор, равный $\frac{1}{4}$ его общей площади, и красили 3%-ным раствором эритрозина на карболовой воде в течение 3—4 ч (Кузнецов, 1949). После промывки и подсушивания фильтр просветляли в капле кедрового масла, помещая на чистое предметное стекло, покрывали покровным стеклом и в таком виде препарат был готов для анализа. Микроскопическая обработка сводилась вначале к беглому просмотру всего препарата под малым увеличением микроскопа (210 раз) и записи преобладающих в препарате компонентов взвеси (различные виды водорослей, минеральные частицы, детрит и т. п.). Затем под большим увеличением микроскопа (630 раз) производили с помощью сетчатого окуляра в 10—20 полях зрения определение площади покрытия (количество клеточек сетчатого окуляра) тем или иным компонентом взвеси.

Отстоенные пробы взвеси из Северного Каспия разбалтывали в небольшом объеме (25—100) воды и 0,1 мл взвеси помещали на чистое предметное стекло, прибавляли каплю раствора эритрозина, препарат покрывали стеклом и помещали на предметный столик микроскопа для просмотра. При просмотре препарата производился учет различных компонентов осадка по четырехбалльной шкале:

- ++++ — встречается в каждом поле зрения несколько экземпляров;
- +++ — встречается в каждом поле зрения по 1—2 экземпляра;
- ++ — встречается единично не в каждом поле зрения;
- +

При обобщении материала высчитывали процент встречаемости того или иного компонента и среднее количество в баллах.

Количественный учет клеток фитопланктона производили по общепринятой методике обработки осадочных проб фитопланктона.

Микроскопическая обработка всех фильтров и проб производилась «вслепую», т. е. записывали только номер без отнесения его к соответствующей станции и району, пробы для анализа выбирали без какого-либо порядка. Только после того как все пробы были обработаны, определяли принадлежность того или иного анализа к данной станции, району и сезону. Результаты анализа выражали в процентах, считая, что соотношение компонентов по площади покрытия на фильтре соответствует их соотношению в пробе взвеси. Кроме того, производили подсчет клеток наиболее часто и обильно встречающихся видов планктонных водорослей.

При микроскопическом анализе придонной взвеси учитывали следующие элементы: целые клетки планктонных водорослей с сохранившимся содержимым; планктоногенный детрит — распадающиеся клетки планктонных водорослей, вышедшее из оболочек клеточное содержимое (зерна хромотофоров и прочие); бактерии; остатки зоопланктона — конечности ракообразных, коловратки, яйца, инфузории.

Эти компоненты «свежего» органического вещества окрашивались карболовым эритрозином в интенсивный красный цвет.

К неокрашивающимся и слабо красящимся (клетчатка) компонентам относились: пустые створки и оболочки водорослей; коричневые и прозрачные аморфные образования в комплексе с минеральными частицами; перегнившие остатки высшей растительности, оболочки семян; минеральная взвесь, песчинки.

Всего было обработано 320 фильтров из Среднего Каспия, примерно поровну на каждый из 5 месяцев, и 40 фильтров из Северного Каспия за август 1959 г. Кроме того, из Северного Каспия вышеописанным способом (по баллам) обработано 309 проб осадка и 24 пробы осадочного фитопланктона из придонного слоя воды.

Пробы грунта доставали дночерпателем типа «Океан», из которого брали верхние 5 см для проведения механического анализа. Механический гранулометрический анализ 145 проб грунта из средней части Каспия был произведен методом Осборна в геохимической лаборатории Союзморниипроекта.

Кроме того, в Среднем Каспии были собраны пробы самого верхнего (1—3 мм) слоя осадка, состоящего из тонкодисперсных легко-взмучивающихся частиц, так как именно эти недавно осевшие частицы взвеси, представляют собой тот пищевой материал, который потребляют многие донные организмы. Эти легко взмучивающиеся частицы свежего осадка либо отфильтровывали из воды над грунтом в дночерпателе «Океан», либо сливали с колонки грунта взятой из дночерпателя цилиндрической трубкой из плексигласа. Этот полужидкий поверхностный слой легко отделяется от более плотного подстилающего грунта. В 57 пробах поверхностного слоя осадка было определено содержание органического углерода. Анализы выполнены в геохимической лаборатории Союзморниипроекта.

СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДАХ СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Осредненные данные по содержанию взвеси в воде над различными глубинами западной и восточной половины Среднего Каспия приведены в табл. 1. В водах Среднего Каспия над глубинами 200 м содержится в среднем за апрель — февраль около 4 мг/л взвеси. При этом во всех зонах глубин наиболее высокое содержание взвешенных веществ отмечено в феврале, а пониженное в апреле и октябре. Только в самой прибрежной зоне до 20 м, где содержание взвеси в феврале также самое высокое, в остальные месяцы изменяется незакономерно. Содержание взвешенных веществ все сезоны закономерно уменьшается от мелководных прибрежных зон к более глубоким, удаленным от бережий зонам моря. Среднее содержание взвеси над глубинами 100—200 м вдвое меньше, чем в прибрежье, ограниченном 20-метровой изобатой. Весьма существенные различия отмечены в содержании взвешенных веществ в водах западной и восточной части Среднего Каспия. Воды западной части на всех глубинах богаче взвесью, чем воды восточных районов. Эти различия особенно велики для прибрежных частей моря, в водах которых на западе содержится в 1,5—3 раза больше взвешенных веществ, чем в водах, омывающих восточное побережье Среднего Каспия. По мере возрастания глубины эти различия между западом и востоком уменьшаются и на глубинах 100—200 м воды над западным и восточным склоном Среднего Каспия по содержанию взвеси различаются несущественно.

Вертикальное распределение взвешенных веществ по средним данным за апрель — февраль на отдельных разрезах представлено на рис. 3.

На рис. 3 хорошо прослеживается отмеченное выше увеличение содержания взвеси на станциях у западного побережья. На глубинах до 40—50 м, особенно на мелководных разрезах (коса Аграханская — мыс Урдюк, Махачкала — мыс Сагындык), содержание взвешенных веществ

Среднее содержание взвешенного вещества в водах западной и восточной части Среднего Каспия (в мг/л)

Т а б л и ц а 1

Месяц	Зоны глубин, м														
	до 20			20—50			50—100			100—200			среднее до 200		
	Район														
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
1962 г.															
Апрель	8,8	2,4	6,0	3,9	2,6	3,3	3,0	2,5	2,7	2,4	2,0	2,1	4,5	2,4	3,3
Июнь	5,1	3,7	4,5	4,8	3,6	4,2	3,5	3,3	3,4	2,6	2,9	2,8	4,3	3,4	3,7
Август	6,9	3,7	5,5	4,8	3,9	4,3	4,1	3,2	3,5	3,6	3,2	3,3	4,9	3,5	4,1
Октябрь	7,0	3,9	5,6	3,5	2,6	3,1	2,9	2,7	2,8	2,1	2,5	2,4	3,9	2,8	3,3
1963 г.															
Февраль	13,8	5,3	10,0	8,2	4,4	6,3	5,4	3,7	4,3	4,9	3,6	4,0	8,3	4,1	5,9
Среднее	8,3	3,8	6,3	5,0	3,4	4,2	3,8	3,1	3,3	3,1	2,8	2,9	5,2	3,2	4,1

Содержание взвешенных веществ в придонном слое воды западной и восточной части Среднего Каспия

Т а б л и ц а 2

Месяц	Зоны глубин, м														
	до 20			20—50			50—100			100—200			среднее до 200		
	Район														
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
1962 г.															
Апрель	9,0	2,3	6,0	4,0	2,2	3,1	3,5	2,1	2,6	1,7	2,0	1,9	4,6	2,1	3,2
Июнь	5,9	3,0	4,6	4,3	3,5	3,9	2,6	3,1	2,9	2,4	1,6	1,8	4,0	2,9	3,3
Август	7,5	3,4	5,7	5,1	3,6	4,4	4,3	3,1	3,5	3,1	3,0	3,0	5,2	3,3	4,1
Октябрь	6,9	3,3	5,3	4,1	2,1	3,1	2,9	1,9	2,2	1,6	2,5	2,2	4,1	2,3	3,1
1963 г.															
Февраль	14,3	5,1	10,2	7,3	4,0	5,7	5,3	3,8	4,3	3,5	3,2	3,3	7,8	3,9	5,6
Среднее	8,1	3,5	6,4	4,8	3,0	4,0	3,6	2,7	3,1	2,3	2,6	2,4	5,1	2,7	3,9

на поверхности и у дна различается незначительно, иногда увеличиваясь у дна.

В более глубоководных открытых частях моря содержание взвешенных веществ уменьшается по вертикали с возрастанием глубины.

Достаточно выражена локальная изменчивость в содержании взвешенных веществ, что прослеживается по распределению взвеси в поверхностном слое, в толще воды от поверхности до дна по средним данным за апрель, июнь, август, октябрь и февраль, так как за отдельные месяцы картина получилась сходная (рис. 4 и 5). Наиболее высокая концентрация взвеси отмечена в водах Среднего Каспия между косой Аграханской и Махачкалой и вдоль западного побережья на глубинах до 50 м. Воды с невысоким содержанием взвешенных веществ омывают восточное побережье Среднего Каспия. Низкие концентрации независимо от времени года отмечены над восточной частью Апшеронского порога и в районе Бекташ — мыс Куули.

Наиболее интересно для нас содержание взвешенных веществ в придонном слое воды, так как именно эти воды омывают биотопы, на которых обитают донные животные (табл. 2).

Как видим, среднее содержание взвеси в придонном слое воды изменяется, как и во всей толще воды, с глубиной, по сезонам и с переходом от западного к восточному склону. Как на востоке, так и на западе содержание взвешенных веществ уменьшается по мере удаления от прибрежных мелководных зон в открытое море.

В зонах одинаковых глубин придонные воды западного склона содержат больше взвеси, чем на восточном склоне. Эти различия, резкие в прибрежье, становятся почти неощутимыми на глубине 100—200 м. Распределение взвешенных веществ в придонном слое воды показано на рис. 6 и 7.

Придонные воды на глубинах до 30—50 м в районе Аграханская Коса — Махачкала наиболее богаты взвешенными веществами. Далее на юг, у Дербента, их количество несколько уменьшается и новое повышение наблюдается в районе Дивичи-Килязи. Придонные воды Апшеронского порога, а также всего восточного склона характеризуются невысоким содержанием взвешенных веществ. Только у берега из-за взмучивания осадков волнением наблюдались небольшие местные пятна повышенного содержания взвеси у дна. Самые бедные придонными взвесями воды распространяются над жесткими грунтами от Бекташа до о-ва Огурчинского. Невысокое содержание взвеси на глубинах более 100 м изменяется незначительно с севера на юг и при переходе от западного к восточному склону.

Наряду с автохтонными хемо- и биогенными источниками значительную роль в формировании морской взвеси играет обломочный материал, приносимый в Каспий реками и образующейся при разрушении берега. Зимой роль биогенного материала и речного стока взвешенных наносов в формировании морской взвеси, по-видимому, меньше, чем весной и летом. Поэтому отмеченное в феврале 1962 г. повышенное содержание взвешенных веществ в Среднем Каспии, вероятно, обусловлено абразией берегов и взмучиванием осадков вследствие усиления ветровой деятельности в это время года.

Для западного побережья Каспия характерно обильное поступление (Кленова, 1962) с материковым стоком продуктов разрушения пород, слагающих побережье Дагестана и Азербайджана и более удаленных участков Кавказа, а также в результате переноса материала из Северного Каспия течением, идущим вдоль западного берега (Скорнякова, 1962).

Реки Кавказского побережья выносят большое количество мелкозернистого материала (Кленова, 1962). Этот мелкозернистый материал частично отлагается в приустьевых пространствах на малых глубинах у берега. Здесь под действием волнения он взмучивается и обогащает водную толщу взвешенными терригенными частицами. Вынос взвешенных частиц из Северного Каспия прослеживается по выклиниванию в юго-западном направлении изолиний с повышенным содержанием

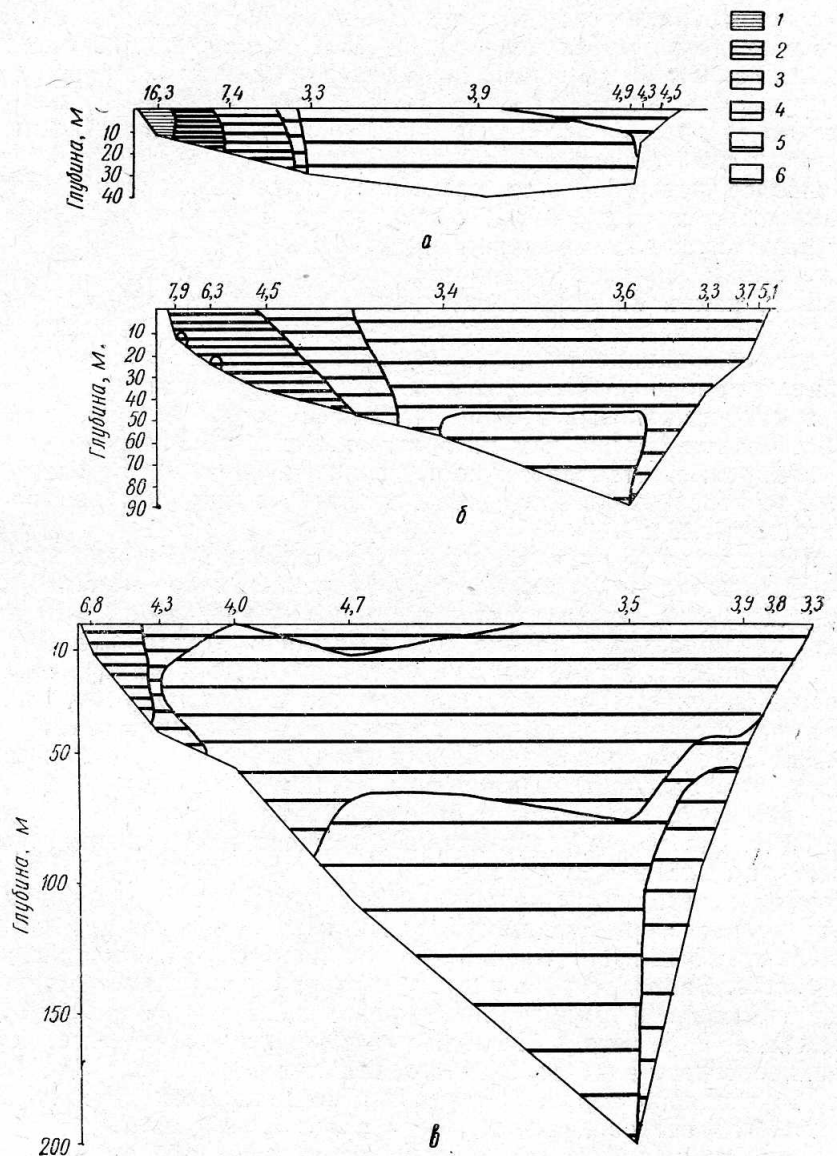
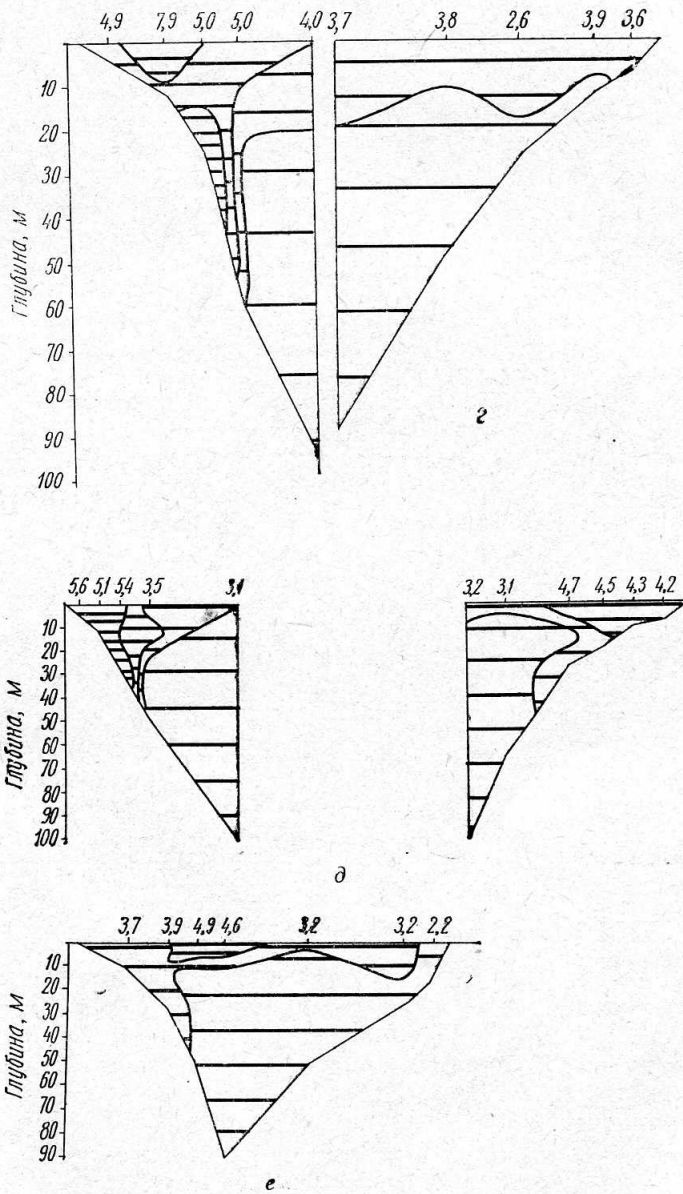


Рис. 3. Вертикальное распределение взвешенного вещества (1963 г.):

1 — >15; 2 — 10—15; 3 — 5—10;
 а — коса Аграханская — мыс Урдюк; б — Махачкала — мыс Песчаный; в — Киязи — бухта Кендерли;

взвеси, а также постоянным присутствием в грунтах северной части западного склона комплекса минералов, свойственных современным осадкам Северного Каспия (Скорнякова, 1962). Взмучивание тонкодисперсных прибрежных осадков и вынос взвешенных веществ из Северного Каспия и обуславливают существование постоянной области повышенного содержания взвеси в районе Сулак — Махачкала на глубинах до 30 м.



в воде (в мг/л) Среднего Каспия (апрель — февраль 1962—

4—4—5; 5—3—4; 6—2—3;

Сагындык. в — Изберг — мыс Меловой; г — Дербент — мыс

е — о. Жилой — мыс Куули.

Восточное побережье Каспия характеризуется отсутствием рек и незначительным береговым стоком и, как следствие, малым приносом терригенного материала (Кленова, 1962).

По И. А. Алексиной (1962), основная роль в формировании осадков на восточном склоне Среднего Каспия принадлежит выпадению

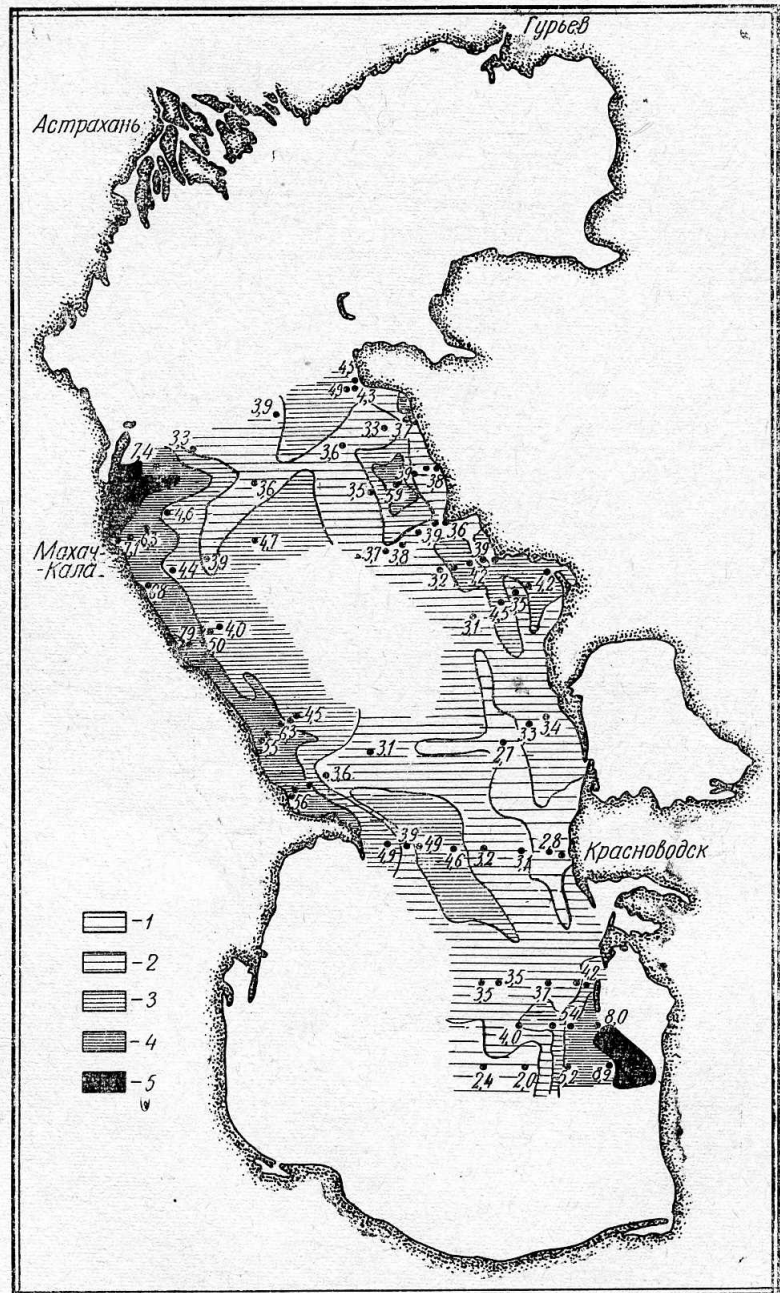


Рис. 4. Средняя концентрация взвеси (в мг/л) в поверхностном слое воды (средняя за апрель — февраль):
1 — меньше 3; 2—3—4; 3—4—5; 4—5—10; 5 — больше 10.

карбонатов. Наиболее распространенным типом карбоната кальция является биогенный, представленный целой и измельченной ракушкой.

Незначительное поступление терригенного материала с восточного побережья Среднего Каспия является главной причиной весьма значительного по сравнению с западным склоном уменьшения здесь концентрации взвешенных веществ на соответствующих глубинах прибрежной части моря. На глубинах 100—200 м, как отмечено выше, содержание взвешенных веществ в воде западного и восточного склона выравнивается. Этому, видимо, способствует круговое течение, которое захватывает на своем пути вдоль западного побережья продукты выноса кавказских рек и абразии берегов, идет по северному склону Апшеронского порога и вдоль восточного побережья Среднего Каспия, обогащая минеральным терригенным материалом осадки восточного склона на глубине 90—180 м (Кленова, 1962; Алексина, 1962).

В водах Северного Каспия количество взвешенных частиц значительно больше, чем в воде средней части Каспийского моря. По наблюдениям Федосова (1949), в 1941 г. в районе Уральской бороздины и на границе со Средним Каспием содержание взвеси колебалось от 5 до 10 мг/л, а в предустье Волги и Урала повышалось до 100—200 мг/л. При этом в мае—июне 1941 г. отчетливо прослеживалось выклинивание изолиний повышенной концентрации взвеси от придельтового пространства Волги в юго-западном направлении.

А. С. Похомова (1959), проводившая исследования в июне—июле 1957 г., также отметила наибольшую концентрацию взвешенных в воде веществ у дельты Волги и в западном районе. Здесь против выхода вод из Волго-Каспийского канала количество взвеси колебалось от 45 до 120 мг/л. На границе со Средним Каспием концентрация взвеси была меньше 10 мг/л, над Уральской бороздиной — меньше 20 мг/л и повышалась к устью Урала до 30 мг/л. Принципиально сходную картину распределения взвеси, но на более обширном материале получили Гершанович и Грундульс (статья опубликована в настоящем сборнике). У дельт Волги и Урала концентрация взвеси в июне 1958 г. составляла более 100 мг/л, постепенно понижалась в открытом море. В центральной и юго-западной части на границе со Средним Каспием она была менее 25 мг/л. Так же как в 1941 и 1957 г., в июне 1958 г. повышенной концентрацией взвеси характеризовались воды западного и юго-западного районов Северного Каспия.

Концентрация и распределение взвешенных частиц в Северном

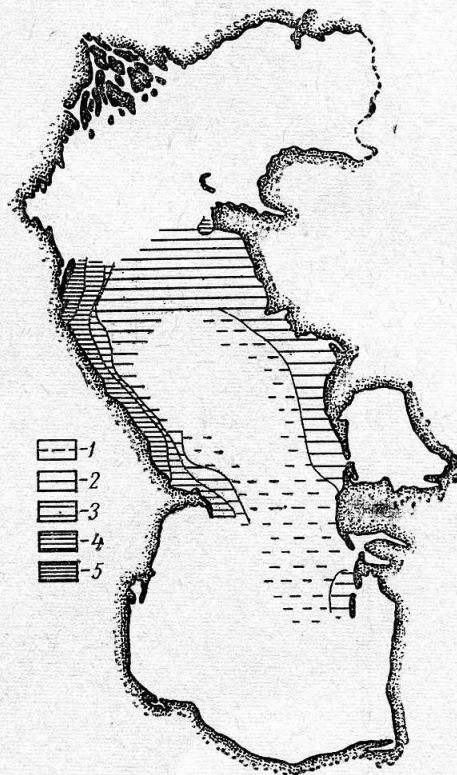
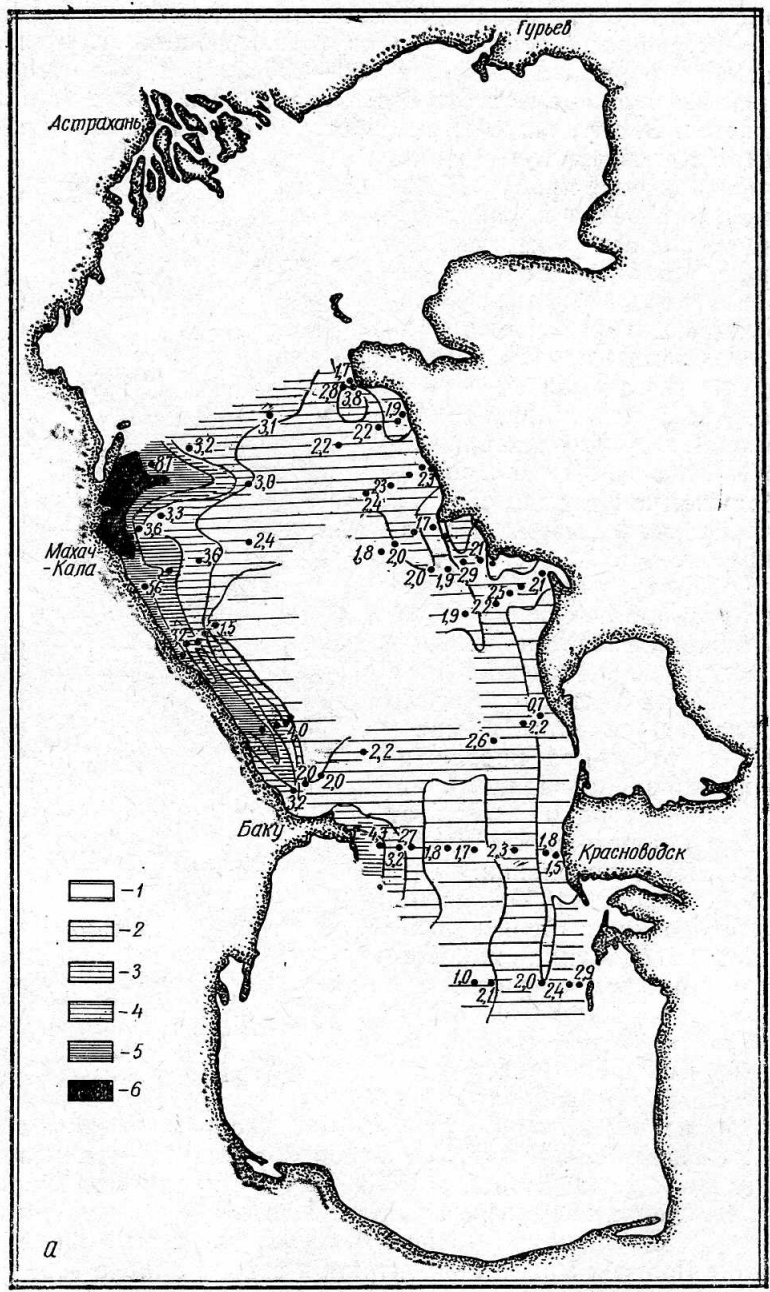


Рис. 5. Средняя концентрация взвеси (в мг/л) в слое 0—100 (средняя взвешенная):
1 — меньше 3; 2—3—4; 3—4—5;
4—5—10; 5 — больше 10.



Астрахань

Гурьев

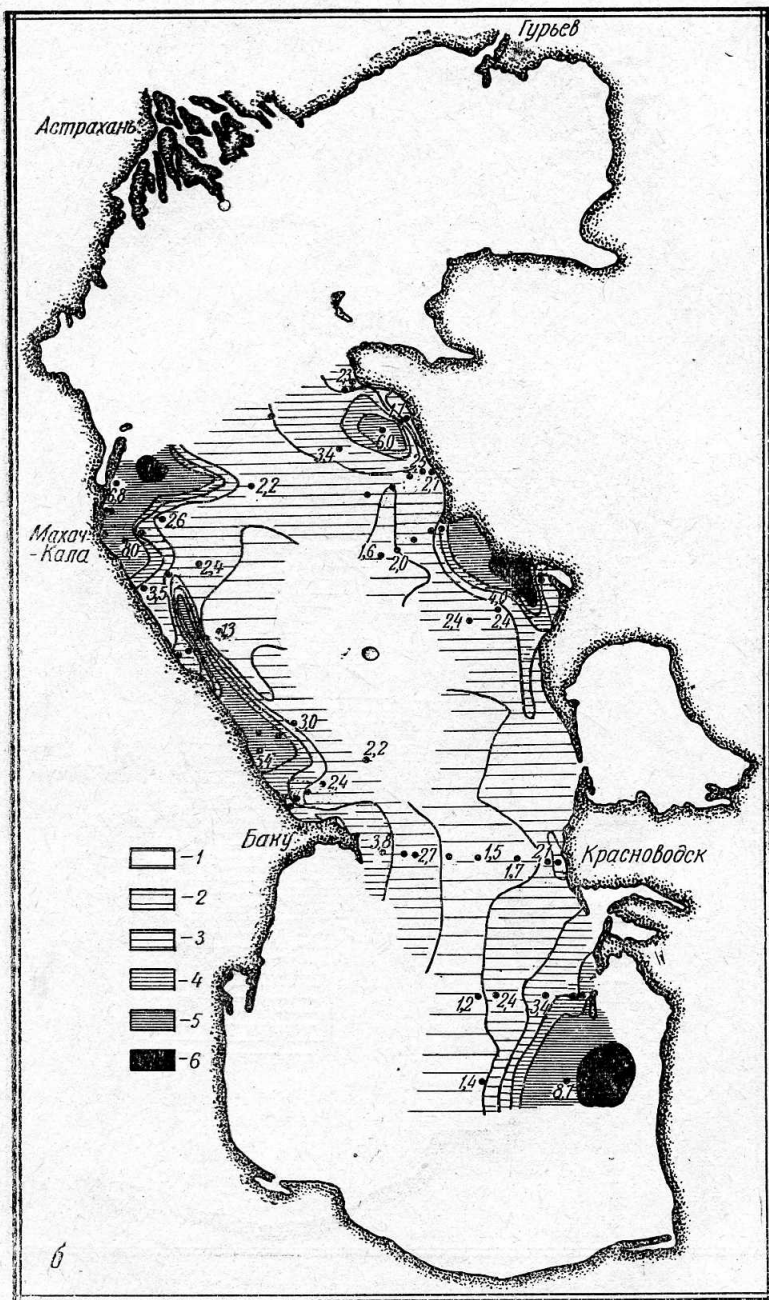
Махач-Кала

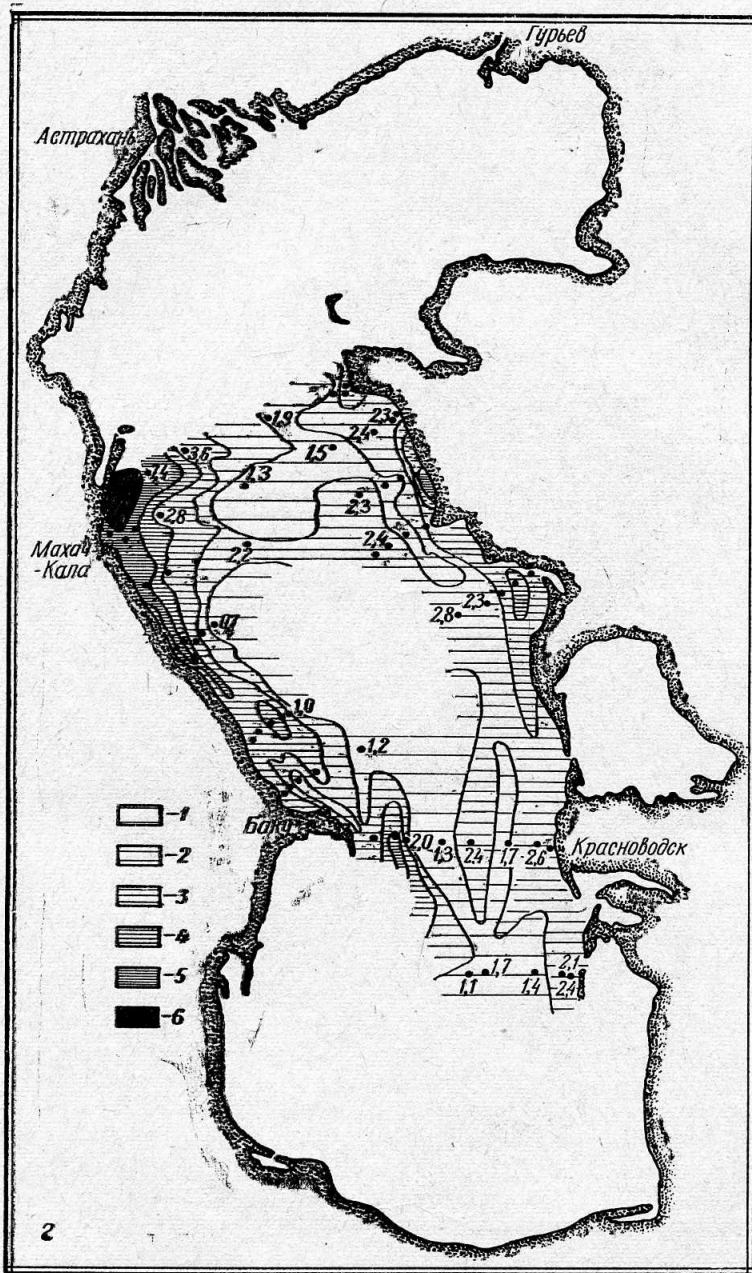
Баку

Красноводск

- -1
- ▨ -2
- ▩ -3
- ▧ -4
- ▦ -5
- -6

a





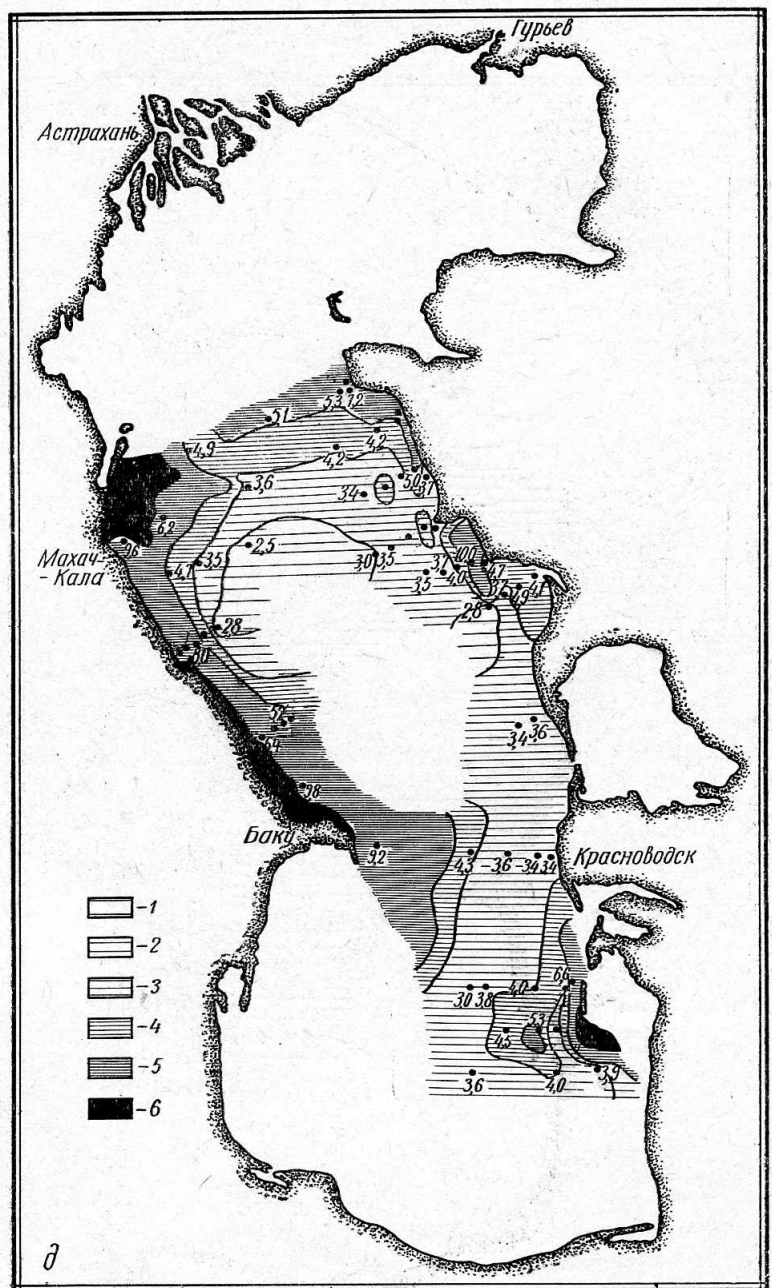


Рис. 6. Концентрация взвеси (в мг/л) в придонном слое воды: а — апрель; б — июнь; в — август; г — октябрь; д — февраль; 1 — меньше 2; 2 — 2—3; 3 — 3—4; 4 — 4—5; 5 — 5—10; 6 — больше 10.

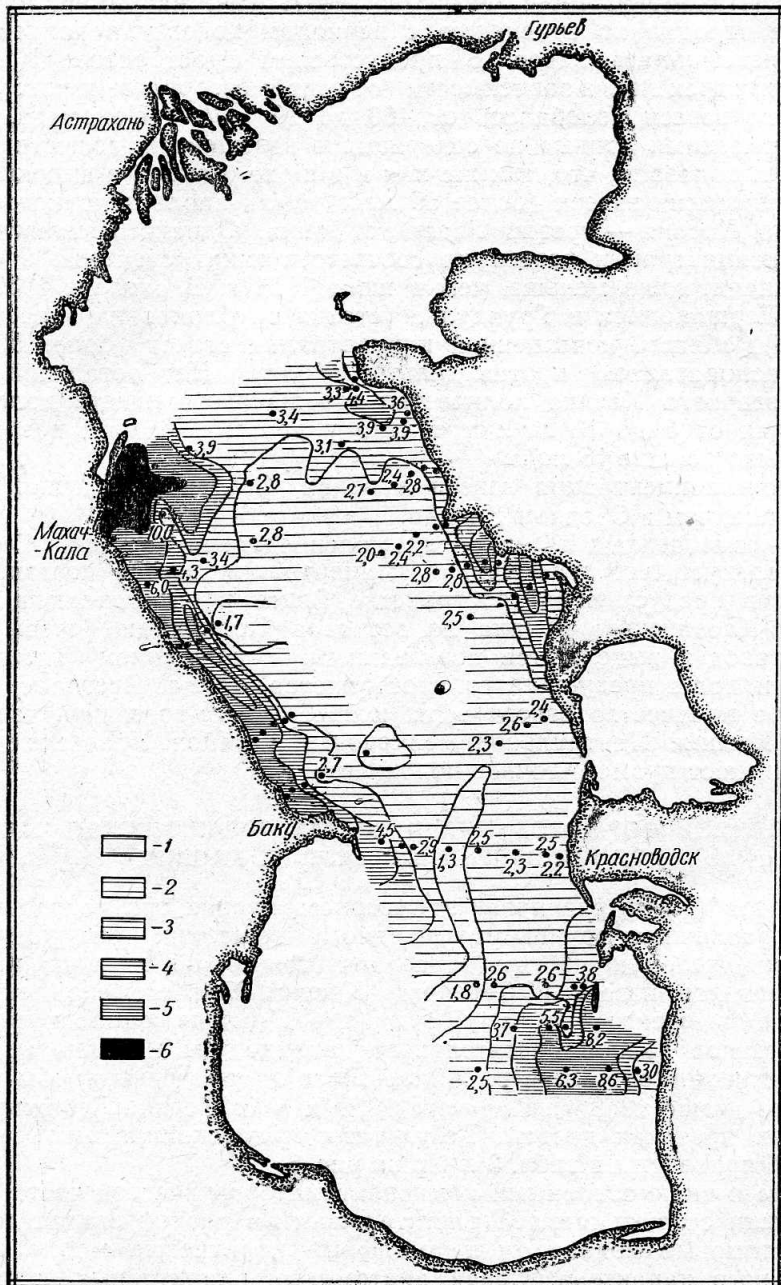


Рис. 7. Средняя концентрация взвеси (в мг/л) в придонном слое воды (средняя за апрель—февраль):
 1 — меньше 2; 2—2—3; 3—3—4; 4—4—5; 5—5—10; 6—больше 10.

Каспии изменяются во времени как в связи с сезонными изменениями количества выносимой Волгой и Уралом речной взвеси, так и под влиянием неустойчивой гидродинамической активности этого мелководного водоема (Пахомова, 1959; Федосов, 1949). Так, например, в 1957 г. на спаде паводка по сравнению с периодом половодья концентрация взвеси уменьшилась вдвое. В предустьевом пространстве Урала на протяжении трех дней в зависимости от гидрометеорологических условий количество взвеси колебалось от 400 до 70 мг/л (Пахомова, 1959). Полученные нами данные по содержанию взвешенных веществ в августе 1959 г. показали, что, так же как и в июне, наиболее высокие величины содержания взвеси (более 50 мг/л) были вдоль западного берега Северного Каспия — против Главного банка. Однако абсолютные величины концентрации взвеси на соответствующих станциях в августе 1959 г. значительно меньше, чем в июне 1958 г. В октябре 1957 г., по данным Гершановича и Грундульс (статья опубликована в настоящем сборнике), область повышенной концентрации взвеси (более 50 мг/л) также располагалась против дельты Волги. На остальной акватории Северного Каспия количество взвешенных веществ колебалось в пределах от 5 до 15 мг/л и только у дельты Урала и в западном районе было больше 15 мг/л.

Средняя концентрация взвеси в водах Северного Каспия в 5—10 раз выше, чем в Среднем Каспии.

Из рассмотренных материалов по распределению взвеси в Северном Каспии следует, что повышенная концентрация взвеси постоянно существует в предустьевом пространстве Волги и юго-западном районе от Волго-Каспийского канала до островов Тюлений и Чечень. В период половодья выделяются повышенным содержанием взвешенных веществ и воды предустьевого пространства Урала. Всегда содержат небольшое количество взвеси воды южной и юго-восточной части Северного Каспия. Центральное мелководье и район Уральской бороздины занимают промежуточное положение.

ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВОДНОЙ ВЗВЕСИ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Федосов (1949) различает в Северном Каспии три основные генетически различные группы взвешенного вещества: речную взвесь, взвесь, поднимаемую со дна волнением, взвесь, образуемую планктоном. Биогенная взвесь в Северном Каспии складывается из детрита и планктона, выносимых реками, планктона, развивающегося в самом море, остатков донной растительности авандельты и моря.

Взвеси нижнего течения р. Волги. Были просмотрены пробы взвеси, собранные в мае 1958 г. и августе 1959 г. у с. Верхне-Лебяжьего и в различных протоках дельты. Результаты микроскопического анализа этих проб приведены в табл. 3 и 4 и на рис. 8.

В мае и июне основными компонентами органической части речной взвеси были остатки высшей растительности в разной стадии деструкции, диатомовые водоросли и аморфные коричневые массы органического характера. Среди диатомовых планктонных водорослей заметно преобладали мелозира, в значительном количестве встречались астерионелла и диатома.

Никаких существенных различий в составе взвеси в верховье дельты и нижней ее части в период паводка не наблюдалось, также как не было таких различий во взвесах из восточных и западных рукавов Волги. Летом (в августе) наряду с диатомовыми значительную роль

Микроскопический состав органической части взвешенных веществ различных рукавов Волги в мае — июне 1957 и 1958 г.

Состав взвеси	Волга			Бахтемир				Реки системы Белинского банка			Реки системы реки Бузан					
	Пункты взятия проб															
	у с. В. Лебяжье	у с. Дурнова	выше Астрахани, у Карантина	ниже Астрахани	у с. Бахтемира	у с. Маячного	у с. Икряного	у с. Седлистого	у с. Оля	р. Болда, у с. Яманкут	р. Таговая, ниже с. Володарского	р. Бушма, выше с. Зеленги	Белинский банк, низовье	р. Бузан, ниже Н. Урусовки	р. Бузан, ниже Красного Яра	р. Сумица Широкая
Melosira granulata, M. varians и другие	++	++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Asterionella formosa	++	++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+++	++	++	+++	+	+++	++
Diatoma elongatum	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
Прочие диатомеи	—	+	—	++	++	—	++	—	—	+	+	+	+	+	+	+
Spirogyra sp.	—	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	+	—	—	—	—
Нитчатые зеленые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	++	—	—	+	—
Протококковые	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
Microcystis aeruginosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
Прочие сине-зеленые	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+
Кусочки тканей макрофитов	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Коричневые массы органоминерального характера	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Условные обозначения: (++++) — много; (+++) — порядочно; (++) — мало; (+) — единично; (—) — нет.

Таблица 4

Микроскопический состав органической части взвешенных веществ Волги ниже Астрахани в паводок и межень (Главный банк) 1958—1959 гг.

Состав взвеси	Пункты взятия проб						Искусственный остров
	с. Бахтемир		с. Икряное		с. Оля		
	июнь	август	июнь	август	июнь	август	
<i>Melosira granulata</i> , <i>M. varians</i>	++++	++++	+++	++++	+++	++++	++++
<i>Asterionella formosa</i>	++++	++	++++	—	—	+	+
<i>Synedra</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—
<i>Fragillaria crotonensis</i>	—	+++	—	++	—	++	++
<i>Fragillaria</i> sp.	—	—	++	—	—	—	++
<i>Spirogyra</i> sp.	—	—	+	—	+	—	—
<i>Pediastrum boryanum</i>	—	++	—	—	—	—	—
<i>Aphanizomenon flos-aguae</i>	—	+++	—	+++	—	+++	++
<i>Microcystis aeruginosa</i>	—	++	—	+	—	+	—
Прочие сине-зеленые	+	—	+	—	—	—	—
Кусочки тканей макрофитов	+++	—	+++	+	++	+	—
Коричневые массы органико-минерального характера	+++	++	+++	++	++	+	++++

Примечание. Условные обозначения те же, что и в табл. 3.

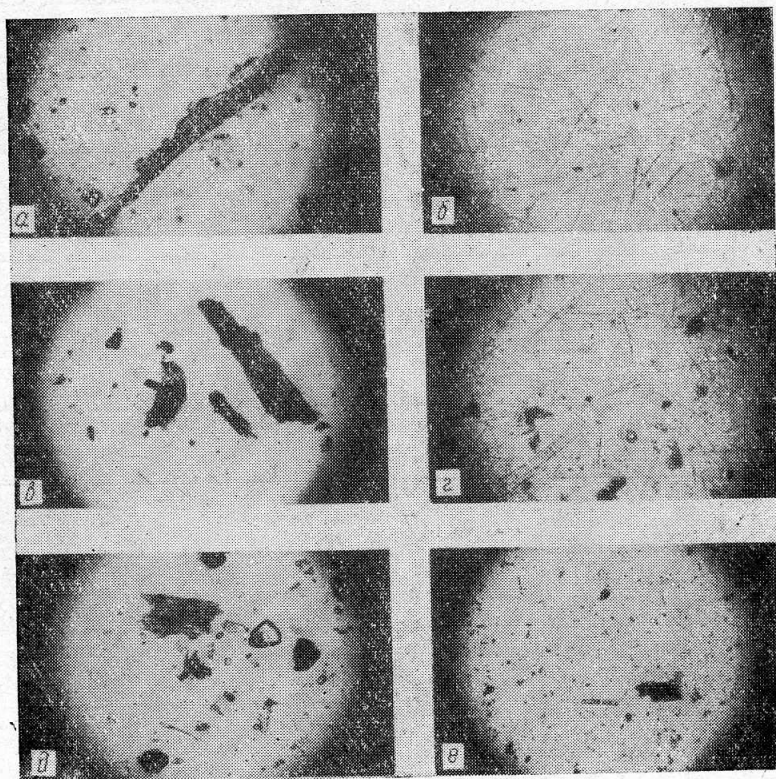


Рис. 8. Взвеси в воде Нижней Волги:
 а — Волга у с. Бахтемир, май 1958 г.; б — Волга у с. Бахтемир, август 1959 г.; в — р. Бушма у с. Яманцуг, май 1958 г.
 г — Волга у с. Оля, май 1958 г.; д — устье Кривого Бузана, май 1958 г.; е — р. Шага-Бушма у с. Зеленга, май 1958 г.

в речном планктоне начинают играть сине-зеленые, особенно афанизоменон и микроцистис. В меньшем количестве в августе обнаружены во взвесах остатки высшей растительности, которых в паводочный период было много во всех речных пробах.

Усачев (1948), характеризуя планктон Волги в весеннее время, также указывает, что наибольшее значение в этот период имели *Melosira granulata*, *M. italica*, *Asterionella* и *Diatoma elongatum*. Позднее вместе с диатомовыми начинают встречаться сине-зеленые и зеленые. Особого упоминания заслуживает указание Усачева, что с июня в устье Волги замечалось массовое разрастание нитчатой бентической водоросли спирогиры, которая сносится в море и, отмирая, оседает на дно. Масса спирогиры в предустьевом пространстве Волги, как будет показано ниже, обнаружена была и нами.

Количественные данные по концентрации планктонных водорослей в воде нижней Волги в половодье приведены в табл. 5, из которой следует, что биомасса фитопланктона в июне 1959 г. колебалась от 5 до 24 г/м³. Приняв, что сухое вещество в фитопланктоне составляет 10% (Бруевич, 1941) и что азота в сине-зеленых водорослях содержится около 7%, а в диатомовых — 2,5% (Виноградов, 1939), мы попытались подсчитать количество азота, заключенного в речном фитопланктоне, и сопоставить эти величины с данными Л. А. Барсуковой по концентрации азота в речной взвеси.

Как видим (табл. 5), органическое вещество фитопланктона в поверхностных водах Главного русла Нижней Волги составляет от 2 до 10% азотсодержащих органических веществ речной взвеси. Результаты аналогичного подсчета планктона в пробах, взятых на Главном банке 29 мая 1940 г., приводит в своей работе Т. И. Горшкова (1951), по данным которой живая масса фитопланктона равнялась 8 г/м³ и вместе с инфузориями составила около 3% органического вещества речной взвеси. Эти, хотя и ориентировочные, данные позволяют считать, что живые организмы речного планктона не играют в волжском стоке взвешенных органических веществ основной роли. Биохимическая природа детрита, приносимого Волгой, была изучена Т. И. Горшковой (1951), которая установила, что около 50% органического вещества составляют стойкие, трудно поддающиеся разложению компоненты (клетчатка, легино-гумусовый комплекс).

Химический состав взвеси из воды нижней Волги в 1953—1957 гг. изучала А. С. Пахомова (1959), которая отметила, что взвешенное вещество в вершине и протоках дельты Волги сходно по содержанию биогенных элементов (углерод, азот, фосфор). Близость концентраций органического вещества (углерода) во взвесах разных районов дельты Волги (в среднем около 7%) отмечают Гершанович и Грундульс (статья опубликована в настоящем сборнике) для проб, собранных во время пика мутности в мае 1958 г. Эти авторы, как и Т. И. Горшкова (1951), получили высокие коэффициенты C/N для органического вещества волжской взвеси, что авторы объясняли значительным поступлением в состав взвеси остатков высшей наземной и водной растительности и что подтверждается приведенными выше данными микроскопического анализа. Относительно высокое содержание стойких органических соединений в волжской взвеси отчасти объясняют наблюдения К. В. Горбунова за распадом растительности дельты Волги (Горбунов, 1951). Он считает, что для водоемов дельты характерны быстрые процессы распада донной растительности. Остатки погруженных и плавающих растений (мягкая растительность) после отмирания практически полностью разлагаются в этом же году. Весной на грунте обнаружи-

Биомасса фитопланктона Волги ниже Астрахани весной 1959 г. (в мг/м³)

Фитопланктон	Волга у железнодорожного моста				Главный банк у с. Оля				Зюйдевский банк р. Теплушка			
	10 июня		24 июня		11 июня		25 июня		12 июня		25 июня	
	Горизонт лова											
	по- верх- ность	5 м	поверх- ность	5 м	по- верх- ность	5 м	поверх- ность	5 м	поверх- ность	поверх- ность	5 м	
Melosira granulata, M. varians и другие	5019	7661	24 299	12 110	7420	8106	12 094	19 914	16 178	14 402	15 334	
Diatoma elongatum	33	73	—	79	76	298	—	—	—	—	—	
Asterionella formosa	25	—	—	—	7	19	—	26	18	19	29	
Прочие диатомовые	10	+	+	+	+	—	—	+	29	—	—	
Arhanizomenon flos-aquae	108	—	40	—	—	—	57	—	—	—	—	
Прочие сине-зеленые	—	—	2	1 467	—	—	—	—	—	688	—	
Общая биомасса (сырая масса)	5195	7734	24 341	13 656	7503	8423	12 151	19 940	16 225	15 109	15 363	
Общая биомасса (сухая масса)	519,5	773,4	2434,1	1365,6	750,3	842,3	1215,1	1994,0	1622,5	1510,9	1536,3	
Содержание азота в планктоне (мг N/м³)	13,4	19,3	60,8	40,8	18,7	21,0	30,5	49,6	40,4	40,8	38,2	
Азот взвешенных веществ (мг N/м³ по Барсу- ковой)	648	—	600	—	524	—	400	—	—	—	—	
Отношение азота планктона к общему азоту речной взвеси, %	2,1	—	10,1	—	3,6	—	7,6	—	—	—	—	

ваются лишь остатки, принадлежащие тростнику. Остатки тростника, состоящие из грубых жестких тканей, разлагаются медленнее и выносятся речными водами в Северный Каспий. Вероятно, аналогичные процессы происходят и в пойме реки. Поэтому к периоду половодья на пойме остаются наиболее жесткие, богатые клетчаткой остатки растений, которые полыми водами сносятся в Волгу и далее в море.

Растительный макродетрит Северного Каспия. Из водоемов дельты и авандельты выносятся в Северный Каспий и целые зеленые растения, сплавины которых часто можно наблюдать на поверхности воды. Крупные остатки роголистника, урути, рдестов встречались в июне



Рис. 9. Распределение растительного макродетрита в июне 1958 г.: 1 — макрофиты дельты и авандельты (рдесты, уруть, роголистник, валлиснерия); 2 — морские макрофиты (зостера); 3 — станции.

1958 г. в районах, прилегающих к дельте и авандельте Волги, сплавины зостеры обнаружены у о-ва Кулалы (рис. 9). Как те, так и другие господствующими течениями переносятся к западному берегу и оседают в донных отложениях юго-западной части Северного Каспия.

Фитопланктон Северного и Среднего Каспия. По составу и распределению фитопланктона Усачев (1948) выделил в Северном Каспии 7 участков:

1) Придельтовое пространство р. Волги, фитопланктон которого носит черты пресноводного характера. Здесь, как и в Волге, доминируют из диатомовых разные виды мелозиры, астерионеллы, фрагиллярия и другие, встречаются жгутиковые и разнообразная флора зеленых водорослей, пресноводные формы которых выносятся из дельты Волги. При этом Усачев (1948) отметил, что пресноводные водоросли, хотя и распространяются летом на большой акватории северной части центрального участка западной половины моря, отчетливо все же прижимаются к западной прибрежной зоне, спускаясь узкой полосой на юг.

2) Сходен по составу фитопланктона северный участок восточной половины Северного Каспия, прилегающий к дельте Урала, однако по количеству фитопланктона он значительно беднее преддельтового пространства Волги.

3) Высокая биомасса фитопланктона отмечена П. И. Усачевым и

для юго-западного участка западной половины Северного Каспия, который находится под влиянием выноса биогенных элементов из Волги, с одной стороны, и вод Среднего Каспия, с другой. В фитопланктоне этого участка преобладали *Skeletonema costatum*, *Actinocyclus Ehrenbergii*, *Coscinodiscus jonesianus* и другие, здесь встречаются *Euxiviaella* и *Rhizosolenia*.

4 и 5) Центральные участки западной и восточной половины Северного Каспия имеют (по Усачеву) много общих черт. В центральной части восточной половины отмечалось цветение зелеными водорослями (*Botryococcus Braunii*).

6) Как правило, количественно бедным фитопланктоном характеризовался юго-западный участок восточной половины Северного Каспия (у п-ова Бузачи). Однако иногда сюда ветром сбивается большое количество клеток отмирающей ризосолении, а также заносятся средне-каспийские виды *Chaetoceros* и некоторые перидинеи.

7) Восточный участок восточной половины Северного Каспия (к востоку от промысловых квадратов 52—234) характеризуется большой примесью в планктоне бентических форм водорослей. Даже в годы максимального проникновения ризосолении из Среднего Каспия она в этом участке отмечена не была. В целом из выделенных Усачевым (1948) доминирующих видов *Melosira granulata*, *Spirogyra* и др. наряду с *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* и зелеными протококковыми водорослями (*Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Dictyosphaerium*) характерны для опресненных районов Северного Каспия, фитопланктон которых в значительной степени формируется за счет видов, выносимых из реки и водоемов дельты. Там, где ослабевает опресняющее влияние речных вод, в фитопланктоне начинают преобладать *Skeletonema costatum*, *Actinocyclus Ehrenbergii*, разные виды *Coscinodiscus*. Морская соленая вода характеризуется преобладанием *Rhizosolenia calcar avis* из диатомовых, а из перидиней — *Euxiviaella cordata*. Последняя, так же как и ризосолении, не является, по мнению Усачева, коренной обитательницей всей акватории Северного Каспия. Главная масса ее держится в юго-западном участке и в центральной части, примыкающей к Среднему Каспию. В годы возрастания солености Северного Каспия ареал эксувиеллы и ризосолении расширялся. Основная масса ризосолении выносится течением из Среднего Каспия в Северный, где она пребывает, особенно в участках с пониженной соленостью, как отметил Усачев, в пассивном, отмирающем или отмершем состоянии.

Наиболее высокая общая биомасса фитопланктона для вегетационного периода 1936—1944 гг., по данным Усачева, отмечена в придельтовом и юго-западном районе Северного Каспия. Все участки восточной половины моря характеризовались значительно более низкой, чем в западной половине, величиной биомассы фитопланктона.

Высокую биомассу фитопланктона в юго-западном и центральном участке западной половины и низкую величину ее в восточной половине Северного Каспия отметила В. Д. Левшакова (1963) для весны 1957 и 1960 гг.

Левшакова (1963) также сообщает, что пятна повышенной биомассы в предустьевом пространстве Волги состоят из пресноводных видов (*Spirogyra*, *Diatoma elongatum*), тогда как густые скопления фитопланктона (местами до 150 г/м³) на свале Жемчужных банок, к юго-востоку и югу от о-ва Тюленьего состоят из более соленолобных видов, таких, как *Rhizosolenia calcar avis*, *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros Wighamii*.

Биомасса придонного фитопланктона в западной и восточной половине Северного Каспия в августе 1959 г.

Виды водорослей	Значение в общей биомассе, %	
	Запад	Восток
<i>Rhizosolenia calcar avis</i>	18,9	19,8
<i>Actinocyclus Ehrenbergii</i>	64,5	17,7
<i>Coscinodiscus Jonesianus</i>	—	13,6
<i>Skeletonema costatum</i>	0,6	—
<i>Chaetoceros</i> sp.	0,8	—
<i>Thalassiosira variabilis</i> , Th. caspica	0,6	24,9
<i>Pleurosigma clongatum</i>	1,2	—
<i>Navicula</i> sp.	0,3	4,5
<i>Nitzschia closterium</i>	+	+
Все диатомовые	86,9	80,5
<i>Merismopedia punctata</i>	0,2	1,4
<i>Microcystis pulviarea</i>	+	—
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0,5	0,3
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0,6	4,5
<i>Aphanizomenon Issatschenkii</i>	0,7	0,7
Прочие сине-зеленые	1,0	0,3
Все сине-зеленые	3,0	7,2
<i>Binuclearia</i> sp.	0,6	0,6
<i>Oocystis socialis</i>	0,4	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+
Все зеленые	1,0	0,6
<i>Exuviaella cordata</i>	8,0	9,2
<i>Peridinium trochoideum</i>	0,1	+
<i>Peridinium orbiculare</i>	+	+
Все перидинии	8,1	9,2
Неопределенные мелкие жгутиковые	1,0	2,5
Общая биомасса, г/м ³	7,464	1,195

Примечание. Количественно учтены лишь массовые виды.

В нашем распоряжении имеется материал по биомассе планктонных водорослей в придонном слое воды некоторых станций (24 станции) в Северном Каспии (табл. 6, рис. 10) за август 1959 г. Эти, хотя и небольшие, материалы хорошо укладываются в описанную выше схему распределения фитопланктона в Северном Каспии и показывают, что придонные слои воды западной половины моря имеют более высокую концентрацию планктонных водорослей, чем в восточной половине.

Особенно богаты фитопланктоном придонные воды западного района западной половины Северного Каспия, где биомасса фитопланктона в августе 1959 г. в основном складывалась из *Actinocyclus Ehrenbergii*, *Rhizosolenia calcar avis* и *Exuviaella cordata*.

Большие скопления ризосолении были в центральной, пограничной со Средним Каспием, части моря. Наблюдался также занос ее в восточную половину, где повышенные концентрации отмирающих клеток ризосолении констатированы в придонных водах Уральской бороздины

(рис. 11). В придонных слоях воды восточной половины Северного Каспия в наибольшем количестве встречалась *Thalassiosira*.
 Отношение массы фитопланктона к массе взвеси колебалось по станциям от 0,1 до 8%. Наиболее высокие значения (4,6—8,4%) полу-

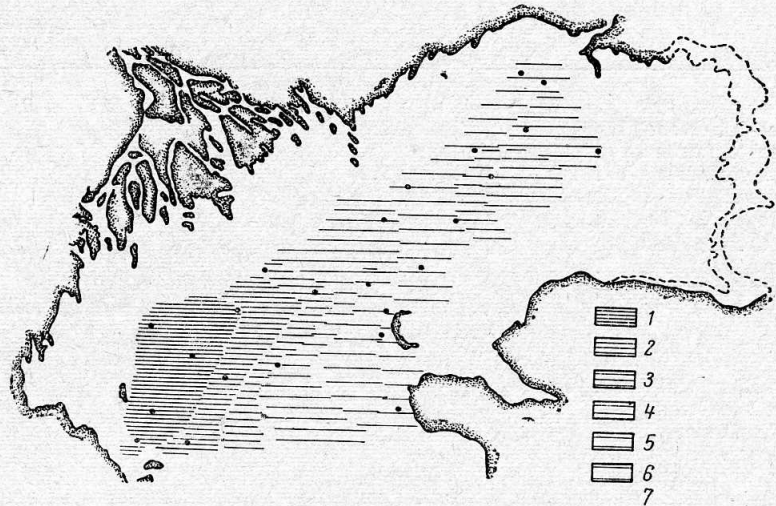


Рис. 10. Распределение биомассы фитопланктона (в $г/м^3$) в придонном слое воды в августе 1959 г.:
 1 — больше 10; 2—5—10; 3—3—5; 4—1—3; 5—1—0,1; 6 — меньше 0,1; 7 — станции.

чены в районе юго-восточнее о-ва Тюленьего, на границе со Средним Каспием. В восточной половине моря доля фитопланктона колебалась от 0,2 до 1%. Основную массу взвеси здесь составляет детрит и минеральные частицы.

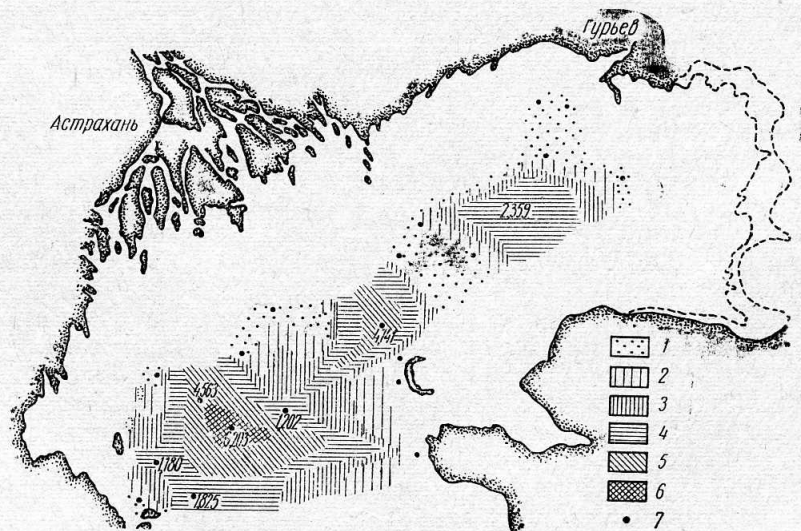


Рис. 11. Распределение биомассы ризосолении (в $г/м^3$) в придонном слое воды в августе 1959 г.:
 1 — меньше 0,1; 2—0,1—0,5; 3—0,5—1; 4—1—3; 5—3—5; 6 — больше 5; 7 — станции.

Таблица 7

Состав взвеси Северного Каспия (индексы)

Состав взвеси	Группы взвеси			
	I	II	III	IV
Диатомовые				
Melosira granulata, M. varians	140	25	—	3
Asterionella formosa	33	—	—	—
Fragillaria sp.	81	9	—	5
Diatoma elongatum	14	4	—	—
Synedra sp.	20	6	—	3
Navicula sp.	42	9	8	39
Nitzschia closterium, N. sigma	15	9	8	5
Pleurosigma elongatum	—	—	—	24
Thalassiosira variabilis, Th. caspica	36	9	—	21
Skeletonema subsalsa	10	—	—	3
Skeletonema costatum	32	81	50	8
Chaetoceros wighamii, Ch. rigidus	12	14	—	24
Campylodiscus Daemelianus	20	21	—	24
Actinocyclus ehrenbergii	43	56	—	8
Coscinodiscus jonesianus	7	45	8	19
Rhizosolenia calcar avis	7	210	8	16
Прочие	—	—	—	5
Жгутиковые				
Eugleninae разные	102	26	50	53
Exuviaella cordata	8	123	40	21
Dinoflagellata прочие	—	2	17	—
Зеленые				
Scenedesmus quadricauda	53	18	—	8
Pediastrum boryanum, P. duplex	34	4	—	5
Ooeystis socialis	6	4	—	8
Прочие Protococcaceae	17	—	—	3
Binuclearia sp.	46	56	25	37
Spirogyra sp.	127	46	—	54
Mougeotia sp.	22	21	—	—
Cladophora sp.	—	—	40	3
Проростки и споры	13	6	—	13
Сине-зеленые				
Aphanizomenon flos-aquae	43	115	33	10
Aphanizomenon issatschenkoi	19	24	42	—
Anabaena flos-aquae	10	31	8	—
Microcystis aeruginosa	7	12	—	—
Microcystis pulvereae	18	15	—	8
Merismopedia tenuissima, M. punctata	33	26	—	13
Chroococcales (Gomphosphaeria, Gloeocapsa, Coelosphaerium)	41	4	—	8
Oscillatoriaceae	35	26	25	16
Кусочки тканей высших растений	123	37	200	21
Плотные аморфные коричневые массы	173	49	92	19
Легкий мелкозернистый детрит	10	165	100	293
Мелкие минеральные частицы	66	111	33	340

Примечание. Группы взвеси: I — Преобладают частицы речного происхождения; II — преобладают живые и отмирающие водоросли каспийского фитопланктона, мелкозернистый детрит; III — преобладает детрит из zostеры и морской фитопланктон; IV — детрит и фитопланктон разнородного происхождения с массой мелких минеральных частиц.

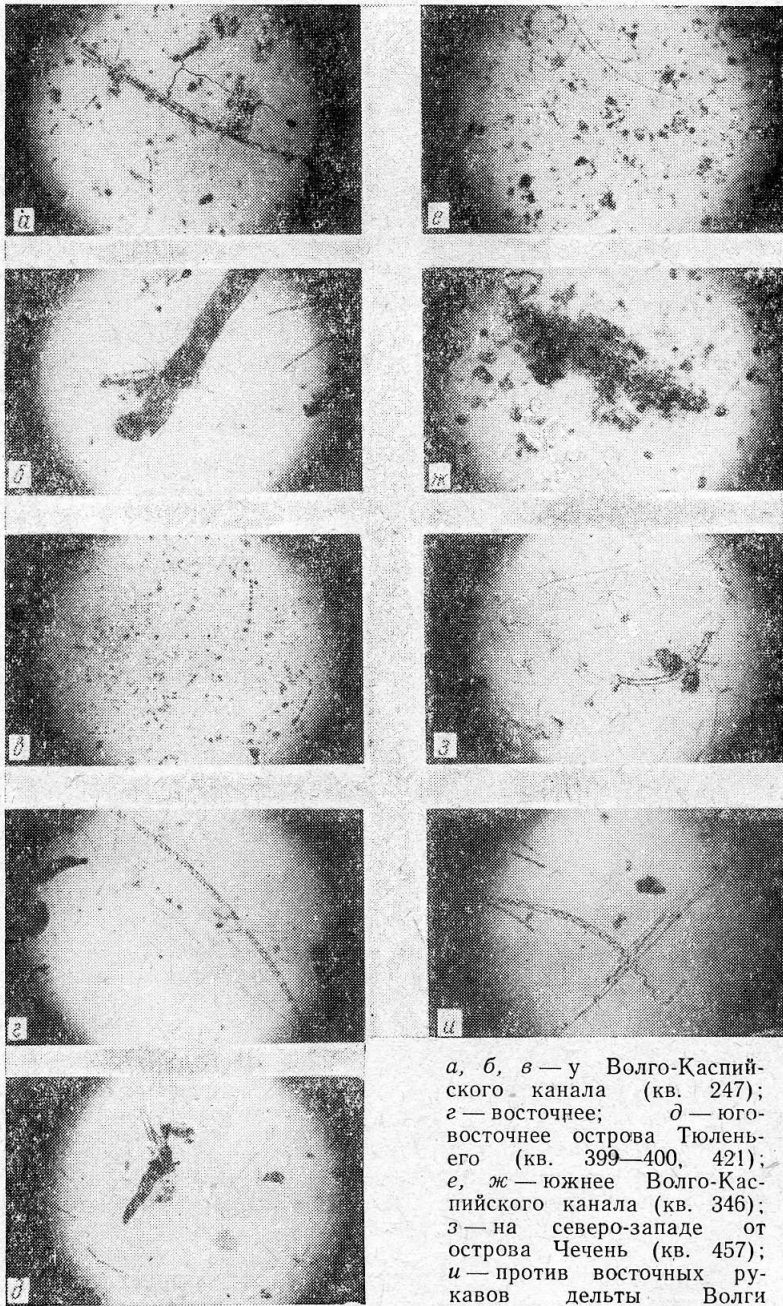
Индекс — произведение частоты встречаемости на количество (в баллах).

Характеристика придонной взвеси разных районов Северного Каспия. Волга выносит в Северный Каспий до 20 млн. т взвеси (Байдин, Линберг, Самойлов, 1956; Барсукова, 1962). Даже при содержании 3% органического вещества (1,6% органического углерода по Пахомовой, 1959) ежегодно в предустьевое взморье и Северный Каспий выносятся огромное количество аллохтонных органических веществ. По расчетам Винецкой (1966) количество органического вещества, выносимого Волгой в весеннее половодье, составляло в 1956—1963 гг. от 8 до 30% органики, образующейся в море в июне — августе. Несомненно, что это аллохтонное органическое вещество должно играть существенную роль в трофике Северного Каспия. О районах Северного Каспия, в которых влияние аллохтонного органического вещества сказывается в наибольшей степени, можно судить по распределению в море элементов, преобладающих в речной взвеси.

В результате микроскопического анализа, взвеси Северного Каспия по своему составу можно было разбить на 4 характерные группы (табл. 7, рис. 12, 13):

1) выделялось большое количество станций (особенно весной), на которых в осадке взвеси было обнаружено много живых и распадающихся пресноводных водорослей (разные виды мелозиры, фрагиллария, спирогира, протококковые и жгутиковые), кусочков тканей макрофитов и коричневых плотных образований, видимо органо-минерального характера; 2) взвеси многих других станций характеризовались преобладанием морских видов планктонных водорослей (ризосоления, эксувиелла, скелетонема, актиноциклус и другие) и легкого мелкозернистого детрита; 3) выделялось немного проб, где наряду с небольшим количеством морских водорослей было много кусочков клетчатки; 4) и, наконец, большая группа проб отличалась преобладанием во взвеси легкого аморфного мелкозернистого детрита, большим количеством мелких минеральных (карбонатных) частиц и бедностью фитопланктона. Как отмечено ранее, микроскопическая обработка проб взвеси производилась «вслепую», т. е. без отнесения номера пробы к соответствующей станции и району до обработки всех проб. В конце обработки на карте для каждой станции помечали характеристику взвеси по преобладающим элементам. Группировка станций с определенным качественным составом взвеси оказалась закономерной, и отдельные районы Северного Каспия можно характеризовать по составу и источникам формирования органической части взвешенного вещества.

Весной 1958 г. в области повышенного содержания взвешенных веществ против дельты Волги и в юго-западной части западной половины Северного Каспия органическая взвесь формировалась, в основном, из аллохтонного (приносного) детрита. Здесь преобладали остатки тканей высших растений и такие пресноводные водоросли, как мелозира, фрагиллария, спирогира. Особенно много мелозиры и кусочков макрофитов было в пробах из района, расположенного против Главного банка, тогда как наибольшее количество спирогиры обнаружено вблизи восточных рукавов в районе б. Укатная — Забурунье. В пробах из этих районов отмечено также большое количество плотных коричневых образований без определенной структуры, представляющих собой, возможно, стадию распада остатков высшей растительности в комплексе с глинистыми и другими терригенными частицами. Во время очень высокого половодья 1958 г. прослеживался вынос аллохтонных частиц из дельты Волги в направлении восточной и юго-восточной частей Северного Каспия (рис. 14, а). Взвеси центральной части западной половины Северного Каспия, областей, граничащих со Сред-



а, б, в — у Волго-Каспийского канала (кв. 247); г — восточнее; д — юго-восточнее острова Тюленьего (кв. 399—400, 421); е, ж — южнее Волго-Каспийского канала (кв. 346); з — на северо-западе от острова Чечень (кв. 457); и — против восточных рукавов дельты Волги (кв. 181).

Рис. 12. Водная взвесь из Северного Каспия с преобладанием пресноводного планктона и кусочков высшей растительности (июнь 1958):

ним Каспием, и вод, прилежащих к о. Кулалы, состояли из планктона и детрита морского происхождения. Здесь преобладали отмирающие и пустые клетки ризосолений, живые актиноциклусы, эксuviелла, скелетонема, афанизоменон, т. е. водоросли, свойственные планктону Северного Каспия. Много здесь было также легких мелкозернистых хлопьев,

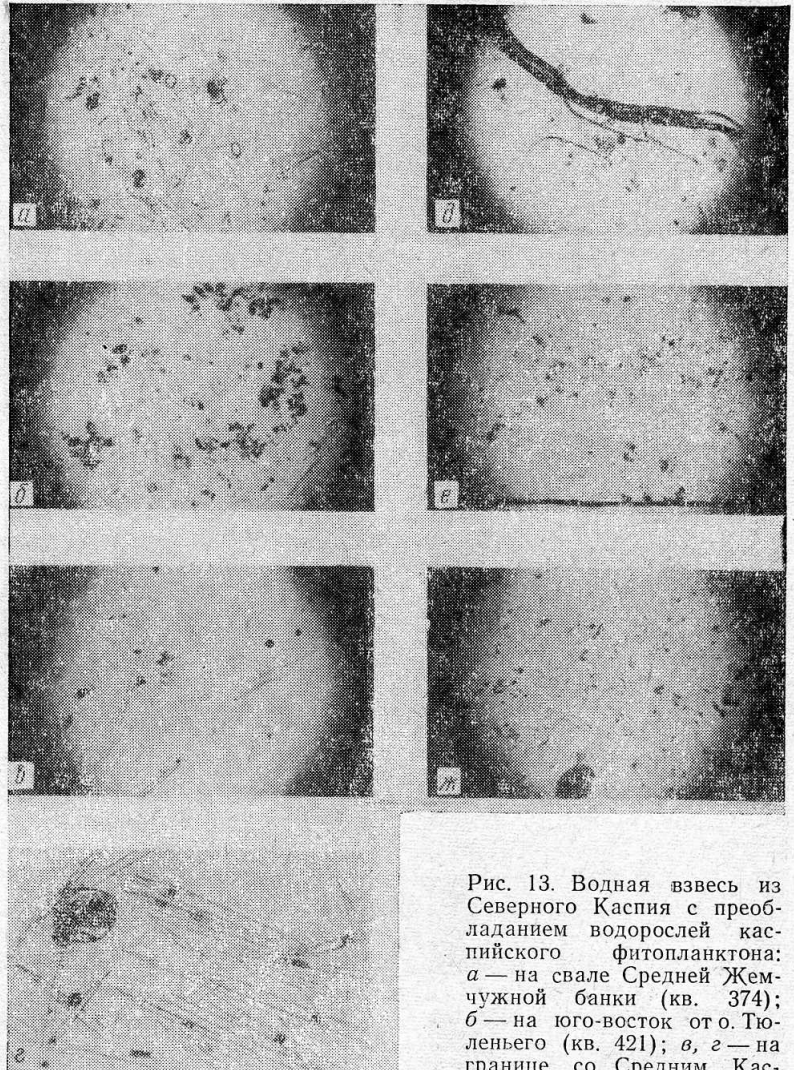


Рис. 13. Водная взвесь из Северного Каспия с преобладанием водорослей каспийского фитопланктона: а — на свале Средней Жемчужной банки (кв. 374); б — на юго-восток от о. Тюленьего (кв. 421); в, г — на границе со Средним Каспием (кв. 432);

д — севернее Кулалы (кв. 333): планктон и кусочки zostеры; е, ж — Уральская бороздина (кв. 224, 156); мелкозернистый детрит и минеральная взвесь.

образующихся из скоплений содержимого распадающихся клеток ризосолений и других планктонных водорослей. На некоторых станциях в значительном количестве, кроме того, встречены, как и в придельтовом районе, кусочки макрофитов. Однако ясно выраженная их локализация в пробах из района о. Кулалы позволяет считать, что они образовались в результате распада произрастающей здесь zostеры и, следовательно, носят автохтонный характер.

Взвеси восточной половины Северного Каспия характеризуются незначительным количеством живых и отмирающих водорослей. В пробах из этого района преобладали легкие аморфные хлопья с массой мельчайших минеральных частиц.

К сожалению, мы не располагаем данными по взвесям р. Урала и поэтому не можем судить о их роли в формировании детрита в восточной части Северного Каспия.

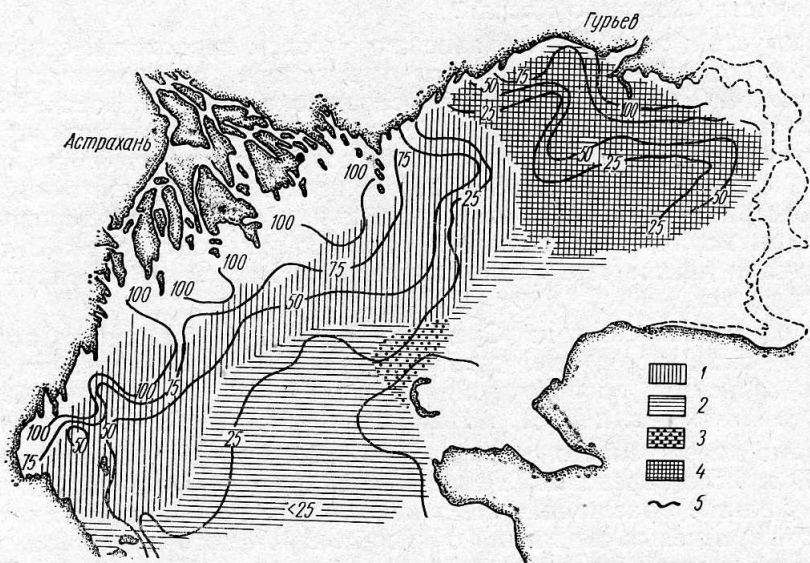
В августе и октябре по сравнению с июнем происходит сокращение района, в котором прослеживается присутствие аллохтонных частиц (см. рис. 14, б, в). В это время основную роль во взвесах большей части вод западной половины Северного Каспия играют живые и отмирающие водоросли северокаспийского фитопланктона и остатки ризосолении, заносимой из Среднего Каспия. Взвеси восточной половины Северного Каспия в августе, как и в июне, характеризовались небольшим количеством живых и отмирающих водорослей. В пробах преобладали легкие аморфные скопления с массой мельчайших минеральных частиц.

Занос ризосолении из Среднего Каспия в восточную половину северной части моря, где, отмирая, эта водоросль образует детрит среднекаспийского происхождения, показали М. С. Кун (1959) для лета и осени 1955 г. и В. Д. Левшакова (1963) для весны 1960 г.

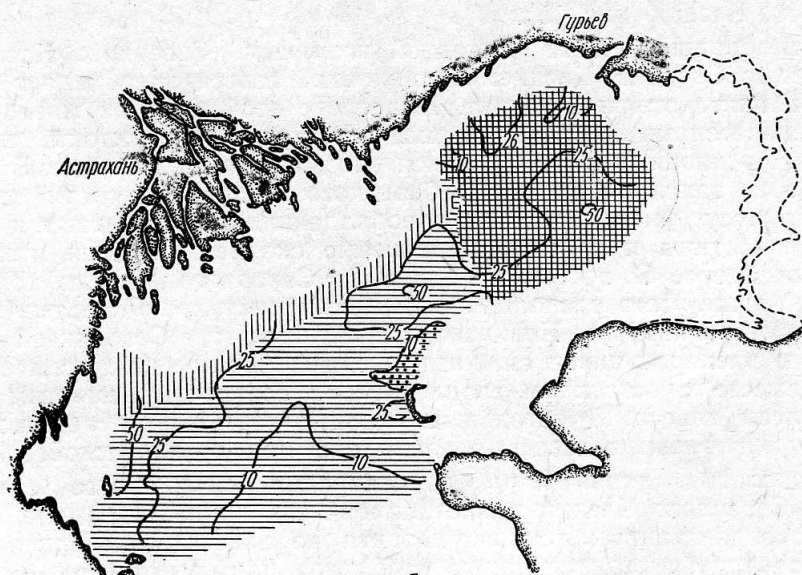
Кроме качественного состава, для проб придонной взвеси в августе 1959 г. было определено процентное отношение (по площади покрытия на фильтре) различных компонентов взвеси: минеральных частиц, плотных коричневых скоплений органо-минерального характера, живых водорослей, частиц планктоногенного детрита с бактериями. Результаты анализа показывают относительное значение планктона и свежего планктоногенного детрита в придонной взвеси разных районов Северного Каспия (рис. 15).

В центральной части западной половины Северного Каспия до границы со Средним Каспием в придонной взвеси преобладает планктон и планктоногенный детрит. На севере этой области много мелириды, скелетономы, афанизомена, остатков зоопланктона, на юге в основном живая и распадающаяся ризосоления, эксuviелла. В западном районе западной половины Северного Каспия, несмотря на высокую биомассу фитопланктона, преобладающими оказываются минеральные частицы и плотные коричневые скопления органо-минерального характера. В восточной половине Северного Каспия только в районе, ближе всего расположенном к морскому краю дельты (свалов Хохлатского, Укатного, Новинского, Маслинского, Севрюжьей косы), живые и распадающиеся сине-зеленые, зеленые и диатомовые водоросли вместе с остатками зоопланктона составили немногим более 50% массы взвеси. В остальных районах восточной половины моря мелкая минеральная взвесь преобладала над органической.

Располагая данными по концентрации взвешенного вещества в воде Северного Каспия и постанционными данными о доле (в %) планктона и планктоногенного детрита во взвесах, мы сделали попытку определить концентрацию «свежего» или «молодого» органического вещества в придонных водах разных районов Северного Каспия. Хорошо представляя, что это не абсолютные величины, мы все же полагали, что относительное представление о районах высокой или низкой концентрации лабильного органического вещества эти материалы дают. Подтверждает это хотя бы наличие, как правило, соответствия между биомассой фитопланктона, определенной счетным мето-



а



б

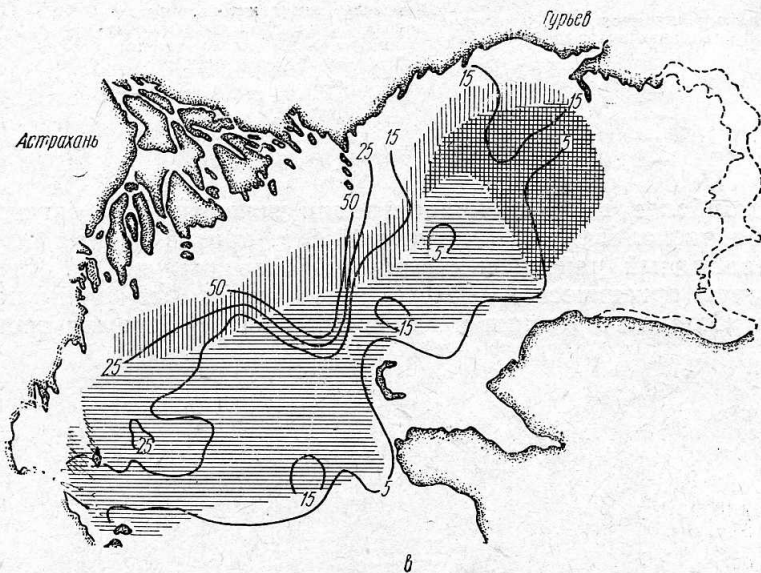


Рис. 14. Распределение взвеси и состав взвешенных частиц в воде Северного Каспия:
а — в июне 1958 г.; *б* — в августе 1959 г.; *в* — в октябре 1957 г.;
 1 — преобладают частицы речного (волжского) происхождения; 2 — преобладают живые и отмирающие водоросли каспийского планктона; 3 — преобладает детрит из zostеры и морской фитопланктон; 4 — детрит и фитопланктон разнородного происхождения с массой мелких минеральных частиц; 5 — изолинии концентрации взвеси в мг/л (по Гершановичу).

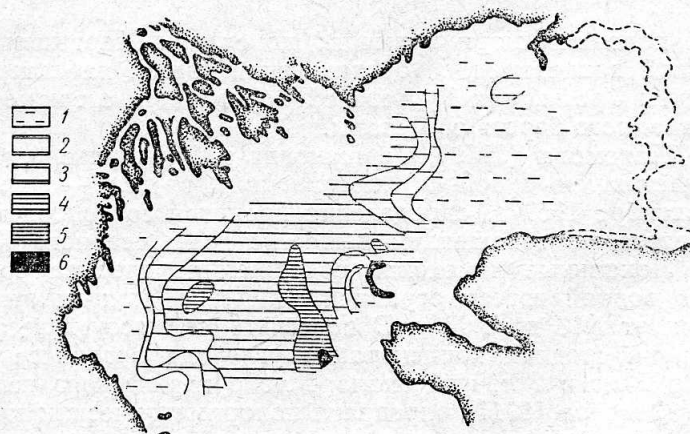


Рис. 15. Изменение доли планктона и планктоногенного детрита в массе придонной взвеси в августе 1959 г. (%):
 1 — меньше 20; 2—20—30; 3—30—50; 4—50—80; 5—80—90;
 6 — больше 90.

дом, и массой фитопланктона, установленной по площади покрытия на фильтре и массе взвеси:

Биомасса фитопланктона, определенная счетным методом	Биомасса фитопланктона, определенная по площади покрытия на фильтре (в %) и массе взвеси (в мг/л) (18 станций)
0—0,10	0,91 (4 станции)
0,11—0,50	2,31 (7 станций)
0,51—1,50	4,48 (4 станции)
1,51—2,50	8,30 (3 станции)

Область наиболее высокой концентрации взвешенного органического вещества располагалась в августе 1959 г. против дельты Волги, захватывала западный район и спускалась языком до о. Чечень (рис. 16). Богаты органической взвесью в это время были воды центральной части Северного Каспия и вдоль северного побережья восточ-



Рис. 16. Количественное распределение планктона и планктоногенного детрита в августе 1959 г. (мг/л).

ной половины моря примерно до свала Мартышечей косы. Более низкой концентрацией органической взвеси характеризовались воды у дельты Урала, над Гурьевской бороздиной, а также прибрежные воды у западного берега о. Кулалы.)

Пахомова (1959), Гершанович и Грундульс (статья опубликована в настоящем сборнике) производили в июне—июле 1957 и 1958 гг. и октябре 1957 г. определение процентного содержания органического углерода во взвешенном веществе вод Северного Каспия.

Локальные изменения содержания углерода органического вещества водной взвеси ограничивались, по данным этих авторов, пределами от 1,13 до 6,65%. В пересчете на массу взвеси соответствующих станций средняя концентрация углерода органических веществ составила 2 мг в 1 л, или около 4 мг органического вещества.

Федосов (1941) определил колориметрическим методом содержание органического углерода в натуральной воде Северного Каспия равным 7,6 мг/л, или около 15 мг/л органического вещества. Если по аналогии с Азовским морем считать, что взвешенное органическое вещество составляет от суммарного в среднем 15%, а максимально — 21% (Дацко, 1959), то концентрация органического взвешенного вещества для 1941 г. составит около 3 мг/л.

Данные Пахомовой (1959), Гершановича и Грундульс по содержанию органического углерода во взвесах, совмещенные с данными этих же авторов по концентрации взвешенного вещества в водах Северного Каспия, дают представление о распределении органических взвешенных веществ в период половодья (в июне — июле) (рис. 17). В этот период, как и в августе, наиболее богаты органической взвесью воды зоны свала против дельты Волги. От Волго-Каспийского канала эта область повышенной концентрации органического взвешенного вещества вклю-

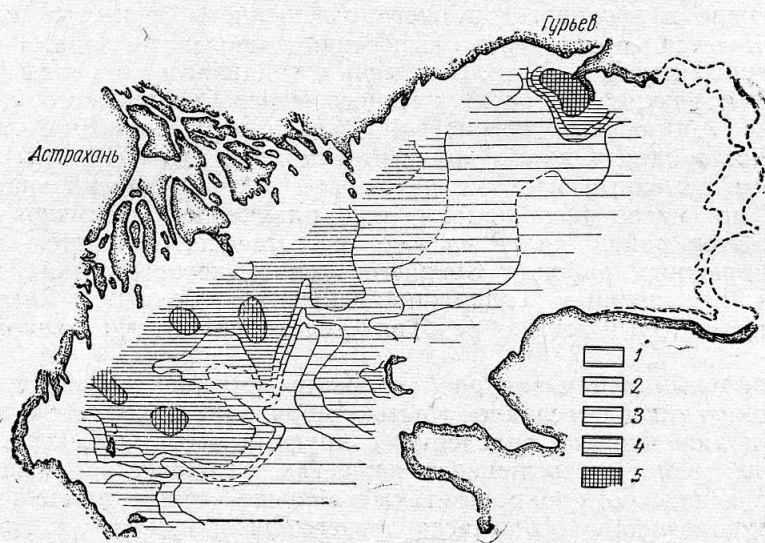


Рис. 17. Распределение органического взвешенного вещества (в $мг/л$) ($S_{орг}$ в июне — июле 1957—1958 г., по данным Пахомовой, Гершановича и Грундульс):

1 — меньше 0,5; 2—0,5—1; 3—1—2; 4—2—5; 5 — больше 5.

нивается вдоль западного берега до о. Тюленьего. Воды восточной половины Северного Каспия, как и в августе, в 2—4 раза содержат меньше органических взвешенных веществ. В отличие от августа в рассматриваемый период весьма высокой (2—5 $мг/л$) концентрацией органической взвеси отличались воды предустьевое пространство Урала в результате выноса аллохтонной органики из реки и дельты. Повышенное содержание органической взвеси наблюдалось также у о. Кулалы, где, как показал микроскопический анализ, большую роль в органической взвеси играет зостера, заросли которой распространены на мелководье у острова.

Суммируя все рассмотренные выше материалы, мы выделили в Северном Каспии 6 характерных районов, отличающихся по количеству и составу придонной взвеси.

Волжский придельтовый район, простирающийся до зоны свалов, характеризуется всегда повышенной концентрацией взвешенных веществ как минеральных, так и органических. В формировании последних ведущая роль принадлежит аллохтонным органическим частицам — пресноводным планктонным и бентическим водорослям, крупным и измельченным остаткам высших растений, которые выносятся из Волги и прилегающего к дельте мелководья. Биомасса фитопланктона высокая. Однако в западной части района (против Главного банка) минеральная взвесь и аморфные коричневые частицы органо-минераль-

ного характера преобладают по массе над фитопланктоном. Против Белинского банка и в восточной части района преобладающая часть взвеси (более 50% по массе) состоит из планктона и планктоногенного детрита. Как показали Осницкая (1956) и Жукова (1955), к району выноса и оседания речных взвесей приурочена наиболее высокая биомасса бактерий в воде и грунте.

Юго-западный район (западнее 48 меридиана) также характеризуется повышенной концентрацией минеральной и органической взвеси. В половодье в органической части взвешенного вещества отчетливо прослеживается присутствие вынесенных волжскими водами водорослей и макрофитного детрита. В межень в придонном слое воды большую биомассу образуют водоросли местного Северо-Каспийского планктона (особенно *Actinocyclus ehrenbergii*, *Skeletonema costatum*, *Aphanizomenon flos-aquae*). Однако крупные (диаметр более 70 мкм), коричневые бесформенные плотные частицы и мелкая минеральная взвесь и здесь по массе преобладают над планктоном, несмотря на его обилие. Этот район далее на юге, естественно, сливается с западным прибрежным районом Среднего Каспия, который также характеризуется повышенным содержанием взвеси, большим количеством планктона, который сильно разбавляется терригенными минеральными частицами.

Центральный район западной половины Северного Каспия от зоны свала до границы со средней частью моря характеризуется, особенно на юге, пониженной по сравнению с другими частями Северного Каспия концентрацией взвешенного вещества. Количество взвешенных частиц органической природы также меньше, чем в придельтовом и юго-западном районах. Биомасса летнего фитопланктона в придонном слое воды здесь довольно высокая, но ниже, чем в соседнем юго-западном районе. В органической части взвеси всегда преобладает планктон и детрит каспийского происхождения. Особенно много здесь живой и отмирающей ризосолении и эксувиеллы, которым принадлежит ведущая роль в образовании биогенной органической взвеси придонных вод Среднего Каспия. Значительную часть минеральной взвеси в этом районе составляли мелкие рыжеватые частицы, представляющие собой, видимо, хлопья гидрата окиси железа. Планктонные водоросли и планктоногенный детрит по массе значительно преобладают над мелкой минеральной взвесью. Воды этого района на юге сливаются с водами северного склона Среднего Каспия, в придонной взвеси которых по массе также преобладает планктон и планктоногенный детрит, при общей невысокой концентрации взвешенного вещества.

Небольшой район, прилегающий к о. Кулалы, отличается от центральной части Северного Каспия количественной бедностью фитопланктона придонного слоя и преобладанием в органической части взвеси остатков высшей растительности (по-видимому, зостеры).

Воды Уральского придельтового района в половодье характеризуются высоким содержанием взвеси и довольно высоким содержанием органического вещества (статья Гершановича и Грундульс опубликована в настоящем сборнике), по-видимому аллохтонного характера. В межень концентрация взвеси понижается и составляет менее 10 (август) и 15 мг/л (октябрь). Фитопланктона здесь мало, биомасса весной менее 50 мг/л (Левшакова, 1963). По массе в придонной взвеси преобладают минеральные частицы, аморфные бесцветные и коричневые скопления. Из водорослей чаще, чем в других районах, встречены *Pleurosigma elongatum*, *Navicula* sp., *Synedra* sp. В водах остальной части восточной половины Северного Каспия, включая Уральскую бороздину, содер-

жание взвеси не превышает 24 мг/л, часто меньше. Только прибрежные воды вдоль северного берега, где сказывается влияние Волги и Урала, характеризуются относительно более высоким содержанием взвешенных органических веществ. При этом летом планктон и планктоногенный детрит составляют по массе около 50% взвеси. В придонных водах Уральской бороздины мельчайшие частицы карбоната кальция составляют основную массу придонной взвеси. Концентрация органических частиц в этих водах низкая. Органическая взвесь в значительной части состоит из аморфного детрита разнородного происхождения. Она обра-

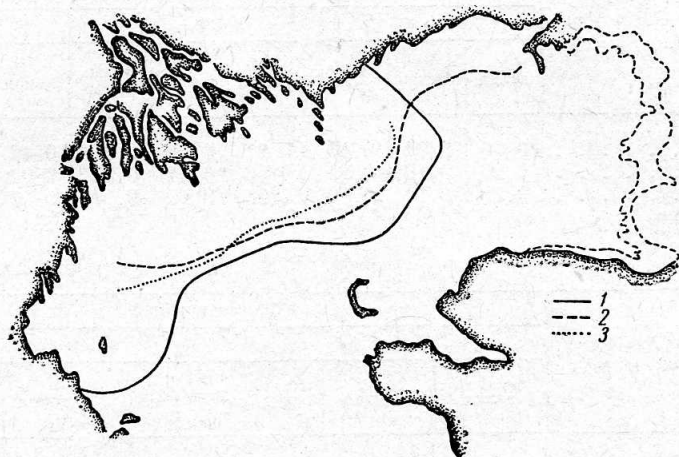


Рис. 18. Граница распространения аллохтонных органических взвешенных частиц:
1 — в июне 1958 г.; 2 — в октябре 1957 г.; 3 — в августе 1959 г.

зается из взвесей, выносимых Уралом, планктонных водорослей и детрита, приносимых из западной половины Северного Каспия, местного фитопланктона и остатков ризосолений, которая иногда в значительном количестве проникает в восточную половину моря вместе с солеными среднекаспийскими водами. Поступление волжской взвеси в восточную половину Северного Каспия зависит от общей массы опресненных и обогащенных питательными веществами вод, поступающих в восточную половину из западной, что определяется величиной стока Волги в Северный Каспий и ветровым режимом.

Естественно, что при большой гидродинамической активности, характерной для северной части Каспия, границы намеченных районов подвижны. Однако сезонная и годовая их изменчивость не нарушает коренным образом схемы районирования, что можно продемонстрировать на примере изменения границы области распространения аллохтонных взвешенных частиц в Северном Каспии (рис. 18).

ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВОДНОЙ ВЗВЕСИ В СРЕДНЕМ КАСПИИ

Источники формирования органической взвеси. В образовании биогенной взвеси в Среднем Каспии основную роль играет фитопланктон. Из фитопланктона же в открытых частях моря формируется, в основном, органический материал осадков (Вебер, 1956).

Пробы сетного планктона в апреле, июне и октябре на 90—98% состояли из ризосолении (*Rhizosolenia calcar avis* Schultze). Наиболее высокая биомасса ризосолении отмечена в апреле, в июне она понизилась в 6 раз. Новое, менее интенсивное, чем весной, развитие ризосолении наблюдалось в октябре (табл. 8).

Таблица 8

Биомасса (сухая масса) ризосолении в Среднем Каспии в слое 0—200 м (в мг/л), по данным сетных проб (1962 г.)

Месяц	Зоны глубин, м								
	до 20			20—50			50—100		
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
Апрель	0,16	0,02	0,10	0,27	0,16	0,21	0,42	0,49	0,46
Июнь	0,26	0,10	0,19	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03
Октябрь	0,13	0,14	0,13	0,08	0,11	0,09	0,07	0,12	0,10

Продолжение табл. 8

Месяц	Зоны глубин, м					
	100—200			[среднее до 200		
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
Апрель	0,39	0,53	0,49	0,30	0,33	0,32
Июнь	0,01	0,02	0,02	0,07	0,04	0,05
Октябрь	0,07	0,07	0,07	0,09	0,11	0,10

Существование двух максимумов (майского и октябрьского) в развитии ризосолении отмечала также Кун (1965), которая анализировала сетные пробы планктона за 1960 г.

В апреле 1962 г. (рис. 19) цветение ризосолении происходило в северной части Среднего Каспия над глубинами от 20 до 200 м, менее мощные ветви цветения простирались на юг над глубинами 50—200 м вдоль западного и восточного склона. На мелководных прибрежных станциях, так же как и в южных частях Каспия, количество фитопланктона заметно уменьшалось. Такое распределение биомассы ризосолении объясняется, видимо, более поздним наступлением весны в северной части Среднего Каспия и вообще более резко выраженной здесь сезонностью химических и биологических процессов (Бруевич, 1937). Вероятно, немалое значение имеет также обмен с богатыми питательными веществами водами Северного Каспия. Бедность фитопланктоном прибрежных районов, видимо, объясняется значительной подвижностью вод на мелководье, а у западного берега и повышенной мутностью.

В июне повышенная биомасса ризосолении наблюдалась лишь на участке Аграханская коса — Махачкала, в остальных районах ризосолении было одинаково мало. Много ризосолении в северо-западной части Среднего Каспия было в октябре. Повышенная ее биомасса наблюдалась также в водах восточной ветви кругового течения над глубинами 100—200 м. Воды юго-восточной части Среднего Каспия в октябре, так же как в июне и апреле, бедны ризосолений.

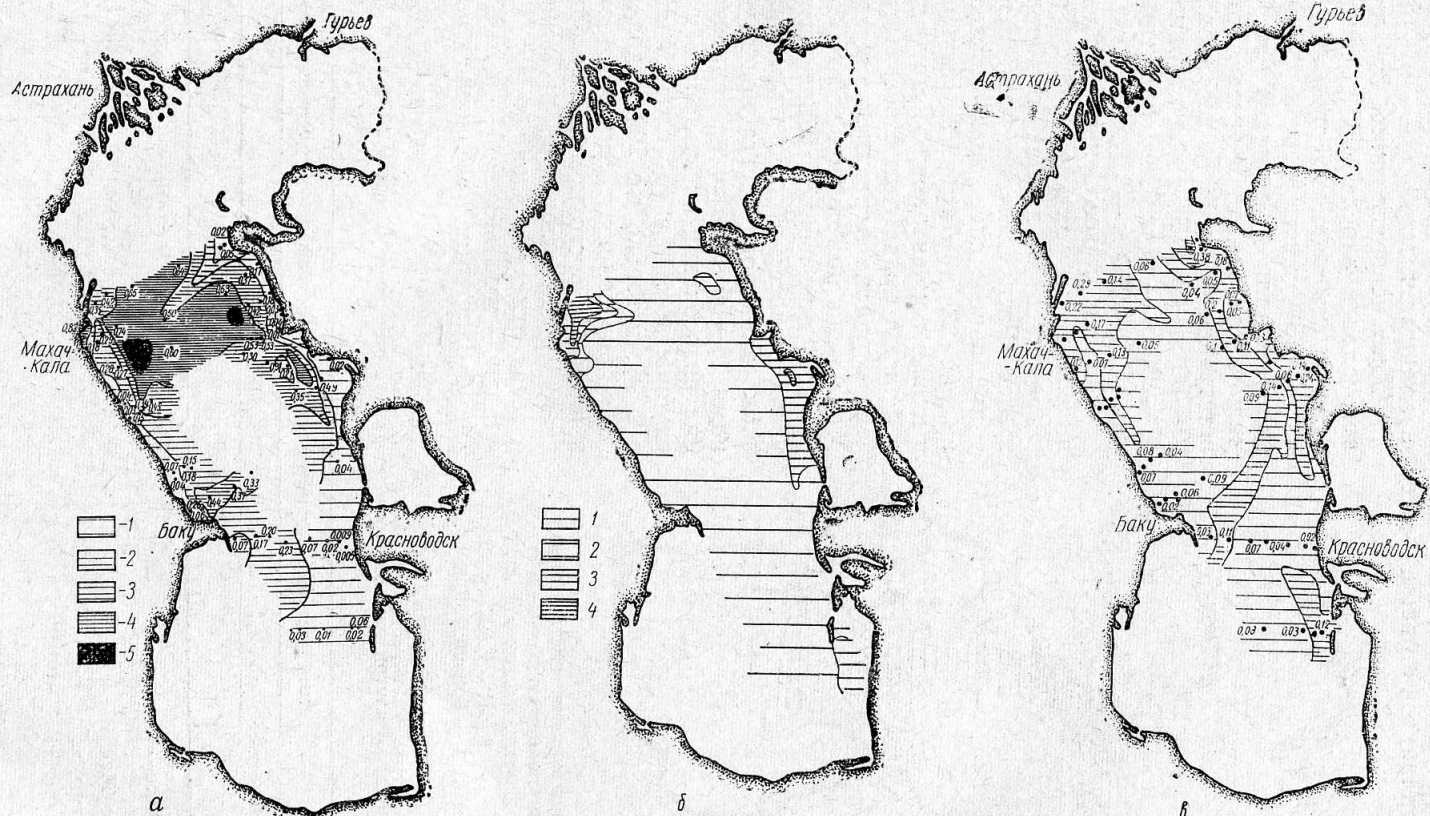


Рис. 19. Распределение сестона (ризосолени) в слое 0—50 м (мг сухого вещества в 1 л):
а — апрель; *б* — июнь; *в* — октябрь; 1 — меньше 0,1; 2—0,1—0,3; 3—0,3—0,5; 4—0,5—0,9; 5 — больше 0,9.

Так как весной основу фитопланктона составляет ризосоления, которая хорошо улавливается сетями, то по весу сестона можно судить о доле фитопланктона в общей массе взвешенных частиц.

Для поверхностного 50-метрового слоя в апреле 1962 г. ризосоления составляла по станциям от 0,5 до 32% массы взвеси. Средние величины для глубин до 20 м равнялись для запада и востока соответственно 0,9 и 2,6%, на глубинах 21—50 м — 6 и 7%, над глубинами 51—100 м — 14 и 17%, над глубинами 101—200 м — 12 и 23%.

Клетки ризосоления, особенно в апреле и октябре, постоянно встречались в пробах придонной взвеси. Распределение ризосоления в придонном слое воды показано на рис. 20 и в табл. 9. Наиболее высокая концентрация клеток ризосоления в придонных взвесях отмечена в районе Аграханская коса — Махачкала на глубинах до 50 м. Область повышенной концентрации узкой полосой протянулась далее вдоль западного берега над глубинами 20—50 м. Высокая концентрация ризосоления наблюдалась и на глубине до 100 м (6—7 тыс. клеток в 1 л), и только на 200 м количество ризосоления заметно понижается. На восточном склоне более всего ризосоления в придонных взвесях отмечено в районе мыс Сагындык — мыс Меловой — мыс Песчаный. При этом повышение содер-

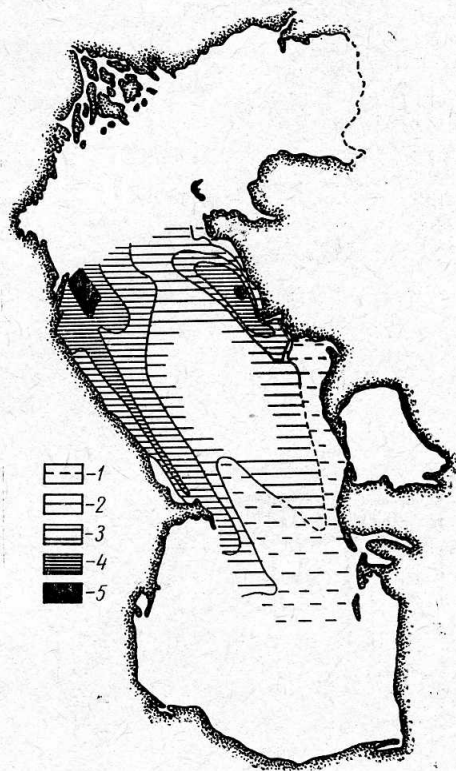


Рис. 20. Концентрация клеток ризосоления в придонном слое воды в апреле 1962 г. (тыс. клеток в 1 л):
1 — меньше 1; 2 — 1—5; 3 — 5—10;
4 — 10—20; 5 — больше 20.

Таблица 9

Количество клеток ризосоления в придонном слое воды в апреле 1962 г. (тыс. клеток в 1 л)

Разрез	Западная часть Среднего Каспия					Восточная часть Среднего Каспия				
	Глубина, м									
	10	25	50	100	200	200	100	50	25	10
Аграханская коса— мыс Урдюк . . .	17,0	24,9	5,7	—	—	—	—	2,9	0,6	0,2
Изберг — мыс Меловой	8,2	Нет данных	10,2	5,0	—	2,7	19,2	21,1	2,6	0,5
Киязи — бухта Кендерли	1,5	То же	10,5	7,1	0,9	3,0	2,1	8,1	7,0	0,15
О-в Огурчинский	—	—	—	—	—	0	0	Нет данных	0,3	0,6

жания ризосолении отмечено на глубинах от 20 м и более, самые прибрежные станции бедны ризосолений. В районе о-ва Огурчинского и над Апшеронским порогом ризосолении в придонных водах мало. Таким образом, накопление ризосолении в придонных слоях в апреле 1962 г. происходило в местах, лежащих в области наибольшей ее вегетации. Однако районы цветения и накопления ризосолении в придонном слое не всегда совпадают, что обусловлено особенностями рельефа и гидродинамических условий. Северо-западное побережье Среднего Каспия, где повышенная вегетация ризосолении отмечена и в июне и октябре, является и районом ее накопления в придонных взвесах.

Наибольшее накопление клеток ризосолении на станциях восточного склона отмечено на глубинах от 25 до 100 м, на западном склоне на глубинах от 10 до 100 м. Заметно уменьшается количество клеток ризосолении на глубинах более 100 м как на восточном, так и на западном склоне.

В летних пробах взвеси из живых планктонных водорослей преобладали перидинеи и особенно эксувиеллы. Количество клеток эксувиеллы в придонном слое воды изменяется с глубиной и по районам (табл. 10, рис. 21).

Высокая концентрация эксувиеллы в придонных взвесах как на западе, так и на востоке ограничена глубиной до 50 м, т. е. нижней границей зоны фотосинтеза. Глубже 50 м количество эксувиеллы в придонном слое резко уменьшается, однако небольшое количество клеток эксувиеллы с содержимым обнаружено вплоть до глубины 200 м. Отмечено также, что в придонных

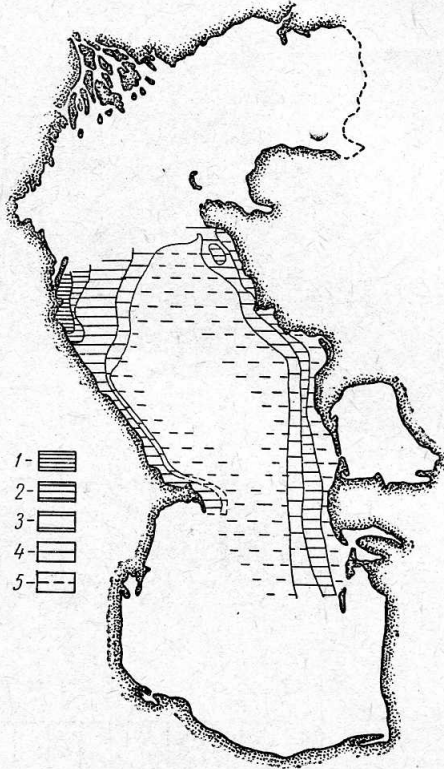
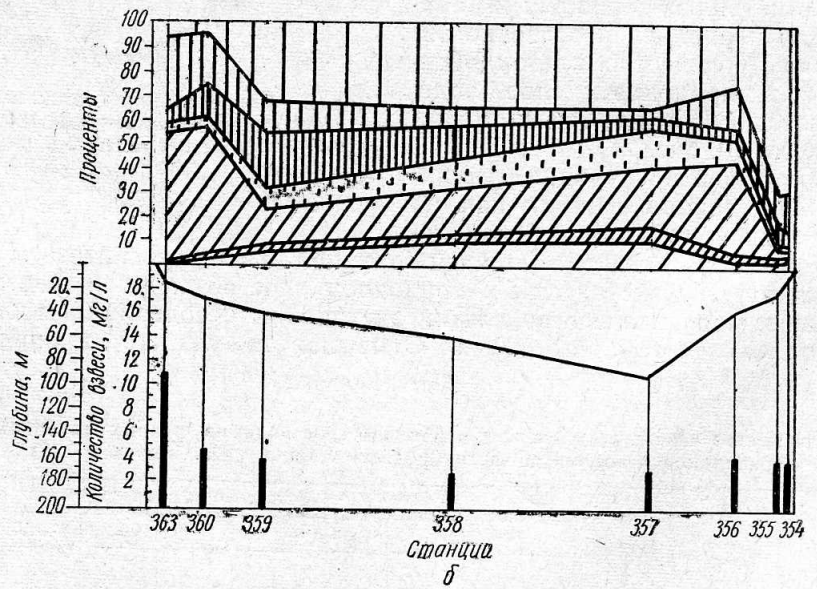
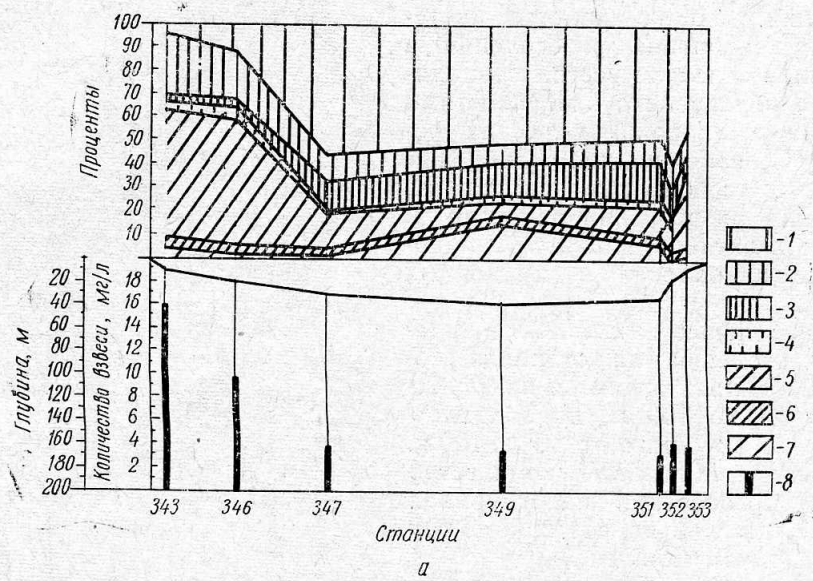


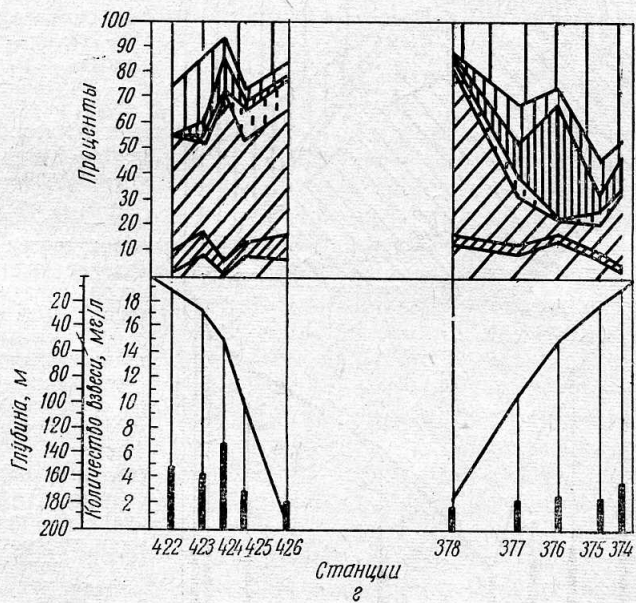
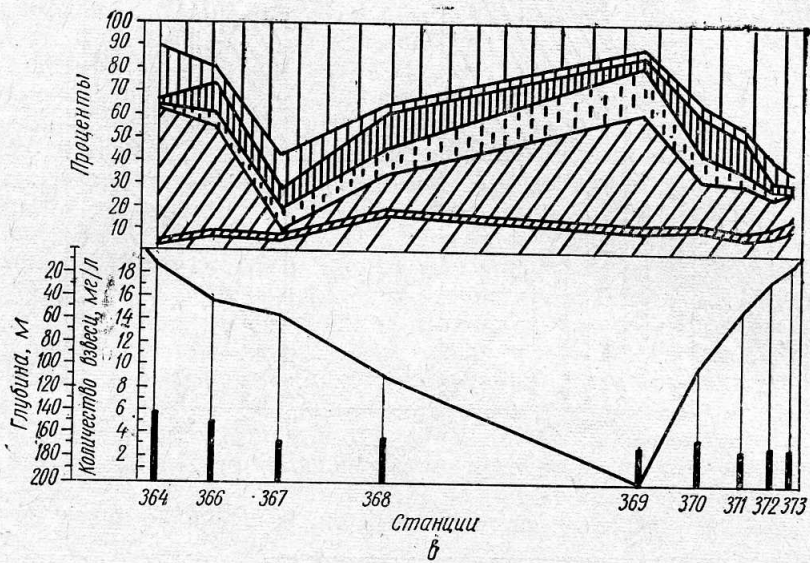
Рис. 21. Концентрация клеток эксувиеллы в придонном слое воды летом (VI—X) 1962 г. (тыс. клеток в 1 л): 1 — больше 1000; 2—500—1000; 3—100—500; 4—50—100; 5 — меньше 50.

Таблица 10

Количество клеток эксувиеллы в придонном слое воды на разных глубинах западной и восточной части Среднего Каспия (тыс. клеток в 1 л)

Месяц	Зоны глубин, м							
	до 20		20—50		50—100		100—200	
	запад	восток	запад	восток	запад	восток	запад	восток
Июнь	147,1	79,8	158,1	98,6	38,0	42,7	3,8	2,7
Август	990,7	45,5	229,3	29,5	32,8	12,3	7,3	1,9
Октябрь	1103,2	76,1	180,9	125,0	25,1	11,9	1,0	1,6
Июнь — октябрь	747,0	67,1	189,4	84,4	32,0	22,3	4,0	2,1





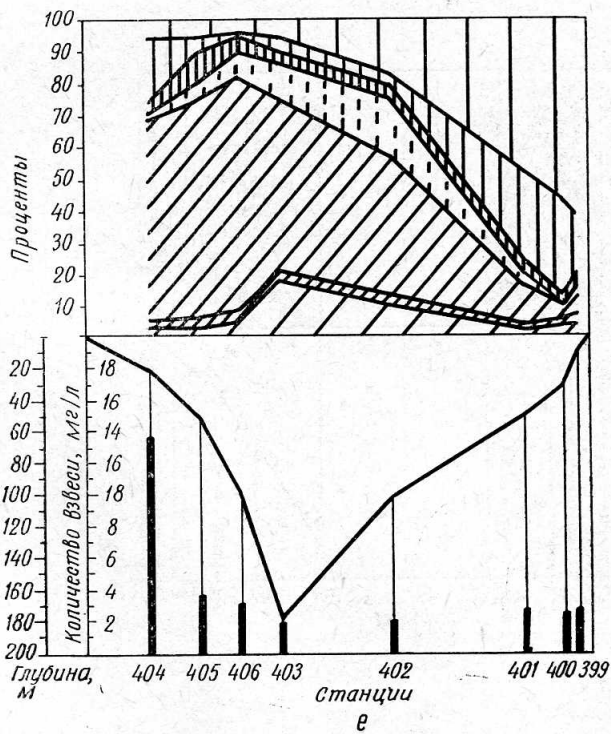
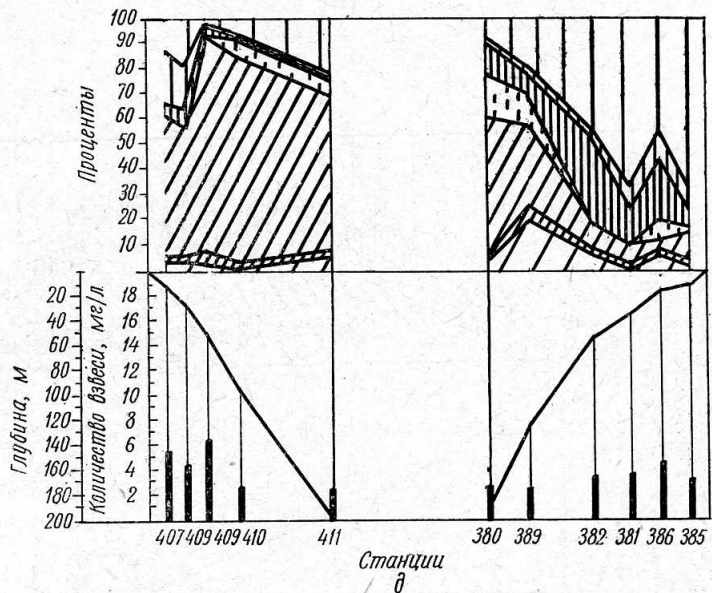


Рис. 22. Состав придонной взвеси в разных районах Среднего Каспия (по данным микроскопического анализа за IV—II): а — Коса Аграханская — мыс Урдюк; б — Махачкала — мыс Сагындык; в — Изберг — мыс Меловой; г — Дербент — мыс Песчаный; д — Киязи — б. Кендерли; е — Остров Жилой — мыс Куули; 1 — планктоногенный детрит (распадающиеся водоросли, остатки зоопланктеров), бактерии; 2 — целые клетки мелких планктонных водорослей (эксивелла, талассиозира и другие); 3 — целые клетки крупных планктонных диатомовых (главным образом ризо-соления, косцинодискус); 4 — пустые створки и оболочки планктонных водорослей; 5 — мелкая минеральная взвесь; 6 — крупные песчинки; 7 — плотные коричневые образования разнообразной формы; 8 — концентрация взвеси у дна в мг/л.

водах западного склона концентрация эксuviеллы значительно выше, чем на соответствующих глубинах восточной половины Среднего Каспия. Особенно много эксuviеллы в прибрежных водах западного склона, что соответствует характеру распределения летнего фитопланктона в Среднем Каспии (Смирнова, 1949). Наиболее богаты эксuviеллой придонные воды в районе Аграханская коса — Махачкала и южнее почти до Изберга (см. рис. 21). Повышенные концентрации эксuviеллы наблюдаются также по всему западному побережью до Апшерона. Воды Апшеронского порога бедны эксuviеллой. В придонном слое воды восточной части Среднего Каспия эксuviелла распределена равномерно, ее концентрация закономерно уменьшается с возрастанием глубин.

Таким образом, прибрежные воды западной половины Среднего Каспия характеризуются не только высоким содержанием взвеси в придонном слое, но и высокой концентрацией планктонных водорослей (ризомеллии, эксuviеллы) во взвесах. Особенно типичным в этом отношении является район от Аграханской косы до Махачкалы на глубине до 40 м. Более узкой полосой зона повышенного содержания взвешенных веществ и высокой концентрации планктонных водорослей тянется вдоль западного побережья до Апшеронского полуострова. Придонные воды восточной половины Среднего Каспия характеризуются более низким, чем на западе, содержанием взвешенных веществ и меньшей концентрацией планктонных водорослей, особенно эксuviеллы.

Характеристика придонной взвеси разных районов Среднего Каспия. Средние данные по результатам микроскопического анализа придонной взвеси за апрель — февраль по отдельным разрезам приведены на рис. 22.

Разрез коса Аграханская — мыс Урдюк. Станции западного побережья на глубине 10—20 м характеризуются высоким (16—10 мг/л) содержанием взвешенных веществ в придонном слое воды. Уже на 30 м (станция 347) количество взвеси резко падает до 4 мг/л и колеблется в пределах 3—4 мг/л на станциях, лежащих далее на восток.

Высокое содержание взвеси на прибрежных станциях западного склона обусловлено большим количеством (больше 60%) минеральных, видимо терригенных, частиц, содержание которых в придонных водах резко уменьшается (до 20%) по мере продвижения с запада на восток. Все станции этого разреза характеризуются высоким содержанием в придонном слое воды клеток планктонных водорослей, что соответствует представленным выше данным прямого учета ризомеллии и эксuviеллы. Несколько уменьшается количество планктонных водорослей на самых мелководных станциях восточного склона. Здесь органическая часть взвешенного вещества состоит преимущественно из мелкого планктоногенного детрита (распадающаяся ризомеллия) и бактерий. Планктоногенный детрит составляет около 50% взвеси на всех почти станциях этого разреза. Только на мелководье у Аграханской косы относительное его значение уменьшается из-за разбавления терригенным материалом.

Разрез Махачкала — мыс Сагындык. Самые западные прибрежные станции также характеризуются повышенным содержанием взвешенных веществ. В восточной части разреза количество взвеси не превышает 4 мг/л, а в средней его части на глубине 60—80 м понижается до 2,8—3 мг/л.

Как и на предыдущем разрезе, повышенное содержание взвеси на западных прибрежных станциях обусловлено большим количеством минеральных частиц. Придонные взвеси этих прибрежных районов, как и на последующих станциях до глубины 60 м, характеризуются высо-

ким содержанием клеток живых* планктонных водорослей, что подтверждают и данные прямого учета. Количество их заметно уменьшается по мере возрастания глубины до 90 м и одновременно увеличивается количество пустых створок ризосоления и косцинодискуса. С продвижением к восточному побережью количество живых* водорослей увеличивается, а количество створок и обломков падает. На самых прибрежных станциях восточного склона на глубине до 20 м живых водорослей меньше, чем на глубине 40 м. Органическая часть взвеси состоит здесь из мелкого планктоногенного детрита и бактерий.

Разрез пос. Изберг — мыс Меловой. Так же как и на двух более северных разрезах, на прибрежных станциях западной части этого разреза содержание взвешенных веществ в придонных водах повышенное (до 6 мг/л). По мере увеличения глубины оно понижается и доходит до 3 мг/л на 200 м. Станции восточной половины разреза характеризуются невысоким содержанием взвешенных веществ (2,8—3 мг/л). На западных прибрежных станциях во взвесах преобладают минеральные частицы, но уже на глубине около 50 м их количество резко падает и взвеси состоят из планктонных водорослей и планктоногенного детрита. С возрастанием глубины до 100 и 200 м увеличивается в придонной воде количество прозрачных аморфных частиц, мельчайшей минеральной взвеси и пустых створок диатомей. Одновременно уменьшается содержание целых клеток планктонных водорослей, сначала эксuviеллы (на 100 м), а затем и ризосоления (на 200 м).

На восточном склоне имеет место обратная картина — с уменьшением глубины возрастает количество клеток водорослей (ризосоления, эксuviеллы, других перидиней) и свежего планктоногенного детрита, а содержание аморфных прозрачных частиц и минеральной взвеси уменьшается. Как и на предыдущих разрезах, на самых мелководных станциях восточного склона (10—20 м) целых клеток ризосоления меньше, чем на глубине 50 и 100 м. Преобладает здесь мелкий планктоногенный детрит с бактериями.

Разрез Дербент — мыс Песчаный. Западный склон у Дербента характеризуется крутизной и быстрым нарастанием глубины. Количество придонной взвеси уменьшается от 5 мг/л в прибрежье до 2 мг/л на глубине около 200 м. Максимум содержания взвеси постоянно отмечался на 50 м.

Все станции Дербентского разреза независимо от глубины характеризовались высоким (55—75%) содержанием минеральной взвеси и прозрачных аморфных частиц.

На глубине до 50 м отмечено большое количество живых планктонных водорослей (особенно эксuviеллы), с увеличением глубины до 100 и 200 м их количество резко уменьшалось, а количество пустых створок диатомовых (ризосоления) возрастало.

На разрезе от мыса Песчаного по содержанию и составу взвеси получена картина, типичная для восточного склона. Содержание взвеси в придонных водах здесь меньше, чем на Дербентском разрезе (2—3,8 мг/л), количество взвешенных веществ уменьшается с возрастанием глубины. На глубинах до 50 м взвеси преимущественно состоят из целых клеток планктонных водорослей, свежего планктоногенного детрита и бактерий. С увеличением глубины до 200 м уменьшается доля планктона и планктоногенного детрита и около 80% падает на минеральную взвесь и бесцветные аморфные частицы. Как и на других раз-

* Здесь и всюду под словом «живые» подразумеваются целые клетки водорослей с сохранившимся клеточным содержимым.

резах восточного склона, наибольшее количество ризосолении с сохранившимся клеточным содержанием отмечено на глубине 50 м.

Разрез Киязинская Коса — бухта Кендерли — мыс Ракушечный. Картина, полученная на разрезе от косы Киязинской по содержанию взвешенных веществ в придонной воде на разных глубинах и по составу взвеси сходна с картиной на Дербентском разрезе. Количество взвеси на глубине до 50 м колеблется от 6,5 до 4,5 мг/л с максимумом на 50 м и уменьшается до 2,5 мг/л на 200 м. В составе взвешенных веществ преобладают (от 60 до 90%) минеральная взвесь и бесцветные аморфные частицы. На прибрежных станциях (10 и 25 м) около 20% взвеси составляют планктонные водоросли, особенно эксувиеллы из перидиней. Уже на 50 м и глубже количество их резко падает и возрастает содержание пустых створок и обломков клеток ризосолении и других диатомей.

В районе бухты Кендерли и мыса Ракушечного получена картина, типичная для восточного склона Среднего Каспия. В прибрежье до глубины 50 м взвеси состоят из целых клеток планктонных водорослей и планктоногенного детрита, при этом наиболее высокая концентрация ризосолении отмечена на глубине 20—50 м. На глубине 100 и 200 м количество живых водорослей и свежего планктоногенного детрита уменьшается, одновременно увеличивается содержание пустых створок диатомовых (ризосолении, косцинодискуса) и минеральных частиц. Общее содержание взвешенных веществ на соответствующих глубинах восточного склона меньше, чем на западе.

Разрез о-в Жилой — мыс Куули. Совершенно аналогичная картина состава взвеси и ее количества получена на разрезе о-ва Жилой — мыс Куули. В западной части этого разреза придонные воды богаче взвешенными веществами, чем на востоке. Большая часть придонной взвеси состоит из минеральных частиц, здесь относительно мало планктона и планктоногенного детрита, особенно на глубинах около 50 м. В восточной части разреза содержание минеральной взвеси уменьшается и возрастает значение планктонных водорослей и планктоногенного детрита. Пустые створки диатомовых преобладают на глубинах 100 и 200 м, в прибрежных районах (до 50 м) их заменяют живые водоросли.

Разрез от Бакташа. Преобладание во взвесьях мелкого планктоногенного детрита, водорослей и бактерий при общем невысоком (2—2,5 мг/л) содержании взвешенных веществ отмечено на разрезе от Бакташа. При этом в отличие от расположенных севернее разрезов, планктон и планктоногенный детрит преобладают здесь по массе в придонных взвесьях даже на глубине 100 м.

Разрез от северной оконечности острова Огурчинского. Несколько иную картину мы получили на восточном склоне Южного Каспия. Здесь на всех станциях, включая прибрежные, около 40—50% взвеси составляли минеральные карбонатные частицы. На глубинах до 50 м, кроме того, много живых водорослей, причем все сезоны преобладающей была эксувиелла. На глубинах 100 и 200 м водорослей мало и преобладал мелкий планктоногенный детрит с массой бактерий и минеральная взвесь.

Таким образом, придонные воды западной и восточной части Среднего Каспия отличаются не только по количеству взвеси, но и по ее составу. Придонные взвеси западных районов характеризуются большим количеством минеральных терригенных частиц, которые преобладают, несмотря на высокую концентрацию водорослей (ризосолении, эксувиеллы и других). В восточных районах взвеси состоят из планктонных водорослей и планктоногенного детрита и относительно мень-

шего количества минеральных частиц. Особенно резко по своему составу отличаются придонные взвеси западных и восточных прибрежных районов до 50-метровой изобаты. Различия между западной и восточной частью Среднего Каспия в составе взвешенных веществ на глубинах 100 и особенно 200 м сглаживаются, хотя на Востоке и на этих глубинах доля планктоногенного детрита все же относительно несколько большая (табл. 11). На этих глубинах в придонной взвеси преобла-

Таблица 11

Содержание планктона и планктоногенного детрита в придонной взвеси на разных глубинах в западных и восточных районах Среднего Каспия (%)

Месяц	Зоны глубин, м								
	до 20			20—50			50—100		
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
1962 г.									
Апрель	16,0	92,2	50,0	38,8	90,0	63,8	21,3	78,9	58,3
Июнь	45,1	81,4	63,1	34,9	57,7	46,0	13,4	49,1	36,3
Август	63,2	74,9	68,4	56,0	81,1	68,3	20,2	52,1	40,7
Октябрь	51,1	52,4	52,8	26,3	69,6	47,4	12,4	55,4	40,0
1963 г.									
Февраль	4,1	79,2	37,6	32,1	77,7	54,4	18,7	48,8	38,0
Среднее	36,3	76,0	54,0	37,6	75,2	56,0	17,2	56,9	42,7

Продолжение табл. 11

Месяц	Зоны глубин, м					
	100—200			Среднее до 200		
	запад	восток	среднее	запад	восток	среднее
1962 г.						
Апрель	31,4	39,8	37,2	28,7	75,4	55,2
Июнь	25,3	34,8	32,0	30,5	52,8	43,1
Август	25,0	24,4	24,6	44,9	57,9	52,2
Октябрь	1,6	28,4	20,4	25,5	53,4	41,3
1963 г.						
Февраль	7,9	14,5	12,5	19,9	54,1	39,3
Среднее	18,2	28,4	25,4	29,9	58,8	46,2

дают минеральные, прозрачные аморфные частицы, пустые створки диатомовых и оболочки клеток сине-зеленых. Свежие органические остатки представлены мелким планктоногенным детритом с большим коли-

чеством бактериальной взвеси. На всех разрезах отмечено также, что клетки ризосолинии с сохранившимся клеточным содержимым проникают на большую глубину (до 100 и 200 м), тогда как высокая концентрация эксувиеллы и некоторых других мелких перидиней имеет место только в прибрежных районах до глубин около 50 м.

Область преобладания планктона и планктоногенного детрита (более 50% взвеси) охватывает воды восточного и северного склона на глубинах до 50—100 м. В западной части северного склона эта область довольно хорошо совпадает с границей зоны пылеватого песка с ракушей. Далее на запад с глубин 40—30 м относительная доля планктона и планктоногенного детрита в придонных взвесах заметно падает и вдоль всего западного побережья и на Апшеронском пороге не превышает 40%. Как на востоке, так и на западе на глубинах более 100 м планктоногенный детрит составляет не более 20—30% (рис. 23).

Область преобладания в придонной взвеси планктона и свежего планктоногенного детрита хорошо совпадает с областью повышенного содержания органического углерода в алевритово-пелитовой фракции (меньше 0,1 мм) поверхностного слоя осадка (рис. 24). Как правило, существует соответствие между содержанием планктона и планктоногенного детрита в придонной взвеси и содержанием органического углерода в самом поверхностном слое осадка (наилке). Обычно районы повышенного содержания органического углерода в наилке соответствуют районам пониженной аккумуляции в донных отложениях мелкозернистых фракций (рис. 25). Полученная нами картина содержания органического углерода в поверхностном слое осадка существенно отличается от карты распределения органического углерода в осадках Каспийского моря, составленной А. С. Пахомовой (1961). Пахомова, исследовавшая верхний 5-сантиметровый слой грунта, получила закономерную картину возрастания концентрации органического вещества при переходе от грубозернистых осадков прибрежных зон к более тонкозернистым отложениям глубоководных частей моря.

Мы же анализировали наилок, который образуется на границе грунт — вода из частиц придонной взвеси вследствие прямого оседания последних или путем осаждения их в результате фильтрационной деятельности моллюсков.

Представленные карты (см. рис. 23—25) позволяют заключить, что над зоной жестких грунтов восточного и северного склона, где поступление в донные осадки мелкого обломочного материала незначительно, в придонном слое воды и на поверхности грунта накапливается небольшое количество мелких частиц с высокой концентрацией органиче-

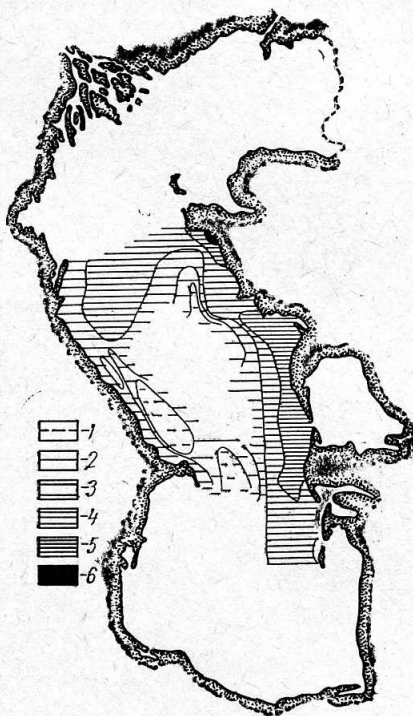


Рис. 23. Изменение доли планктона и планктоногенного детрита в массе придонной взвеси (средние данные за IV—II в %):

- 1 — меньше 20; 2—20—30;
3—30—50; 4—50—80; 5—80—90;
6 — больше 90.

ского вещества. В прибрежных водах западного побережья, в зонах, благоприятных для оседания тонкозернистых частиц, органическое вещество планктона сильно разбавляется мелкой минеральной взвесью, вследствие чего содержание органического вещества в придонной взвеси и в поверхностном слое осадка понижается.

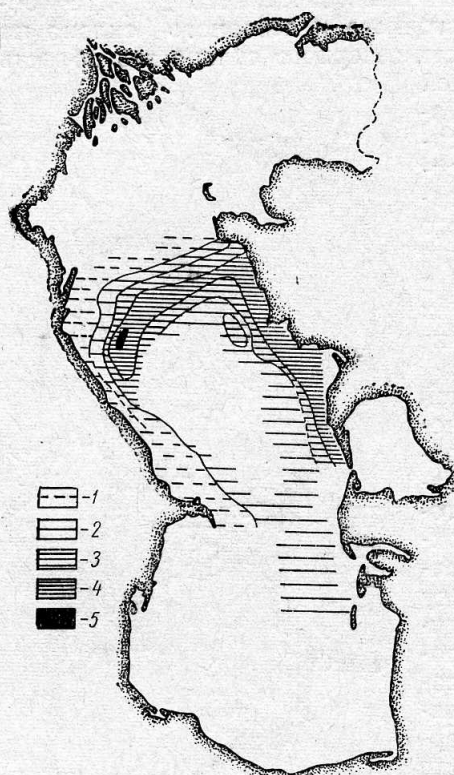


Рис. 24. Содержание органического углерода ($C_{орг}$ в %) в поверхностной пленке донных отложений (частицы меньше 0,1 мм):
1—1—3; 2—3—5; 3—5—7; 4—7—9;
5 — больше 9.

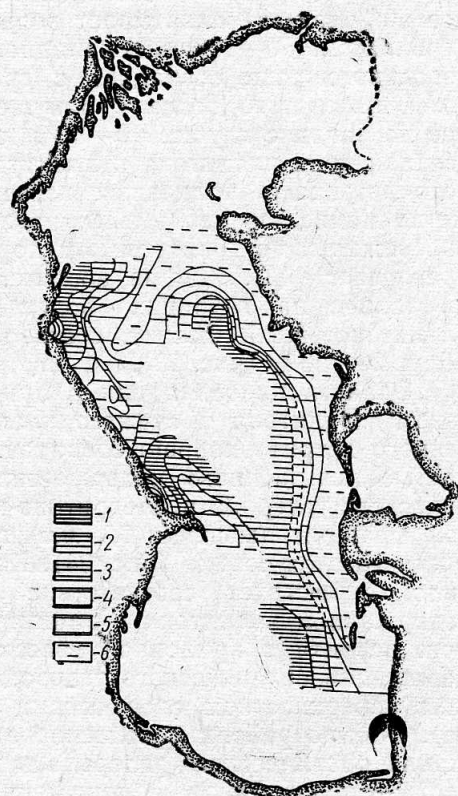


Рис. 25. Содержание частиц меньше 0,1 мм в верхнем слое грунта (%):
1 — больше 90; 2—70—90; 3—50—70;
4—30—50; 5—10—30; 6 — меньше 10.

С возрастанием глубины до 200 м на восточном склоне содержание органического углерода несколько понижается вследствие уменьшения поступления свежего планктона и планктоногенного детрита и аккумуляции мелкой карбонатной и терригенной взвеси. На западном склоне с увеличением глубины содержание органического углерода повышается, что, вероятно, обусловлено осаждением более мелкой минеральной взвеси вместе с адсорбированными растворенными и коллоидальными фракциями органического вещества.

Судя по составу придонной взвеси, можно полагать, что поверхностный слой осадков прибрежных районов восточного и северного склона Среднего Каспия характеризуется не только высокой концентрацией органического вещества, но и высоким содержанием легкоусвояемых компонентов органики. В органическом веществе зоны илистых отложений на глубине более 100 м, видимо, относительно больше содержится преобразованного органического вещества.

Сезонные изменения в составе взвеси. Наиболее резко сезонные изменения в составе взвеси обнаружались в прибрежных районах западной половины Среднего Каспия. Летом на этих прибрежных станциях в придонной взвеси относительно увеличилось количество планктонных водорослей (перидиной в основном) и меньше было минеральных частиц, которые составляли основную часть взвеси зимой (табл. 12). В остальных районах общий характер состава взвешенного

Т а б л и ц а 12

Сезонные изменения состава взвеси на прибрежных станциях западного склона Среднего Каспия

№ станции	Глубина, м	Месяц	Состав взвеси, %		
			минеральные и коричневатые аморфные частицы	живые водоросли	планктонный детрит, бактерии
343	10	Апрель	83,7	4,9	11,4
		Июнь	87,9	9,8	2,3
		Август	40,6	57,1	2,3
		Октябрь	32,2	63,9	3,9
		Февраль	92,8	6,9	0,3
346	19	Апрель	65,8	9,9	24,3
		Июнь	85,9	8,0	6,1
		Август	34,0	61,1	4,9
		Октябрь	51,5	34,0	14,5
		Февраль	96,9	0,8	2,3
363	14	Апрель	94,7	4,5	0,8
		Июнь	31,7	48,3	20,0
		Август	35,0	59,5	5,5
		Октябрь	32,3	63,3	4,4
407	11	Апрель	76,5	3,1	20,4
		Июнь	71,0	19,0	10,0
		Август	33,9	64,8	1,3
		Октябрь	43,4	28,7	27,9
		Февраль	94,4	1,2	4,4
422	10	Апрель	97,2	0,0	2,8
		Июнь	7,6	57,6	34,8
		Август	12,3	19,2	68,5
		Октябрь	68,2	9,9	21,9
		Февраль	96,3	3,7	0,0

вещества и отношения планктона и планктонного детрита к минеральной и органико-минеральной части взвеси с апреля по октябрь менялся мало. Изменился только качественный состав водорослей, формирующих органическую часть взвеси. В феврале в придонных слоях многих станций увеличилось количество минеральной взвеси и аморфных неокрашивающихся частиц. Увеличение этих компонентов взвеси в придонном слое воды в разные сезоны года отмечается при анализе состава взвеси от поверхности до дна на глубинах 100 и 200 м. В мелководных районах (10—25 м) состав взвеси на поверхности и у дна сходен.

Суммируя данные по количеству взвешенных веществ и их составу, можно, в первом приближении, выделить в Среднем Каспии три характерные области.

Область невысокого содержания взвеси (2,5—3,5 мг/л) в придонном слое воды с преобладанием планктона и свежего планктонного детрита. Она простирается от береговой черты до глубины 50 м (местами 100 м) над песчаными и ракушечными грунтами вдоль восточного побережья и на северном склоне Среднего Каспия. Донные отложения

здесь характеризуются небольшим содержанием мелких частиц — менее 10—30%, но высокой концентрацией органического вещества в тонкозернистой фракции поверхностного слоя осадка.

Область повышенного содержания взвешенных веществ (4—17 мг/л) у западного побережья на глубине до 30—50 м характеризуется высоким абсолютным количеством фитопланктона и детрита в придонной воде. Однако этот свежий пищевой материал в значительной степени разбавляется обильно поступающими терригенными частицами за счет выноса их реками с Кавказского побережья, абразии берегов и переноса материала из Северного Каспия.

В зависимости от рельефа и при благоприятных гидродинамических условиях в понижениях дна происходит накопление тонкозернистых отложений (более 90% частиц < 0,1 мм). Из-за большой примеси минеральных терригенных частиц к оседающим частицам планктоногенного происхождения концентрация органического вещества в поверхностном слое осадка значительно ниже, чем в первой области. Эта область наиболее ярко выражена в районе от Аграханской косы до Махачкалы и далее узкой полосой до Апшерона.

Область невысокого содержания взвеси (2—2,5 мг/л) над илами западного и восточного склона на глубине 100—200 м. Здесь планктона и свежего планктоногенного детрита мало, во взвеси по массе преобладают мельчайшие минеральные частицы, скелеты планктонных водорослей, аморфные прозрачные и коричневатые частицы.

В донных отложениях преобладают (>70%) алевритовые и пелитовые фракции. Вместе с мелкой минеральной взвесью оседают тонкодисперсные органические частицы. Концентрация органического вещества в поверхностном слое ниже, чем в первой и выше, чем во второй области. Однако, судя по микроскопическому анализу взвеси, можно полагать, что легкоусвояемых веществ относительно меньше, чем в двух предыдущих зонах. По величинам концентрации взвеси в придонных водах и данным микроскопического анализа о доле (в %) планктона и планктоногенного детрита в массе взвеси мы составили карту количественного распределения этих органических взвешенных частиц в придонных водах различных частей Каспийского моря (рис. 26).

Эти данные показывают уменьшение концентрации «молодого» или легкоусвояемого органического вещества при переходе от западной половины Северного Каспия к восточной и от прибрежных районов Среднего Каспия к глубоководным его зонам.

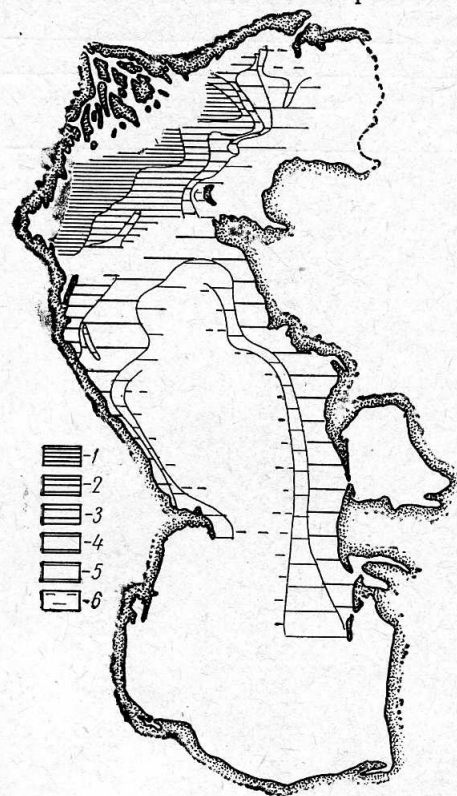


Рис. 26. Концентрация планктона и детрита (в мг/л) в придонном слое (Северный Каспий — август 1959 г., Средний Каспий — средние данные за апрель — февраль 1962—1963 гг.): 1 — больше 10; 2—10—5; 3—5—3; 4—3—2; 5—2—1; 6 — меньше 1.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИДОННОЙ ВЗВЕСИ НА ДОННУЮ ФАУНУ КАСПИЯ

Большинство видов донных животных Каспия потребляет в качестве пищевого материала либо придонную взвесь, либо органические частицы поверхностного слоя осадка (Яблонская, 1952; Романова, 1963).

Придонные воды западной половины Северного Каспия, как было показано выше, содержат большое количество аллохтонного и автохтонного детрита и планктонных водорослей, сюда же выносятся крупные остатки растений дельты и авандельты. В местах выноса и осадения органических веществ бурно развивается бактериальная флора (Жукова, 1955; Осницкая, 1956).

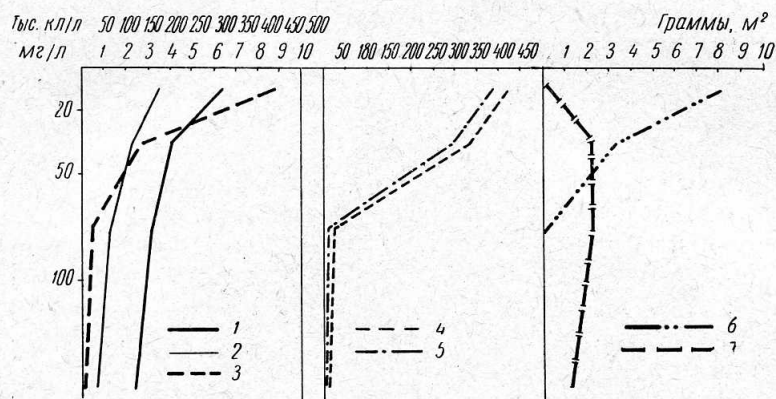


Рис. 27. Изменение концентрации органических частиц в придонной воде и биомассы бентоса по зонам глубин Среднего Каспия (лето 1962 г.):

1 — взвесь, мг/л; 2 — планктон и детрит, мг/л; 3 — фитопланктон, тыс. клеток в 1 л; 4 — весь бентос, г/м²; 5 — моллюски, г/м²; 6 — нереис, г/м²; 7 — олигохеты, г/м².

Взвеси восточной половины Северного Каспия в значительной степени состоят из аморфного, преобразованного детрита разнородного происхождения и небольшого количества планктонных водорослей, разбавленных массой мельчайших карбонатных частиц. Более низкая, чем на западе, продукция фитопланктона (Винецкая, 1962; Левшакова, 1963), незначительное поступление аллохтонного детрита и усилившееся в последнее время вымывание тонкодисперсных частиц из осадков (Гудков и Горшкова, 1959; Пахомова, 1959) создают в восточной половине Северного Каспия относительно неблагоприятные условия питания для организмов зообентоса. В результате этого в последние годы биомасса бентоса на востоке Северного Каспия оказалась в 3—5 раз меньше, чем на западе, даже в зоне благоприятной солености (Осадчих, 1963; Виноградов и Яблонская, 1965).

В Среднем Каспии в настоящее время не отмечено столь резких различий в биомассе бентоса западной и восточной части моря (Романова и Осадчих, 1965). Однако здесь отчетливо проявляется резкое уменьшение биомассы донных животных на глубинах более 50 м (Романова, 1960; Романова и Осадчих, 1965), что связано с ухудшением трофических условий. Именно за пределами 50-метровой изобаты, как показано было выше, уменьшается содержание в придонной взвеси планктона и «молодого» планктоногенного детрита.

Эта зависимость биомассы донных животных от количества свеже-

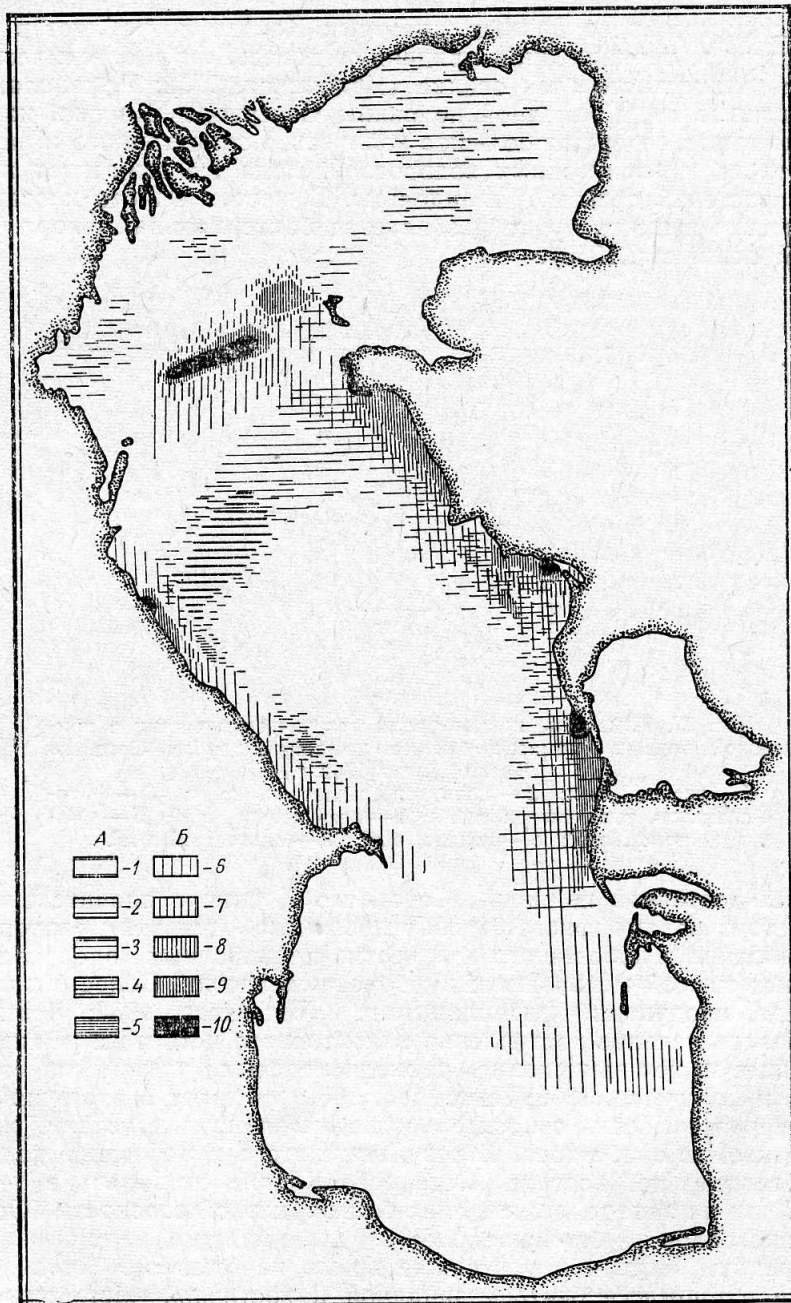


Рис. 28. Биомасса неподвижных фильтраторов эпифауны ($г/м^2$) (митилястер, дрейссена в августе 1962 г. по Романовой и Осадчих, 1965).

А — Дрейссена: 1 — меньше 1; 2—1—10; 3—10—50; 4—50—100; 5 — больше 100; Б — Митилястер: 6—меньше 10; 7—10—50; 8—50—100; 9—100—1000; 10 — больше 1000.

го органического вещества в придонных водах в общем виде представлена на рис. 27. Одновременно с падением содержания фитопланктона и планктоногенного детрита в придонной взвеси в зоне между 50 и 100 м уменьшается как общая биомасса бентоса, так и биомасса моллюсков. Биомасса нереис, который заглатывает пищевые частицы с поверхности грунта (Яблонская, 1952) также уменьшается на глубинах более 50 м. В то же время биомасса олигохет, способных питаться преобразованным органическим веществом (Поддубная, 1961; Поддубная и Сорокин, 1961; Побегайло, 1955), незначительно изменяется по глубине и в зонах пониженного поступления свежего органического вещества (100—200 м) она даже выше, чем на малых глубинах (см. рис. 27). Видимо, описанный выше характер распределения пищевого материала обуславливает, прежде всего, типичное для Среднего Каспия резкое обеднение бентоса между изобатами 50 и 100 м. Из-за этого, в свою очередь, ограничиваются пределами довольно узкой прибрежной полосы нагульные ареалы бентосоядных осетра и севрюги, основная масса которых откармливается на глубинах до 50 м (Пискунов, 1965).

Характер и плотность поселений донных животных отдельных трофических групп также изменяется в районах Каспия, различающихся по концентрации и составу придонной взвеси. Ареал массового развития таких неподвижных активных фильтратов эпифауны, как митилистер и дрейссена, совпадает с областями преобладания в придонной взвеси планктона и планктоногенного детрита при невысокой, как правило, общей концентрации взвешенного вещества (веса взвеси в единице объема воды) и незначительном накоплении мелкозернистых частиц в донных отложениях.

В Среднем Каспии это прибрежный район восточной половины моря на глубинах до 50 м и отчасти северный склон в области кругового течения. В Северном Каспии наибольшую биомассу неподвижные активные фильтраторы эпифауны образуют в южной части центрального района, где, как и на восточном побережье Среднего Каспия, преобладающую массу придонной взвеси составляет фитопланктон и мелкий планктоногенный детрит (рис. 28). К этой же области относительного преобладания планктона в придонной взвеси и повышенного содержания органического вещества в мелких частицах поверхностного слоя грунта при общем небольшом их накоплении в осадке привязаны в Среднем Каспии наиболее плотные поселения гаммарид и корофиид (рис. 29), многие из которых, сидя в трубочках, отфильтровывают пищевые частицы из воды, либо захватывают их с поверхности дна (Романова, 1963). В тех областях, придонные воды которых богаты планктоном и детритом, но где вместе с этими органическими частицами на дно оседает масса минеральной взвеси, большую биомассу образуют организмы инфауны, собирающие пищу из поверхностного слоя осадка. Типичными поселениями такого рода являются плотные поселения синдесмии и нереис в западном районе Северного Каспия и вдоль западного побережья Среднего Каспия (рис. 30, Романова и Осадчих, 1965).

В аналогичной области, судя по распределению биомассы монодакны в Северном Каспии (рис. 31), монодакны и кардиума в Азовском море (Воробьев, 1949; Старк, 1960; Кузнецов, 1964), наилучшие условия находят зарывающиеся в грунт фильтраторы. Северокаспийская монодакна высокую плотность, как видим, имела как в области повышенной аккумуляции взвешенных веществ в районе Тюлений — Чечень, так и в области умеренной их аккумуляции (на севере Центрального района). Однако вся область высокой биомассы монодакны в Северном

Каспии приурочена к районам наиболее высокого содержания планктона и детрита в придонных водах. Близость трофических условий, благоприятных для обитания собирателей и фильтраторов инфавны, делает понятной наблюдающуюся часто взаимозаменяемость биоценозов синдесмии и кардиума в Азовском море (Воробьев, 1949; Старк, 1960; Яблонская, 1955).

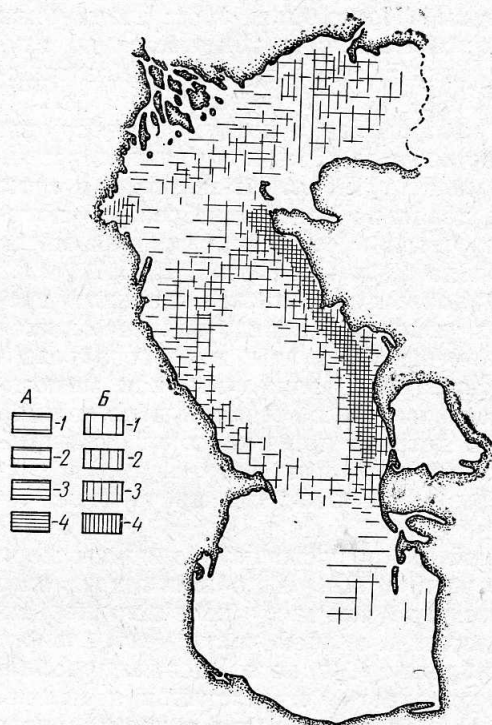


Рис. 29. Биомасса собирателей и фильтраторов эпифауны ($г/м^2$) (корофииды и гаммариды) лето 1962 г. (по Романовой и Осадчих, 1965).

A — гаммариды; B — корофииды; 1 — меньше 1; 2—1—5; 3—5—10; 4—больше 10.

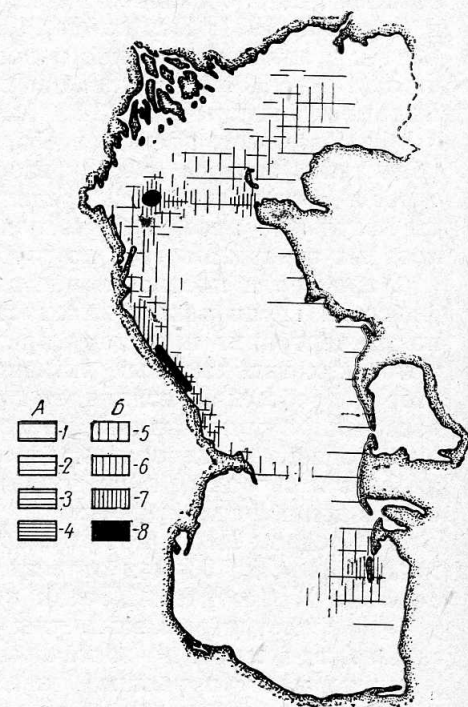


Рис. 30. Биомасса собирателей инфавны (синдесмия и nereis лето 1962 г. по Романовой и Осадчих, 1965).

A — nereis; B — синдесмия; 1—0—5; 2—5—10; 3—10—20; 4—больше 20; 5—меньше 50; 6—50—100; 7—100—500; 8 — больше 500.

Из этого также следует, что трофические условия обитания неподвижных фильтраторов эпифауны (митилистер, дрейссена) и подвижных фильтраторов инфавны (монодакна, кардиум) в Каспийском море существенно различны, и мы считаем справедливым замечание Кузнецова (1964) о необходимости раздельного рассмотрения районов развития неподвижных сестонофагов или фильтраторов «Б» по Турпаевой (1953) и подвижных сестонофагов (или фильтраторов «А»).

На глубинах 100—200 м биомасса донных животных становится низкой (от 1 до 30 $г/м^2$ по Романовой и Осадчих, 1965). Здесь почти полностью исчезают моллюски как фильтраторы, так и собиратели, исчезают черви, заглатывающие частицы пищевого материала с поверхности грунта (nereis). Остаются, главным образом, некоторые ракообразные и олигохеты. Последние способны питаться бактериями и преобразованным органическим веществом из толщи грунта (Поддубная, 1961). Именно в этой области, как показано было выше, умень-

шается поступление «молодого» планктоногенного детрита, хотя общее содержание органического вещества в поверхностном слое грунта даже выше, чем например, в районе Сулак — Махачкала (см. рис. 24). Зависимость видового состава и обилия ведущих видов и групп бентоса от количества планктона и планктоногенного детрита и накопления мелких частиц в донных отложениях показана на рис. 32, составленном по материалам съемки 1962 г. На жестких грунтах при незначительной

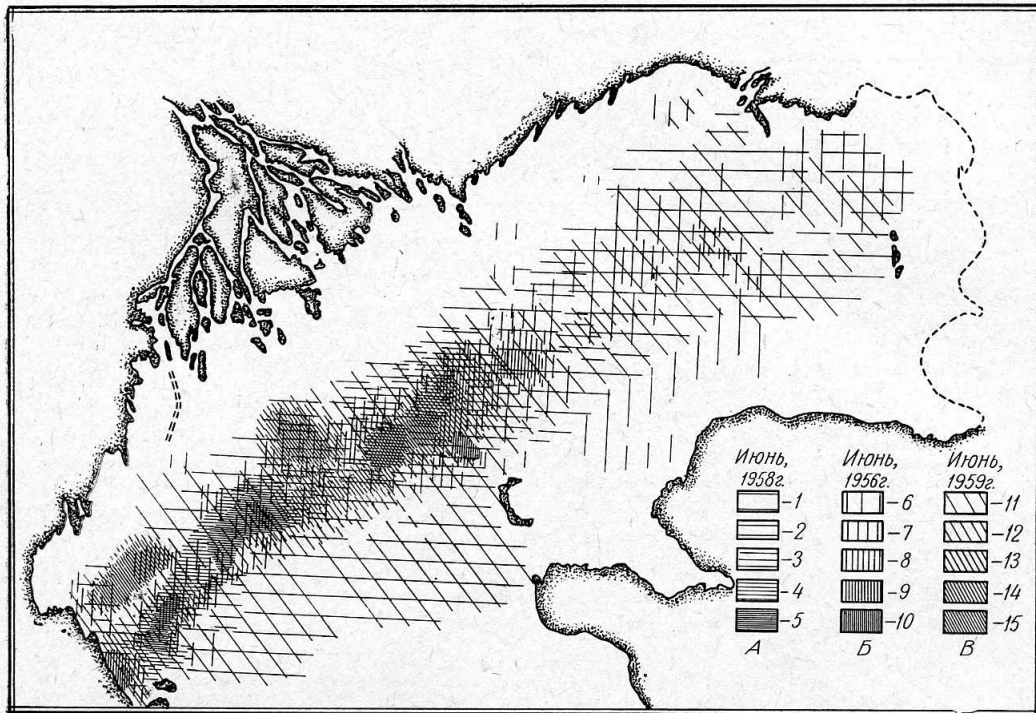


Рис. 31. Биомасса монодакны в июне (в $г/м^2$) (по Осадчих, 1963).

A — 1958 г.; B — 1956; B — 1959 г.; 1 — меньше 10; 2—10—25; 3—25—50; 4—50—100; 5 — больше 100; 6 — меньше 10; 7—10—25; 8—25—50; 9—50—100; 10—больше 100; 11 — меньше 10; 12—10—25; 13—25—50; 14—50—100; 15 — больше 100.

аккумуляции тонких алевритовых и пелитовых фракций и умеренной концентрации «молодого» органического вещества планктонного происхождения в придонном слое воды основную биомассу бентоса Среднего Каспия образуют неподвижные активные фильтраторы эпифауны — митилястер и дрейссена. В области умеренного содержания мелких частиц в грунте и средней концентрации планктона и планктоногенного детрита в придонном слое поселяются как фильтраторы эпифауны (дрейссена, митилястер), биомасса которых снижается, так появляются и собиратели инфауны (синдесмия, нереис). Когда количество планктона и детрита в придонных водах этой области понижается, происходит уменьшение общей биомассы вследствие выпадения моллюсков из состава биоценозов. Остаются корофииды, гаммариды и олигохеты. То же самое наблюдается в области высокой (больше 70%) аккумуляции мелких частиц осадка и низкого (меньше $2 мг/л$) содержания планктона и планктоногенного детрита в придонном слое воды. Бентос этих областей складывается из олигохет, которые могут питаться преобразован-

ным органическим веществом из толщи грунта и амфипод. Видовая и трофическая характеристика корофиид и гаммарид этих областей дело будущего. Возможно, что здесь выявится преобладание детрито- и бактериофагов, а также форм, совершающих миграции в верхние слои

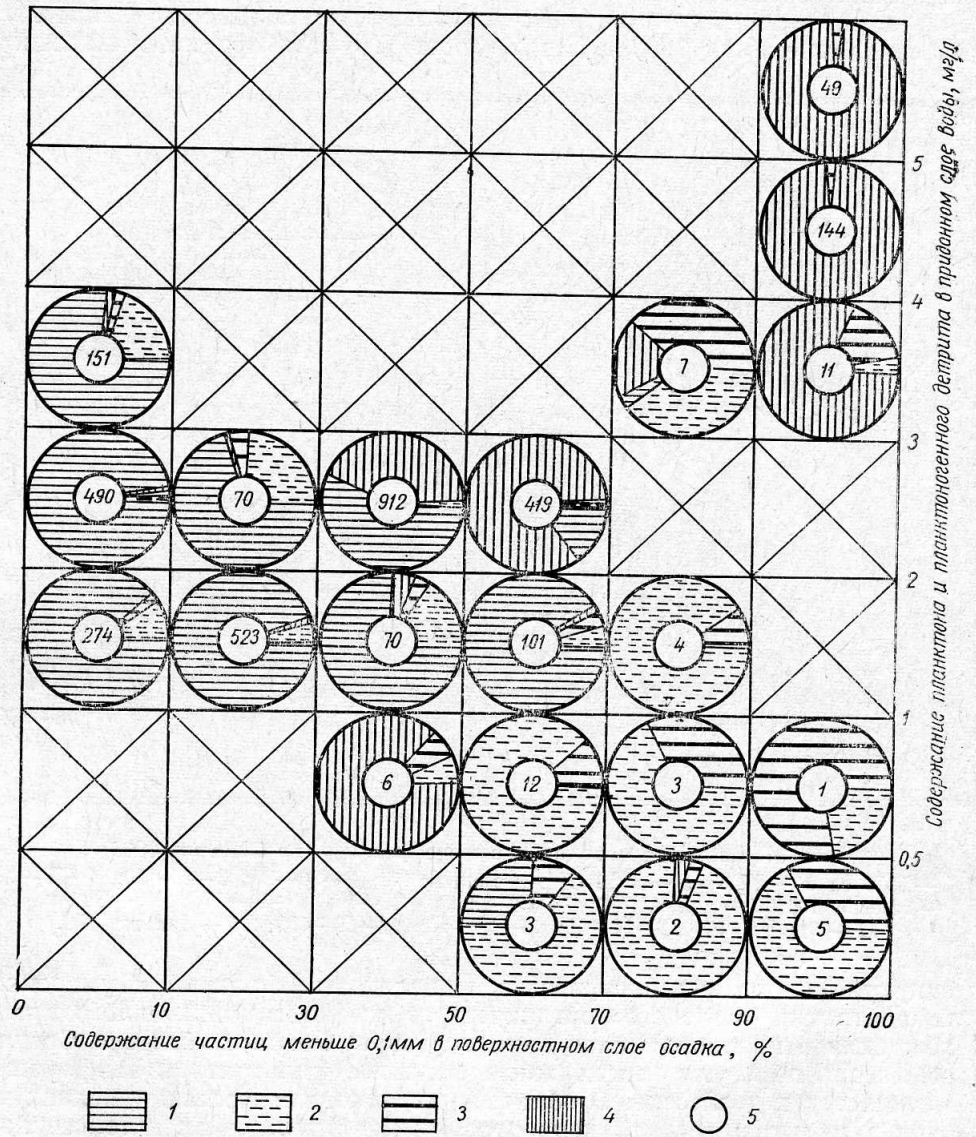


Рис. 32. Изменение состава и биомассы донной фауны Среднего Каспия в связи с концентрацией планктона и детрита в придонной воде и накоплением мелкозернистых частиц в грунте:

1 — митилястер и дрейссена; 2 — корофииды и гаммариды; 3 — олигохеты; 4 — синдесмия и нереис; 5 — цифры в центре круга — биомасса, г/м².

воды, богатые фитопланктоном и «свежим» детритом. На мягких грунтах, при большом осаждении мелких частиц на дно, только в районах, придонные воды которых богаты планктоном и «свежим» детритом, формируются плотные поселения собирателей инфауны — синдесмии и

нерейс. В качестве пищевого материала они захватывают самый поверхностный слой осадка, содержащий большое количество только что отмерших клеток планктонных водорослей, организмы фито- и зоомикробентоса и прочие компоненты, богатые легкоусвояемым органическим веществом (Яблонская, 1952, 1955).

Говоря о влиянии на донную фауну Каспия волжского стока взвешенных веществ, нужно отметить его двоякую роль.

Возвращаясь к поднятому Чугуновым (1923) вопросу о непосредственном пищевом использовании беспозвоночными остатков высшей водной растительности как пищи, можно сказать, что макрофиты, попадающие в море из дельты, авандельты и побережья, для большинства донных животных Каспия недоступны из-за своих размеров, морфологических особенностей и механических свойств покровных тканей. Процесс же измельчения макрофитного детрита сопровождается потерей питательной ценности, что показано Горбуновым (1951).

В настоящее время многими исследователями (Крашенинникова, 1958; Кузнецов, Карзинкин и другие, 1955; Исакова-Кео, 1954) установлено, что основное значение отмершей высшей водной растительности состоит в удобрительном эффекте. В результате недоступные для большинства водных животных питательные вещества высших растений переводятся в формы легкодоступные, как бактерии, мелкие жгутиконосцы, инфузории и т. п. Поэтому и аллохтонный волжский детрит, выносимый в основной массе в период весеннего половодья на мелководье Северного Каспия, где подвергается интенсивному биохимическому разложению, действует прежде всего как органическое удобрение.

Другая немаловажная роль взвешенного аллохтонного материала состоит в осаждении биогенных веществ, содержащихся в детрите и частицах речной взвеси, преимущественно в пределах Северного Каспия.

Мелкие частицы волжской взвеси, оседающие на стыке пресных и морских вод в Северном Каспии, накапливаются в грунте и представляют собой своего рода резерв биогенных элементов для северокаспийского фитопланктона. Последний в живом или отмершем виде используется организмами бентоса Северного Каспия. Как показала Барсукова (1962, 1965), концентрация фосфатов в волжской воде понизилась в настоящее время по сравнению с тридцатыми годами почти втрое и соответственно сократился общий вынос их в море. Из-за сезонного перераспределения водного стока р. Волги, после зарегулирования у Куйбышева и Волгограда, уменьшилось поступление необходимых для фитопланктона биогенных элементов в разгар вегетационного периода и увеличился их вынос зимой, когда Северный Каспий покрыт льдом. Из-за этого, а также вследствие относительного увеличения водного стока по западным рукавам Волги большая, чем прежде, часть биогенных элементов уносится из Северного Каспия в Средний, минуя трофические циклы организмов — обитателей северной части моря. В этих условиях сокращение волжского стока взвешенных веществ с 13,4 млн. т в 1950—1958 гг. до 7,7 млн. т в 1959—1964 гг. весьма неблагоприятно должно было отразиться на трофическом режиме Северного Каспия. И действительно, в последние годы происходит неуклонное падение биомассы планктона (Кун, 1965) и бентоса (Осадчих, 1965), хотя количество рыб-потребителей резко сократилось.

Выводы

1. Органические частицы, взвешенные в воде над грунтом или осевшие на дно, представляют собой пищевой материал для организмов бентоса и образуются в Каспийском море из остатков высших расте-

ний и планктона, вынесенных из поймы и дельты Волги, остатков морских макрофитов и морского планктона.

2. Alloхтонные органические частицы отчетливо прослеживались в 1957—1959 гг. в водной взвеси Северного Каспия до зоны свалов. Во время высокого паводка 1958 г. они проникали в юго-западный район северной части моря до границ со Средним Каспием.

3. Волжский придельтовый район характеризуется всегда повышенной концентрацией взвешенных веществ как минеральных, так и органических, среди которых аллохтонные частицы преобладают. Воды Уральского придельтового района в половодье также характеризуются высоким содержанием взвеси и довольно высоким содержанием органического вещества, видимо, аллохтонного характера. В межень концентрация взвеси понижается; в ней по массе преобладают минеральные частицы и аморфные бесцветные и бурые скопления органо-минерального характера. Низкой концентрацией органических частиц характеризуется взвесь восточной половины Северного Каспия, включая Уральскую бороздину. Здесь органическая взвесь в значительной части состоит из преобразованного детрита разнородного происхождения. Она образуется из частиц, которые выносятся Уралом, планктонных водорослей и детрита, поступающих из западной половины Северного Каспия, местного фитопланктона и остатков ризосолении, которая иногда в значительном количестве проникает в восточную половину моря с солеными среднекаспийскими водами.

Высокая концентрация взвешенного вещества наблюдается в юго-западном районе Северного Каспия. В половодье в органической части взвешенного вещества отчетливо прослеживается присутствие пресноводных водорослей и остатков высшей растительности. В межень в придонном слое воды большую массу образуют водоросли северокаспийского планктона. Однако минеральная взвесь и коричневые бесформенные плотные частицы по массе преобладают над планктоном, несмотря на его обилие.

В Центральном районе Северного Каспия от зоны свала до границы со средней частью моря концентрация взвеси понижена. Количество взвешенных частиц органической природы также меньше, чем в придельтовом и юго-западном районах, в их составе преобладают каспийский планктон и планктоногенный детрит. Особенно много здесь живых и отмирающих клеток ризосолении и эксuviеллы, которым принадлежит ведущая роль в образовании биогенной органической взвеси придонных вод Среднего Каспия. Небольшой район, прилегающий к острову Кулалы, отличается от центральной части Северного Каспия присутствием в органической взвеси остатков зостеры.

В Среднем Каспии в формировании органической взвеси основная роль принадлежит фитопланктону. Преобладающую массу планктоногенного органического вещества образуют ризосоления (весной) и эксuviелла (летом). Придонный слой воды над песчаными и ракушечными грунтами восточной и северной части Среднего Каспия (до глубины 50 м, местами 100 м) имеет невысокую концентрацию взвешенного вещества, в котором преобладающую массу составляют планктон и малопреобразованный планктоногенный детрит.

Область повышенного содержания взвешенного вещества у западного побережья на глубине до 30—50 м отличается высоким абсолютным количеством фитопланктона и планктоногенного детрита. Однако этот ценный пищевой материал разбавлен большим количеством минеральных терригенных частиц за счет выноса их реками, абразии берега и переноса осадочного материала из Северного Каспия. Из-за боль-

шой примеси минеральных частиц к оседающим частицам планктонного происхождения содержание органического углерода в поверхностной пленке осадка здесь ниже, чем в донных отложениях зоны жестких грунтов восточного и северного склона, которые характеризуются небольшим содержанием мелких частиц, но высокой концентрацией органического вещества в тонкозернистой фракции самого верхнего слоя осадка.

Над илистыми грунтами западного и восточного склона на глубине более 100 м содержание взвешенного вещества пониженное. Планктона и «молодого» планктоногенного детрита немного, по массе преобладает мельчайшая минеральная взвесь, скелеты планктонных водорослей, аморфные прозрачные и бурые частицы.

4. Концентрация планктона и малообразованного планктоногенного детрита в придонной воде уменьшается при переходе от западной половины Северного Каспия к восточной и от прибрежных районов Среднего Каспия к более глубоким его зонам. В Северном Каспии это обусловлено поступлением основной массы богатых растворенными и взвешенными питательными веществами волжских вод в западную половину, что обуславливает более высокие, чем на востоке, величины первичной продукции, массы аллохтонного детрита и биомассы бактерий.

В Среднем Каспии область высокого содержания фитопланктона и малобразованного планктоногенного детрита в придонном слое связана с положением нижней границы зоны фотосинтеза (50 м). По мере удаления этой границы от дна (с возрастанием глубин) количество живого и отмирающего фитопланктона в придонном слое уменьшается и относительно возрастает содержание преобразованного детрита и минеральных частиц.

5. Такое распределение пищевого материала обуславливает неравномерное распределение биомассы бентоса по дну моря: на востоке Северного Каспия она в 3—5 раз меньше, чем на западе, в Среднем Каспии биомасса донной фауны резко (в 7 раз) уменьшается между изобатами 50 и 100 м.

Область массового развития неподвижных фильтраторов эпифауны (митилястер, дрейссена) совпадает с районами преобладания в придонной взвеси планктона и малообразованного планктоногенного детрита, при невысокой, как правило, общей концентрации взвешенного вещества и незначительном накоплении мелких частиц в донных отложениях. К этим же районам в Среднем Каспии привязаны наиболее плотные поселения гаммарид и корофиид — собирателей и фильтраторов, также принадлежащих к эпифауне. В тех районах, придонные воды которых богаты планктоном и детритом, но где вместе с этими частицами «молодого» органического вещества оседает масса минеральной взвеси, большую биомассу образуют организмы инфауны, собирающие пищу из поверхностного слоя осадка (нерейс, синдесмия) или фильтрующие ее из придонного слоя воды (монодакна). С уменьшением поступления в придонные слои воды и в осадок малообразованного органического вещества падает общая биомасса за счет уменьшения количества моллюсков и нереис. В бентосе остаются некоторые ракообразные и олигохеты.

6. Значительное содержание в волжской взвеси остатков высшей растительности, которые богаты клетчаткой и другими трудноусвояемыми компонентами, позволяет думать, что непосредственное использование организмами бентоса этого аллохтонного детрита как пищи ограничено. Однако, поскольку основная масса взвешенных веществ, выно-

симых Волгой, оседает в Северном Каспии и в процессе биохимического распада постепенно вовлекается в трофические циклы организмов именно этой части моря, роль стока взвешенных наносов в продуктивности Северного Каспия следует признать значительной. Резкое сокращение выноса взвешенного вещества р. Волгой после сооружения крупных волжских водохранилищ является одной из главных причин наблюдающегося снижения продуктивности Северного Каспия.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексина И. А. О взвешенных веществах в водах восточной части Среднего Каспия. ДАН СССР. Т. 121, № 2, 1958.
- Алексина И. А. Осадки и рельеф подводного склона восточного побережья средней части Каспийского моря. Сб. «Геологическое строение подводного склона Каспийского моря». АН СССР, 1962.
- Байдин С. С., Линберг Ф. Н., Самойлов И. В. Гидрология дельты Волги. Гидрометеиздат, Л., 1956.
- Барсукова Л. А. Биогенный сток Волги в первые годы зарегулирования стока у Куйбышева и Волгограда. Аннотация. КаспНИРО. Вып. 5, 1962.
- Барсукова Л. А. Биогенный сток р. Волги до и после зарегулирования ее стока (1936—1962 гг.). Аннотации. КаспНИРХ. Вып. 6, 1965.
- Бруевич С. В. Гидрохимия Среднего и Южного Каспия. Труды по комплексному изучению Каспийского моря. Вып. IV, 1937.
- Бруевич С. В. Распределение вещества среди отдельных групп организмов Каспийского моря. Труды Комиссии по комплексному изучению Каспийского моря. Вып. 14, 1941.
- Вебер В. В. Накопление органического вещества в осадках. Сборник «Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках». Гос. научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы. М., 1956.
- Винецкая Н. И. Многолетние и сезонные изменения гидрохимического режима Северного Каспия до зарегулирования стока Волги. Труды КаспНИРО. Т. XVIII, 1962.
- Винецкая Н. И. Зависимость уловов промысловых рыб и замедленного роста воблы от биогенного стока Волги и величины первичной продукции Северного Каспия. Труды ВНИРО. Т. 60, 1966.
- Виноградов А. П. О химическом составе планктона. Тр. биогеохимической лаборатории АН СССР. Т. II, 1939.
- Виноградов Л. Г. Многолетние изменения северокаспийского бентоса. Труды ВНИРО. Т. XXXVIII, 1959.
- Виноградов Л. Г. и Яблонская Е. А. Проблемы рыбохозяйственной мелiorации Каспийского моря. Сб. «Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия». Издательство «Наука», 1965.
- Воробьев В. П. Бентос Азовского моря. Крымиздат, 1949.
- Гершанович Д. Е. и Грундульс З. С. Взвешенные вещества в водах Северного Каспия (в настоящем сборнике).
- Горбунов К. В. Распад остатков высших водных растений и его экологическая роль в водоемах нижней зоны дельты Волги. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. Т. V, 1951.
- Горшкова Т. И. Исследования детрита в воде и грунте северной части Каспийского моря. Сборник памяти академика Архангельского. АН СССР, 1951.
- Гудков М. П. и Горшкова Т. И. Изменение содержания органического вещества в осадках Северного Каспия в связи с падением уровня. Труды ВНИРО. Т. XXXVIII. Вып. 1. Пищепромиздат, 1959.
- Дацко В. Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. Изд-во АН СССР, М., 1959.
- Жукова А. И. Биомасса микроорганизмов донных осадков Северного Каспия. Микробиология. Т. XXIV. Вып. 3, 1955.
- Исакова-Кео М. М. Результаты работы по повышению продуктивности прудов методом зонального удобрения. Тезисы докладов 3 экологической конференции. Ч. IV. Издание МГУ, 1954.
- Карпевич А. Ф. Отношение некоторых видов Cardiidae к солевому режиму. ДАН СССР. Т. LIV, № 1, 1946.
- Карпевич А. Ф. Влияние условий среды на изменение фауны Северного Каспия. Доклады ВНИРО по биологии, систематике, питанию рыб. Вып. I. Пищепромиздат, 1952.
- Кленова М. В. Взвешенные вещества Куры. В сб. «Современные осадки Каспийского моря». Труды Аз. нефт. эксп. СОПС АН СССР, 1956.

- Кленова М. В. Современное осадкообразование в Каспийском море. Сб. «Геологическое строение подводного склона Каспийского моря». АН СССР, 1962.
- Крашениникова С. А. Микробиологические процессы распада водной растительности в литорали Рыбинского водохранилища. Бюллетень института биологии водохранилищ, № 2, 1958.
- Кузнецов С. И. Применение микробиологических методов к изучению органического вещества в водоемах. Микробиология. Т. XVIII. Вып. 3, 1949.
- Кузнецов С. И., Карзинкин Г. С. и другие. Жесткая растительность, как зеленое удобрение для повышения рыбопродуктивности нерестово-выростных хозяйств. Вопросы ихтиологии. Вып. 5, 1955.
- Кузнецов А. П. Распределение донной фауны западной части Берингова моря по трофическим зонам и некоторые общие вопросы трофической зональности. Труды Института океанологии. Т. XIX, 1964.
- Кун М. С. Некоторые сведения о распределении детрита в Северном Каспии. Труды ВНИРО. Т. 38. Пищепромиздат, 1959.
- Левшакова В. Д. Весенний фитопланктон Северного Каспия. Труды Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Т. XVII, 1963.
- Лисицын А. П. Распределение и состав взвешенного материала в морях и океанах. Сб. «Современные осадки морей и океанов». Издательство АН СССР, 1961.
- Осадчих В. Ф. Бентос Северного Каспия после зарегулирования стока Волги. «Зоологический журнал». Т. XLII. Вып. 2, 1963.
- Осадчих В. Ф. Бентос Северного Каспия и его изменения в связи с предполагаемыми гидротехническими мероприятиями. Аннотации. КаспНИРХ. Вып. 6, 1965.
- Осницкая Л. К. Влияние речных стоков на количество и распределение бактерий в водной толще Северного Каспия. Микробиология. Т. XXV. Вып. 5, 1956.
- Пахомова А. С. К химическому составу взвешенных веществ и донных отложений дельты Волги и северной части Каспийского моря. Труды Государственного океанографического института. Вып. 45, 1959а.
- Пахомова А. С. Изменение грунтов Северного Каспия в связи с падением уровня моря. Труды Океанографической комиссии. Т. V, 1959б.
- Пахомова А. С. Органическое вещество в донных отложениях Каспийского моря. Труды ГОИН. Вып. 59, 1961.
- Поддубная Т. Л. Материалы по питанию массовых видов тубифицид Рыбинского водохранилища. Труды Института биологии водохранилищ. Вып. 4 (7), 1961.
- Поддубная Т. Л. и Сорокин Ю. И. Глубина слоя оптимального питания тубифицид в связи с их перемещением в грунте. Бюллетень Института биологии водохранилищ № 10, 1961.
- Романова Н. Н. Распределение бентоса в Среднем и Южном Каспии. Зоологический журнал. Т. 39. Вып. 6, 1960.
- Романова Н. Н. Способы питания и пищевые группировки донных беспозвоночных Северного Каспия. Труды ВГБО. Т. XIII, 1963.
- Романова Н. Н. и Осадчих В. Ф. Современное состояние донной фауны Каспийского моря. Сб. «Изменение биологических комплексов Каспийского моря». Изд-во «Наука», 1965.
- Скорнякова Н. С. Геологическое строение и современные осадки подводного склона западного побережья средней части Каспийского моря. Сб. «Геологическое строение подводного склона Каспийского моря». АН СССР, 1962.
- Смирнова Л. О. О фитопланктоне Среднего Каспия. Труды Института океанологии. Т. III, 1949.
- Старк И. Н. Годовая и сезонная динамика бентоса в Азовском море. Труды АЗНИИРХ. Т. 1. Вып. 1. Ростов-на-Дону, 1960.
- Турпаева Е. П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных. Труды Института океанологии. АН СССР. Т. VII, 1953.
- Усачев П. И. Количественные колебания фитопланктона в Северном Каспии. Труды Института океанологии АН СССР. Т. II, 1948.
- Федосов М. В. Взвешенное вещество в Северном Каспии. Метеорология и гидрология, № 3, 1949.
- Федосов М. В. и Барсукова Л. А. Формирование режима биогенных элементов в Северном Каспии и интенсивность образования органического вещества фитопланктона. Труды ВНИРО. Т. XXXVIII. Пищепромиздат, 1959.
- Чугунов Н. Л. Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в Северном Каспии. Труды Астраханской ихтиологической лаборатории. Т. V. Вып. 1, 1923.
- Яблонская Е. А. Питание *Nereis succinea* в Каспийском море. Материалы к познанию фауны и флоры. Издательство Московского общества испытателей природы. Новая серия, отделение зоологическое. Вып. 33, 1952.
- Яблонская Е. А. Возможные изменения кормовой базы рыб Азовского моря при зарегулировании стока рек. Труды ВНИРО. Т. XXXI. Вып. I, 1955.