

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

А. Д. АРХАНГЕЛЬСКИЙ и Н. М. СТРАХОВ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
директор Геологического института акад. *А. Д. Архангельский*

Технический редактор И. П. Пошешулин

Корректор П. М. Неймарк

Сдано в набор 11/X 1937 г. Подписано к печати 5/III 1938 г. Формат 72×110^{1/16}. Объем 14^{1/8} п. л. и 6 вкл.
В 1 п. л. 48 500 печ. зн. 16 уч. авт. л. Тираж 1500 экз. Уполн. Главд. Б-40-01 АНИ 695. РИСО 568. Заказ 3972

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста «Полиграфкинг». Москва, Вадовал 29.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	5
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
Современные осадки Черного моря	
Глава I. Стратиграфия четвертичных отложений по наблюдениям на дне Черного моря.	7
Глава II. Факторы осадкообразования.	18
1. Рельеф и геологическое строение стран, окружающих Черное море .	20
2. Рельеф дна Черного моря.	22
3. Соленость и газовый режим	26
4. Элементы гидробиологии Черного моря	30
5. Движение воды в Черном море	33
Глава III. Геологические условия образования осадков в Черном море. .	36
Глава IV. Осадки континентальной террасы.	50
1. Прибрежные отложения.	51
2. Мелководные илы северной части континентальной террасы.	56
а) Фазеолиновый ил.	56
б) Мидиевый ил.	58
3. Ракушечники.	65
4. Мелководные отложения вдоль Кавказского и Малоазиатского побережий.	68
Глава V. Отложения континентального уступа и центральной котловины. .	70
1. Серая глубоководная глина.	70
2. Переходный глинисто-известковый ил.	76
3. Известковый ил.	81
4. Глубоководные пески.	84
5. Органические остатки в глубоководных отложениях.	88
Глава VI. Основные черты процесса отложения осадков в Черном море. .	91
1. Область континентальной террасы.	91
2. Область континентального склона.	97
3. Область центральной части Черноморской впадины.	101
4. Происхождение слоистости черноморских отложений.	104
а) Микрослоистость.	104
б) Макрослоистость.	107
Глава VII. Древнечерноморский бассейн и его осадки	111
Глава VIII. Оползни осадков на континентальном склоне Черного моря. .	126
Глава IX. Некоторые сравнительно-литологические выводы.	144

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Геологическая история Черного моря

Глава I. Морские террасы побережья Черного моря.	149
Глава II. Черноморский бассейн в чаудинскую, древнеевксинскую, узун- ларскую и карангатскую эпохи.	165
1. Чаудинский бассейн.	165
2. Древнеевксинский бассейн.	168
3. Узунларский и Карангатский бассейны.	170
Глава III. Новоевксинский бассейн.	176
Литература.	193
Приложение. Координаты станций, упоминаемых в тексте работы.	202
С и м м а р у.	204

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1924—1926 гг. на Черном море работала гидрологическая экспедиция под руководством Ю. М. Шокальского, которая в числе других работ производила исследование грунта при помощи трубок Экмана. После крымского землетрясения в 1927 г. исследование дна моря приняло систематический характер и проводилось Управлением безопасности кораблевождения по Черпому и Азовскому морям (Убекочерпаз) до 1932 г. на кораблях «Первое мая» и «Гидрограф» сначала под руководством Е. Ф. Скворцова, а затем — В. А. Снежинского. При этих работах обычная трубка Экмана была заменена так называемой большой трубкой Убекочерпаза, дававшей возможность получать образцы иловых отложений в виде колонок почти до 4 м длины [137, 139]. Изучение этих колонок обнаружило очень много новых интересных фактов, которые были изложены в статьях Е. Ф. Скворцова [138], А. Д. Архангельского [18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 175], А. Д. Архангельского и М. Л. Баталиной [27], А. Д. Архангельского и Е. В. Копченовой [29], А. Д. Архангельского и Э. С. Залманзон [28], А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова [32а] и Д. М. Раузер-Черноусовой [128, 197]. Настоящая работа представляет собой сводку всего, что было сделано при обработке материала глубоководных экспедиций за период с 1928 по 1933 г., и состоит из двух частей. В первой из них описываются осадки современного Черного моря и процесс их отложения, а вторая содержит историю развития Черноморского бассейна и описание отложений, которые образовались в нем в течение всего четвертичного периода.¹

: Будучи геологами, авторы настоящей работы подходили к изучаемому ими материалу с точки зрения интересов геологии, стремясь подметить и описать те черты процесса отложения осадков в Черном море и те черты его геологической истории, которые могут облегчить геологу понимание процесса образования изучаемых им горных пород. Черное море в этом отно-

¹ Эта часть напечатана была ранее в изданиях Московского общества испытателей природы [32а] и воспроизводится здесь с изменениями.

шении представляет совершенно исключительный интерес и, повидимому, может дать геологу по ряду вопросов сравнительной литологии много больше материала, нежели любой другой морской бассейн в мире.

Настоящий труд представляет результат многолетней совместной работы обоих авторов; некоторые части ее прорабатывались преимущественно одним из них, другие же совместно. Так, физико-географические и биологические условия Черноморского бассейна в их влиянии на процесс образования осадков (главы II и VI) изучались преимущественно Н. М. Страховым, а геологическая история — А. Д. Архангельским; осадки изучались и тем и другим.

Глава I

СТРАТИГРАФИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ДНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

При изучении колонковых образцов отложений, добытых со дна Черного моря длинной зондировочной трубкой, легко видно, что верхний слой содержит современную фауну и образовался, очевидно, в бассейне, гидрологические условия которого вполне отвечают современным. Ниже этого слоя органические остатки приобретают характер, отличный от современных, и заключающие их отложения относятся к тому периоду развития бассейна, когда последний по своей солености, газовому режиму и пр. более или менее резко отличался от знакомого нам Черного моря.

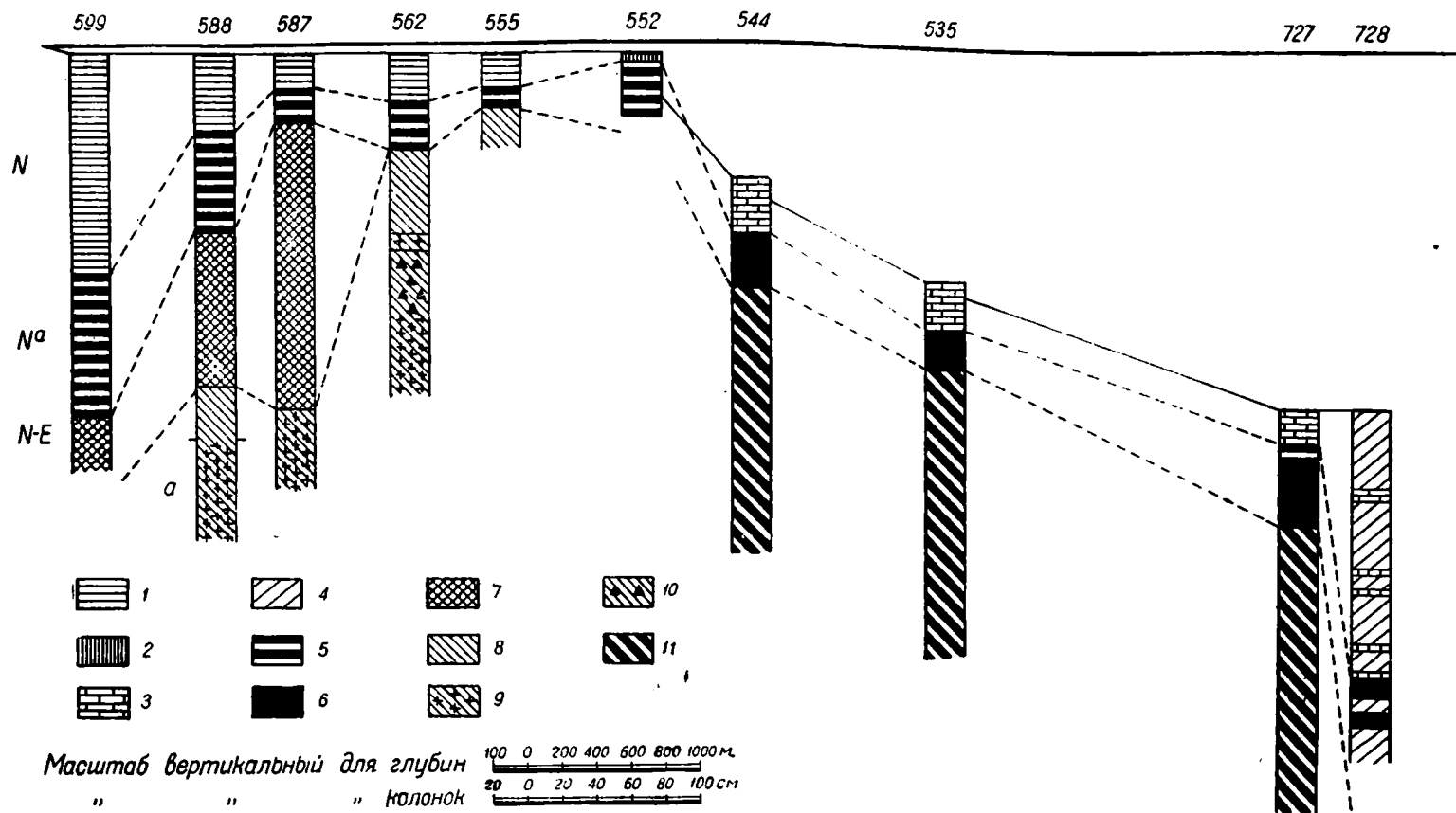
Чтобы дать конкретное представление о строении тех отложений, которые вскрываются зондировками на дне Черного моря, и о последовательности слагающих их слоев, мы опишем одну линию зондировок, пересекающую в меридиональном направлении западную часть моря (фиг. 1).

Группа станций этой линии дала образцы, в большинстве случаев не выходящие за пределы современных отложений. Мы опишем только одну колонку, в которой эти современные осадки, несомненно, пройдены.

Ст. 599

	см
N-1. Серая глина с довольно редкими и мощными (до 3 см) прослоями желтоватого песка; содержит раковины <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Cardium edule</i> , <i>Mytilaster</i>	85
2. Чередование слоев серой глины с большим количеством раковин <i>Mytilus galloprovincialis</i> и глинистого ракушечника, состоящего из тех же раковин	45
N ^a -3. Глинистый ракушечник из раковин <i>Mytilus</i> . . .	68
4. Серая глина с большим количеством раковин мидий	20
N—E-5. Светлый глинистый песок с <i>Cardium edule</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Syndesmya ovata</i> и <i>Monodacna</i>	23

Слои 3 и 4 в этом разрезе отличаются от вышележащих крайним образом своей фауны, которая состоит почти из одних *Mytilus*; здесь мы наталкиваемся впервые на факт фаунистической неоднородности черно-



Фиг. 1. Схема геологического строения дна в северо-западной части Черного моря.

1 — ил; 2 — фазеолиновый ил; 3 — известковый ил; 4 — серая глина в современных и древнечерноморских отложениях; 5 — древний ил; 6 — черная глина; 7 — переходный горизонт от древнечерноморских к нововескиновским отложениям; 8 — нововескинские отложения в прибрежной фации; 9 — то же в речной фации; 10 — то же в болотной фации (торфянистые отложения); 11 — нововескинская глубоководная мелкозернистая серая глина.

морских отложений, нижние слои которых содержат более бедную видами фауну, нежели современные осадки. Еще сильнее отличается по своей фауне слой 5, в котором, кроме обычных черноморских видов, встречаются *Monodacna*, живущие теперь только в лиманах. Появление *Monodacna* указывает на близость слоев, которые А. Д. Архангельский назвал новоевксинскими.

Аналогичную картину дает также станция 593, расположенная близ Одессы, где вполне отчетливо можно наблюдать обеднение фауны в нижней части черноморских отложений, а ниже — слой, в котором смешаны элементы черноморской и новоевксинской фаун.

Ст. 593

- | | |
|--|----------|
| N-1. Глинистый ракушечник из раковин крупных <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Cardium edule</i> , <i>Nassa reticulata</i> , <i>Cerithium reticulatum</i> , <i>Mactra subtruncata</i> var. <i>triangula</i> , <i>Syndesmya ovata</i> , <i>Rissoia</i> , <i>Hydrobia ventrosa</i> , <i>Retusa</i> , <i>Gouldia minima</i> , <i>Cardium exiguum</i> , <i>Syndesmya fragilis</i> | см
70 |
| N ^a -2. Чередование слоев ракушечника и глинисто-песчаной породы, которая показывает тонкую слоистость от перемежаемости глинистых и песчаных прослоев; каждый слой ракушечника и глины имеет 5—10 см толщины, причем вверху преобладает ракушечник, внизу — глина. В верхних частях отдела фауна еще богата и включает в себя <i>Cardium exiguum</i> , <i>C. edule</i> , <i>Nassa reticulata</i> , <i>Cerithium reticulatum</i> , <i>Rissoia</i> ; книзу она сильно беднеет и состоит почти исключительно из <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Cardium edule</i> и <i>Hydrobia ventrosa</i> , к которым присоединяются единичные <i>Cardium exiguum</i> и <i>Rissoia</i> sp. | 140 |
| 3. Серый глинистый неслоистый песок с <i>Monodacna pontica</i> , <i>Cardium edule</i> , <i>Micromelania</i> , <i>Dreissensia</i> , <i>Dr. polymorpha</i> . Среди всех этих форм наиболее распространены <i>M. pontica</i> , затем <i>C. edule</i> , буквально подавляющие все остальные виды. Переход в вышележащие пласты постепенный, в связи с чем в верхней части слоя встречаются разрозненные <i>Syndesmya</i> и <i>Mytilus</i> (карликовые) | 53 |

Тот же характер имеет разрез на станции 595, но здесь под черноморскими осадками в первый раз на описываемой линии зондировок вскрыты и типичные новоевксинские отложения.

Ст. 595

- | | |
|--|-----------|
| N—N ^a -1. Серая глина с прослойками раковин <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>C. edule</i> и др. | см
216 |
| 2. Серая глина с <i>Monodacna</i> и <i>Cardium edule</i> | 45 |
| E ⁿ -3. Ракушечник из створок <i>Dreissensia</i> группы <i>Dr. polymorpha</i> и <i>Monodacna</i> | 10 |
| 4. Ракушечник, в котором к <i>Monodacna</i> и <i>Dreissensia</i> присоединяются раковины <i>Paludina</i> и <i>Unio</i> | 10 |

Аналогичные разрезы получены на станциях 588 и 587.

Ст. 588		см
N—N ^a -1. Серая песчанистая глина с редкими прослойками песка; содержит <i>Mytilus galloprovincialis</i> , <i>Cardium edule</i> и др., причем количество мидий книзу сильно возрастает		100
N—E-2. Серая глина с множеством <i>Monodacna</i> ; встречается и <i>Cardium edule</i>		93
Е ^a -3. Серая глина, постепенно переходящая вниз в ракушечник; много <i>Monodacna</i> , <i>Dreissensia</i> группы <i>Dr. polymorpha</i> , а в нижней половине в изобилии появляются раковины <i>Paludina</i>		45
Ст. 587		см
N—N ^a -1. Глинистый ракушечник из раковин мидий		41
N—E-2. Серая песчаная глина с множеством <i>Monodacna</i> , встречается <i>Cardium edule</i>		162
3. Глина с <i>Paludina</i>		45

Три последние станции представляют большой интерес в двух отношениях: во-первых, здесь шаг за шагом можно проследить, как уменьшается мощность черноморских отложений за счет уменьшения количества глинистого материала, вследствие чего мидиевый ил постепенно переходит в мидис-вый ракушечник; во-вторых, мощность слоя, который содержит типичные новоевксипские ископаемые, ничтожна, и книзу он сменяется ракушечниками и глинами, в которых на ряду с *Dreissensia* и *Monodacna* появляются чисто пресноводные моллюски *Unio* и *Paludina*.

Две следующие станции (576 и 569) представляют мало интереса, но на третьей (562) строение новоевксипских отложений вскрывается с бо́льшей полнотой, нежели во всех предыдущих случаях.

Ст. 576		см
N—N ^a -1. Мидиевый ракушечник почти без примеси глины .		40
2. Глинистый мидиевый ракушечник		5
N—E-3. Ракушечник из створок <i>Dreissensia polymorpha</i> , <i>Monodacna</i> и <i>Cardium edule</i>		5
Е ^a -4. Песчаная серая глина с линзочками и прослоями пылевидного серого песка		150
Ст. 569		см
N—N ^a -1. Глинистый мидиевый ракушечник		23
2. Мидиевый ракушечник почти без примеси глины .		32
N—E-3. Ракушечник из створок <i>Mytilus</i> , <i>Dreissensia polymorpha</i> , <i>Monodacna</i> и <i>Cardium edule</i>		12
4. Светлый, тонкий песок		40

Ст. 562

см

- N—N^a-1. Ракушечник из мидий и других раковин. В пределах нижних 5 см раковины почти все перебиты, и ракушечник переходит в дресву из довольно крупных обломков мидий 55
- Eⁿ-2. Ракушечник из створок мелких *Dreissensia* группы *D. polymorpha* и *Monodacna pontica* 2—6
3. Серый глинистый песок с многочисленными обломками раковин 25
4. Ракушечник из очень мелких раковин *Dreissensia* группы *Dr. polymorpha* и *Monodacna* 14
5. Ракушечник из *Dreissensia*, *Monodacna*, *Neritina*, *Paludina*, *Unio* 12
6. Черная, плотная глинисто-торфянистая масса с многочисленными обугленными остатками камыша и других растений; на разрезе видны раковинки гастропод, повидимому, *Planorbis* около 40
7. Черная глина с большим числом раковин *Unio* и пресноводных гастропод и растительными остатками около 45

Станция 562 выясняет причину появления в нижних частях новоевксинских отложений раковин *Paludina* и *Unio*. Мы видим здесь, что новоевксинские слои в северо-западном заливе Черного моря подстилаются пресноводными и болотными образованиями, которые, без сомнения, представляют отложения плавней древнего Днестра, Дуная и других рек, образовавшиеся в момент, когда дно современного моря занимало гораздо более высокое положение и пахотилось выше уровня океана.

На трех следующих станциях линия зондировок пересекает полосу биоценоза *Modiola phaseolina*, в пределах которой разница между современными и древними черноморскими отложениями с фаунистической точки зрения становится очень резкой (табл. II). Несмотря на очень малую длину колонок, нижняя часть последних состоит из новоевксинских отложений, так как мощность черноморских осадков здесь равна всего 30—50 см.

Ст. 555

см

- N—N^a-1. Ракушечник, образованный массовым скоплением раковин мидий с ничтожной примесью терригенного материала. Вверху к ним подмешаны очень редкие *Modiola phaseolina*, *Gouldia minima*, *Cerithium*, *Hydrobia ventrosa*. Внизу у контакта с подлежащими слоями фауна резко меняется: *Mytilus* становятся мелкими и их в значительной степени вытесняет *Mytilaster lineatus*; появляется также *Cardium edule* 30
- Eⁿ-2. Серый известковистый уплотненный песок с *Dreissensia* группы *Dr. polymorpha* и *Monodacna* 21

Ст. 552

N-1. Ракушечник, из створок <i>Modiola phaseolina</i> с большой примесью мидий	см 5
№-2. Ракушечник из раковин, главным образом, <i>Mytilus galloprovincialis</i> и <i>Cardium exiguum</i> ; значительно меньше <i>Rissoia</i> sp. и <i>Hydrobia</i> sp., многие обломки густо обросли известковыми водорослями до такой степени, что обратились в почти круглые комочки с бородавчатой поверхностью. Внизу подмешиваются <i>C. edule</i> и <i>Mytilaster lineatus</i>	—

Ст. 547

N-1. Ракушечник, сплошь состоящий из раковин <i>Modiola phaseolina</i>	см 10
№-2. Мидиевый ракушечник; в верхней части с чрезвычайно крупными мидиями, в нижней—с мелкими. Кроме мидий, довольно часто встречаются <i>Cardium exiguum</i> , а внизу <i>Mytilaster lineatus</i> и <i>Monodacna</i>	37
Е-3. Серый известковый песок с <i>Dreissensia rostriformis</i> var. <i>distincta</i> и <i>Monodacna</i>	12

Особенностью нововескидских отложений, вскрытых на последней станции, является исчезновение *Dreissensia polymorpha*, взамен которой появляются более глубоководные *Dreissensia* из группы *Dr. rostriformis*.

Начиная со следующей станции, линия зондировок вступает в область зараженных сероводородом глубин, вследствие чего раковины донных моллюсков в черноморских осадках исчезают, и характер отложений резко изменяется; в нововескидских слоях, однако, несмотря на значительную глубину, на первой из станций еще встречаются характерные раковины *Caspia*.

Ст. 544 (глубина 800 м)

N-1. Глинисто-известковый ил, в верхней части приближающийся к известковому илу	см 30
№-2. Серая микрослоистая глина, приближающаяся к черному илу	31
Е-3. Темносера, неслоистая глина	20
4. Светлосерая, неяснослоистая глина с нежными раковинами <i>Caspia</i> sp. и др. и черными точкообразными включениями гидротроилита	130

Ст. 536 (глубина 1000 м)

N-1. Глинисто-известковый ил, в верхней части переходящий в известковый	см 25
№-2. Серая микрослоистая глина, внизу переходящая в черный ил; в нижней части последнего проходит несколько известковых прослоек, состоящих из микроскопических эллипсоидальных кристалликов кальцита и двойников прорастания таких же кристаллов	27

Е ^а -3. Брекчиевидный прослой, включающий обрывки трепеловидной породы	0.5
4. Светлая легкая пятнистая порода, очень богатая скорлупками диатомей, которые в верхней части превращают ее в глинистый трепел	23
5. Синевато-серая плотная глина с неясно выраженной неправильной слоистостью и стяжениями гидротроилита	35
6. Шоколадная глина с редкими белыми прослойками; пересечена наклонной трещиной	26
7. Глина, как в слое 5	5
8. Глина то серая, то шоколадная; разбита двумя параллельными наклонными трещинами, которые заполнены брекчиевидной железистой, глиной, . . . около	90
9. Глина, как в слое 5	17

Слой с 3 по 9 последней станции по своему положению соответствуют глинам с *Caspia* предыдущей станции, но остатков моллюсков уже не содержат. Так как одновременно, вследствие появления трепельных прослоев, резко меняется и их литологический характер, то может появиться сомнение в принадлежности этих пород к новоевксинским отложениям. Чтобы убедиться в последнем, мы опишем две станции (537 и 14), расположенные западнее избранного нами направления.

Ст. 537 (глубина 1390 м)

	см
N-1. Известковый ил	20
N ^а -2. Черный ил	23
Е ^а -3. Темносерая неслоистая глина	5
4. Диатомовый трепел, в верхней части и у самого нива значительно обогащенный глиной	41
5. Серая с оливковым оттенком глина, с включением марказита	22
6. Полосатая шоколадная глина; полосатость зависит от чередования шоколадных и светлых полос; последние слегка песчанисты; глина разбита легкими трещинками, по которым одни пласты смещены относительно других на небольшое расстояние, измеряемое миллиметрами	36
7. Шоколадная почти неслоистая глина с редкими светлыми полосками	63
8. Глина, как в слое 6	14

Ст. 14 (глубина 1460 м)

	см
N-1. Известковый ил	4.5
N ^а -2. Серая микрослоистая глина с редкими плохо выраженными прослойками дрюита	6
3. Тонкий прослой песка	около 0.25
4. Черный ил	2
Е ^а -5. Серая неслоистая глина, обогащенная органическим веществом; содержит раковинки <i>Caspia</i> sp.	8

6. Светлосерая мягкая глина с очень мелкими шариками пирита	см 50
7. Трепеловидная светлая, очень мягкая порода, состоящая из массы диатомей, главным образом <i>Cascinodiscus</i> и <i>Navicula</i>	37

В последнем разрезе трепеловидные породы лежат ниже глин с *Caspia*, почему в их новоевксинском возрасте сомнений быть не может.

Возвращаясь к нашей линии, опишем образцы еще двух станций, характеризующие наиболее глубокие части Черноморской впадины.

Ст. 727 (глубина 2150 м)		см
N-1. Известковый ил		20
N ^a -2. Черный ил		3
3. Известковый ил		1
4. Черный ил		40
E ^b -5. Серая глина		63
6. Серая глина с частыми прослоями светлого песка		100

Ст. 726 (глубина 2180 м)		см
N-1. Серая глина		45
2. Известковый ил		6
3. Серая глина		40
4. Известковый ил		2
5. Серая глина		7
6. Известковый ил		2.5
7. Серая глина		33
8. Глинисто-известковый ил		2.5
9. Серая глина, внизу сильно песчанистая, переходящая в песок		15
10. Глинисто-известковый ил		0.5
11. Серая глина		9
12. Глинисто-известковый ил		0.5
N ^a -13. Черный ил с прожилками дрюита		0.5
14. Серая глина		7.5
15. Черный ил		2.5
16. Серая глина		15
17. Черный ил		0.75
18. Серая глина		13

Анализируя описанные разрезы, мы видим, что под современными черноморскими отложениями (N), которые в мелководной области выражены глинистыми осадками и ракушечниками с современной фауной, а в глубоководной — глинисто-известковым и известковым илом, залегают осадки, заключающие в себе фауну, хотя и близкую к современной, но явно от нее отличную (N^a).

На малых глубинах, где современные отложения характеризуются мидиевым биоценозом, руководящей фауной которого является *Mytilus gallo-*

provincialis фауна подстилающего их слоя отличается сравнительно не резко, именно большей своей бедностью. Начиная с глубины около 50 м, где мидиевый биоценоз замещается биоценозом фазеолинового ила с руководящей формой *Modiola phaseolina*, фаунистические отличия современных и древнечерноморских отложений становятся гораздо более резкими. *Modiola phaseolina* в нижних слоях исчезает и заменяется теми же мидиями, которые характеризуют и более мелководные участки дна; мы видим отсюда, что древний мидиевый ил распространяется значительно дальше в глубину, нежели современный. С переходом в область зараженных сероводородом глубин фаунистические различия между современными и древними черноморскими отложениями сглаживаются, но зато в очень ясной форме сказывается литологическое отличие тех и других. Современные отложения выражены здесь илами, содержащими большое количество порошкообразного СаСО₃ (дрюита), который располагается тонкими, резко выделяющимися прослойками; древнечерноморские слои, напротив, бедны дрюитом и резко отличаются темной окраской, обязанной своим происхождением большому содержанию органического вещества.

Под типичным древним мидиевым илом, в области, заселенной донными животными, можно различить еще особый переходный слой, в котором представители черноморской фауны встречаются совместно с повоевксинскими *Dreissensia* и *Monodacna*.

Новоевксинские отложения выражены также в двух фациях. На малых глубинах они представлены песками, глинами и ракушечниками с множеством *Dreissensia*, *Monodacna* и гастроподами; на глубине от 800 до 1500 м развиты глины и трепела, в которых изредка встречаются мелкие раковинки гастропод, *Caspia* и др.; глубже и здесь остатки донных организмов исчезают.

В полном согласии с результатами зондировок паходятся данные бурений на дне лиманов северного побережья Черного моря.

Имеющиеся на дне Бугского лимана буровые скважины показывают, что в его отложениях можно различить три горизонта [38, 87, 143].

Первый, верхний горизонт состоит из битой ракуши и известковистого песка, около 1 м мощностью, заключающих остатки современной фауны лимана — *Dreissensia polymorpha*, *Neritina fluviatilis*, *Paludinella*, *Cythere*; реже встречаются *Adacna colorata*, *Cardium edule*, *C. barbot-de-marnyi*, *Rissoia* и очень редко *Mytilus* и *Pecten*, происходящие, повидимому, из нижележащего слоя.

Второй горизонт в средних частях лимана представлен зеленоватым жидким известковистым илом значительной мощности (до 20 м), с приближением к берегам мощность сильно убывает. В фауне, вместо преобладающих в первом слое пресноводных моллюсков, на первый план выступают морские, как-то: *Cardium edule*, *C. barbot-de-marnyi*, *Mytilus edule*, *Modiola*, *Adacna plicata*; реже встречаются *Neritina fluviatilis*, *Dreissensia polymorpha*, *Limnaeus*.

Третий слой состоит из песка с ракушей; здесь, как и в первом горизонте, преобладают формы лиманные: *Adacna colorata*, *Dreissensia poly-*

morpha, *Cardium edule*, *Neritina fluviatilis*, *Paludinella*; очень редко встречаются *Mytilus edulis*. Мощность слоя около 1 м.

Основание четвертичных отложений или коренное дно в Тилигульском и Хаджибейском лиманах лежит, по Рудскому [131], более, чем на 24 м ниже уровня моря, а в Куяльницком, вероятно, даже ниже 42 м; в Бугском лимане, по Выржиковскому [50], поверхность сарматских пород опускается до 27 м ниже уровня моря.

Поразительно сходную картину дают разрезы дна евпаторийских соляных озер [35, 109]. В буровых скважинах, описываемых И. В. Мушкетовым [109], здесь можно различить следующие горизонты:

1. Современные озерные отложения в виде чередующихся слоев грязи, гипса и соли.

2. Глины, иногда песчанистые, с морскими раковинами, из которых Мушкетов приводит *Cardium edule*, *Cerithium ferrugineum*, *Cardium exiguum*, *Lucina leucoma*, *Tapes lactea*, *Nassa reticulata*.

3. Глины с фауной, близкой к фауне современных лиманов, как-то: *Cardium edule*, *Neritina liturata*, *Rissoia*, *Dreissensia polymorpha*, *Planorbis*. В некоторых скважинах основание этих пород лежит на 20 м ниже поверхности озера.

4. В некоторых скважинах ниже этого горизонта залегают глины с остатками растений, переходящие в основании в пески и гравий, которые, быть может, представляют уже отложения рек, разработавших балки, в устьевых частях которых расположены теперешние соляные озера.

5. В основании всей этой серии отложений залегают бурые глины со сростками гипса и мергеля, неотличимые от бурых глин, которые слагают подпочву окружающей степи и налегают на попутческие известняки.

Почти без изменения описанная картина повторяется и в устьевых частях Черной реки, нижняя часть древней долины которой затоплена теперь морем и представляет Севастопольскую бухту. По сообщению Андрусова [13], плоское дно долины сложено новейшими аллювиальными осадками, поднимающимися у Макухинского водобора на 8.5 м выше уровня моря. Ниже их у Макухинского водобора — на 19 м, а у устья Черной реки — на 38 м, начинаются отложения с черноморской фауной, имеющие мощность около 38 м; еще ниже следует небольшая толща осадков без морских окаменелостей, но с *Dreissensia polymorpha*.

Из этих разрезов с полной очевидностью вытекает, что нижние слои лиманных отложений соответствуют повоевксинским слоям дна моря. Средний горизонт отвечает древнечерноморским и нижней части современных морских отложений; верхней части последних в Одесском районе соответствуют слои с современной оригинальной фауной лиманов, в Евпаторийском — соленосные слои, а в Севастопольском — аллювий Черной реки.

Во всех рассмотренных до сих пор случаях древнейшими отложениями, которые были вскрыты зондировками и бурением, являются новоевксин-

ские слои с их характерной фауной дрейссенсид. Более древние породы были обнаружены в Керченском проливе.

При бурении, производившемся на дне Керченского пролива в 1916—1917 гг. в связи с проектом постройки здесь железнодорожного моста, пройдены были, по описаниям Андрусова, следующие слои [11, 14]:

1. Отложения с фауной современного Черного моря, представленные жидким илом, синеваато-серой вязкой глиной с раковинами, глинистым ракушечником и глинистым песком; мощность этих отложений в одной из скважин доходила до 27 м, в другой — до 17 м. Из остатков моллюсков в них встречены: *Mytilus galloprovincialis* L a m., *Cardium edule* L a m., *Venus gallina* L a m., *Gastrana fragilis* L a m., *Barnea candida* L a m., *Tapes rugatus* B. D. D., *Corbulomya maeotica* Mil., *Nassa reticulata* L a m., *Cerithium reticulatum* D a C o s t a.

2. Песчаные глины или глинистые пески с обильным содержанием гидротроилита. Фауна этих слоев, имеющих в двух упомянутых скважинах 8 и 5 м мощности, состоит из оригинальной смеси морских видов с такими, которые в настоящее время характерны для солоноватоводных лиманов; морские формы, исключая *Cardium edule* и *Cerithium reticulatum*, редки. Кроме сейчас упомянутых, встречены *Syndesmia ovata* Phil., *Cardium paucicostatum* Phil., *Venus gallina*, *Nassa reticulata*. Из видов солоноватоводных, лиманных встречены: *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. crassa* A n d r. var. *minor*, *Dr. caspia* Eichw., *Monodacna pseudocardium* Desh. (*M. catillus* Eichw.), *M. colorata* Eichw. var. *Adacna relicta* Mil., *Didacna moribunda* sp. n., *Pisidium* sp., *Lythoglyphus naticoides* Fer., *Neritina* sp., *Clessinia variabilis* Eichw., *Micromelania lineata* Mil., *Caspia gmelini* D y b., *Vivipara* sp.

3. Раковинная дресва и раковинный песок с *Tapes calverti* Newt., *Cardium tuberculatum*, *C. edule* L., *Pecten glaber* L., *Mytilus galloprovincialis* L a m., *Ostrea taurica*, *Cerithium vulgatum* Brug. и др., к которым примешиваются потертые *Dreissensia polymorpha*, *Didacna crassa* Eichw., *Unio*, *Corbicula fluminalis* и *Vivipara*.

Слой 1, очевидно, представляет современные и частично, вероятно, древнечерноморские отложения. В слое 2 легко узнать новоевксинские слои; присутствие черноморских моллюсков объясняется частично, повидимому, заносом их при бурении из покрывающих слоев, а частично тем, что и в Керченском проливе существует горизонт, заключающий смесь древнечерноморских ископаемых.

В слое 3 органические остатки вновь имеют черноморский характер, но здесь к ныне живущим в Черном море формам присоединяются и такие виды (*Tapes calverti* и *Cardium tuberculatum*), которые в Черноморском бассейне вымерли, а живут в бассейне Средиземного моря. Горизонт этот был уже давно выделен Андрусовым в террасовых отложениях по берегам Черного моря и сопоставлен им с так называемой тирренской террасой берегов Средиземного моря. Мы будем называть рассматриваемые отложения кара-

гатскими. Присутствие в слоях с карангатской фауной *Dreissensia polymorpha*, *Didacna crassa* и пресноводных моллюсков может быть объяснено лишь тем, что они подстилаются вторым горизонтом с фауной каспийского типа; эти слои тоже известны в террасовых отложениях и получили название евксиинских или древнеевксиинских.

Из всех выделенных сейчас горизонтов наилучшие изучены в настоящее время современные и древние черноморские отложения, для которых мы могли просмотреть около 800 образцов. С описанием этих отложений мы и начнем наше изложение.

Наша основная задача будет заключаться не столько в морфологическом описании осадков, что уже было в значительной мере сделано раньше, сколько в выяснении самого процесса их образования, в определении связи, которая существует между физико-географическими и геологическими условиями бассейна, с одной стороны, и характером формирующихся на его дне отложений — с другой. Мы думаем, что на имеющемся в наших руках материале связь эта выявляется неизмеримо яснее, чем на каком-либо другом, так как, благодаря особенностям методики взятия образцов, мы располагаем сведениями о мощности осадков черноморской фазы, что неизвестно ни для одного из остальных современных морских бассейнов. С другой стороны, работы по изучению причин крымских землетрясений и по изучению аномалий силы тяжести доставили столь ценный материал по геологическому строению дна Черного моря, что оно известно в настоящее время полнее, чем в большинстве других морей.

Выяснение связей, существующих между характером современных осадков и факторами осадкообразования, представляет чрезвычайно большой геологический интерес, так как дает возможность восстанавливать физико-географическую и геологическую обстановку, в которой происходило отложение осадков в бассейнах геологического прошлого.

Г л а в а II

ФАКТОРЫ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ

Процесс образования осадка на дне каждого морского бассейна есть процесс чрезвычайно сложный. Его течение обуславливается огромным количеством факторов, исчерпывающе исследовать которые в настоящее время едва ли еще возможно. Несмотря на это, однако, уже и сейчас можно указать на ряд таких условий, которые играют наиболее крупную роль в образовании осадков и которые наиболее влияют на типы фаций и на их размещение по дну моря. Часть этих факторов осадкообразования связана с сушей, окружающей бассейн, часть с самим водным бассейном и, наконец, часть имеет более общий — региональный характер.

К числу факторов первого рода относится прежде всего устройство поверхности площади, внутри которой лежит данный водоем. Совершенно

очевидно, что водоем, окруженный низменными равнинами, будет резко отличаться по характеру осадков от бассейна, находящегося внутри горной, интенсивно денудированной страны. При этом следует иметь в виду, что на характер осадков может влиять не только непосредственно само побережье, но вся площадь, дренируемая речной сетью данного бассейна, а также самый характер стока и в особенности рельеф в устьевой части рек. Чрезвычайно существенным фактором осадкообразования является также геологическое строение прилегающих к бассейну участков земной поверхности, в частности, состав горных пород, которые подвергаются выветриванию и эрозии.

Из факторов осадкообразования, связанных с самими водными бассейнами, следует отметить прежде всего размеры водоема и рельеф его дна. Особенное значение имеет наличие или отсутствия островов, а также размер и характер континентальной террасы и континентального уступа, именно ширина первой и крутизна второго, определяющие близость к берегу глубоководных частей бассейна. Другим важнейшим фактором является соленость и газовый режим, которые определяют всю совокупность химических и биохимических процессов, происходящих в осадке. Весьма существенную роль играют движения воды вообще и течения в частности. Волны и течения являются тем механизмом, который подхватывает обломочный материал, поступающий из рек и от разрушения побережий, и разносит его по территории бассейна. Наконец, последним фактором является органический мир бассейна, участвующий в осадкообразовании и непосредственно частями своего тела, и через посредство разнообразных биохимических процессов.

К факторам общего характера относится климат, влияние которого весьма разнообразно. С одной стороны, климатические условия определяют количество вод, поступающих в водоем и приносящих в него обломочные частицы, а также силу ветра, переносящего пыль. С другой стороны, климат определяет направление процессов выветривания, которые, в свою очередь, обуславливают характер обломочных частиц, поступающих с суши. Наконец, климатическими условиями определяются температура бассейна и движение водных масс, оказывающее чрезвычайно большое влияние на процесс образования осадков.

Таковы главнейшие факторы, которые воздействуют на осадочный процесс, протекающий внутри того или иного бассейна, и определяют конечный результат его: типы осадков и их пространственное распределение по дну водоема. Понять особенности осадкообразования того или другого водоема значит, в сущности, показать, как под влиянием всей совокупности перечисленных факторов формируется осадок, а также определить, какие именно конкретные черты фаций и их географического распределения обусловлены тем или иным фактором. Необходимо подчеркнуть, что для геолога, который, исходя из изучения горных пород, стремится восстановить осадки бассейнов, давших начало этим породам, и при помощи этих

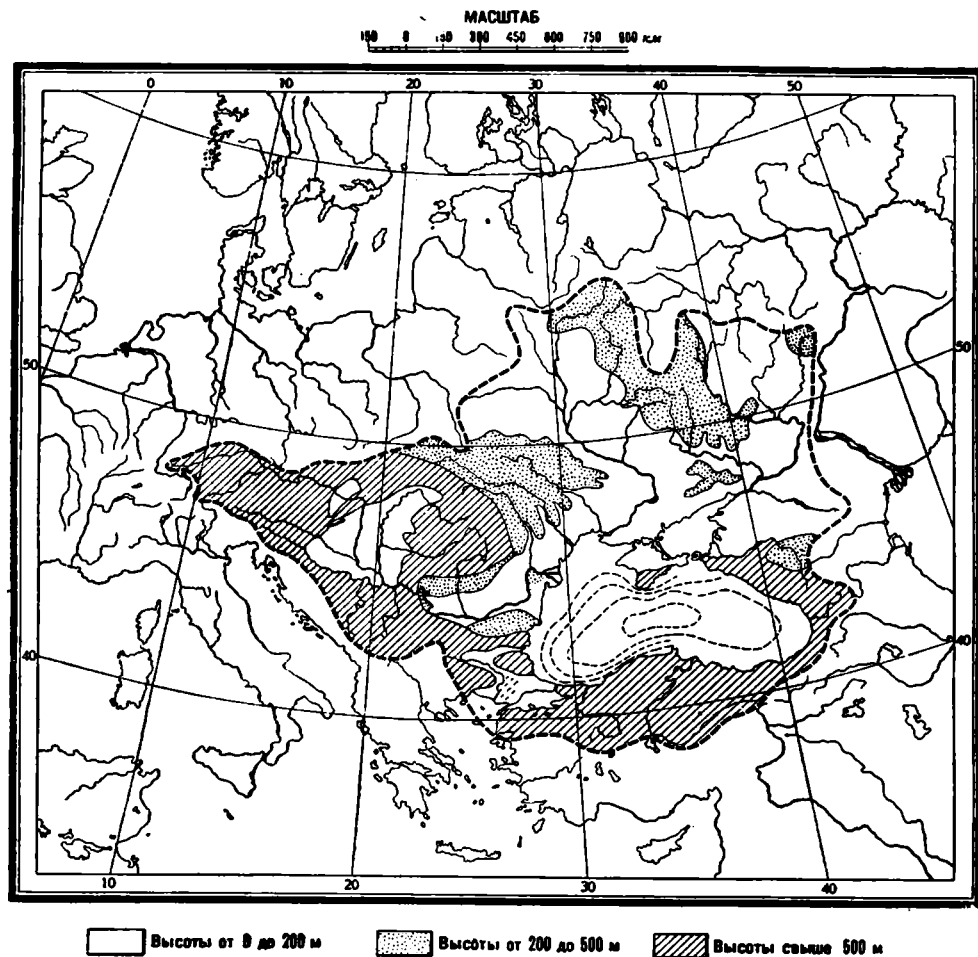
осадков воссоздать физико-географическую обстановку бассейнов, важно иметь в виду не только указанные факторы, определяющие первоначальный характер осадка, но также и некоторые процессы диагенеза, происходящие непосредственно на дне моря или в поверхностных частях только что отложившихся осадков и иногда коренным образом изменяющие их первоначальный характер.

1. РЕЛЬЕФ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТРАН, ОКРУЖАЮЩИХ ЧЕРНОЕ МОРЕ

Район, внутри которого располагается Черное море и для которого оно является котловиной стока, весьма неоднороден с точки зрения рельефа (фиг. 2). Если рассматривать северную его половину, охватывающую побережье от р. Дуная до Севастополя, с одной стороны, и район Азовского моря, являющегося только заливом Черного, — с другой, то окажется, что здесь к Черному морю примыкает обширная низкая равнина. Высоты колеблются здесь от немногих десятков метров до 200, реже 300 м; склоны водоразделов пологи, энергия эрозионных процессов весьма понижена. Гидрографическая сеть отличается огромными размерами, чрезвычайной разветвленностью и вместе с тем спокойным, медленным движением вод и относительно малым переносом обломочных, взвешенных в воде, частиц. Характернейшей особенностью речных русел в этой области является наличие расширенных устьев, так называемых лиманов, которые нередко отделяются нацело или почти нацело от моря песчаными косами или пересыпями и имеют солоноватую воду. Часть рек, именно Дон, впадает в Азовское море.

Совершенно иное представляет площадь, примыкающая к Черному морю на южном берегу Крыма, а также с востока, юга и юго-запада. Территория эта по площади невелика и, в противоположность ранее описанной, окаймляет Черноморский бассейн сравнительно узкой полосой. Рельеф ее резко отличается от рельефа северной равнины; взамен низменности со спокойной мягковолнистой поверхностью, с востока, юга и частью запада к Черному морю вплотную придвинулась молодая горная страна с резко колеблющимися высотами (от 200—500 до 3000—4500 м) и чрезвычайно интенсивно протекающими денудационными процессами. Совершенно отличен и характер гидрографической сети. Вместо немногочисленных, но обширных речных потоков, здесь преобладают небольшие, но чрезвычайно многочисленные мелкие реки, с круто падающим руслом, быстрым течением, а следовательно, с гораздо большим выносом взвешенных частиц. Крупные реки этой области, как Рион, Чорох, Кызыл-Ирмак и другие, имеют, в противоположность северным рекам, быстрое течение и мутную воду. Лишь местами характер побережья несколько меняется: у Риона, Дуная, Керченского и частью Таманского полуостровов побережье становится пониженным, относительно ровным. Однако эти участки незначительны и, так сказать, пропадают на фоне совершенно иной обстановки.

С разницей рельефа равнинной и горной части Черноморского бассейна тесно связано и различие петрографического состава этих областей. На севере берега моря состоят преимущественно из верхнетретичных известняков, в горной же стране побережье сложено из пород весьма различного



Фиг. 2. Схема рельефа области, дренируемой Черным морем.

возраста и весьма сложного петрографического состава. На ряду с известняками, сланцами и песчаниками здесь весьма широко развиты также и изверженные породы, совершенно отсутствующие на прилегающих к морю с севера равнинах.

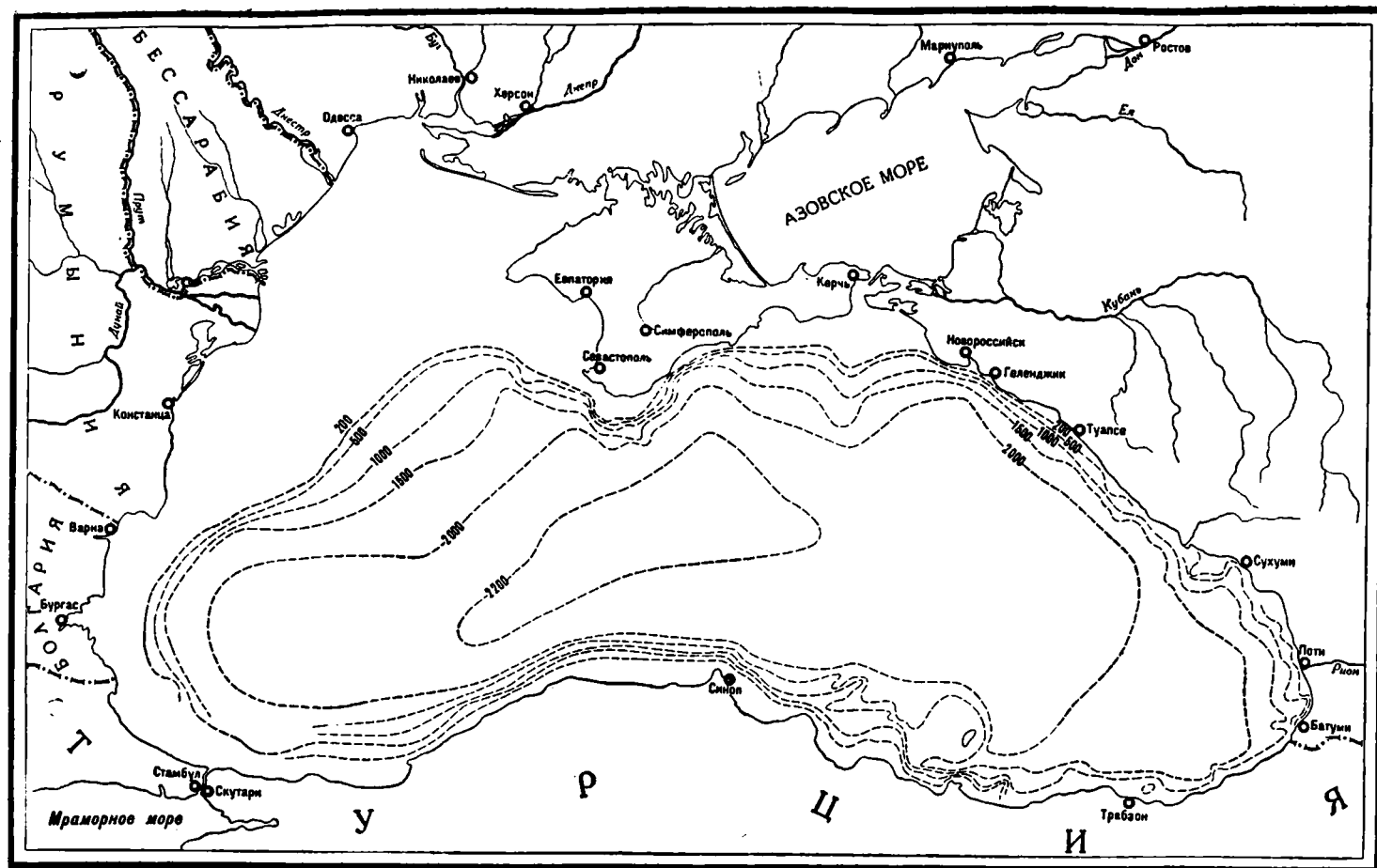
Указанные различия в рельефе и геологическом строении стран, прилегающих к Черному морю с севера и юга, должны иметь своим следствием резкие различия в количестве приносимого в море с той и другой стороны обломочного материала, а это неминуемо должно отразиться на составе отлагающихся здесь и там осадков.

2. РЕЛЬЕФ ДНА ЧЕРНОГО МОРЯ

Представление о рельефе дна Черного моря даст схема, изображенная на фиг. 3. Из нее видно, что на дне Черного моря отчетливо выделяются три элемента: 1) континентальная терраса, простирающаяся от 0 до 100—200 м и очень редко до 400 м; 2) континентальный склон, располагающийся между 200 и 2000 м, и 3) дно котловины, занимающее глубины от 2000 до 2300 м. Перейдем к краткому ознакомлению с особенностями рельефа каждого из выделенных элементов дна.

Континентальная терраса имеет чрезвычайно изменчивую ширину. Так, в северо-западном углу моря, от меридиана дунайского устья до Севастополя, она имеет ширину от 39 до 214 км; далее, вдоль южного берега Крыма, от Ялты до Судака, сужается всего до 2—10 км; против Керченского пролива несколько расширяется, доходя до 25—50 км, но затем глубоководная котловина опять близко подступает к берегу, и континентальная терраса соответственно сокращается до 3—5 км. Начиная отсюда, вдоль всего Кавказского побережья, а также вдоль малоазийского берега, континентальная терраса остается чрезвычайно узкой и лишь местами делает мысообразные выступы, относительно далеко уходящие в море. Подходя к Босфорскому проливу, континентальная терраса постепенно расширяется и незаметно переходит в расширенную мелководную область северо-западного угла Черного моря. Благодаря описанным колебаниям ширины континентальной террасы получается, что в северной или, точнее, в северо-западной части моря, ограниченной линией от Бургасы на Новороссийск, глубоководная котловина отодвинута от берега на значительное расстояние и лишь на участке Ялта — Судак близко придвигается к нему. Наоборот, в южной или, точнее, юго-восточной части бассейна, к SE от указанной линии, глубоководная котловина придвинута почти непосредственно к берегу, отделяясь от него лишь чрезвычайно узкой мелководной террасой. В связи с различной шириной континентальной террасы естественно получается, что степень наклона ее также весьма сильно варьирует. Так, если в северо-западном углу моря средний угол наклона террасы составляет всего 7—15' (у конца полосы бывает равен иногда 45'), то вдоль Кавказского побережья он доходит до 2° и даже более, т. е. далеко превосходит величину, которая принимается в норме для этого элемента рельефа морского дна. Характерной особенностью континентальной террасы Черного моря является также почти полное отсутствие в ее пределах островов.

Рельеф континентального склона отличается несравненно большей сложностью, и истинная картина его в настоящее время лишь местами начинает более или менее разясняться. Континентальный склон по длине можно разбить на несколько (семь) участков, значительно отличающихся друг от друга по рельефу дна. Первый из них начинается у меридиана маяка Сулинского (в устье Дуная) и протягивается на восток до меридиана мыса



Фиг. 3. Схема рельефа дна Чёрного моря.

Тарханкут. На этом участке континентальный склон в общем широк — от 20—30 до 100—120 км—и, следовательно, наклон его относительно незначителен. Характерно при этом, что верхняя часть уступа заметно круче, чем нижняя; в особенности зона от 1500 до 2000 м, где падение поверхности становится особенно пологим.

Второй район располагается между меридианами м. Тарханкут и м. Судак. Три особенности отличают его от первого участка: во-первых, значительно большая крутизна склона, во-вторых, извилистый ход изобат, что указывает на большую сложность деталей рельефа. Эта сложность обуславливается, с одной стороны, наличием глубоких заливообразных врезов, направленных в сторону Крыма, а с другой — мысообразных выступов в обратном направлении. Особенно замечателен глубокий залив, располагающийся между Ялтой и Судакком, где общий уклон континентальной ступени достигает максимальной величины. Третьим характерным отличием рассматриваемого участка континентального склона является наличие на нем террасовидного уступа (или уступов). Всюду, где имеется достаточное число промеров, отчетливо выступает террасовидная площадка, располагающаяся в большинстве случаев на глубине 1100—1400 м.

Часть континентального склона, лежащая выше этой площадки, обыкновенно бывает относительно очень крута. В то время как в области континентальной террасы падение поверхности равняется обычно нескольким, иногда немногим, минутам, в верхней части склона углы падения поверхности колеблются обычно в пределах от 6 до 15° и в отдельных случаях доходят до 20° (против Алушты). Нужно иметь в виду, что приводимые цифры не передают действительного уклона, так как мы вынуждены получать падение поверхности из сопоставления абсолютной высоты точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 1.5—2 и более километров; совершенно очевидно, что при этом в очень большом числе случаев должны получаться цифры, меньшие действительных. По всей вероятности, в действительности крутой склон состоит из ряда более мелких, но и значительно более крутых, нежели кажется, уступов.

В области упомянутой выше площадки или нижней террасы угол падения поверхности не превышает 2—3°; иногда поверхность террасы представляется наклоненной в обратную сторону по отношению к общему падению, так что обращенный к открытому морю край ее лежит выше края, обращенного к берегу. Нижний край террасы, к сожалению, известен нам не для всех случаев. Там, где собран достаточный материал, в большинстве случаев видно, что терраса и снизу ограничена уступом, более пологим и более низким, чем верхний, но все же очень отчетливым. Высота этого уступа в разных случаях колеблется от 250 до 600 м. От основания этого второго уступа ко дну центральной впадины идет опять очень пологий склон, образующий как бы третью, слабо наклоненную террасу; какой-либо резкой границы между этим склоном и дном центральной впадины обычно не существует.

Следующий к востоку участок располагается между меридианами Судака и Анапы. Ширина континентального склона здесь вновь значительно увеличивается, изобаты расходятся, и уклон поверхности становится более пологим. При этом, как и в первом районе, наиболее пологой является нижняя часть склона, тогда как верхняя (от 200 до 500 м) продолжает оставаться относительно крутой. Примерно посередине участка, против восточной оконечности Керченского полуострова, все изобаты, вплоть до двухтысячной, делают резкий мысообразный выступ в сторону моря, показывающий, что здесь располагается крупное валоподобное возвышение.

На пространстве между Анапой и мысом Пицунда континентальный уступ в соответствии с простираем Кавказского хребта идет почти прямолинейно, и на нем незаметно сколько-нибудь значительных изломов, выступов или подводных врезов, которые мы видели у южного берега Крыма. Далее между м. Пицунда и м. Вона на малоазиатском берегу располагается новый район, где рельеф склона вновь претерпевает крупные осложнения. Характерную особенность континентальной ступени составляет здесь то, что нижняя половина ее (1000—2000 м) чрезвычайно полого и построена, по видимому, весьма просто, тогда как верхняя (200—1000 м), наоборот, крута и чрезвычайно сложна. Подобно тому, как это мы видели у южного берега Крыма, изобаты образуют здесь чрезвычайно многочисленные и резкие выступы и соответственно заливы.

Еще более сложен рельеф континентального уступа на участке между м. Вона и Синопом. В этом районе, в противоположность предыдущему, верхняя часть склона (200—500 м) относительно проста, тогда как нижняя (500—2000 м) чрезвычайно сложна и образует резкие выступы и заливы. Выступ непосредственно к западу от м. Вона, быть может, представляет даже самостоятельное поднятие на дне Черноморской котловины.

Последний участок тянется от Синопа по направлению к Босфору. Данных для познания рельефа континентального склона здесь очень мало; однако, имеющиеся сведения указывают, что здесь мы имеем дело, по видимому, с таким же спокойным ходом изобат, как это было на Кавказском побережье от Анапы до Пицунды. По направлению к западу изобаты постепенно раздвигаются и наклон поверхности уменьшается.

Из изложенного вытекает, что рельеф континентального склона Черноморской котловины отличается большой сложностью, особенно вдоль южного берега Крыма и в юго-восточной части моря от Пицунды до Синопа. Несмотря на это, можно все-таки указать одну особенность рельефа, которая повторяется, в сущности, повсеместно, хотя и не везде одинаково отчетливо. Особенность эта состоит в том, что нижняя часть склона, начиная от 1500 и до 2000 м, обычно гораздо более полого по сравнению с верхней. Это отчетливо видно на фиг. 3, где изобаты 1500—2000 м в большинстве случаев отодвинуты друг от друга гораздо дальше, чем изобаты 200—500 м, 500—1000 м, 1000—1500 м. Особенно резко отличается нижняя часть континентального склона от верхнего в юго-восточном и северо-западном участ-

ках бассейна. Таким образом, мы можем сказать, что континентальная ступень в области Черного моря переходит в поверхность центральной части котловины в значительной мере постепенно.

Что касается последнего элемента рельефа Черноморской котловины, а именно ее дна, то здесь дело обстоит совсем просто. Промеры показывают, что вся площадь глубже 2000 м представляет почти идеальную равнину, слегка вдавленную в центральной части. Наиболее глубокий район, оконтурированный изобатой 2200 м, помещается между Крымом и Азиатским побережьем и представляет собою относительно узкую, вытянутую ложбину, в большой степени повторяющую очертания нижней границы континентального уступа, т. е. изобаты 2000 м.

Таковы основные черты рельефа Черноморской котловины. Если попытаться теперь определить те особенности его, которые могут иметь влияние на процессы образования осадков, то мы должны будем указать прежде всего на почти полное отсутствие островов. Это значит, что обломочный материал должен поступать исключительно с берегов и, следовательно, в распределении его должны наблюдаться определенные закономерные изменения по мере удаления от берега. Вторая, важная с точки зрения процесса осадкообразования, особенность — это значительная глубина моря и, что самое главное, значительная площадь, занятая глубоким морем, сравнительно с площадью мелководья. Естественно, что при таких условиях мы в праве ожидать большого развития тонких глинистых осадков при сравнительно малом развитии мелководных грубозернистых отложений. Третьим обстоятельством, которое не может не влиять на распределение осадков, является асимметричное расположение центральной глубоководной впадины относительно берегов — ее значительное удаление от северного низкого и приближенность к южному и восточному высоким побережьям; это, в связи с различиями в приносе с севера и юга терригенного материала, неизбежно должно создать различия в характере осадков северных и южных частей моря. Четвертым обстоятельством, на которое необходимо обратить внимание с рассматриваемой точки зрения, является крутизна континентального склона, которая может вызывать оползания находящихся на нем рыхлых масс.

3. СОЛЕНОСТЬ И ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ

Основным фактором, определяющим все гидрологические особенности Черного моря, является своеобразный характер связи с открытым морем через Босфорский пролив.

Обладая обширным водосборным бассейном, расположенным к тому же в зоне умеренных и значительных осадков, Черное море получает большой приток пресной воды, значительно превышающий потери бассейна от испарения, и, естественно, поэтому с поверхности опресняется. Действительно, соленость на поверхности моря достигает в среднем всего 1.8‰, а местами, например, в северо-западном углу, повышается до 1.4—1.3‰. Избыток

опресненной воды сливается через Босфорский пролив в Средиземное море, а навстречу ему, по дну пролива, идет из Мраморного моря поток более соленой воды (2.4‰), переливающийся в Черноморскую котловину. В силу своей бóльшей плотности вода эта опускается вниз и сосредоточивается в глубоких частях котловины. Таким образом, в Черном море возникает своеобразное слоистое расположение воды разной солености: сверху — незначительный слой сильно опресненной и более легкой воды, внизу — более мощный слой более соленой и более плотной воды. Описанное расслоение воды имеет длинный ряд чрезвычайно важных последствий, определяющих весь гидрологический режим бассейна. Непосредственным результатом его является прежде всего резкое сокращение вертикальной циркуляции воды. Как показывают наблюдения и расчеты, разность плотностей на поверхности и на глубине 200 м настолько велика, что поверхностная вода при охлаждении в зимнее время не может достигать плотности, наблюдаемой на глубине 200 м. А это значит, что «вертикальная циркуляция (в открытых частях моря) может идти лишь немногим ниже 150 м» [84]. Все, что ниже, находится в состоянии покоя и связано с верхним слоем только через посредство медленно протекающих диффузионных токов. Но ведь вертикальная циркуляция является главнейшим фактором, который приносит к глубинным частям бассейна кислород. При отсутствии циркуляции кислород, естественно, не поступает на дно, и ниже 150—200 м создаются условия среды не окислительной, а восстановительной со всеми вытекающими отсюда последствиями. Таким образом, опреснение сверху и приток соленой воды снизу ведут к тому, что в Черноморском бассейне возникают две среды или два мира, одновременно существующие, но совершенно различные по гидрологическому режиму. Вверху — среда перемешиваемая, снабжаемая кислородом и, следовательно, по свойствам своим более или менее резко окислительная. Внизу — среда, куда вертикальные токи сверху не доходят, где возможны лишь горизонтальные перемещения, где кислород отсутствует и условия резко восстановительные. Для бóльшей наглядности представлений добавим, что по расчету Данильченко и Чигирова восстановительная зона обнимает приблизительно 85—90% всей массы воды, тогда как окислительная всего 10—15%.

Так как характер среды определяет характер всех химических и биологических процессов, то понятно, что не только гидрологический режим, но и химический облик верхней окислительной и нижней восстановительной зон оказываются резко различными. Напомним самые характерные черты той и другой. Если возьмем кислородную зону, то окажется, что она неоднородна в верхней и нижней частях и потому может быть разбита на две подзоны: верхнюю — примерно до 75—100 м, и нижнюю — от 75 или 100 м до 180—200 м.

Верхняя подзона характеризуется тем, что вертикальная циркуляция под влиянием зимнего охлаждения здесь происходит энергично во всей толще подзоны. Отсюда запас кислорода в этой подзоне никогда не падает

до нуля и сероводород никогда не появляется. Вместе с тем верхняя подзона отличается большой изменчивостью гидрологических элементов: температуры, солености, величины рН, щелочного резерва и т. д. В общем можно сказать, что если отвлечься от значительно пониженной солености (и тесно связанного с этим увеличения щелочного резерва) верхнего слоя черноморской воды, то окажется, что гидрологические условия до глубины около 100 м до известной степени приближаются к условиям нормального морского бассейна.

Существенно иначе обстоит дело с нижней частью кислородного слоя, с нижней подзоной, начинающейся от глубины 75—100 м и доходящей до 180—200 м. Основною особенностью этой части слоя является прежде всего то, что вертикальная циркуляция здесь, по Книповичу [84], либо совсем отсутствует в большей части слоя, либо развита крайне слабо, и доставка кислорода производится в главнейшей части совершенно другими факторами. Н. М. Книпович указывает [84, стр. 154—155] целый ряд факторов, способствующих перемешиванию воды в рассматриваемой подзоне и снабжению ее кислородом, но несмотря на это, последнее достигается, повидимому, лишь в весьма ограниченной степени, в силу чего количество кислорода обычно бывает очень незначительным и временами может падать до нуля. Вместе с тем в нижней половине подзоны начинает уже появляться и сероводород, причем, что особенно характерно, он констатируется не только в тех случаях, когда содержание кислорода равно или приближается к нулю, но и тогда, когда кислород еще имеется в заметном количестве. Из других особенностей описываемой подзоны следует отметить значительное возрастание общей солености, повышение содержания фосфорнокислых соединений и аммиака, некоторое общее возрастание средней температуры воды при резком уменьшении амплитуды колебания ее и пр.

Совершенно своеобразные условия царят в Черноморском бассейне на глубинах свыше 150—200 м в области, которую мы назвали выше восстановительной средой и которая обнимает главную массу черноморской воды (85—90%). Характернейшую черту этих глубоких частей бассейна составляет то, что вертикальная циркуляция воды сюда уже не доходит и, таким образом, вода находится в состоянии покоя, застоя, которое нарушается лишь чрезвычайно медленно идущими процессами диффузии и растекания по дну приливающей из Босфора более тяжелой и соленой воды Мраморного моря. Понятно, что при таком положении весь комплекс физико-химических условий в глубинной части бассейна значительно отличается от условий поверхностной окислительной зоны. Прежде всего под влиянием притока соленых вод Мраморного моря соленость по мере углубления все больше и больше возрастает и у дна достигает 2.25‰. По той же причине медленно растет по направлению ко дну и температура, достигая у дна 8.87—9.12°. Далее, в силу того, что приток кислородсодержащих поверхностных вод в глубину отсутствует, содержание кислорода уже у верхней границы равно нулю и остается таковым до дна. Взамен кис-

лорода появляются другие газы: H_2S , NH_3 , CO_2 , N_2 и, возможно, также метан и водород. Содержание H_2S , равное у верхней границы описываемой зоны 3—4 десятим долям см^3 на литр, уже на 300 м достигает 1.48 см^3 , на 500 м — 3.799 см^3 , на 1000 м — 5.637 см^3 и на 2000 — 5.796 см^3 (в среднем), поднимаясь местами до 6—6.5 см^3 .

Помимо радикального изменения состава газов, в глубинных частях Черноморского бассейна происходят также весьма характерные изменения в составе растворенных солей. Так, исследованиями Данильченко и Чигирина обнаружено, что нитраты и нитриты в сероводородной зоне полностью исчезают. Сульфаты кальция, хотя и остаются еще в большом количестве, однако, содержание их, начиная с глубины 500 м, все же заметно убывает; одновременно появляются соли таких кислот, как H_2SO_3 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и пр., которые в окислительной зоне совершенно отсутствуют. Наоборот, щелочной резерв, т. е. количество карбонатов и соединений фосфора, в воде резко возрастает: содержание карбонатов увеличивается в $3^{1/2}$ —4 раза, а фосфатов — в 10 раз по сравнению с содержанием их в кислородном слое [149].

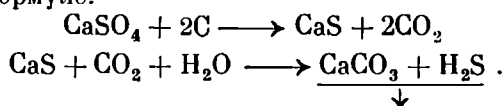
Таким образом, выясняется совершенно отчетливо, что физико-химические особенности подавляющей массы черноморской воды, начиная с глубины 200 м, не имеют ничего общего с теми же особенностями поверхностного слоя. Здесь действительно существует свой мир, непохожий на мир ни одного из других морских бассейнов.

В связи с этим чрезвычайно интересно выяснить физико-химические и биохимические процессы, которые здесь протекают и, в частности, те, которые приводят к образованию H_2S , NH_3 , избытка CO_2 и N_2 и к изменениям солевого состава воды. Благодаря работам, главным образом, Данильченко и Чигирина этот вопрос в значительной мере разъяснен и потому мы можем сейчас вкратце остановиться на достигнутых ими результатах [65].

Когда сероводородное заражение глубоких частей Черноморской котловины было только-что установлено, Андрусовым [2] была высказана мысль, что подавляющая масса H_2S происходит за счет разложения белков того «дождя трупов», который выпадает в Черном море из кислородного слоя в бескислородный [3].

Вскоре после этого, однако, Брусиловским и Зелинским было выдвинуто [71, 72] другое возможное объяснение генезиса H_2S , а именно возникновение его за счет восстановления сульфатов воды десульфлирующими бактериями, найденными в илах Брусиловским. В конце 90-х годов, когда обе эти гипотезы были предложены, точные аргументы в пользу какой-либо из них еще отсутствовали, так как подробных наблюдений над количеством сульфатов в воде не было, да и количественные наблюдения над H_2S были весьма скудны. Эти аргументы появились лишь после того, как Данильченко и Чигирин произвели на ряде станций точные определения SO_4^{--} , Ca^{++} , CO_2 и H_2S и выяснили ту картину их распределения, которая была нарисована выше. При анализе полученных цифр авторы обратили внимание

на возрастание количества H_2S параллельно убыванию $\text{SO}_4^{''}$. При этом расчеты показали, что количество сероводорода, вычисленное по уменьшению сульфатов, стоит довольно близко к наблюдаемому его количеству. Эти факты решают вопрос совершенно определенно в пользу того, что восстановление сульфатов является главным процессом, ведущим к возникновению H_2S в черноморской воде. Образование H_2S за счет разложения белков также имеет место; однако, как показывают расчеты, базирующиеся на содержании NH_3 в воде, количество его ничтожно и едва ли превышает 0.03 см^3 на литр воды или всего $0.4\text{—}0.6\%$ общей массы H_2S . «Таким образом, — пишут цитируемые авторы, — всего $0.4\text{—}0.6\%$ общего количества сероводорода в Черном море произошло при минерализации серу содержащих белковых соединений, остальное количество ($99.4\text{—}99.6\%$) — путем восстановления сульфатов углеродом органических веществ», по такой приблизительно формуле:



Подтверждением этой схемы процесса является наличие в глубоких горизонтах черноморской воды $\text{SO}_3^{''}$ и $\text{S}_2\text{O}_3^{''}$.

Таковы общие черты гидрологии и гидрохимии восстановительной зоны Черного моря. Влияние их на состав отлагающихся на дне осадков совершенно очевидно, так как именно ими определяется направление химических процессов, происходящих на дне.

4. ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРОБИОЛОГИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

{ Подобно тому, как гидрология Черного моря резко отличается от гидрологии нормальных морей, и органический мир его резко отличен от органического мира нормального моря. Чрезвычайно поучительна в этом отношении следующая таблица, даваемая акад. С. А. Зерновым в его «Общей гидробиологии» [74, стр. 162].

Таблица 1

Количество видов

Бассейн	Соленость в ‰	Кишечнополос- тые	Ресничные и круглые черви	Многощетинко- вые черви	Ракообразные	Моллюски	Оболочники	Рыбы	Мяски	Всего
Средиземное море	3.8	137	137	424	518	1 239	116	524	260	3 355
Адриатическое море	3.7	87	54	184	301	583	95	311	146	1 764
Мраморное море .	2.5	12	2	73	63	304	26	2	62	540
Босфор ¹	2.1	12	2	36	86	223	2	2	32	839
Черное море . .	1.8	19	31	24	132	105	6	86	12	415

¹ Меньшее количество видов в Босфоре сравнительно с Черным морем надо отнести за счет ошибок наблюдения; видов там не меньше, а больше, но фактические сведения наши еще недостаточны [74].

Из этой таблицы отчетливо видно, что с точки зрения качественного разнообразия органический, в частности животный, мир Черного моря несравненно беднее животного мира нормального морского бассейна, составляя, по приведенным восьми главнейшим группам, всего около 12% населения последнего.

К этому следует добавить, что «некоторые группы животных, широко и богато представленные вообще в морях, здесь или совершенно отсутствуют (например, морские звезды, морские лилии, головоногие моллюски, плеченогие) или представлены очень скудно (например, офиуры, голотурии)» [84, стр. 212]. Вместе с тем из приведенной таблицы ясна и причина, обуславливающая это качественное обеднение Черного моря: она заключается в значительном опреснении последнего сравнительно с нормальным морским бассейном.

Так как глубины Черного моря заражены сероводородом, то, естественно, они лишены всей аэробной жизни и могут быть обитаемы лишь анаэробными организмами. Кроме того, и внутри кислородной зоны условия не везде одинаковы. В связи с этим представляется интересным выяснить: 1) нижнюю границу жизни в Черном море и 2) распределение ее внутри кислородной зоны.

При определении нижней границы развития планктона оказалось, что она имеет весьма неодинаковую глубину. «Сопоставляя все данные по определению нижней границы планктона, полученные нами за время экспедиционных работ 1923—1926 гг., — пишет Н. В. Никитин, — можно наметить общую картину распределения этой границы на всей площади Черного моря. В прибрежной зоне, или, точнее, у континентального склона, граница проходит, по большей части, на глубинах 150—175 м, за исключением западных берегов, где она проходит по глубине 125—150 м, и Прибосфорского района, где она опускается до глубин 200—225 м. В направлении к центральным частям моря граница постепенно повышается, причем в средней части, между берегами Крыма и Анатолии, она подходит к глубинам 150—125 м, а в центральных частях восточной и западной половины моря находятся области наиболее высоко лежащей границы планктона, проходящей по глубинам 125—100 м» [111, стр. 35].

«Что касается бентоса, то Азово-Черноморской экспедицией живые животные были добыты у берегов Крыма западнее Феодосийского залива на глубинах не более 130 м, к югу от Феодосийского залива — на 144 м, у берегов Кавказа — несколько глубже, а именно: до 172 м у Чуговкупаса, до 155 м у Сочи. Но К. П. Ягодовским живые животные были добыты в 1908 г. близ Батуми при траллировании на глубине от 120 до 105 саженей, т. е. от 219,5 до 192 м. Таким образом, если определение глубины при работах К. П. Ягодовского было достаточно точным, животная жизнь на дне в зоне вдоль берегов СССР простирается до глубины около 200 м» [84, стр. 217].

«В вертикальном распределении планктона Черного моря, от нижней границы его до поверхности моря, замечается вообще резкое различие между

верхними слоями — от поверхности по большей части метров до 40—60 — и более глубокими до нижней границы. Верхние слои, соответственно более благоприятным гидрологическим условиям, относительно богаты планктоном как в качественном, так и в количественном отношении» [84]. Аналогичную картину даст распределение фитопланктона. По предварительным данным П. И. Усачева, — пишет Книпович, — количество фитопланктона гораздо больше у берегов, ... чем вдали от них. Поблизости от берегов значительно толще и слой, сравнительно богатый фитопланктоном... Главная масса его наблюдается здесь от поверхности до 60 м, а приблизительно с 75 м наблюдается очень резкое уменьшение количества фитопланктона, причем он оказывается состоящим, главным образом, из мертвых элементов — остатков и спор планктонных растений. Вдали от берегов мощность слоя, относительно богатого фитопланктоном, уменьшается метров до 25 и резкое уменьшение наблюдается уже метров с 50» [84, стр. 225]. Нечто аналогичное наблюдается и в бентосе.

При литологическом исследовании осадка существенное значение имеют не только качественный состав и распределение органического мира внутри бассейна, но также и данные о количестве органического вещества, о продуктивности его. К сожалению, применительно к Черному морю эта задача еще только ставится, почему и данные, касающиеся этой проблемы, почти отсутствуют.

В самое последнее время появилась довольно интересная заметка Н. В. Морозовой-Водяницкой,¹ в которой излагаются результаты изучения продуктивности макрофитов прибрежной зоны. «Ширина зоны обитания водорослей, — пишет она, — в различных частях моря не одинакова, что связано с различной крутизной падения дна у берегов». По расчетам автора ширина полосы распространения водорослей у берегов Кавказа — около 3 км, у берегов Крыма около 7 км, в северо-западной части Черного моря достигает 150 км. «Величина биомассы макрофитов уменьшается с увеличением глубины обитания. На глубине 0—10 м, на прибрежных скалах, биомасса исчисляется килограммами на 1 м²; на глубине 10—20 м на ракушечных грунтах — десятками граммов; на глубине 20—30 м (ил с ракушей) — единицами граммов; еще глубже на илистых грунтах (мидиевом и фазеолиновом) биомасса исчисляется десятками и сотыми долями грамма». Исходя из этих данных, величина общей суммарной биомассы макрофитов водорослевой зоны на 1 м береговой линии, на глубинах от 0 до 100 м, может быть определена следующими числами:

У берегов Крыма	130 кг сырого веса макрофитов
» » Кавказа	256 » » » »
В северо-западной части Чер-	
ного моря	135.000 » » » »

¹ Н. В. Морозова-Водяницкая. Некоторые данные о растительности Черного моря. Доклады Ак. Наук СССР, т. XIV, № 8, 1937.

«Наибольшая биомасса (135 000 кг), наблюдающаяся в северо-западной части Черного моря, объясняется залежами филлофоры в районе филлофорового поля, ... из 135 т общей биомассы, приходящейся на 1 м береговой линии, 98% (130 т) дают заросли филлофоры, залегающей на глубинах 30—60 м». Что касается Крымского и Кавказского побережий, то здесь «вдвое меньшая растительная продуктивность у берегов Крыма (130 кг) сравнительно с Кавказским побережьем (256 кг) объясняется более резким падением дна у берегов Крыма и более узкой прибрежной областью скалового грунта, особо богатого растительностью». «У Крымских и Кавказских берегов 96—97% общей биомассы макрофитов дает область прибрежных скал на глубине 0—10 м, тогда как области, расположенные на глубинах от 10 до 100 м и простирающиеся на несколько километров от берега, на всем своем протяжении обладают биомассой 5—7 кг, что составляет 3—4% общей суммарной биомассы, приходящейся на 1 м береговой линии».

Таковы общие данные о продуктивности фитобентоса. К сожалению, самый интересный для нас элемент органического мира моря — планктон — до сих пор еще не подвергнут изучению с точки зрения его продуктивности. Можно отметить лишь одно, что по распространенному сейчас среди гидробиологов мнению Черное море представляет собою бассейн с относительно весьма небольшой продуктивностью. «Если сравнивать продукцию фитопланктона Азовского и Черного морей по числовым данным, — пишет Усачев, — то в среднем она выражается как 1 000 000 : 300—500 или 10 000 : 3—5, а для центральных частей халистатической области Черного моря еще меньше особей на 1 литр воды поверхностных слоев». Иными словами, продуктивность планктона Черного моря в 2 000—3 000 раз меньше продуктивности Азовского моря. Несмотря на эффективность сравнения, оно все же не дает достаточного представления об истинной продуктивности Черного моря, ибо для этого его надо было сравнивать не с Азовским морем, находящимся в исключительных условиях, а с обычными «нормальными морями».

5. ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Значение волн и течений для процесса образования осадков общеизвестно, и потому знание их представляет для нас выдающийся интерес.

В первую очередь заслуживал бы рассмотрения вопрос о глубине, на которую распространяется волнение, так как последним в мелководных областях, по существу, определяется распространение песчаных и илистых отложений. К сожалению, приходится признать, что сведений по этому поводу почти не имеется, и лишь на основании распространения ила можно прийти к заключению, что волны проникают на малую глубину.

Сведений о силе течений мы также не имеем. Не получил окончательного разрешения и вопрос об их распределении, и гидрологами, изучавшими Черное море, выставлены несколько расходящиеся точки зрения.

В 1923 г. Рудовиц [130] предложил следующую схему. Опресненные воды из Азовского моря «направляются на SW вдоль юго-восточных берегов Крыма. Против южного берега эта струя разделяется на две ветви: одна направляется на запад, а другая сворачивает на юг и затем на юго-восток к Синопу, и далее, следуя параллельно юго-восточному берегу, поднимается к Батуми, Поти и, подкреплённая водами, изливаемыми реками Кавказского побережья, подходит к Керченскому проливу, где сливается с течением, идущим вдоль берегов Крыма».

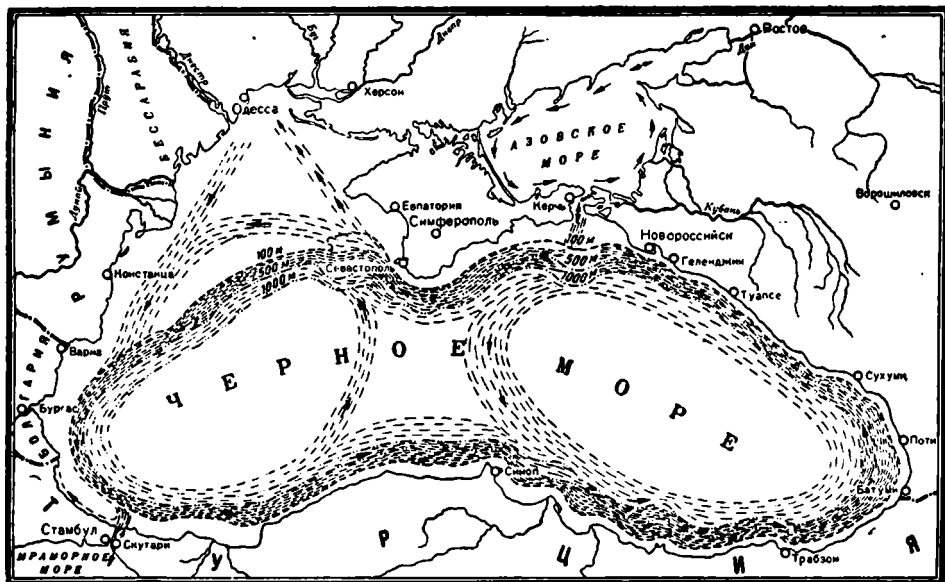
«Таким образом осуществлен полный замкнутый круговорот в восточной части моря. Ширина этого течения против Керченского пролива до 60 миль, а в других местах до 30 миль. Наибольшая скорость его у берегов равна 10—12 миль в сутки».

«Вторая ветвь, продолжающая путь на запад, против Херсонесского маяка подразделяется на три ветви. Северная, сравнительно узкая, против Херсонесского маяка шириною всего в 2 мили, направляется к Евпатории и Тарханкуту. Средняя направляется к берегам Дуная, где и сливается с водами, идущими из северо-западной части моря и Дуная, и принимает направление на юг. Третья ветвь отделяется от средней в 60—70 милях от Херсонеса и направляется к берегам Болгарии, где соединяется с водами, идущими с севера, и направляется на юг к Босфору, где вновь происходит разделение: часть воды уходит в Босфор, а часть, отражаясь, даёт ветви: западную, прослеженную до Мидии, и восточную, которая направляется к Эрегли; затем она поднимается на северо-восток и север и примыкает к струе, идущей на запад к Дунаю».

Таким образом, на основе данных Рудовица можно предположить наличие второго западного круга с шириною течения на 44° с. ш. до 50 миль, со средней скоростью 8—9 миль в сутки.

Близкую к изложенной схеме движения (фиг. 4) черноморской воды даёт и Н. М. Клипович [84]. «Общая схема течений этого моря, основанная на опытах с бутылками, произведённых в 1898 и 1902 гг., на прямых наблюдениях экспедиции 1891 г., на данных капонерских лодок «Черноморец» и «Кубанец» в 1902 г. и на данных прежних лодий, составленных на основании наблюдений парусных судов, и дополненная новыми данными Азово-Черноморской экспедиции, экспедиции Гидрографического управления и Севастопольской станции, сводится в главных чертах к следующему: глубокая часть Чёрного моря опоясана круговым течением в направлении против часовой стрелки; в это течение из Азовского моря вливается значительно опреснённая вода через Керченский пролив, между тем как на юго-западе большое количество воды выливается через Босфор в Мраморное море; у южного берега Крыма от общего кругового течения отделяется ветвь на юг и затем на юго-восток к району Синопа, благодаря чему замыкается восточное круговое течение, охватывающее восточную часть моря; у западной части азиатского берега от общего кругового течения отделяется

ветвь па северо-восток, затем на север, сливающаяся западное южного берега Крыма с северной частью общего кругового течения, благодаря чему образуется западное круговое течение, охватывающее западную часть моря. Некоторые новые данные говорят в пользу существования, кроме того, течения от района Синопа к Новороссийску» [84, стр. 48].



Фиг. 4. Схема течений внутри Черного моря; по Книповичу [84].

«В области главного кругового течения и в менее резкой форме в областях двух течений, соединяющих северную часть кругового общего течения с южной, поверхности, соответствующие равным температурам, равным соленостям, равным содержаниям кислорода (изотермические, изогалинные и изоксигенные поверхности), опускаются. То же можно констатировать по отношению к поверхностям, соответствующим равным содержаниям сероводорода. Соответственно этому на гидрологических разрезах опускаются и различные изолинии (изотермы, изогалины и т. д.). На разрезах, достаточно детальных, можно видеть, что изолинии по близости от склона к большим глубинам... опускаются в наибольшей степени (максимум или «ось» течения), а затем еще ближе к берегу более или менее значительно поднимаются. Такое же положение имеют и поверхности или линии, представляющие нижнюю границу животной жизни в планктоне. Соответственно этому граница лежит глубже всего в области течения, и особенно в максимуме его, и выше всего вдали от берегов, в районах наиболее выраженных халистатических областей. Мы различаем, во всяком случае, три халистатические области: западную, среднюю и восточную; но восточная может быть подразделена на северо-западную и юго-восточную части» [84, стр. 214].

Несколько иначе представляет себе течения в Черном море Е. Ф. Скворцов [136]. Критически разбирая существующий фактический материал, он приходит к заключению, что прочно установленными можно считать следующие течения: 1) течение вдоль западных берегов моря к Босфору и далее на восток до м. Керемпе; 2) течение от Синопа к Батуми, повидимому, значительно более слабое, чем первое; 3) течение от Батуми вдоль Кавказского побережья; 4) течение от Керченского пролива вдоль берегов Крыма до Тарханкута (или даже до Тендры); 5) течение от мыса Херсонеса к устью Дуная. Что касается двух течений, пересекающих среднюю часть моря, расположенную между Крымом и азиатским берегом, то, по мнению Скворцова, таковых не существует. Более правильным он считает мнение Шпиндлера, который принимал, что между южным берегом Крыма и северным выступом Анатолии воды движутся под влиянием юго-западных ветров с юга на север, а при северных — в обратном направлении, от Крыма к Малой Азии. Кроме того, Скворцов, основываясь на распределении температур, положении пикной границы кислорода и характере допных отложений, считает вероятным существование течения, направляющегося от Синопа на северо-восток, к Новороссийску.

[Глава III

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДКОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Для того чтобы уяснить геологическое значение описываемых ниже явлений, иными словами, чтобы получить возможность на основании изучения черноморских осадков толковать условия образования различных осадочных пород и воссоздавать физико-географическую обстановку тех бассейнов, в которых породы эти формировались, мы должны уяснить себе геологическую структуру того участка земной коры, на котором располагается современное Черное море. Основной задачей предстоящего анализа является решение вопроса, к какому из двух основных геологических типов морских бассейнов относится Черное море — к наплитному или геосинклинальному.

По своей структуре, по истории развития, участок земной коры, занятый Черным морем, не является однородным.

Область северо-западного залива вместе со степями северного Крыма и Азовским морем лежит на южной окраине Восточноевропейской плиты, где древний докембрийский фундамент последней, выходящий на поверхность в Азовско-Подольском докембрийском массиве, опускается на большую глубину. Все говорит о том, что на сложной дислоцированных докембрийских породах здесь залегает толща полого падающих к югу осадочных пород третичного, мезозойского и палеозойского возраста. В своей геологической истории, — по крайней мере за верхнемезозойское и третичное

время, — область эта испытывала преимущественно плавные вертикальные колебания с общей тенденцией к крайне медленному опусканию. Дислокации, имевшие здесь место за рассматриваемый промежуток времени, отличались весьма малой интенсивностью и сводились в основном к образованию весьма пологих и широких складок. Большие участки дна северо-западного залива, вероятно, вовсе не подвергались за третичный период каким-либо дислокациям.

Совершенно иную геологическую структуру должно иметь дно моря в остальной его части. Мы видели выше, что с севера, востока, юга и юго-запада оно окружено горными сооружениями, складчатость которых относится в основном к верхнемезозойскому и третичному времени. На западном побережье гор нет, но здесь продолжением Черноморской впадины является Румынская низменность, окаймляемая с юга, запада и северо-запада Балканскими горами и Карпатами. Таким образом, глубоководная часть Черного моря вместе с Румынской низменностью охватывается как бы кольцом молодых горных сооружений, прерывающимся лишь на пространстве между юго-западной оконечностью Крымского полуострова и устьями Дуная, к югу от которых располагается полуразрушенный кряж Добруджи; западное продолжение последнего, в настоящее время размытое, уходило некогда под Карпаты. Если бы Крымские горы соединялись с размытыми горами Добруджи, продолжение которых находится также и на острове Диониси, то глубоководная часть Черноморской впадины и Паннонская низменность представляли бы замкнутую котловину внутри альпийских горных сооружений.

Большинство русских геологов принимает, что первоначально Крымские горы продолжались в Добруджу и что связь между ними нарушилась лишь позднее вследствие процессов опускания и денудации. Эта точка зрения недавно оспаривалась Вильзером, но в последнее время она получила серьезную опору в гравиметрических исследованиях, производившихся на Черном море Л. В. Сорокиным. Работы последнего показывают, что положительные аномалии силы тяжести, связанные с Крымскими горами, продолжают на запад по направлению к устьям Дуная, намекая, очевидно, распространение дислоцированных мезозойских пород под покровом водных масс и новейших четвертичных и неогеновых отложений. Таким образом, мы имеем все основания к тому, чтобы считать Черноморскую впадину, конечно, за исключением северо-западного залива, лежащей внутри складчатой области альпийского возраста.

Такое положение котловины заставляло геологов уже давно рассматривать ее как область молодых опусканий сбросового характера, как своего рода грандиозный грабец, образование которого некоторые авторы, как мы это увидим в дальнейшем, относили к очень недавнему, верхнеплиоценовому или даже четвертичному времени. При этом естественно было предполагать, что сбросы, по которым происходило опускание, располагаются в области континентального склона.

Работы по изучению дна Черного моря, в особенности многочисленные промеры и зондировки, предпринятые после крымского землетрясения 1927 г., дают чрезвычайно ценный материал по этому вопросу. Одному из авторов настоящей монографии, А. Д. Архангельскому, уже неоднократно приходилось излагать имеющийся по этому вопросу фактический материал, и теперь мы можем ограничиться повторением сказанного в ранее опубликованных его работах с некоторыми небольшими дополнениями и изменениями.

Предположение о сбросовом характере участка континентального склопа, расположенного близ берега Крыма, в настоящий момент можно считать прочно обоснованным, благодаря работам по выяснению причин крымских землетрясений 1927 г. На тектонический, именно сбросовый, характер континентального уступа в этой области указывает прежде всего то обстоятельство, что эпицентры всех землетрясений как крупных (26 июня и 11 сентября), так и последующих мелких, записанных крымскими сейсмическими станциями, располагаются почти исключительно в пределах уступа. В отношении эпицентров главных землетрясений это было установлено еще Шимановским [151, 152] и Вознесенским [47], а в отношении последующих мелких — Тихоновским [146] и Райко [127]. Особенно важна для нас работа последнего автора, основанная на всей сумме наблюдений, произведенных до октября 1929 г.

«На основании сейсмических наблюдений в течение 19 месяцев, — пишет Райко, — мы можем прийти к вполне объективному выводу, что эпицентральная зона крымских землетрясений падает исключительно на морское дно в области изобат 200—1000 м и частью на пологий склон изобат 1000—2000 м; названная зона имеет несколько вытянутую форму, как бы следующую очертаниям берега и находящуюся от последнего на расстоянии около 20—40 км; эпицентральная зона лежит между меридианами 34° (Симеиз) и $34^{\circ} 72'$ (к западу от Судака), т. е. имеет простирание в направлении NNE — SSW (около 80 км). Что же касается нескольких эпицентров, отошедших к югу от общей группы, то вероятнее всего предположить, что там намечается другая эпицентральная зона, по окончательное решение окажется возможным сделать лишь в дальнейшем, по получении более многочисленного материала».

«Все зарегистрированные крымской сейсмической сетью местные землетрясения приходится рассматривать как *aftershocks*, т. е. землетрясения, которые возникают в земной коре в процессе постепенного приближения к состоянию равновесия, не достигнутого при ранее происшедшем там сильном землетрясении. В нашем случае для Крыма главными являются землетрясения 26 июня и 11 сентября (по местному времени 12-го) 1927 г., и потому имеется полная возможность эпицентры этих землетрясений, а также и других, сопутствовавших им, отождествить с найденной эпицентральной зоной. Для целого ряда задач, решаемых по наблюдениям удаленных сейсмических станций, можно с достаточной точностью принять за координаты всех больших крымских землетрясений 1927 г. ($\varphi = 44^{\circ} 22'$,

$\lambda = 34^{\circ} 30'$) точку, соответствующую центру эпицентральной области, aftershocks 1928—1929 гг.».

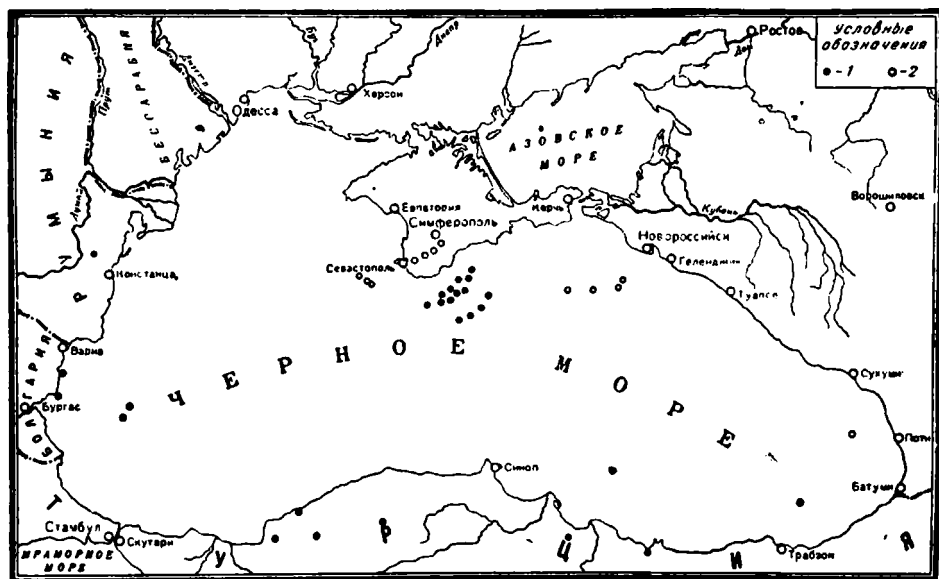
Положение обеих эпицентральных зон, о которых говорит Райко, хорошо видно на карте фиг. 5, которая заимствована нами из работы Полумба [118]. Из нее видно, что эпицентры слабых землетрясений, улавливаемых только ближайшими станциями, отмечены были, кроме того, в области континентальной ступени к юго-западу от Севастополя и к югу от Керченского полуострова. Весьма большой интерес представляет также вторая карта Полумба (фиг. 6), показывающая, что эпицентры в области континентальной ступени имеются также у кавказских, анатолийских и западных берегов моря.

Неоспоримые доказательства существования очень крупных опусканий вдоль континентального уступа, опоясывающего Крымское побережье, доставили работы «Первого мая», производившиеся в 1927 и 1928 гг. Вопрос этот был подробно рассмотрен А. Д. Архангельским в специальной статье о крымских землетрясениях [24], и мы здесь повторим приведенные там факты, дополнив их материалом, полученным в последнее время.

Раньше чем рассматривать вопрос о происхождении континентального уступа, мы должны остановиться на происхождении узкой континентальной террасы, отделяющей его от крымского и кавказского берегов; ровная, полого наклоненная к глубокому морю поверхность этой террасы представляет разительный контраст со сложенными из сильно дислоцированных слоев, сильно расчлененными и часто очень высокими берегами горного Крыма и Кавказа. Учитывая этот контраст и положение террасы, мы не можем сомневаться в том, что она представляет абразионную площадку, обязанную своим происхождением постепенному продвижению моря, которое медленно, но неуклонно срезает Крымское и Кавказское побережья. Изредка на этой площадке, на довольно далеком расстоянии от берега, можно видеть останцы твердых пород, почему-то уцелевшие от размыва (скалы Элькен-кая к югу от горы Опук на Керченском полуострове). С абразионным происхождением террасы на первый взгляд совершенно не вяжется та глубина, до которой спускается пикный, обращенный к морю, край террасы. Мы знаем, что волнение сказывается заметно в Черном море не глубже 30—35 м; ниже этой изобаты отлагается уже топкий ил, и абрадирующая, срезающая работа моря здесь совершаться никак не может. Между тем большая часть поверхности террасы располагается глубже 30 м, а пикный край ее лежит на 150—200 м, в исключительных случаях даже на 400 м, ниже уровня моря. Все эти недоумения легко разрешаются, если мы обратимся к тем отложениям, которые подстилают современные осадки.

Из главы I настоящей работы мы знаем, что приблизительно от 30 до 60 м глубины поверхность террасы занята так называемым мидиевым илом, а с 60 м и до начала зараженного сероводородом области (125—150 м) здесь развит фазеолиновый ил. Далее мы знаем [24, 25], что под фазеолиновым илом, повидимому по всей периферии Черного моря, залегает древний

мидиевый ил, который в своем распространении не только достигает нижней границы фазеолинового, т. е. современной границы жизни, но заходит глубже этой последней. Мы знаем, что в современных условиях массовое распространение мидий не идет глубже 60 м, и не имеем никаких оснований думать, чтобы древний мидиевый ил отлагался ниже этой изобаты. Если так, то глубокое залегание древнего мидиевого ила указывает на опускание верхней террасы после его отложения.¹



Фиг. 6. Эпицентры, отмеченные крымскими станциями с 1928 по 1932 г.; по Полумбу [118].

Глубину, на которой отлагались подстилающие древний мидиевый ил дрейссепсневые ракушечники и глины, определить труднее. Господствующие здесь *Dreissensia* из группы *D. rostriformis* в Каспийском море спускаются до глубины 300 м. Существует много оснований думать, что черноморские дрейссенсии не могли достигать такой глубины, но мы здесь этого вопроса разбирать не будем, хотя бы уже потому, что косвенные доказательства для нас представляются малоценными. На ряду с ними у нас имеются и прямые факты, доказывающие, что в эпоху отложения слоев с *Dreissensia* дно в области верхней террасы находилось на значительно меньшей глубине, чем теперь.

¹ Против такого вывода можно было бы сделать возражение, что особенности фауны древнего мидиевого ила вызваны не разницей глубин, а разницей солёности современного и древнего Черного моря. Возражение это было бы очень веским, если бы между древним мидиевым и современным фазеолиновым илом не располагался переходный горизонт, фауна которого вполне соответствует фауне современного мидиевого ила. Повидимому, древний мидиевый ил отлагался в условиях даже большего мелководия, нежели современный.

К западу от меридиана Алушты в рассматриваемых ракушечниках постоянно встречаются гальки глинистых сланцев и известняков, которые, конечно, не могли бы попасть в них, если бы слои эти отлагались на современной глубине. На ст. 229 (меридиан Судака), 258, 259 (меридиан Карадага), 273, 274, 275 (меридиан середины Феодосийского залива), на глубинах соответственно 148, 88, 88, 64, 73 и 85 м лот пробил обычные для дрейссенсиевых слоев глины и ракушечники и встретил под ними известковый песок из тонко перетертой ракушки и галечники. Породы эти, очевидно, могли образоваться лишь в полосе сильного волнения, на глубине всего нескольких метров.

Еще убедительнее говорит о крупных опусканиях последнего времени факт нахождения близ Алушты на глубине 300 м галечников с *Dreissensia* под современными глубоководными отложениями. Пункт этот, впрочем, располагается уже ниже края верхней террасы, на первом уступе континентального склона.

Таким образом, изучение геологического строения верхней террасы, поскольку оно для нас доступно, показывает, что параллельно с абрадированием берега идет опускание вырабатывающейся абразионной поверхности. Размеры этого опускания мы можем определить с большой сравнительно точностью. Для изобаты 150 м, очерчивающей нижнюю границу распространения современного, живого фазеолинового ила, опускание, судя по присутствию мидиевых ракушечников, достигает приблизительно 100 м. На такую величину опустилась абразионная терраса в эпоху отложения современных черноморских осадков, абсолютную продолжительность которой мы склонны оценивать всего в несколько тысяч лет. В эпоху образования ракушечных песков и галечников, которые подстилают слои с *Dreissensia* и *Monodacna*, поверхность абразионной террасы располагалась почти на уровне моря; поэтому величину опускания за время, протекшее с момента образования этих галечников и песков, приходится считать почти равной глубине, на которой располагается поверхность террасы в настоящий момент; для нижнего края ее мы получим цифры от 150 до 200 м, а близ Ялты даже до 400 м.

Переходим теперь к области континентального склона. Отложения Черного моря, не только современные, но и древние, соответствующие древнему мидиевому илу, представлены здесь глубоководным илом, не содержащим остатков донных животных. Глубину их образования мы определить не можем. Иначе дело обстоит с осадками эпохи *Dreissensia rostriformis* и *Monodacna pontica*. В верхней части склона, до изобаты 400—450 м, слои эти здесь представлены теми же глинами с *Dreissensia* и ракушечниками, которые мы видели на верхней террасе. Для нас лично факт этот делает наличие крупных опусканий несомненным, но бесспорным такой вывод считать нельзя, так как в Каспии, как мы уже знаем, *D. rostriformis* опускается до глубины 300 м. Более убедительным является присутствие в рассматриваемых породах к западу от меридиана Алушты галек то мелких, то круп-

ных; однако, и против этого факта в большинстве случаев можно выдвинуть предположение, что гальки разносились на большое расстояние от берега пловучими льдами и попадали после их таяния даже на большие глубины. Эта гипотеза оказывается, однако, совершенно неприложимой к ст. 196а близ Алушты, где на глубине 300 м под современными отложениями встречен был сплошной слой галечника; здесь залегание галек несомненно является первичным.

Ниже изобаты 400—450 м каспийские отложения обычно представлены уже «глубоководными» глинами, или совершенно лишенными остатков донных моллюсков, или содержащими только раковины мелких гастропод. Западнее меридиана Алушты и в этих глинах нередко попадаются гальки. На ряде станций (ст. 66, 67, 93, 94, 104, 118, 189), на глубине от 570 до 1284 м, гальки располагаются прослойками вместе с битой ракушкой; на ст. 83 и 206, на глубинах 823 и 820 м, гальки переполняют глину; на ст. 114, на глубине 568 м, и на ст. 76, на глубине 1025 м, глины внизу переходят в пески с раковинным детритусом; наконец, в нескольких пунктах (ст. 52, 61, 85, 146, на глубинах соответственно равных 990, 1600, 1326 и 889 м) трубка приносила только гальки или, ударившись о что-то твердое, вероятно, крупные гальки, возвращалась пустая. Если даже и принимать гипотезу разноса галек льдинами, то указанные случаи ею объяснить нельзя, и приходится думать, что в эпоху отложения рассматриваемых глин глубина моря в перечисленных пунктах была очень мала.

Между меридианом Алушты и серединой Феодосийского залива, где мощность слоев с *Dreissensia* в ряде случаев невелика и где дно на значительной площади обнажено не только от современных, но и от древнечерноморских отложений, ряд фактов бесспорно доказывает сбросовый характер континентального склопа.

На линии промеров Скворцова (1928 г.) между Алуштой и Судакон на глубине 1150 м, в основании верхнего уступа (ст. 222), под глиною, которую можно признать глубоководной евксинской, встречен слой галечника с раковинами *D. rostriformis*, частью переломанными. На глубине 1322 м (ст. 224), где располагается вторая терраса, дно покрыто галечником, в котором найдены обломки киммерийских *Plagiodacna*, чаудинских или евксинских кардид, *Dreissensia* и *Neritina*, а также раковины черноморского типа моллюсков: *Trophonopsis*, близкого к *T. brevatus* Jeffr., *Cardium simile* и *Mytilus* (обломки).

Особенно поучительна линия промеров на меридиане Судака. Здесь у края прибрежной террасы, на глубине 148 м (ст. 229), под черноморскими отложениями и глинами с *Dreissensia* встречен уже упоминавшийся слой раковинного песка и галечника. Следующий ниже континентальный склон подразделяется на два уступа, между которыми располагается ясно выраженная терраса; полого наклоненная терраса вырисовывается также и ниже второго уступа. У основания первого уступа, т. е. на обращенном к берегу крае первой террасы, на глу-

бине 1080 м (ст. 230), лот извлек светлосерую очень плотную глину, которая по своим петрографическим признакам резко отличается как от черноморских, так и от дрейссенсиевых отложений. В тонком прослойке здесь встречаются прекрасно сохранившиеся *Cardium simile*, *Syndesmya* и обломки *Modiola*. На противоположном крае террасы с глубины 1000 м (ст. 231) трубка вернулась без грунта, что обычно бывает, когда дно покрыто галечниками. На второй, нижней, террасе ст. 232 на глубине 1625 м дала серую глину, переполненную гальками глины, кварца и глинистых сланцев. Среди галек в изобилии встречаются обломки массивных раковин *Mytilus*, а также *Dreissensia* группы *Dr. rostriformis* и *Didacna crassa*. Чрезвычайно интересный материал доставила ст. 233, расположенная на той же террасе и имеющая глубину 1804 м. Верхняя часть колонки состоит из слоя галечника, около 7 см мощности, а нижняя — из чрезвычайно плотной светлосерой и шоколадной глины, в которую трубка врезалась на 24 см. В галечнике найдены прекрасно сохранившиеся киммерийские *Phyllicardium alatoplanum*, евксинские *Monodacna*, *Dreissensia polymorpha*, *Dreissensia* из группы *Dr. rostriformis*, обломки *Didacna*, *Neritina*, а также средиземноморского типа моллюски, как-то: *Mytilus* (обломки), *Nassa reticulata* var. *modesta* и *Trophonopsis*, отличающиеся от живущих в Черном море.

Наконец, на меридиане середины Феодосийского залива галечники с толстостенными раковинами *Mytilus*, *Dreissensia* из группы *rostriformis* и *Didacna* из группы *crassa* встречены на глубине 900 м (ст. 278).

Вполне очевидно, что описанные галечники не могли образоваться на той глубине, на которой они в настоящее время залегают. Для переноса галек, для окатывания и раздробления раковин необходимо сильное волнение, которое в условиях Черноморского бассейна едва ли когда-нибудь могло проникать глубже 10—15 м; к этой глубине и приурочено было, без сомнения, образование рассматриваемых нами отложений. Другими словами, галечники, находимые нами теперь на глубине от 1000 до 1800 м, отложились в тех же самых условиях, в которых отлагались ракушечные пески и галечники с *Dreissensia* верхней абразионной террасы или современные прибрежные галечники.

Задаваясь вопросом о том, каким образом эти породы попали на рассматриваемую глубину, мы можем предположить, что они или перемещены с места своего образования оползнями [25], или же опустились вследствие сбросов. Первое предположение, однако, не выдерживает критики, так как мы знаем, что оползни могут возникать только на сравнительно крутых склонах континентального уступа, где ни раковинные пески, ни галечники не отлагаются. Если это так, то нам остается признать существование очень молодых сбросов огромной амплитуды. В этом случае те террасы, которые во многих местах имеются на континентальном уступе [24], можно считать обрывками единой абразионной террасы, перемещенными по сбросовым трещинам на различные уровни.

Этот характерный сбросовый рельеф к югу от Керченского и Таманского полуостровов исчезает, и мы имеем здесь чрезвычайно пологий склон, выступающий полуостровом между Крымом и Кавказом в область глубокого моря. По своему происхождению этот участок континентального склона, повидимому, не имеет ничего общего с ранее описанным, и мы вернемся к нему в дальнейшем.

В отношении прикавказского и малоазиатского участков континентального уступа, где и материала имеется гораздо меньше и где он был обработан хуже, чем на севере, естественно, и доказательств сбросового происхождения уступа имеется меньше. Однако, и здесь неоднократно были встречены галечники на столь больших глубинах, что попасть туда они могли лишь вследствие очень крупных опусканий участков древней континентальной террасы.

К таким фактам относится присутствие на ст. 364 по дуабской линии промеров на глубине 1260 м галечников с евксинскими ископаемыми, причем некоторые гальки достигают 6 см в поперечнике. На той же почти глубине (1210 м) были встречены крупные гальки в верхнеевксинских отложениях и по линии промеров у устья р. Пшада (ст. 381).

В общем нам кажется вполне возможным распространить прочно обоснованные заключения о сбросовом происхождении прикрымской части континентального уступа и на этот уступ в целом. Как непосредственный вывод из этого следует, что центральная часть Черноморской впадины представляет собой колоссальный грабен, обязанный своим происхождением системе сбросов, направление которых в общем параллельно простиранию окружающих Черное море хребтов.

Кроме системы концентрических сбросов, которые играют основную роль в образовании уступов, ограничивающих центральную часть Черноморской впадины, последние местами несут ясные следы поперечных или радиальных разломов. Доказанным это можно считать для прикрымского участка континентального склона, где образование своеобразного подводного залива, который наблюдается на склоне между меридианами мысов Аюдага и Меганом, связано с системой мощных поперечных сбросов и сдвигов, дробящих Таврические горы на отдельные передвинутые по отношению друг к другу глыбы [24, 107]. Вопрос этот подробнее был рассмотрен А. Д. Архангельским в статье о причинах крымских землетрясений [24], и повторять сказанное мы здесь не будем.

Для кавказского участка континентального склона мы не имеем указаний на присутствие поперечных разломов. Весьма вероятны поперечные сбросы на Малоазиатском побережье и на сопровождающем его уступе, но материала имеется по этой области так мало, что составить отчетливое представление о ее тектонике невозможно.

Имеющиеся в нашем распоряжении данные не только доказывают связь образования центральной части Черноморской впадины со сбросами, но позволяют также установить, что процесс этот имеет длительный характер,

что он еще не закончился и что центральная впадина вследствие повторных сбросов медленно расширяется.

Мы видели выше, что со времени образования древнего мидиевого ила, т. е. с начала современной фазы развития Черноморского бассейна, прибрежная абразионная терраса испытывала значительные опускания. Свойственные ей мелководные отложения как древнечерноморские, так и современные, ни разу, однако, не были найдены в области континентального уступа, где в настоящее и в древнечерноморское время отлагались только характерные, лишенные остатков донной фауны, глубоководные илы. Из этого мы можем сделать вывод, что за рассматриваемое время опускания в пределах террасы не были связаны со сбросами; процесс происходил, повидимому, таким образом, что прилежащий к началу континентального уступа край террасы медленно отгибался книзу, не отрываясь от континентального массива.

Иначе обстоит дело с отложениями новоевксинского времени, подстилающими древний мидиевый ил. Ракушечные пески и галечники этой эпохи с *Monodacna* и *Dreissensia*, которые могли образоваться только на очень малой глубине — в пределах абразионной террасы, нередко встречаются в верхних частях континентального уступа и лишь в нижних частях последнего сменяются глубоководными глинами. Из этого следует, что верхняя часть современного континентального уступа в новоевксинское время составляла еще часть абразионной террасы и еще до его окончания была опущена сбросами до своего современного уровня.

Что касается нижних частей континентальной ступени, то на них были найдены мелководные отложения только карапатского, древнеевксинского или чаудицкого, киммерийского и, вероятно, понтического времени. Таким образом, можно утверждать, что эти части современного дна находились на малой глубине только в конце плиоценового и в начале четвертичного времени, а к началу новоевксинской эпохи опустились уже на большую глубину.

Таким образом, с полной отчетливостью вырисовываются две эпохи образования сбросов в области континентального уступа — доноевксинская и посленоевксинская. Не может быть, конечно, сомнения в том, что им предшествовали еще и другие, более ранние.

Из сказанного вытекает также без дальнейших пояснений, что площадь, занятая глубокой центральной впадиной, не оставалась неизменной, но с каждым периодом сбросовых опусканий постепенно расширялась. С продолжающимися опусканиями в области континентального уступа связываются, очевидно, и современные крымские землетрясения.

При описании рельефа континентальной ступени мы выделили особо тот ее участок, который расположен к югу от Керченского и Таманского полуостровов. В противоположность тому, что имеется к востоку и западу от этого пункта, склон на рассматриваемом участке чрезвычайно полог, и ни в его рельефе, ни в геологическом строении, поскольку последнее нам

доступно, нельзя подметить никаких следов сбросовых смещений. Рассматриваемый участок отличается от других не только пологим падением поверхности, но и общей своей формой. Всюду в области континентальной ступени изобаты проходят в общем параллельно берегу, здесь же они образуют резкие дугообразные изгибы, обращенные вышуклой стороной к открытому морю; вследствие этого возникает как бы широкий подводный полуостров, довольно далеко вдающийся в область центральной впадины.

Андрусов, подметивший эту оригинальную особенность рельефа прикерченского участка дна Черного моря, склонен был рассматривать его как дельту древней реки, располагавшейся на месте современного Керченского пролива [14]. Такое объяснение совершенно не обосновано и не правдоподобно; мы думаем, что в основе явления лежат также тектонические причины, но совершенно иного характера, нежели те, которыми определяется конфигурация континентального уступа в ранее рассмотренных местностях.

В краткой заметке об отношении складчатости Керченского полуострова к тектонике Таврических гор [23] А. Д. Архангельский пытался показать, что Таврический хребет не оканчивается у Феодосии и что к нему следует относить также складки так называемой «Юго-западной равнины» Керченского полуострова [18, 31, 168, 172]. Эта восточная часть хребта отделена от остальной, главной, части его серией расколов, проходящих немного западнее Феодосии. В западной части гор складчатые дислокации закончились еще до олигоцена, но в восточной, на Керченском полуострове, последняя фаза складчатости падает, по видимому, на предмэотическое время. К этой последней фазе относится и образование складок в северо-западной части Кавказского хребта, который, как это превосходно видно из карт Губкина [60], затухает на меридиане Анапы.

Кроме этих домэотических складок, на Керченском [4, 23, 30, 31, 32, 168] и Таманском [6, 58, 112, 164] полуостровах имеется еще сложная система складок верхнеплиоценового возраста, которые в своем расположении явно приспособляются к более древним тектоническим сооружениям. Часть этих складок, именно северная их группа, имеет приблизительно широтное направление и проходит севернее Крымского и Кавказского хребтов, постепенно затухая в обе стороны. Другая часть, образующая южную группу, направляется с востока на запад-юго-запад и юго-запад и заполняет широкий промежуток, остающийся между оконечностями кавказской и таврической складчатостей. Южная оконечность этого пучка складок остается нам неизвестной, так как на Керченском и на Таманском полуостровах они обрезаются морем. Продолжая их направление в пределы последнего, можно легко убедиться, что пологий прикерченский участок континентального склона отвечает той области морского дна, в котором должны проходить верхнеплиоценовые складки, если их направление и в дальнейшем остается неизменным. Такое совпадение заставляет нас думать, что изменение конфигурации континентальной ступени к югу от Керченского пролива связано с нахождением здесь системы весьма молодых складок.

Периферические сбросы центральной впадины, упиралась в эти складки, повидимому, затухают.

Мы видели выше, что имеются факты, доказывающие постепенное расширение центральной части Черноморской впадины за вторую половину четвертичного периода. Возникает вопрос, к какому же времени относится заложение этой впадины и с какого момента, поэтому, следует начинать историю современной Черноморской котловины в ее целом?

Восточный и западный участки Черноморской впадины, судя по распространению сарматских отложений, должны были существовать еще в миоценовое время, но для средней полосы глубокого моря мы не имеем никаких данных, доказывающих столь большую ее древность. На палеогеографических картах Черноморской области, составленных Андрусовым в последние годы его жизни [15], в средней полосе моря для миоценового времени предположительно указана суша, соединяющая Крым с северным берегом Малой Азии. В более ранних работах Андрусова об этой понтийской суше не говорится, и о причинах, заставивших покойного ученого признать вероятность ее существования, мы узнаем только со слов других лиц: «Н. И. Андрусов в последние годы жизни, во время пребывания в Крыму, пришел понемногу к мысли о том, что на юг от современного южного берега Крыма в течение долгого времени находилась суша. Только при допущении этой суши можно было, по его мнению, объяснить тот факт, каким образом в Крыму во время второй половины третичного периода существовали большие стада крупных млекопитающих животных».

Гораздо дальше идут в своих предположениях о молодости центральной части Черноморской впадины Освальд [193] и Фрех [182], а также некоторые биологи и географы: Семенов [134], Вульф [49], Пузанов [126], Добрынин [69], Круббер [90]. По Освальду: «Северная береговая зона Анатолии, спускающаяся ступенчатыми сбросами к Черному морю, без сомнения представляет собою уцелевший и оставшийся на месте южный край древнего Понтийского плоскогорья, которое еще в плейстоцене простиралось в область, запятую Черным морем. Это Понтийское плоскогорье безусловно оказывало заметное влияние на строение Анатолии и Армении: к нему должны быть причислены не только Крым и Добруджа, но и Месхийский горст, который является совершенно чуждым Кавказу, но структурно тесно связан с Крымом и Арменией».¹

По Фреху: «в противоположность до сих пор существующему взгляду, согласно которому образование этих трех морей (Эгейского, Понта и Пропонтиды) произошло на границе третичного и послетретичного периодов, многие обстоятельства свидетельствуют об их возникновении в раннем дилювии». Доказательства столь юного возраста Черного моря Фрех, подобно другим названным выше авторам, видит в современных биогеографических данных.

¹ Цитируем по переводу Вульфа.

Против придания средней полосе Черноморской впадины столь молодого возраста приходится решительно возражать. Еще до результатов глубоководных экспедиций «Первого мая» Андрусов в одной из последних своих работ [17] пришел к определенному выводу, что Понтическое озеро-море распространялось на область современной центральной части Черноморской впадины; доказательством этого служит, по его словам, «близкое родство сухумского понта с румынским, при отсутствии среднего и верхнего понта в северном Крыму и в степях Новороссии».

Таким образом, существование центральной черноморской депрессии в эпоху пизнего плиоцена представляется в высшей степени вероятным.

Для верхнеплиоценового, киммерийского времени существование моря в средней полосе Черноморской котловины доказывается уже непосредственными фактами, так как «Первым мая» киммерийские ископаемые были найдены на дне и у крымских и у азиатских берегов. Близ Крыма они встречены в двух пунктах: на ст. 224 между Алуштой и Судаком, на глубине 1322 м (*Plagiodacna*), и к югу от Судака, на ст. 233, на глубине 1800 м (*Phyllicardium alatoplanum*); близ Синопа (ст. 487) на глубине 86 м, в пограничном слое между древнечерноморскими и новоевксинскими ракушечниками был встречен кусок песчаника с *Limnocardium*.

Из сказанного следует, что доказанным существование Черноморской котловины является со второй половины плиоцена; для первой половины последнего наличие ее является в высшей степени вероятным, а для миоцена вполне возможным. Доказанным также можно считать, что Черноморская впадина постепенно расширяется и углубляется, причем опускание дна сначала происходит без разрыва сплошности, а затем находит себе разрешение в очень крупных сбросах.

Суммируя все сказанное, приходим к заключению, что большая часть Черного моря, именно вся площадь его, лежащая вне северо-западного залива, представляет достаточно типичную геосинклиналь, находящуюся в периоде своего углубления. Об этом говорит, с одной стороны, постепенное углубление бассейна, а с другой — положение его среди складчатых горных сооружений, часть которых, как Крым и Кавказ, находится в процессе поднятия. Именно эта комбинация поднимающихся горных хребтов, представляющих районы энергичной денудации, сноса, и прогибающихся впадин, в которые поступает сносимый с гор обломочный материал, и составляет, по нашим представлениям, характернейшую черту геосинклинальных областей.

Рассматриваемому нами участку земной коры для признания его типичной геосинклинальной областью не хватает лишь проявлений вулканизма, именно эффузивной деятельности. Следует, однако, иметь в виду, что еще в очень недавнем прошлом, не только в конце плиоцена, но и в эпоху отложения четвертичных суглинков бассейна Кубани, на Кавказе действовали вулканы. Можно думать, что вулканическая деятельность при дальней-

шем развитии сбросов и опусканий должна возобновиться и на дне Черного моря.

Таким образом, в Черном море мы имеем сочетание элементов, глубоко различных по своей геологической истории и геологической природе: на севере бассейн имеет характер платформенный, а в остальной части — геосинклипальный. Указанные в главе II различия в характере дна, рельефе прилежащих участков суши и припосе с последней обломочного материала выражают различия в условиях процесса образования осадков на платформе и в геосинклинали. В соответствии с этим мы можем в дальнейшем ожидать, что встретим среди осадков средней части Черного моря гомологи геосинклинальных образований миновавших геологических эпох, а в осадках северо-западного залива — гомологи пород, знакомых нам по геологии Восточноевропейской платформы.

Глава IV

ОСАДКИ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ТЕРРАСЫ

Чтобы составить представление о процессе образования осадков в каком-либо бассейне, необходимо, конечно, предварительно выяснить главнейшие типы встречающихся в нем отложений и их распространение по дну бассейна. Поэтому мы должны теперь дать описание осадков, которые известны в Черном море. Для удобства изложения осадки эти необходимо подразделить на какие-либо крупные естественные группы. Наиболее естественной группировкой для Черного моря будет та, которая исходит из глубины залегания осадков, так как с глубиной, как мы видели в предыдущем, резко меняется газовый режим бассейна, а вместе с этим и вся совокупность физико-химических и биологических процессов. Учитывая это, мы можем подразделить черноморские отложения на мелководные, или осадки кислородной зоны, и глубоководные, или отложения зараженной сероводородом области. Так как нижняя граница кислородной зоны близ берегов приблизительно совпадает с нижним краем континентальной террасы, мы можем называть мелководные отложения также отложениями континентальной террасы.

Мелководные отложения Черного моря были довольно хорошо изучены С. А. Зерновым, опубликовавшим свои исследования в известной монографии «К вопросу об изучении фауны Черного моря» [73]. Его описания сохранили свое значение и до настоящего времени, и в дальнейшем мы будем широко пользоваться ими. Особенно детально изучена Зерновым та часть прибрежных отложений, которая образуется выше линии ила, или собственно литоральные осадки, и менее подробно описаны илистые образования, покрывающие более глубокие части континентальной террасы. В нашем материале, наоборот, эти мелководные образования представлены чрез-

вычайно неполно, так как зондировки обычно производились на глубинах, превышающих 50 м; выше этой изобаты взяты были лишь очень немногие образцы.

1. ПРИБРЕЖНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

С. А. Зернов выделяет в прибрежной зоне: 1) область скалистого грунта, 2) песчаную область, 3) область прибрежных песчано - глинистых отложений.

Под скалистым грунтом Зернов подразумевает область, в которой отложения либо вовсе отсутствуют, будучи унесены течениями и волнами, либо представлены крупными обломками скал и грубым гравийным песком. В окрестностях Севастополя, где находился главный район работ Зернова, скалистый грунт со свойственным ему биоценозом опускается до 30 м, как максимум. Вообще же глубина эта непостоянна и явно уменьшается по мере того, как от открытых берегов мы переходим к внутренним частям Севастопольского залива. Эта фация встречается не всюду, а, естественно, только там, где имеются крутые берега, образованные твердыми породами.

Характерною особенностью области скалистого грунта является чрезвычайная неустойчивость условий отложения: это настоящее игрище волн, которые то набрасывают сюда песок и камни, то уносят их. «Осенью 1911 г., — пишет Зернов, — нам удалось видеть следующую интересную картину: расположенные около Севастопольской биологической станции плиты предшествующими бурями были совершенно очищены от зарослей цистозиры и из пересекающих их в разных направлениях трещин волнами был выбран весь песок, так что трещины ясно выделялись в виде черных углублений. Во время производства работ по сооружению мола на эти плиты было выброшено большое количество мелких осколков серого бетона. После первой же бури оказалось, что с гладкой поверхности плит эти осколки были смыты, а затем аккуратно и плотно разложены серым рисунком по бывшим ранее пустым трещинам. В части Черного моря между Визулей и Камышевой косой в иные года мы находили скалы, в другие — песок. Чередование этих двух грунтов известно и в литературе» [73, стр. 64].

Скалисто-гравийной области диа свойственен свой комплекс организмов или свой биоценоз: «На прибрежных скалах, обдаваемых волнами и прибоем, но не погруженных в воду, обитают выше всех *Chlamus stellatus* Ranz., затем в мелких углублениях скал *Littorina neritoides* L. Летом везде по скалам карабкаются *Pachygrapsus marmoratus* St., — то вылезая из воды, то погружаясь обратно; здесь же живет и *Lygia brandti* Rath., никогда не спускающаяся в воду. Зимой и ранней весной скалы под водой покрыты водорослями: гривой *Scythosiphon*, отчасти *Ceramium*, *Enteromorpha* и еще выше — *Bangia* и шариками *Ralfsia*. До 4 м над уровнем моря поднимается лишайник *Lithoidea maura* (Whlbg.), окрашивающий прибойные скалы в черный цвет...» [73, стр. 65].

«Как раз на границе воды в открытых местах, где господствует прибой, тянется плотная розовая плита известковой кораллины *Corallina mediterranea*, которая спускается и глубже. В поясе кораллины и по ту и по другую сторону плотно прикрепляется *Patella pontica* M i l.; сейчас же под водой начинаются *Mytilus lineatus* и *M. galloprovincialis*, которые обычно уже не могут долго жить без воды... Почти каждую осень, когда уровень моря опускается, часть всей этой фауны, связанной с кораллиной, и верхние слои самой кораллины, побелев, отмирают, оставшись без воды; погибает слой жизни около 18 см по вертикали; все мидии умирают, остаются торчать лишь их открытые раковины, которые сбивает первая буря; подвижные формы, конечно, спускаются ниже...» [73, стр. 66].

«На склонах, постоянно покрытых водою, у тех берегов, где вода грязнее, господствуют ульва и энтероморфа; цистозира заметно уступает им в количестве. На ульве живут переиды, которые ею питаются, *Nassa reticulata* L., среди нее *Mytilus galloprovincialis* L m k., два вида *Leptoplana*, *Membranipora* и губки *Reniera*; под камнями часто прячутся *Xantha*, *Lepadogaster* и редкая *Pirula*... Среди ветвей *Corallinae* и *Cystosirae* массами живет *Hyppolithe (Leander) varians*, необычайно подражающая ей своей окраской *Leander squilla* C z e n. и некоторые другие формы».

«Толстые стволы цистозиры покрыты массой *Spirorbis* и *Pileolaria*, диатомеями и разными водорослями, среди них поднимаются веточки гидроидов *Aglaophenia sertularella* и *Eudendrium*; подножие охватывают губки *Spongelia*, *Reniera informis* и *Petrosia*, плотно переплетаясь с веточками мшанок *Scrupocellarias*; кроме губок, часто сидят кучками мидии. На веточках цистозиры ютятся *Botryllus*, *Didemnidae* и *Lucernalia*; массами ползают *Syllidae*, *Hyppolithe*, *Tanais*, *Paratanais*, *Leptochelia*; из *Turbellaria* — *Leptoplana* и *Stylochoplana*; кроме вышеуказанных изопод, ютятся еще разные амфиподы и нематоды. Из моллюсков в громадном количестве *Rissoia* и др., изредка некоторые *Nudibranchiata*» [73, стр. 67]. «Из сверлящих моллюсков живут: *Venerupis*, *Petricola*, *Gastrochaena*, *Pholas (Burnea) candida* и *Pholas dactylus*» [73, стр. 68].

Таков в основных чертах биоценоз скалистого грунта по наблюдениям у Севастополя и по южному берегу Крыма. Но это описание, по словам Зернова, «пригодно, конечно, и для всего Черного моря с теми ограничениями, которые вносятся или отсутствием известных форм, вследствие малосолености или холода (Одесский залив, район у Дуная, местами Кавказ), или же свойствами самих скал, или деятельностью человека» [73, стр. 73].

Второй наиболее распространенной фацией прибрежной области являются пески, которые, начинаясь в одних случаях от самого берега, а в других — от нижней границы скалисто-гравийных грунтов, спускаются в среднем до 30 м глубины, хотя в отдельных случаях идут и глубже, до 50—53 м.

В наших коллекциях пески имеются с нескольких станций в северо-западном заливе и вдоль западных берегов, а также с южного побережья Керченского полуострова.

На западных станциях пески встречены на глубине от 4 и до 25 м. Здесь можно выделить две разности. Первая из них представляет собственно переход между песком и ракушечником или песчаный ракушечник. Мы имеем в данном случае рыхлую, рассыпающуюся породу, характернейшей чертой которой является богатство раковинным материалом, обильно пересыпанным средне- или тонкозернистым кварцевым песком, то светлым, белым, то рыжевато- или красновато-бурым. Зерна кварца хорошо окатаны, и их окраска зависит от тонкой пленочки гидрата окиси железа, покрывающей каждое зерно либо сплошь, либо пятнами; вероятно, эта железистая корочка представляет продукт окисления находившегося ранее в песках гидротроилита. Раковины в большинстве случаев целые, реже слегка, а порой значительно потерты. К этим целым экземплярам примешано, однако, много разбитых и даже перетертых в мелкий раковинный детритус (раковинный песок). Никаких морфологически ясно выраженных миперальных новообразований, если не считать бурых пленок на кварцевых зернах, пески не содержат.

Пески второй разности отличаются темной окраской. В отличие от ранее описанных, они всегда равно- и тонкозернисты и содержат значительную примесь глинистого материала. Раковинного материала они включают меньше, нежели пески первой группы. Располагаются раковины прослоями, между которыми их или вовсе не имеется, или встречается только мелкий раковинный детритус.

Из Керченского района мы располагаем 5 образцами песков, которые все происходят из нижней части занятой песчаными отложениями полосы и очень похожи на пески второй группы северо-западного залива.

Мы имеем и здесь грязносерые с желтоватым оттенком мелкозернистые глинистые пески с незначительным в общем количеством раковинного материала, обычно в виде хорошо сохранившихся цельных экземпляров. О количестве раковин можно судить по тому, что CaCO_3 в одном образце составляет всего 2.63%, в другом 11.49%.

Распределение раковинного материала в колонке неравномерно и в различных колонках не одинаково. В одних случаях можно заметить два прослоя раковин, из которых первый залегает на самом верху, а второй глубже, в нижней части колонки. В других случаях наверху залегает слой бедный раковинами, а ниже следует богатый ими. Участки, богатые раковинами, не обнаруживают никакой слоистости и одновременно кажутся более грубозернистыми; участки безраковинные показывают признаки неясной слоистости, заключающиеся в том, что колонки здесь хорошо расслаиваются на диски с параллельными ограничениями.

Механический состав нерастворимой в HCl части песков, как видно из двух анализов табл. 2, довольно значительно колеблется.

Минералогический состав (определен только для трех первых фракций) довольно однообразен. Это — кварц, мусковит (много), силлиманит, рого-

вая обманка, ставролит и микроклин (последний встречен лишь в одном случае).

Зерна в двух первых фракциях угловато окатаны, в третьей остроугольны. Характерно присутствие довольно большого количества зерен глаукогнита, по форме своей не отличающихся от зерен кварца и, по всей вероятности, находящихся во вторичном залегании.

Таблица 2

Механический состав нерастворимой в HCl части песков

№ станций	Фракции в %			
	> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.05 до 0.01 мм	< 0.01 мм
217	0.18	17.29	61.40	21.13
218	0.01	6.13	46.31	46.94

Минеральных новообразований пески содержат очень мало. На однородной серой поверхности разреза колонок попадаются местами ржаво-желтые пятна окислов железа, представляющие, вероятно, продукты окисления гидротроилита. В одной колонке, примерно посредине ее длины, была встречена песчано-глинисто-железистая бобовинка. Весьма характерно полное отсутствие во фракциях механического анализа тех шариков сернистого железа, которые столь распространены в илистых отложениях. Содержание органического вещества не велико: на одной станции органический углерод составляет 1.20% осадка, а на другой — всего 0.73%.

Органический мир песков довольно богат и разнообразен, причем, по данным Зернова, он оказывается различным в верхней, непосредственно прилегающей к береговой линии, и в нижней частях ее. Поэтому Зернов считает возможным выделить в песчаной полосе, по крайней мере, два биоценоза: а) биоценоз прибрежного песка около уровня воды и б) биоценоз более глубоко лежащего песка. Начнем нашу характеристику с последнего.

Если обратиться к моллюскам (которые для геолога представляют, конечно, наибольший интерес), то «наиболее характерной для песчаного грунта, — пишет Зернов, — надо считать *Gouldia minima*, найденную массами на всех без исключения (подробно изученных) 13 станциях. Затем идет *Meretrix rudis*, найденная массами на 10 станциях; далее за ними следует *Calyptra chinensis*, обнаруженная массами на 9 станциях; потом *Macra subtruncata* и *Modiola adriatica*, найденные в таком же количестве на 7 станциях; далее в нисходящем порядке идут: *Tapes proclivis*, *Nassa reticularis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium exiguum* (массами — на 6 станциях), *Caecum trachea* (на 5 станциях), *Divaricella divaricata*, *Cerithidium submamillatum*, *Tellina donacina*, *Cerithium paucicostatum* (на 4 станциях), *Cardium simile*

(на 3 станциях), *Cyclonassa neritea*, *Cardium paucicostatum* и *Pecten ponticus*, собранные массами на 2 станциях, и *Donax venustus*, *Cardium edule*, *Syn-desmya fragilis*, *Hydrobia* sp., *Cylichnina variabilis*, собранные массами на одной станции. Итак, основными типичными формами мы должны признать, кроме *Gouldia minima*, еще *Meretrix rudis*, *Macra*, *Venus*, *Tapes*, *Nassa*, *Mytilus*, *Cardium exiguum*; остальные находятся массами только на отдельных станциях» [73, стр. 76].

К описанным формам моллюсков присоединяется ряд форм из других классов животного мира. Так, мидии всегда густо обрастают губками и асцидиями, целыми рифами мшанок *Lepralia*, гидроидов *Sertularella* и трубчатых червей, причем наиболее обрастает всегда задний конец раковины... Очень часто *Modiola*, а реже *Cardium*, бывают одеты шубой из водоросли *Lanardinia*, представляющей собой широкую коричневую пластинку [73, стр. 78]. К этим формам присоединяются представители рыб, червей, ракообразных и др., перечислять которые здесь мы не станем.

Прибрежный песок у самого уровня моря имеет свою специальную фауну. «В нем массами встречаются: *Procerodes lobata* Schmidt и *Cercyra papillosa* Uljan, *Protodrillus*, немертины — *Lineus lacteus*, *Eunemertes gracilis*, *Borlussia vivipara*, разные амфиподы, нематоды; немного глубже — *Nerine*, *Spio*, отшельники, *Nassa* и прячется в своих ходах *Gebia*. Если среди песка есть камни, то под ними сидят актинии и кучи изопод: *Jdothea*, разных амфипод и немертин, реже хитопы; в более же открытых и чистых местах такие же камни, если волны не в силах их переворачивать, бывают снизу сплошь покрыты коркой из целых слоев раковин *Spirorbis*, губкой *Reniera densa* и трубками сидячих червей; сами камни везде источены губками, сверлящими моллюсками и сверлящими водорослями. Все это обрастание желтовато-белого цвета, за исключением актиний. Там, где прибрежный песок загрязнен илом, в нем живет много ариениколь, перид, *Glucera* и др. червей» [73, стр. 82].

Описанные выше биоценозы, разумеется, не остаются неизменными на всем пространстве, занятом песчаными отложениями, а, наоборот, обнаруживают разнообразные вариации и отклонения от среднего типа: в них получает преобладание то одна, то другая форма. С этой точки зрения очень любопытны наблюдения Зернова над составом ракушки, выброшенной морем на бичевник: «В Песчаной бухте и многих других пунктах наблюдаются положительно кучи церициумов и *Rissoia*; в Перекопском заливе у Хорлов массы *Loripes lacteus*. Под самым Перекопом, по словам П. А. Двойченко, масса фоллад; в Керченском заливе кучи *Solen*, около Дуная массы *Corbulomya maeotica*... Берега самого Севастопольского рейда, особенно ближе к Черной речке, завалены кучами раковин мидий и устриц. Нельзя не обратить внимания на такую разницу в составе береговых отложений в одном и том же море на сравнительно небольшом протяжении: для Севастополя эта разница обнаруживается на пространстве всего 2—3 верст: на рейде — мидии и устрицы, а по выходе из рейда — церициумы» [73, стр. 83].

2. МЕЛКОВОДНЫЕ ИЛЫ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ТЕРРАСЫ

Ниже линии ила разнообразие осадков сильно уменьшается, хотя и здесь они все-таки не однотипны. Если брать за основу петрографические признаки, то среди осадков континентальной террасы, лежащих ниже иловой линии, можно выделить два основных типа: 1) собственно илы и 2) ракушечники. Распространение этих типов на поверхности континентальной террасы видно на схеме распространения современных осадков (фиг. 7).

Обращаясь к характеристике илов, необходимо отметить, что по фаунистическим признакам они уже давно были разбиты акад. С. А. Зерновым на две разновидности или два биоценоза, имеющие разное расположение в пространстве. Первая разность характеризуется массовым присутствием мидий и была названа Зерновым мидиевым илом; распространена она на глубинах от 30 до 65 м. Вторая разновидность отличается массовым развитием *Modiola phaseolina* и потому получила наименование фазеолинового ила; верхней границей его распространения является приблизительно изобата 65 м; нижней — нижняя граница жизни. В виду того, однако, что в литологических особенностях обеих разностей черты сходства несравненно значительнее черт различия, мы опишем мелководные илы как целое, подчеркивая одновременно, конечно, индивидуальные черты каждой разности.

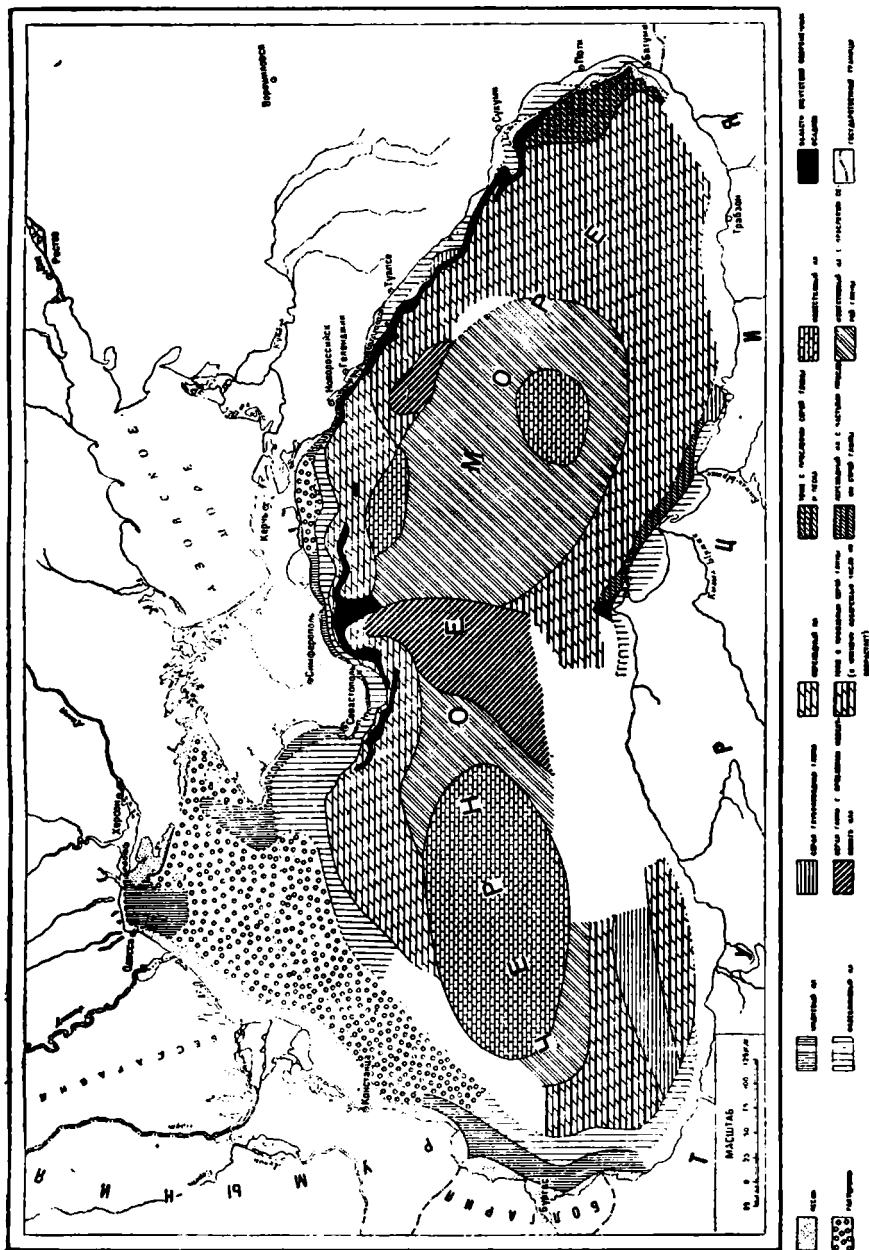
Так как фазеолиновый ил наиболее распространен и наиболее типичен для черноморских мелководных илов вообще, то описание мы начнем с него.

а) Ф а з е о л и н о в ы й и л

Фазеолиновый ил во влажном состоянии представляет темносерую с оливковым оттенком пластичную глину. При высыхании она светлеет, значительно уменьшается в объеме и в сухом виде представляет серую плотную, совершенно неслоистую глину, хорошо режущуюся ножом и растягивающуюся между пальцами. В массе глины то одиночками, то прослоями меняющейся мощности залегают раковины моллюсков; количество их часто настолько возрастает, что отдельные слои глины переходят в глинистый ракушечник. Число и толщина этих ракушечных прослоев сильно варьируют, но, как правило, роль их возрастает с приближением к Керченскому проливу и к северо-западному углу моря, где иловые отложения замещаются ракушечниками.

Кроме ракушечников, в глине встречаются редко расположенные, очень тонкие и правильные прослойки тонкозернистого песка, живо напоминающие ту песчаную присыпку на плоскостях напластования глины, которая столь распространена в глинистых породах более древних эпох.

В ряде случаев, хотя и не часто, свежие разрезы колонок имеют совершенно иной вид, благодаря присутствию большого количества коллоидального сернистого железа (гидротроилита). Одни из образцов вместо оливково-серой окраски имеют равномерный интенсивно-черный цвет; другие



на сером фоне обнаруживают резкие черные прослои, третьи несут сложную сеть черных полос, пятен и т. п. При доступе воздуха эта черная окраска быстро исчезает; на местах, где находились особенно большие скопления гидротроилита, остаются бурые железистые пятна.

Изучая сухие разрезы колонок при небольшом увеличении, можно легко убедиться, что глинистая масса очень неоднородна. Под биноклем или лупой бросается в глаза своеобразная неправильная пятнистость сухого ила, зависящая от неравномерного распределения карбонатов и глинистого вещества. В участках, более глинистых, основной фон сероватый, и на нем видны многочисленные, неясно отграниченные от основной массы осадка пятна порошкообразного CaCO_3 , то довольно правильно округлые, то весьма неправильные, расплывчатые. В участках, более богатых CaCO_3 , наоборот, основной фон почти белый и, по нему разбросаны серые пятна, в которых порошкообразный кальцит находится в меньшем количестве, нежели в основной массе. В некоторых образцах наблюдались многочисленные, хорошо оформленные комочки порошкообразного кальцита, ничем не отличающиеся от комочков дрюита в глубоководном иле. Они частью разбросаны беспорядочно, частью же сосредоточены в прослоях.

б) Мидиевый ил

Мидиевый ил по общему своему виду как в свежем, так и в сухом состоянии, очень похож на фазеолиновый. Органические остатки в нем распределены так же, как и в фазеолиновом; в местностях, прилегающих к Керченскому полуострову, и в северо-западном углу моря и мидиевый ил замечается ракушечными скоплениями.

Более внимательное изучение образцов обнаруживает, однако, некоторые существенные отклонения от описанного типа.

Во-первых, среди имеющихся у нас образцов мидиевого ила нередко попадаются разности, отличающиеся от типичного фазеолинового ила очень темной окраской, зависящей от значительно большей примеси органического вещества.

Во-вторых, вообще мидиевый ил более песчанист, а ближе к границе распространения прибрежных песчаных отложений в колонках начинают появляться частые толстые (до 2—3 мм) прослойки песка. Характерен вид этих прослоек. Никогда или почти никогда они не бывают правильными и прямолинейными; как правило, прослойки изогнуты, как бы измяты, их толщина меняется; во многих местах они как бы выклиниваются или отходят от себя тонкие прожилки, в других, наоборот, на коротком расстоянии сильно вздуваются. Этой своей неправильностью они отличаются от тех толстых прослоек песка, которые имеются в фазеолиновом иле и в глубоководных отложениях. Наконец, у границы с песками ил либо вообще становится песчанистым, либо порода превращается в переслой глины и песка, причем раковины сосредоточиваются, главным образом, в глинистых прослоях.

Для выяснения относительной роли, которую играют в илах их основные компоненты — обломочные частицы, кальцит и органическое вещество, мы определяли количество органического углерода, CaCO_3 (вычислением по CO_2) и остаток от прокаливания за вычетом CaO карбоната. Таких анализов было сделано всего 15 (фиг. 8). Присоединив к ним частичные определения количества нерастворимого остатка, CaCO_3 и C , мы получили следующие цифры (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Основные компоненты фазеолинового ила

№№ станций или их местоположение	Расстояние от берега в км	Остаток от прокаливания (без CaO карбонатов) в %	CaCO_3 (по CO_2)		Органический углерод		Органическое бескарбонатное вещество в %
			на навеску в %	на остаток от прокаливания в %	на исходную навеску в %	на бескарбонатное вещество в %	
336	37	82.23	16.92	20.6	0.62	0.70	1.1
290	22	79.76	9.90	12.3	1.49	1.86	3.01
—	30	—	26.97	—	—	—	—
—	—	60.94	30.48	50.00	—	—	—
196	9	81.95	9.85	12.0	2.15	2.62	4.40
257	12	64.93	32.02	50.0	2.14	3.3	5.5
В 36 км от Карадага	—	—	—	—	2.16	—	—
То же	—	—	—	—	1.86	—	—
197	11	73.25	10.06	13.7	1.42	2.0	3.2
149	14	—	17.04	—	—	—	—
217	13	83.37	7.33	8.83	1.05	1.26	2.00
110	18	—	18.60	—	—	—	—
6	50	54.5	47.33	86.66	—	—	—
Среднее содержание	—	72.62	20.59	31.76	1.61	1.96	3.2

Таблица 4

Основные компоненты мидиевого ила

№№ станций или их местоположение	Расстояние от берега в км	Остаток от прокаливания (без CaO карбонатов) в %	CaCO_3 (по CO_2)		Органический углерод		Органическое бескарбонатное вещество в %
			на навеску в %	на остаток от прокаливания в %	на исходную навеску в %	на бескарбонатное вещество в %	
—	—	77.46	7.31	9.5	3.21	4.2	7.0
—	1.5	81.86	18.18	22.2	2.48	3.0	5.0
Близ Карадага	—	77.1	12.04	15.5	—	—	—
252	2	74.8	23.47	31.3	4.97	6.63	11.05
2	13	59.06	29.56	50.30	2.51	4.26	7.1
305	14	83.29	7.81	9.4	1.05	1.26	2.1
272	31	81.38	10.28	12.6	1.36	1.7	2.8
499	6	70.65	18.90	26.46	1.27	1.77	2.83
558	19	81.78	10.14	12.57	0.71	0.86	1.36
561	6	53.76	39.18	72.48	1.71	3.16	5.05
Среднее содержание	—	74.11	17.69	26.29	2.14	2.98	4.92

Для ближайшего изучения обломочной, терригенной части осадка нами было произведено несколько механических анализов (по методу Сабанина) нерастворимого остатка ила и сделаны определения минеральных зерен, слагающих фракции анализов > 0.01 мм диаметром.

Механические анализы дали следующие результаты (табл. 5).

Таблица 5

Механический состав нерастворимого в HCl остатка мидиевого и фазеолинового илов

№ отаплив	Наименование ила	Расстояние от берега в км	Нераствори-мый остаток в %	Фракции в % ¹			
				> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.05 до 0.01 мм	< 0.01 мм
271	Мидиевый	26	76.05	0.1	3.13	35.0	61.87
272	Фазеолиновый	31	69.99	0.07	1.3	42.45	56.18
273		34	57.30	0.08	1.08	22.71	77.14
274		40	55.80	0.09	1.02	13.13	85.76
275		53	64.50	0.07	1.2	17.0	81.70
304	Мидиевый	9	39.54	0.22	16.07	46.20	37.51
306	Фазеолиновый	17	49.98	0.35	1.87	18.90	78.88
308		27	75.90	0.06	0.21	8.38	91.35
335	Мидиевый	26	24.86	5.12	11.9	31.81	51.17
336	Фазеолиновый	37	45.20	0.08	0.6	24.27	74.95

Результаты валового анализа мидиевого и фазеолинового илов сведены в табл. 6.

Таблица 6

Валовые химические анализы мидиевого и фазеолинового илов (в %)

	Мидиевый ил	Фазеолиновый ил
SiO ₂	45.74	49.21
TiO ₂	0.40	0.86
Al ₂ O ₃	12.02	10.75
Fe ₂ O ₃	5.89	7.52
FeO	1.48	0.90
CaO	9.30	8.45
MgO	3.52	2.08
MnO	0.05	0.10
Na ₂ O	3.50	3.50
K ₂ O	2.32	2.19
P ₂ O ₅	0.04	0.28
SO ₃	0.14	0.16
S	0.74	0.78
Cl	0.14	0.36
CO ₂	7.68	6.31
H ₂ O при 110°	4.20	1.96
Потеря при прокаливании	4.10	5.58
Сумма	101.17	100.99
O = S	0.37	0.39
O = Cl ₂	0.03	0.08
Сумма	100.77	100.52

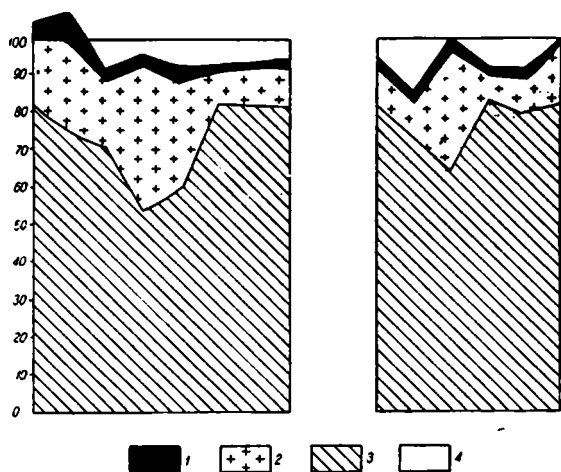
¹ Фракции рассчитаны на нерастворимый остаток.

Из табл. 5 видно, что главная масса мидиевого и фазеолинового илов складывается частицами диаметром от 0.05 до 0.01 мм и меньше 0.01 мм. Более крупные зерна играют заметную роль только в наиболее близких к берегу пунктах, с удалением же от него количество их становится ничтожным. Резко уменьшается с удалением от берега и количество частиц диаметром от 0.05 до 0.01 мм, так что у нижней границы фазеолинового ила нерастворимый остаток последнего не менее, чем на 80%, состоит из физической глины.

Минералогический состав частиц больших 0.01 мм очень однообразен. Резко преобладает кварц, часто встречается мусковит; более или менее обычны, кроме того, биотит, магнетит (не всюду), апатит (также не всюду), роговая обманка (всюду) и силлиманит (редко). Форма зерен всегда угловатая, причем характер угловатости зависит от размеров зерна: чем меньше диаметр зерна, тем значительнее выступает его угловатость и тем резче, острее его углы. На всех станциях был встречен глауконит, форма зерен которого не отличается от формы остальных минералов.

В органогенной составной части илов главнейшая роль принадлежит CaCO_3 . Значительная часть его заключается в раковинах моллюсков и их обломках, которые легко различимы невооруженным глазом. Может казаться, что весь CaCO_3 мелководного ила имеет такое происхождение, и именно на такой точке зрения стоял Меррей [Murray, 191]. Ближайшее исследование вопроса показывает, однако, что, кроме CaCO_3 раковинного происхождения, в иле существуют и иные формы. Испытывая при помощи HCl те участки глины, в которых нельзя подметить никаких следов раковин, мы находим в них всегда большее или меньшее количество карбонатов, которые, очевидно, распределены между иловыми частицами в виде тонкого порошка. С особенной ясностью это видно из определения CaCO_3 во фракциях механических анализов ила, не обработанного соляной кислотой.

Очень подробный анализ такого рода, опубликованный в работе Самойлова и Титова [133], принадлежит В. Р. Вильямсу; проанализированный



Фиг. 8. Основные компоненты мидиевого (слева) и фазеолинового (справа) илов.
1 — органическое вещество; 2 — карбонаты; 3 — обломочный материал; 4 — прочее (вода, минеральные новообразования и т. п.).
Цифры слева — проценты.

материал взят на глубине около 73 м близ Севастополя. По данным Вильямса в иле содержится частиц:

в мм	в %
> 0.25	9.9
от 0.25 до 0.01	6.7
» 0.01 » 0.005	37.1
» 0.005 » 0.001	10.6
< 0.001	35.7

Частицы > 0.25 мм состоят исключительно из раковин и их обломков; в значительном количестве представлены обломки раковин также и во второй фракции. Три последние фракции были подвергнуты химическому анализу; перечисляя полученные для CO_2 величины на CaCO_3 , мы видим, что частицы от 0.01 до 0.005 мм содержат CaCO_3 7.77%, частицы от 0.005 до 0.001 мм — 11.28% и частицы < 0.001 мм — 13.71%.

Мы видим, таким образом, что содержание CaCO_3 во фракциях возрастает с уменьшением размеров частиц.

Со своей стороны мы произвели два аналогичные анализа, ограничившись в них выделением трех фракций (табл. 7).

Таблица 7
Содержание CaCO_3 в мелководном иле

Фракции в мм	Ст. 252 (с большим количеством рако- вин)	Ст. 222 (с малым количеством рако- вин)
	CaCO_3 в % от исходной навески	
> 0.25	5.71	8.47
от 0.25 до 0.01	22.03	0.82
< 0.01	25.30	7.80
Итого	53.04	17.09

Цифры эти делают несомненным, что до половины всего количества CaCO_3 действительно находится в иле в виде частиц диаметром меньше 0.01 мм и частью даже меньше 0.001 мм.

Происхождение этого порошкообразного кальцита может быть двойное. Во-первых, он мо-

жет получиться в результате метаболизма илоядных животных, пропускающих через кишечник наряду с прочими материалами и заключенные в иле обломки раковин; во-вторых, он может быть результатом жизнедеятельности десульфидирующих и денитрифицирующих бактерий, как побочный продукт реакции образования сероводорода из сульфатов морской воды и реакции восстановления пилитов.

Какой фактор в действительности имеет место, можно решить, только сравнивая морфологические особенности порошкообразного кальцита мелководных илов с кальцитом глубоководных отложений, где он заведомо образуется бактериальным путем. В нашем случае оказывается, что в фазеолиновом иле, кроме диффузно распределенного порошка, встречаются комочкообразные скопления его, вполне аналогичные скоплениям CaCO_3 в глубоководных илах; эти комочки то разбросаны поодиночке, то образуют нечто в роде прослоев. Впоследствии мы увидим, что это обычная форма каль-

цита глубоководных отложений. Мы можем поэтому признать, что некоторая, вероятно наибольшая, часть порошкообразного кальцита должна быть действительно приписана жизнедеятельности бактерий.

К продуктам жизнедеятельности бактерий принадлежит также и серпистое железо, образующееся в результате действия H_2S , выделяемого бактериями, на находящиеся в иле соединения железа. Серпистое железо частью встречается в виде упоминавшихся уже ранее черных коллоидальных масс гидротроилита, частью же в виде миниатюрных шариков пирита, которые во множестве встречаются во фракциях механического анализа.

Органическое вещество, являющееся продуктом разложения тел животных и растений, присутствует во всех образцах мелководных илистых отложений. Распределено оно в глине более или менее равномерно, диффузно, и не сосредоточивается в каких-либо прослоях, что, как мы увидим ниже, характерно для значительной части глубоководных илов. Органическое вещество в мидиевом и фазеолиновом иле в основном происходит из тела допных и планктонных организмов, но некоторая, вероятно, незначительная часть его может получиться и за счет осаждения органических веществ, приносимых реками с суши.

Выше при описании внешнего вида мидиевого и фазеолинового ила отмечалось, что среди образцов первого встречаются сравнительно очень темные, окрашенные органическим веществом разности. Приведенные выше данные о содержании органического углерода подтверждают предположение о том, что мидиевый ил в общем содержит больше органического вещества, нежели фазеолиновый. В среднем из наших немногочисленных определений для мидиевого ила получается цифра 2.60% органического углерода, при колебаниях от 1.05 до 4.97%; для фазеолинового ила средняя величина равняется 1.6%, при крайних 0.62 и 2.16%. Явление это, очевидно, объясняется общим уменьшением органического населения при переходе к более глубоким частям дна и прежде всего, быть может, уменьшением фитопланктона.

К минеральным новообразованиям мелководных илистых отложений относятся, если исключить порошкообразный карбонат кальция, еще сульфиды железа, железисто-марганцовые конкреции и, быть может, глауконит.

Чтобы закончить характеристику мелководных илов, необходимо остановиться на более подробной фаунистической их характеристике. Как было уже указано выше, С. А. Зерновым выделяется для области их распространения два биоценоза — мидиевый и фазеолиновый.

Если рассматривать моллюсков, то характерные черты биоценоза мидиевого ила (табл. V) заключаются в следующем. Как показывает табл. 8, господствующей формой, пайденной массой на всех без исключения из подробно изученных С. А. Зерновым станций, является *Mytilus galloprovincialis* var. *frequens*. Следующее место после мидий занимает *Cardium simile* M i l., затем *Meretrix rudis*. Все остальные моллюски (*Tapes proclivis*, *Trophonopsis brevatus*, *Rissoia splendida*, *Syndesmya alba*, *Calyptra chinensis* и т. д.)

встречаются массами только на отдельных станциях и не могут считаться характерными для рассматриваемого биоценоза. Если мы сравним этот комплекс видов с комплексом, характерным для области песка, то разница сейчас же бросится в глаза. Она заключается в том, что характернейшая для песков форма — *Gouldia minima* — здесь не встречается; ее место заняла форма *Mytilus*, которая, наоборот, очень редко обитает в песчаной зоне. Далее, *Cardium simile* с седьмого места перешел на второе, а *Meretrix rudis* со второго — на третье. Таким образом, основное население биоценоза состоит из совершенно иных форм, чем в песках, хотя второстепенная по значению популяция здесь та же самая, и потому простое перечисление форм не могло бы дать оснований для деления этих фаций. Что касается других организмов, то весьма обильно развиты здесь губки, гидроида и черви. «Губок попадается иногда такая масса, что на них обращает специальное внимание даже траулер «Федя» при своих работах и записывает это в своем рыболовном журнале. Большие, до 3 вершков ростом, колонии гидронидов *Aglaophenia* и хорошо развитые *Sertularella* характерны для мидиевого ила, как и для пограничной илесто-песчаной полосы. Под Одессой все мидии густо усеяны гидронидом *Clythia jonstoni*. Что касается червей, то положительно почти сплошь все мидии в мидиевом иле южного Крыма являются покрытыми трехгранными трубками *Potamoceras triquetroides*, чем они сильно отличаются от мидий под Одессой и мидий в Каркинитском заливе, которые обычно или остаются голыми, или обрастают только гидроидами... Из мшанок *Schizoporella* и *Leprelia* нередко образуют на мидиях целые рифы... Лишь мидии, которые живут в иле более глубоко, бывают и без обрастаний...» [73, стр. 113]. «В биоценозе мидиевого ила находит предел своему распространению и водоросли; только один вид, кажется кладофоры, спускается глубже, в область фазеолинового ила. Наиболее характерной формой мидиевого ила являются пластины *Lanardinia collaris* и еще ниже мелкие кусты *Antitamnion plumula*, сидящие на мидиях» [73, стр. 115].

Биоценоз фазеолинового ила (табл. V) занимает область между изобатами 60—70 м и 150—170 м, спускаясь до границы жизни. Мы воспроизводим ниже таблицу С. А. Зернова [73], рисующую распределение по станциям наиболее распространенных в этой зоне моллюсков (табл. 9). Главной, руководящей формой является *Modiola phaseolina*; в большом количестве всюду встречается *Syndesmya alba*; далее следуют *Cardium simile* и *Trophonopsis brevatus*; остальные 11 видов встречаются преимущественно в небольшом числе экземпляров. Как видим, основная популяция этого биоценоза чрезвычайно резко отличается от предыдущего. Если мы перейдем к другим классам органического мира, то и здесь отличия оказываются достаточно резкими. О том, что фазеолиновый ил почти лишен водорослей (которые представлены здесь всего одним видом), уже говорилось. Другая характерная черта — «полное отсутствие в этом биоценозе мшанок». Губки представлены 5 видами, из которых три специфичны для данного биоценоза; но и эти 5 видов не дают таких пышных обрастаний.

Таблица 8

Биоценоз мидиевого ила¹

№ станции	3	2—4	7	33	73	75	84	85	87	105	109
Глубина в м	6.1	18	12.5	46.8	39.6	36.0	46.8	25.2	32.4	55.8	36
Наименование форм											
<i>Mytilus galloprovincialis</i> var. <i>fre-</i> <i>quens</i> Lam.	x	x	x	x	m	x	x	m	x	x	x
<i>Corbulomya maeotica</i> Eichw.	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Syndesmya alba</i> var. <i>pontica</i> Mil.	o	x	o	—	—	—	x	—	—	—	—
<i>Cardium exiguum</i> Gm.	o	—	o	x	o	x	m	x	—	o	—
<i>Rissoia splendida</i> Eichw.	o	o	o	x	o	o	m	o	—	o	o
<i>Biforina perversa</i> L. var. <i>adversa</i> Mtg.	o	m	o	x	m	—	—	m	m	o	o
<i>Biforina perversa</i> L. var. <i>parva</i> Mtg.	o	o	o	x	o	o	m	o	o	o	o
<i>Trophonopsis breviusculus</i> Jeffr.	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o
<i>Cardium simile</i> Mil.	o	o	o	m	x	x	x	o	—	x	x
<i>Macra subtruncata</i> Ren.	o	o	o	o	x	x	m	—	o	—	—
<i>Tapes proclivis</i> Mil.	o	o	o	o	m	x	o	x	—	—	—
<i>Meretrix rudis</i> Poli.	o	o	o	o	m	x	m	x	x	—	x
<i>Cardium paucicostatum</i> Sow.	o	o	o	o	m	x	m	—	o	m	m
<i>Nassa reticulata</i> L.	—	—	o	o	o	x	—	—	—	x	—
<i>Modiola phaseolina</i> Phil.	o	o	o	—	—	—	x	o	o	—	o
<i>Cerithidium submamillatum</i> Ret P.	o	o	o	o	m	—	x	x	—	m	o
<i>Calyptra chinensis</i> L.	—	o	o	m	—	m	x	o	x	o	—
<i>Cylichna variabilis</i> Mil.	—	o	o	m	o	o	o	x	m	—	o
<i>Modiola adriatica</i> Lam.	o	o	o	o	o	—	o	m	x	o	—
<i>Gouldia minima</i> Mtg.	o	o	o	o	o	—	o	o	x	o	x

3. РАКУШЕЧНИКИ

Выше, при описании того, как распределяются в мелководных илистых отложениях остатки моллюсков, мы указывали, что как мидиевые, так и фазеолиновые илы в некоторых участках дна чрезвычайно обогащаются раковинами и переходят в сплошные ракушечники. На схеме распространения современных осадков (фиг. 7) видно, что эти ракушечные скопления появляются в области прибрежной песчаной зоны, проходят через зоны мидиевого и фазеолинового биоценозов и распространяются почти до границы жизни. Отсюда следует, что этот тип отложений является интразональным и его образование зависит от иных причин, нежели накопление мидиевого и фазеолинового илов. Следует оговориться, что мы употребляем термин «ракушечник» только в литологическом смысле, отнюдь не придавая ему значения биоценоза, как это делает С. А. Зернов. Последний выделил под именем ракушечников определенный биоценоз, развивающийся обычно у границы песчаной зоны и мидиевого ила. Биоценоз ракушечника в понимании Зернова сильно разнится как от биоценоза песка, так и от биоценоза мидиевого ила. Учитывая, как чутко реагируют организмы на изменения состава грунта, мы склопны

¹ x — масса животных; — мало живых; m — мертвые; o — нет.

Биоценоз фазеолинового пла¹

№ станции	62	63	64	65	76	79	83	88	89	91	92	93	94	95	96	102	103	104	107	108	111	114
Глубина в м	63	82	86	122	84	60	127	82	42	117— —192	99	81	57	124	85	77	102	75— —106	82— —160	66	75	88
Наименование форм																						
<i>Syndesmya alba</i> Wood. var. <i>pontica</i> Mil.	—	—	X	M	M	X	X	M	X	—	X	X	X	—	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cardium simile</i> Mil.	M	—	MM	O	—	X	—	O	X	M	X	X	X	O	X	—	M	X	X	X	X	O
<i>Modiola phaseolina</i> Phil. . .	—	X	X	M	—	X	X	X	X	MM	MM	X	X	X	X	X	—	—	X	X	X	X
<i>Retusa truncatula</i>	—	MM	M	O	O	M	MM	MM	MM	MM	MM	M	MM	MM	O	MM	M	MM	MM	M	X	MM
<i>Trophonopsis brevialus</i> Jeffr.	—	—	MM	O	O	M	MM	X	X	MM	MM	MM	MM	MM	MM	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cerithidium submamillatum</i> R. et P.	—	—	—	—	—	M	—	M	MM	MM	MM	M	M	MM	O	M	MM	O	MM	M	X	MM
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	—	—	—	—	M	—	M	O	O	O	O	O	X	M	O	O	O	O	MM	X	—	O
<i>Eulima incurva</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	M	O	O	O	M	M	O	O	M	O	M	O	O	M
<i>Biforina perversa</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	MM	O	O	O	MM	O	O	O	O	O	O	O	—	O
<i>Rissoia splendida</i> Mil.	—	—	—	—	—	—	—	—	X	O	O	O	M	O	O	O	O	O	M	O	O	O
<i>Meretrix rudis</i> Poli.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	O	—	O	O	O	X	—	O	O
<i>Ceritiopsis tubercularis</i> Mtg. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	O	O	O	O	O	M	O	—	O
<i>Hydrobia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MM	O	O	O	O	O	O	O	O
<i>Venus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	O	O	—
<i>Mactra subtruncata</i> Reñ. . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	M	O	O

¹ X — масса живых; — мало живых; M — мертвые; MM — масса мертвых; O — нет.

думать, что биоценоз ракушечников в зоне распространения мидий и фазеолии должен также так или иначе отличаться от биоценоза развитых на той же глубине илистых отложений. Фактического материала для доказательства этого предположения у нас не имеется, и потому подробнее вопрос этот мы рассматривать не станем.

Мы знаем в настоящее время на дне Черного моря две площади ракушечников, в нашем понимании этого термина (ракушечники, выделенные на карте Зернова, представляют лишь части этих площадей). Одна из них располагается на востоке — у берегов Керченского полуострова, вторая занимает огромное пространство в северо-западной части моря.

В восточной площади строение ракушечников изменчиво. Если мы возьмем образцы станций, расположенных в непосредственном соседстве с Керченским проливом, то осадок здесь будет состоять исключительно из раковинного материала. Свободно, рыхлой пачкой лежат крупные толстостворчатые раковины *Ostrea* и *Pecten* в виде прекрасно сохранившихся целых экземпляров, а в промежутках между ними располагается раковинный песок. Захватив щепотку такого песка, тщетно ищешь в нем терригенный материал: он полностью отсутствует. Таким образом, мы имеем здесь настоящую биогенную породу. Если идти дальше к югу, то картина изменится. Основу осадка здесь составляют раковины *Ostrea* и *Mytilus*. Однако они покрыты уже сероватой очень тонкой пленочкой глины, которая скрепляет раковины в тех пунктах, где они соприкасаются, но не выполняет пустот, имеющихся в ракушечнике. Передвигаясь еще южнее, мы видим дальнейшее обогащение породы глинистым материалом: последний начинает заполнять пустоты внутри раковин и между ними, и чистый ракушечник переходит в глинистый. Это указывает на то, что ракушечное поле подходит к своей естественной границе. Следующие станции к югу дают уже колонки фазеолинового ила в его богатой раковинами разности. Они состоят из переслоев глины, содержащей редкую ракушу, с прослоями глинистых ракушечников.

Аналогичная картина наблюдается и в западной части описываемого ракушечного участка за одним существенным исключением: нигде в этой части поля мы не видим таких чистых скоплений раковин, как в описанных пунктах.

Наличие повсюду вдоль южной границы ракушечников переслоев глины и ракушечников показывает, что граница между ракушечной зоной и мелководными плами не была постоянной, а претерпевала, как и все вообще границы между фациями, незначительные перемещения то в одну, то в другую сторону.

Северо-западное ракушечное поле отличается от керченского своими огромными размерами. Как и в Керченском районе, наши ракушечники включают несколько биоценозов С. А. Зернова. В состав их входят прежде всего значительные площади ракушечников в том именно понимании этого термина, какое ему придает этот автор. Как уже отмечалось выше, последний обозначает именем ракушечников те скопления раковин,

которые залегают преимущественно в пограничной полосе между зоной песка и мидиевого ила, там «где действие волн уже сравнительно слабо для того, чтобы ломать и перебивать их (раковины) в песок, а с другой стороны еще настолько сильно, что проносит над ними и уносит дальше и глубже в море основную массу илистых частиц...В основе своей, — говорит С. А. Зернов, — эти ракушечники состоят из тех моллюсков, которые заселяют песок, часто с преобладанием устриц, мидий и некоторых других». Ракушечники северо-западного поля распространяются далее на всю зону мидиевого ила, причем биоценоз последнего приобретает здесь некоторые характерные особенности. В работе С. А. Зернова большая часть поля в зоне мидиевого биоценоза получила название филофорового поля вследствие чрезвычайно обильного развития филофоры, которая густыми зарослями покрывает ракушечники. Кроме филофоры, здесь чрезвычайно обильно представлены известковые водоросли, часто одевающие коркой створки мидий. В остальном фауна филофорового ракушечного поля очень бедна; следует отметить присутствие большого количества *Biforina perversa*, которая довольно редко встречается в других участках дна Черного моря. Около десятка станций, расположенных в рассматриваемой области и глубже распространения мидиевого биоценоза, показывают, что ракушечники продолжают и в зону *Modiola phaseolina*. Что касается морфологических признаков ракушечников северо-западного поля, то они очень похожи на керченские. В некоторых случаях глинистого материала в них так мало, что образцы, вынутые из трубки, рассыпаются на отдельные раковины; но обычно примесь глинистых частиц чувствуется в серой окраске ракушечников и в том, что раковины соединены друг с другом в нерассыпающуюся массу. Ил здесь, однако, не образует прослоев или более или менее заметных скоплений иной формы, а лишь облекает корочкой раковины и их обломки и склеивает их друг с другом.

Переход от нормальных илистых отложений к ракушечникам на северо-западе происходит так же постепенно, как и в Керченском районе. И здесь по мере приближения к району распространения ракушечников можно видеть, как в мидиевом и фазеолиновом илах появляется все большее и большее число прослоев раковинного материала и глинистый осадок постепенно вытесняется ракушечником.

4. МЕЛКОВОДНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВДОЛЬ КАВКАЗСКОГО И МАЛОАЗИАТСКОГО ПОБЕРЕЖИЙ

С континентальной террасы, прилегающей к Кавказскому и Малоазиатскому побережьям, в нашем распоряжении имеется гораздо меньше образцов осадков, нежели из ранее рассмотренной области, и потому составить вполне ясное представление о типах мелководных отложений этого района мы не можем.

Песков в нашем материале не имеется. Объясняется это, главным образом, повидимому, тем, что песчаные отложения занимают по восточному и южному побережьям лишь очень узкие полосы. Совершенно отсутствуют, повидимому, у берегов Кавказа и Малой Азии ракушечники, что резко отличает рассматриваемую сейчас область от континентальной террасы, опоясывающей северные и северо-западные берега.

Все довольно многочисленные пробы грунтов, полученные близ восточного и южного берегов Черного моря, доставили илистые отложения, которые по характеру биоценоза можно легко подразделить на мидиевый и фазеолиновый илы, занимающие то же батиметрическое положение, что и на севере. Характерным отличием фазеолинового ила этого района является заметно большая песчанистость его, наблюдавшаяся на целом ряде образцов. Реже, чем на севере, встречаются в иле послойные скопления раковин.

На ряду с этими обычными для континентальной террасы отложениями в отдельных пунктах близ кавказских и малоазиатских берегов были встречены осадки, резко отличающиеся от мелководных илов северной полосы отсутствием раковин моллюсков. Это отличие может на первый взгляд казаться несущественным, но необходимо отметить, что на севере, несмотря на обилие материала, образцов, не содержащих остатков моллюсков, получено не было.

Один из образцов, лишенных моллюсков, добыт у м. Бафры на 94 м глубины и представляет серо-розоватую глину с присыпкой тонкого песка на изломах, параллельных слоистости; глина эта очень близко напоминает те особые разности серой глубоководной глины, которые развиты вдоль Малоазиатского побережья. Ряд аналогичных образцов происходит из прикавказского района с глубины от 60 до 128 м. Кроме отсутствия остатков моллюсков, они резко отличаются от фазеолинового ила сильной песчанистостью. Так, в одном из названных образцов (ст. 450) видны следующие слои:

1. Серо-коричневая неслоистая глина	см 26
2. Переслой серой глины и глинистого песка, окрашенного в черный цвет гидротроилитом; прослойки песка часто неправильно изогнуты и переходят в линзы . . .	38
3. Коричнево-серая глина с черными пятнами гидротроилита и с неправильными, линзовидными прослоями песка	176

Второй образец (ст. 661) состоит на всю длину колонки (104 см) из тонкозернистого сильно глинистого светлосерого песка с прослойками более крупнозернистого.

В следующей главе мы увидим, что в прибатумском районе и настоящие глубоководные отложения отличаются от обычных сильной песчанистостью.

Глава V

ОТЛОЖЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО УСТУПА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ
КОТЛОВИНЫ

(Табл. I, III и IV)

Ниже изобаты 120—150 м начинается область, зараженная H_2S , и в пределах ее отлагается серия чрезвычайно интересных осадков, резко отличных от осадков мелководной области.

Так как биологическая характеристика осадков сероводородной области везде одинакова, то в основу подразделений здесь приходится положить признаки чисто петрографические. С этой точки зрения среди глубоководных отложений Черного моря легко выделяются 4 типа: 1) глубоководная серая глина; 2) переходный глинисто-известковый ил; 3) известковый ил; 4) глубоководные пески. Мы рассмотрим сначала литологические особенности каждого типа, а потом приведем биологическую характеристику глубоководных отложений в целом.

1. СЕРАЯ ГЛУБОКОВОДНАЯ ГЛИНА

(Фиг. 9, табл. III—4)

Имеющийся в нашем распоряжении материал позволяет выделить две основные разновидности серой глины.

Первая из них обычно целиком составляет слой современных черноморских отложений и приурочивается, главным образом, к южной и восточной окраинам глубоководной области, у которых континентальная терраса особенно узка. Начинаясь от границы жизни, разность эта служит здесь, на континентальном склоне, непосредственным продолжением мелководных илистых отложений.

Небольшая часть образцов этой прибрежной разности глубоководной серой глины представлена однородной неслоистой глиной, зеленовато-серой во влажном и светлосерой в сухом состоянии; такая глина ничем существенным не отличается от второй, описываемой ниже, разновидности глубоководной серой глины. В большинстве случаев, однако, мы имеем перед собой глинистый осадок, в котором более или менее отчетливо заметна слоистость, обуславливающаяся различными причинами. Во-первых, глина часто имеет своеобразную пеструю полосчатость, зависящую от чередования более или менее интенсивно окрашенных в серый цвет полос. Во-вторых, в ней иногда располагаются редкие и очень тонкие прослойки из комочков дриунта и, в третьих, что особенно характерно, глина часто содержит тонкие прослойки мелкозернистого песка, образующего характерную присыпку на плоскостях наложения, а иногда и прослойки мелкого раковинного детритуса. Все указанные сейчас зачатки слоистости зависят от неравномерного хода осадочного процесса и являются первичными; кроме того, прибрежным разностям серой глины присуща нередко видимая слоистость или, точнее, полосчатость, зависящая от распределения гидротроплита. Очень часто, особенно вдоль малоазийского побережья, колонки

образцов имеют в свежем виде не зеленовато-серую, обычную для глубоководных отложений окраску, а являются совершенно черными от пропитывающего их гидротроилита; последний часто распределяется не вполне равномерно, а потому на общем черном фоне выделяются особенно интенсивно окрашенные смоляно-черные прослои. При высыхании такие черные колонки, вследствие окисления гидротроилита и образования лимонита, приобретают розоватую или коричневатую окраску; на этом общем розоватом фоне выделяются более интенсивно окрашенные слои, соответствующие смоляно-черным прослоям свежих колонок. Эта своеобразная окраска глубоководных глин, развитых вдоль Малоазийского побережья, была неправильно приписана А. Д. Архангельским [19], изучавшим сухие образцы экспедиций Шокальского, влиянию красноцветных продуктов выветривания основных изверженных пород. Нередко, наконец, гидротроилит не сплошь окрашивает колонку, а сосредоточивается в отдельных прослойках глины, вследствие чего на сером фоне свежих образцов получаются черные полосы, а в сухих образцах — ржавые прослои.

Характерным отличием описываемой прибрежной разности серой глубоководной глины, как сказано было выше, является постоянное более или менее заметное содержание в ней песчаных частиц, которые часто образуют очень тонкие прослойки. В юго-восточном углу моря, где прибрежная мелководная терраса очень узка, количество песка сильно возрастает: прослойки его делаются чаще, мощнее, глина становится сильно песчаной и местами замещается осадком, который состоит из частого чередования песка и глины. Причина этого явления, без всякого сомнения, заключается в ненормально малой ширине прибрежной мелководной террасы. В предыдущей главе мы видели, что в рассматриваемом районе кое-где и на месте фазеолинового ила отлагаются пески; это делает ясным, что процесс отмучивания песчаных частиц не успевает закончиться в пределах террасы и значительная часть их уносится в область континентального склона.



Фиг. 9. Переслаивание серой глубоководной глины и известкового ила. Натуральн. величина.

На сравнительно малой глубине (до 500 м) на рассматриваемом участке континентального склона отлагаются местами настоящие пески, примером могут служить образцы ст. 438, 442, 443 и 665.

Ст. 438 (около 5—7 км от берега)

	см
1. Песок светлосерый, с коричневым оттенком, тонкозернистый, неслоистый	20
2. То же; переслаивается с тонкими прослоями более грубого грязносерого песка; вниз содержание последнего увеличивается	26
3. То же; на отдельных участках небольшой мощности (3,5 см) этот песок становится более плотным и глинистым	57

Ст. 443 (расстояние от берега 5 км)

	см
1. Светлосерый тонкозернистый песок с весьма неправильной слоистостью. Белые известковые и коричневые песчанистые прослои то разорваны на линзы, то волнисто изогнуты и в то же время сильно наклонены. Средняя часть колонки отличается своим зеленоватым оттенком, нижняя часть — черными песчанистыми прослойками . .	64

Ст. 442 (расстояние от берега 5—6 км)

	см
1. Светлосерый, весьма тонкозернистый песок с тонкими и очень редко расставленными светлоржавыми прослойками.	—
2. Тот же песок с явственной слоистостью	71

На большей глубине и в большем расстоянии от берегов песок сменяется глиной, но последняя содержит прослой песка и сама отличается заметной песчанистостью. Примером может служить ил, добытый на следующей станции.

Ст. 665 (глубина 600 м)

	см
1. Серая сильно песчанистая тонкослоистая глина с редкими тонкими прослойками дрюита и песка	34
2. Серый мелкозернистый песок с тонким прослойком глины	2
3. Глина, как в слое 1	20
4. Серый мелкозернистый песок с дрюитом	1
5. Глина, как в слое 1	11
6. Песок, как в слое 4	2

Второй тип серой глубоководной глины приурочивается к удаленным от берегов частям дна глубоководной области моря, к центральной его котловине. Глина эта встречается, во-первых, на поверхности дна, а во-вторых, в более глубоких частях осадков, переслаиваясь здесь с известковым и глинисто-известковым илами (фиг. 9).

На поверхности дна серая глина была встречена вдали от берегов на станциях, расположенных преимущественно в средней трети моря. Неизме-

римо шире распространена серая глина в более глубоких горизонтах осадков. Из схемы распространения современных осадков (фиг. 7) видно, что серая глина встречается здесь не только в области поверхностного своего распространения, но и далеко за ее пределами. Только очень небольшие, сравнительно, площади в центре восточной и западной третей моря не имеют прослоев серой глины.

Во влажном состоянии типичная глубоководная серая глина представляется довольно темной, иногда с зеленоватым оттенком, но по мере высыхания быстро светлеет, и сухая порода окрашена уже в серый и светлосерый цвета. В очень редких случаях глина оказывается пропикнутой значительным количеством гидротронлита и имеет черную окраску, то сплошную, то пятнами или полосами; в этом заключается одно из отличий рассматриваемой разности серой глины от ранее описанной, в которой гидротронлит встречается очень часто и в большом количестве. Сухая глина довольно плотна, но все же хорошо режется ножом и между пальцами растирается в пыль и тонкий порошок. Для невооруженного глаза сухая серая глина кажется замечательно однородной: на выглаженных ножом поверхностях разрезов незаметно ни цветных пятен, ни слоистости, ни макроскопических включений. При более внимательном исследовании вскрываются, однако, черты, нарушающие такую однородность. Так шлифы серой глины показывают отдельные, не выдерживающиеся прослойки органического материала. При размачивании сухой глины она расслаивается иногда на тонкие диски. Эти обстоятельства показывают, что серой глине, несмотря на видимую ее однородность, присуща скрытая, морфологически невыявленная слоистость. Рассматривание выглаженных поверхностей под биноклем обнаруживает массу мелких, почти микроскопических пятнышек. В большинстве своем они черные, неправильно округлые или слегка вытянутые в длину и принадлежат пириту. Другие, обычно более крупные, окрашены в белый цвет и представляют собою комочкообразные скопления порошкообразного кальцита. Количество этих включений сильно меняется от одного участка глины к другому. Иногда замечается сгущивание дрюитовых комочков в каком-нибудь месте. Серая глина приобретает тогда строение, которое можно было бы характеризовать как «микробрекчиевое», и по содержанию CaCO_3 приближается уже к тому типу глубоководных отложений, который мы называем глинисто-известковым переходным илом.

Представление о роли основных компонентов осадка, входящих в состав серой глины, дают табл. 10 и фиг. 10.

Цифры первого столбца табл. 10 выражают в первом приближении содержание обломочных, терригенных частиц, а второго — определяют роль бактериогенного порошкообразного карбоната кальция или дрюита. Если принять что углерод составляет около 60% органического вещества, содержащегося в глине, то количество этого вещества по отношению к бескарбонатной основе осадка колеблется от 2.93 до 4.03% и в среднем равно 3.43%. Бактериогенный пирит, судя по имеющимся у нас анализам серой глины, составляет

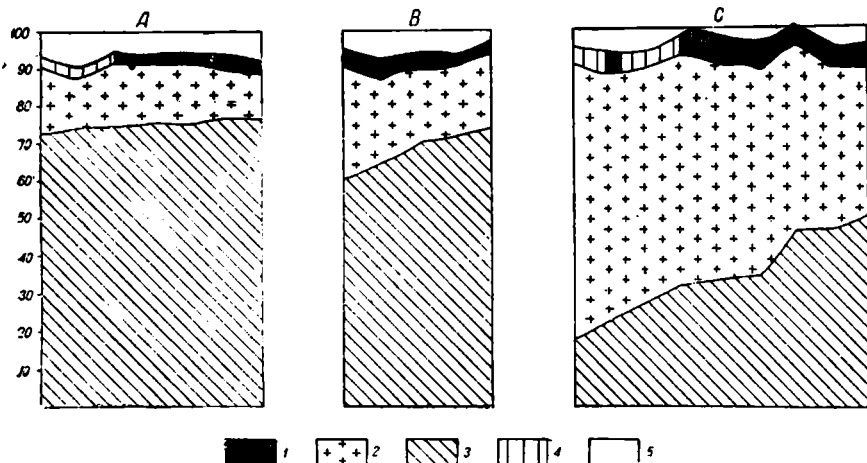
около 2%. Содержание органического кремнезема, если принять за него ту кремнекислоту, которая извлекается 5% раствором Na_2CO_3 , равно приблизительно 1%.

Таблица 10

Основные компоненты современной глубоководной серой глины

№ станции	№ слоев	Координаты станции	Глубины в м	Остаток от прокаливания (без CaO карбонатов) в %	CaCO_3 (по CO_2) в %	Органический углерод		Органическое бескарбонатное вещество в %
						на исходную массу в %	на бескарбонатное вещество в %	
138	1	—	2021	76.05	13.42	1.53	1.76	2.93
498		—	2213	73.39	14.26	2.08	2.42	4.03
498		—	то же	74.50	16.09	1.79	2.13	3.52
506	6	—	2231	74.97	16.12	1.67	2.0	3.3
504	1	$\varphi = 42^\circ 57'$ $\lambda = 33^\circ 18'$	2224	75.76	15.18	2.01	2.40	4.00
504		$\varphi = 42^\circ 50'$ $\lambda = 33^\circ 1' 65''$						
504	3	то же	то же	72.23	17.82	1.51	1.84	3.06
505	6	$\varphi = 42^\circ 53'$ $\lambda = 33^\circ 21'$	2240	74.81	17.08	1.57	1.90	3.16
Среднее содержание			—	74.90	15.81	1.74	2.06	3.43

При рассмотрении табл. 10 и фиг. 10 бросается в глаза поразительное постоянство состава серой глины, несмотря на то, что образцы для анализа брались из разных мест и из различных слоев. Это указывает на замечательное постоянство условий отложения серой глины.



Фиг. 10. Основные компоненты современных глубоководных осадков. 1 — органическое вещество, 2 — карбонаты; 3 — обломочный материал; 4 — прочее (минеральные новообразования и т. п.); 5 — отсутствие данных. А — серая глина; В — переходный ил (разность 3); С — известковый ил. Цифры слова — проценты.

То же постоянство состава обнаруживается и при механическом анализе нерастворимого остатка серой глины (табл. 11).

Таблица 11

Механический состав нерастворимого
остатка серой глины

№№ станций	Фракции в %			
	> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.35 до 0.01 мм	< 0.01 мм
505	—	0.22	3.50	96.28
480	0.05	0.19	3.26	96.50
479	0.03	0.26	6.81	92.90

Как видим, всюду мы имеем дело с осадком, почти паделю состоящим из частиц < 0.01 мм, к которым лишь в ничтожном количестве подмешаны более крупные песчинки¹. Минералогический состав последних очень однообразен: резко преобладают кварц, мусковит, роговая обманка; очень редко попадаются мелкие зерна глауконита; везде очень много шариков пирита.

Переходя к характеристике органической части серой глины, мы еще раз должны подчеркнуть, что даже в этом типичном глубоководном осадке не весь CaCO_3 принадлежит дряблиту; часть его, и порою довольно значительная, падает на топкий раковинный детритус, принадлежащий, повидимому, в основном эмбриональным раковинкам моллюсков.

Среди кремневых скелетных образований, которые всегда имеются в серой глине, преобладают капсулы диатомей, по всюду встречаются также и иглы губок; этот элемент не является аутохтонным и, несомненно, занесен тем или иным путем из мелководной области. Определить сколько-нибудь точно содержание органического кремнезема мы не можем; раствор соды извлекает около 1.3% SiO_2 .

Органическое вещество в серой глине, в отличие от остальных типов глубоководных отложений, распределено в общем равномерно, диффузно и, как правило, не образует отдельных прослоев; местами, как отмечалось выше, сапропелевые прожилки встречаются, но они очень нежны, неправильны и быстро выклиниваются.

Из минеральных новообразований в типичной серой глине, кроме дряблита, важную роль играет сернистое железо. Гидротроилит, который столь часто скопляется в прибрежных разностях глины, в типичных глубоководных разностях ее встречается лишь очень редко. Наиболее распространенной формой сульфида железа являются мельчайшие шарики, которые то залегают в глинистой массе свободно, то связаны со скелетными образованиями,

¹ Если мы примем во внимание, кроме того, что в первых трех фракциях попадают неразмученные кусочки глины, то преобладание глинистой части выразится еще ярче.

располагаясь в ячейх скорлупок диатомей, в их полостях, в каналах игл губок. Далее следуют миниатюрные желвачки, получающиеся в результате срастания шариков, корочки, то свободно лежащие в глине, то покрывающие дрьюитовые комочки, пятна на древесине, псевдоморфозы по ней, пакошеч, внутренние ядра фораминифер диатомей и игл губок. Кроме шариков, FeS_2 встречается и в форме миниатюрных кубиков и их сростков. Анализы глины дают от 1.65 до 2.44% FeS_2 .

2. ПЕРЕХОДНЫЙ ГЛИНИСТО-ИЗВЕСТКОВЫЙ ИЛ

(Фиг. 11, табл. III—2)

Как показывает само название типа, мы включаем сюда все образования, которые по своим свойствам являются как бы переходной ступенью между серой глиной и известковым илом.

Из схемы распространения современных осадков (фиг. 7) видно, что глинисто-известковый ил приурочен к периферическим частям безжизненной области. При этом в тех случаях, когда окраина глубоководной впадины занята серой глиной, переходный ил следует за ней по направлению к центру бассейна; такие случаи наблюдаются у берегов Кавказа. Минимальная глубина, на которой он был встречен, равна 200 м, максимальная 1500 м. Ширина полосы, занятой переходным илом, колеблется от 13—15 до 200 км.

Глинисто-известковый ил в свежем, влажном состоянии представляет зеленовато- или оливково-серую вязкую пластичную массу, обладающую очень резко выраженной слоистостью, зависящей от частого чередования зеленовато-серых глинистых темных сапропелевых и белых известковых прослоев. При окислении и высыхании образца зеленоватый оттенок исчезает, ил становится светлосерым или беловато-серым и чрезвычайно легко разламывается по слоистости на отдельные диски.

Отчетливость отдельных прослоев глины, сапропеля и дрьюита, число их на единицу длины и соотношения между ними в различных образцах ила меняются, и по этим признакам внутри типа можно выделить три разности— α , β и γ , занимающих на дне моря определенные районы (фиг. 11, табл. I).

Разность α встречается сравнительно редко и приурочивается к Кавказскому побережью, где континентальная терраса очень узка и где, как мы видели выше, и фазеолиновый ил, и серая глубоководная глина отличаются песчанистостью. Это определяет и все основные особенности рассматриваемой разности, которая отличается значительной песчанистостью, что легко ощущается на ощупь. Помимо примеси песка к глине, здесь имеются также особые очень тонкие песчаные прослойки (около 1 мм). Кроме того, разность α характеризуется значительной толщиной слоев; так, прослойки дрьюита имеют в среднем 1 мм толщины, глинистые же часто бывают много толще, достигая даже до 1 см. Любопытно при этом, что такие толстые прослои неоднородны: нижняя часть их явственно обогащена песком, и только сверху обнаруживается настоящая серая глина. Наконец, не все основные

слои осадка в этой разности одинаково развиты. Очень ясно сформированы глинистые (песчано-глинистые); явственно белыми полосами выступают дрюитовые (вернее, песчано-дрюитовые), но очень слабо развиты, часто почти незаметны, глинисто-сапропелевые. Органический материал, очевидно, распыляется по всему глинистому прослою и неуловим морфологически. Эта последняя особенность очень хорошо отличает разность α от остальных разностей переходного ила. К сожалению, скудость материала не позволяет шаг за шагом проследить переход от разности α к разностям β и γ .

Две остальные разности широко распространены на дне Черного моря. Из них разность β занимает ближайшие к берегу участки дна, а разность γ отлагается в более удаленных от суши частях моря. В отличие от предыдущей разновидности, в разности β уже хорошо развиты слои всех трех образующих ее компонентов, причем в сухой колонке количество слоев каждого из них колеблется от 8 до 21 на 1 см; в среднем на 1 см приходится (15×3) около 45 слоев (фиг. 11).

Сапропелевые прослойки выражены всегда отчетливо: они либо тянутся непрерывной прямой линией (редко), либо волнисто изогнуты, меняют свою толщину, вспучиваются и утопятся и даже разрываются на части. Известковые прослойки состоят из удлиненных эллипсоидальных комочков дрюита размером от 0.15 до 1.5 мм по длинной оси и от 0.03 до 0.44 мм по короткой, которые то отделены друг от друга глинистой перемычкой, то соприкасаются и даже сливаются один с другим. Распределение известковых прослоев в столбике ила обычно неравномерно; всегда можно различить участки, где они скучены то более, то менее тесно. Эта неравномерность делает породу неоднородной на различных участках и вызывает неясную полосатость или макрослоистость.

В образцах, взятых вблизи верхней границы распространения глубоководных отложений, на плоскостях наслоения можно часто видеть присыпки тонкого песка или тонко перетертого раковинного детритуса. В нескольких случаях в переходном иле были встречены даже целые раковины моллюсков (*Mytilus*, *Modiola*, *Dreissensia*), а на ст. 187 в глинисто-известковом иле имеется даже целый прослой крупного раковинного детритуса.

Заслуживает особого упоминания еще одно очень любопытное образование. В нескольких случаях в переходном иле встречены прослойки, толщиной от 1 до 3 мм, на ощупь напоминающие вату. Под микроскопом прослой оказывается состоящим из огромного количества прозрачных, полых внутри, кремневых нитей, принадлежащих, вероятно, водорослям.

Разность γ располагается далее в море по сравнению с предыдущей. Общее количество прослоев каждого компонента на единицу длины здесь увеличивается и колеблется от 17 до 26, в среднем 22 на 1 см сухой колонки; таким образом, в среднем на 1 см сухой колонки приходится 66 слоев. Роль глины в сложении разности γ , по сравнению с ролью ее в предыдущих разностях, заметно убывает, роль же дрюита соответственно увеличивается.

В случаях наибольшего развития известковых прослоев глинистые уменьшаются до степени тонких прожилок.

Характер сапропелевых прослоев остается тем же, что и в предыдущем типе. Дрюнтовы прослои выражены очень явственно. Неясные расплывчатые пятна и отдельные комочки CaCO_3 здесь редки. Распределение дрюнтовых прослоев так же неравномерно, как и в предыдущей разности: вследствие этого на общем фоне переходного ила появляются участки, приближающиеся уже к известковому илу. Характерно, что в ряде колонок внутри столбика переходного ила появляются прослои (мощностью до 2—5 см) серой неслоистой глины, так что иногда колонка состоит из переслоев глины и переходного ила. В особенности это характерно для южной окраины глубоководной области.

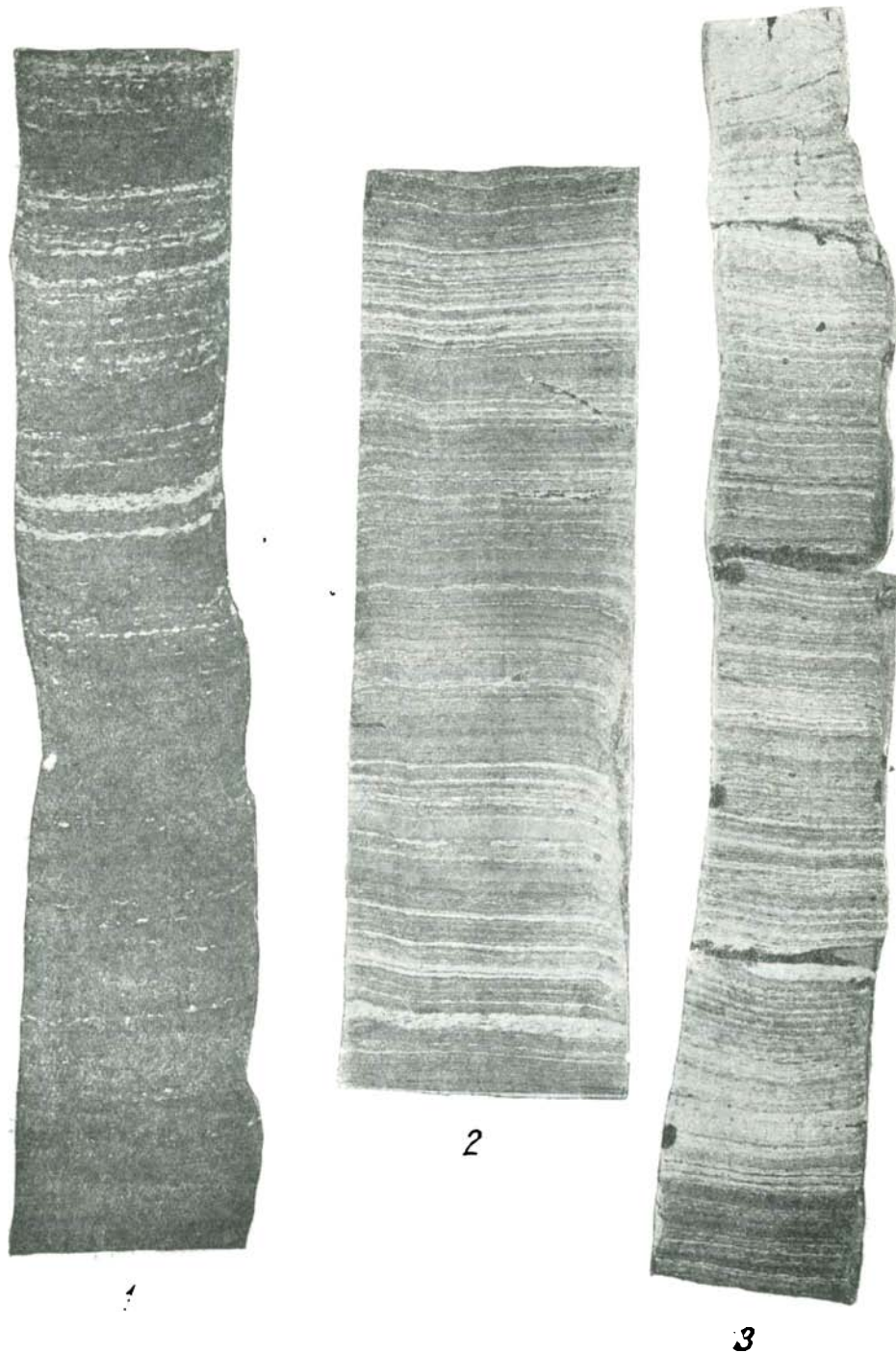
Для более подробной характеристики глинисто-известкового ила мы остановимся на разности β , как наиболее типичной. Разность α отлагается в специфических условиях и имеет малое распространение, а разность γ является уже переходом к известковому илу, который будет описан ниже.

Соотношения основных компонентов осадка для разности β выясняются из табл. 12.

Таблица 12

Основные компоненты глубоководного переходного ила

№ станций	Координаты станций	Глубины в м	Остаток от прокалывания (без CaO карбонатов) в %	CaCO_3 (по CO_2) в %	Органический углерод		Органическое бескарбонатное вещество в %
					на исходную навеску в %	на бескарбонатное вещество в %	
277	$\varphi = 44^\circ 38' .6$ $\lambda = 35^\circ 32' .6$	690	74.04	20.63	2.08	2.81	4.68
264	$\varphi = 44^\circ 32' .9$ $\lambda = 35^\circ 14' .3$	1130	70.20	19.75	2.44	3.48	5.80
282	$\varphi = 44^\circ 25' .3$ $\lambda = 35^\circ 27' .1$	1610	64.16	24.08	2.60	4.06	6.67
166	$\varphi = 44^\circ 3' .2$ $\lambda = 34^\circ 9' .2$	2129	—	24.04	2.36	—	—
164	$\varphi = 44^\circ 12' .$ $\lambda = 34^\circ 10' .$	1018	—	22.54	3.15	—	—
107	$\varphi = 44^\circ 5' .0$ $\lambda = 33^\circ 25' .$	1961	—	20.97	—	—	—
521	$\varphi = 41^\circ 40' .$ $\lambda = 29^\circ 18' .5$	1366	72.66	19.24	1.70	2.36	3.94
31a	$\varphi = 42^\circ 53' .7$ $\lambda = 33^\circ 21' .$	2240	60.38	30.53	3.27	5.45	9.08
Среднее содержание		—	66.80	21.80	25.1	3.17	5.26



Фиг. 11. Основные разности переходного глубоководного ила и известковый ил.

1 — переходный ил, разность α ; 2 — переходный ил, разность β ; в верхней части осветленный прослой — разность γ ; 3 — известковый ил, местами глинистый. Натуральная величина.

Результаты валового химического анализа трех образцов переходного ила сведены в табл. 13.

Таблица 13

Валовые химические анализы переходного ила (в %)

	№№ станций		
	156	717	150
SiO ₂	41.34	43.66	34.84
TiO ₂	0.25	0.41	0.06
Al ₂ O ₃	13.19	12.39	11.79
Fe ₂ O ₃	6.92	2.82	5.41
FeO	0.80	3.88	1.47
CaO	9.56	9.05	13.63
MgO	2.83	3.41	2.56
MnO	0.05	0.03	0.05
Na ₂ O	3.44	4.33	3.52
K ₂ O	2.03	2.35	1.77
P ₂ O ₅	следы	0.02	следы
SO ₃	0.74	0.50	1.28
S	1.27	1.05	1.58
Cl	1.20	1.51	1.73
CO ₂	6.97	7.65	9.89
H ₂ O при 110°	5.08	4.22	4.43
Потеря при прокаливании	6.00	4.25	6.74
Сумма	101.66	101.53	100.75
O = Cl ₂	0.27	0.34	0.39
O = S	0.63	0.53	0.79
Сумма	100.76	100.66	99.57

Сравнивая приведенные в табл. 12 цифры с соответствующими цифрами для серой глины (табл. 10), видим, что переходный ил отличается от последней, кроме морфологических особенностей, меньшей однородностью состава и меньшим содержанием обломочных частиц. Содержание терригенного материала, органического вещества и бактериогенного кальцита в различных образцах переходного ила колеблется в больших пределах, нежели это имеет место в серой глине. Это обстоятельство, очевидно, указывает на меньшее постоянство условий осадочного процесса в районе развития переходного ила по сравнению с областью распространения серой глины.

Механические анализы нерастворимого остатка переходного ила как это видно из табл. 14, дают результаты, чрезвычайно близкие к анализам серой глины (табл. 11).

И там, и здесь мы имеем дело с чрезвычайно топкозернистой настоящей глинистой породой. Если какая-либо разница и существует, то она может относиться лишь к частицам меньше 0.01 мм, которые мы на фракции не разделяли.

Учитывая эти факты, а также послойное расположение основных компонентов осадка в переходном иле и отсутствие этого в серой глине, мы должны признать, что: 1) отложение серой глины происходит при несколько большем и, что особенно важно, постоянном притоке тончайших терриген-

ных частиц; 2) образование переходного ила имеет место при немного меньшем, по непостоянному, ритмическом поступании того же глинистого материала. Вследствие этого в серой глине органическое вещество и порошкообразный кальцит образуют с непрерывно падающими на дно минеральными

Таблица 14

Механический состав нерастворимого остатка
переходного ила

№ стан- ций	Нераствори- мый остаток в %	Фракции в %			
		> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.05 до 0.01 мм	< 0.01 мм
277	66.60	0.09	0.21	5.45	94.25
280	51.77	0.08	0.15	7.03	92.71
284	50.20	0.08	0.35	4.85	94.72

частицами однородную смесь, а в переходном иле в моменты минимального притока терригенного материала на дне отлагаются слои почти чистого сапропеля или известкового ила. Причины этого явления будут выяснены в дальнейшем.

3. ИЗВЕСТКОВЫЙ ИЛ

(Фиг. 11, табл. I—1, табл. III—3, 4)

В наиболее удаленных от берега участках дна переходный ил смешивается известковым. В периферической части области своего распространения последний обычно переслаивается с серой глиной, но в средней части восточного и западного участков моря современные отложения целиком состоят из известкового ила. Третья область развития известкового ила лежит южнее Керченского и Таманского полуостровов.

Морфологически известковый ил представляет грязновато-белый (иногда сероватый), чрезвычайно тонокслонистый, осадок, в сухом состоянии очень легкий, хрупкий, легко распадающийся на куски по слоистости и вкрест ее. Текстурно он продолжает и развивает до крайнего выражения те тенденции, которые наблюдаются в глинисто-известковом иле. Там явно обозначается вытеснение глинистого материала дрюнтовым. Здесь это явление представлено в крайней форме. Если рассматривать породу под биноклем, а еще лучше, если изучать шлифы, то она оказывается состоящей из тончайших сапропелевых и более толстых дрюнтовых прослоек. Измерения дают для первых толщину всего 0.02—0.08 мм, тогда как толщина вторых колеблется между 0.07—0.40 мм, в среднем около 0.1 мм. Таким образом, толщина известковых слоев в 3—4 раза превышает толщину сапропелевых. Интересна картина строения этих прослоек, как она вскрывается под микроскопом (табл. III—3, 4). На первых порах она поражает неправильностью. Крупные белые дрюнтовые комочки (отдельно или группами) обтекаются со всех сторон коричнево-желтым сапропелевым мате-

риалом. Присматриваясь ближе, замечаешь, что дрюнтовые комочки более или менее отчетливо (а иногда и весьма отчетливо) комбинируются в слои и что сапропелевый материал также, в сущности, дает слой, но только чрезвычайно неправильные, волнистые, приспособляющиеся к неровным поверхностям дрюнтового слоя и вдобавок разорванные на отдельные куски при высыхании ила. Весьма ясно в известковом иле выражены прослои глинистого материала, столь отчетливо проявляющиеся в переходном иле. Имея дело с глинистыми разновидностями известкового ила, которые встречаются по периферии занятой им площади, еще можно заметить, что между комочками дрюнта, как бы цементируя их, располагается глинистое вещество и что оно же отделяет тонкой корочкой известковые комочки от сапропелевого слоя. В типичном известковом иле и этого не видно, и скорее догадываешься, чем наблюдаешь, что глинистый материал здесь находится в виде примеси, главным образом внутри сапропелевых прослоев.

Кроме дрюнта и сапропели в шлифах всегда видно множество мельчайших пиритовых шариков, которые иногда в большом количестве включены в комочки дрюнта, но, главным образом, сосредоточиваются в прожилках органического вещества.

Число сапропелевых и известковых слоев на 1 см длины сухой колонки колеблется в изученных ближе образцах от 80 до 120 или, в среднем, равняется 100; другими словами, мы имеем на 1 см около 50 пар слоев.

Соотношения основных компонентов осадка выясняются из табл. 15.

Данные этой таблицы показывают, что в глинистых разностях известкового ила терригенный и органогенный материал играет приблизительно одинаковую роль; в типичных образцах его не только органогенная часть в ее целом, но и один бактериогенный кальцит приблизительно в два раза превышает количество обломочных элементов. В противоположность серой глине известковый ил является уже настоящим органогенным осадком.

Что касается характера обломочного материала, то о размерах слагающих его зерен дают представление два механических анализа нерастворимого остатка глинистых разностей известкового ила (табл. 16).

Как видим, анализы не дают никаких существенных отличий терригенной части известкового ила от обломочного материала переходной или даже серой глины.

Результаты валового химического анализа образца известкового ила приведены в табл. 17.

Что касается условий отложения известкового ила, то резко выраженное послойное расположение образующих его компонентов указывает только на периодический, а не на непрерывный, как это имеет место в области распространения серой глины, принос вещества на дно моря.

Таблица 15

Основные компоненты глубоководного известкового ила

№№ станции	Характеристика осадка	Координаты станций	Глубины в м	Остаток от прока- ливания (без СаО карбонатов) в %	СаСО ₃ (по СО ₂) в %	Органический углерод		Органи- ческое бес- карбонатное вещество в %
						на исходную навеску в %	на бес- карбонат- ное вещество в %	
139	Глинистая равнотность	$\varphi = 43^{\circ}44'.4$ $\lambda = 33^{\circ}43'.1$	2122	—	59.06	—	—	—
503		$\varphi = 43^{\circ}21'$ $\lambda = 33^{\circ}40'$	2222	45.86	51.97	3.25	7.06	11.76
317		$\varphi = 44^{\circ}21'.2$ $\lambda = 35^{\circ}59'.6$	1450	47.71	42.36	3.80	7.92	13.20
318		$\varphi = 44^{\circ}15'.2$ $\lambda = 35^{\circ}56'.3$	1700	49.85	40.49	3.99	7.98	13.60
Среднее содержание .			—	47.81	44.97	3.68	7.65	12.75
529	Типичный известковый ил верхний горизонт нижний горизонт слой 1 слой 1	$\varphi = 43^{\circ}39'$ $\lambda = 30^{\circ}44'$	1179	33.49	56.82	5.23	15.4	25.66
516		$\varphi = 42^{\circ}37'$ $\lambda = 31^{\circ}41'$	2178	18.42	72.47	—	—	—
516		»	»	22.47	66.37	3.72	16.17	26.95
528		$\varphi = 43^{\circ}19.5'$ $\lambda = 29^{\circ}57'$	1312	27.30	63.47	—	—	—
510		$\varphi = 43^{\circ}44'.4$ $\lambda = 33^{\circ}11'.1$	2112	32.35	60.95	4.42	13.81	23.01
504		$\varphi = 42^{\circ}50'$ $\lambda = 33^{\circ}16'.5$	2224	34.36	56.34	4.39	12.91	21.51
498		—	—	31.74	61.49	4.93	15.40	25.66
Среднее содержание .			—	30.28	61.87	4.54	14.75	24.56

Таблица 16

Механический состав нерастворимого остатка известкового ила

№№ станций	Нерастворимый остаток в %	Фракции в %			
		> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.05 до 0.01 мм	< 0.01 мм
335	40.01	0.1	0.55	8.00	91.35
342	41.34	0.09	0.32	7.04	92.55

Таблица 17

Валовой анализ известкового ила ст. 706 (в %)	
SiO ₂	9.42
TiO ₂	0.03
Al ₂ O ₃	2.87
Fe ₂ O ₃	1.24
FeO	1.39
MnO	следы
CaO	35.76
MgO	1.15
Na ₂ O	4.51
K ₂ O	0.66
P ₂ O ₅	следы
SO ₃	1.52
S	0.86
Cl	2.01
CO ₂	27.56
H ₂ O при 110°	3.52
Потеря при прокаливании	8.74
Сумма	101.24
O=S	0.43
O=Cl ₂	0.46
Сумма	100.35

Минеральные новообразования, кроме дрыюита, представлены в известковом иле теми же миниатюрными шариками пирита, что и в ранее рассмотренных типах глубоководных отложений. Количество FeS₂ в одном образце равно 1.63, а в другом 2.58%.

4. ГЛУБОКОВОДНЫЕ ПЕСКИ

На целом ряде глубоководных станций, кроме описанных нормальных илистых отложений, были встречены пески, представляющие довольно большое разнообразие, как по толщине образующих ими среди других отложений прослоев, так и по механическому и минеральному составу.

Что касается толщины песчаных прослоев, то мы имеем, с одной стороны, тончайшие прослойки в десятые доли миллиметра, с другой — слои по 10—12 см мощностью. В последнем случае внутри прослоя можно различить части, отличающиеся друг от друга крупностью зерна, количеством дрыюита или слонистостью.

Большинство прослоев представлено тончайшими пылевидными или «мучнистыми» разностями, обычно хорошо слонистыми и содержащими в качестве примеси некоторое количество дрыюита. Встречаются, однако, и разности средизернистые, также с примесью дрыюита; содержание CaCO₃ в них доходит до 14.6%.

Нижеследующие механические анализы нерастворимого остатка песков дают представление о колебаниях состава терригенной части последних (табл. 18).

Таблица 18

Механический состав нерастворимого остатка песков

№ станций	Фракции в %			
	> 0.25 мм	от 0.25 до 0.05 мм	от 0.05 до 0.01 мм	< 0.01 мм
498	0.80	7.50	63.49	28.21
516	0.77	35.33	47.88	15.57

Форма зерен минералов в большинстве случаев угловатая, но нередко встречаются и обтертые песчинки.

О минеральном составе песков некоторое представление дает работа В. П. Маслова [100], который исследовал тяжелые минералы песков и

песчаного ила 12 станций, расположенных, главным образом, в глубоких частях моря. Результаты его работы сведены в табл. 19 и на картографической схеме (фиг. 12).

«Кроме минералов, перечисленных в таблице, почти все пески и песчанистые илы, — говорит В. П. Маслов, — содержат значительный процент кальцитового материала в виде зернышек кальцита или обломков раковин животных. Кроме кварца, полевых шпатов, мусковита и кальцита в легкой фракции встречаются, правда сравнительно редко, зерна глауконита».

«Исследованный материал, — продолжает цитируемый автор, — слишком еще мал, чтобы на нем можно было строить какие-либо вполне определенные выводы относительно распределения минералов по дну моря. Тем не менее, повидимому, можно утверждать, что они распределены неравномерно и что намечаются некоторые районы, характеризующиеся присутствием тех или иных тяжелых минералов. Ст. 37, 503 и 480 отличаются от остальных присутствием дистена и отсутствием биотита. Из колонки ст. 37 западнее Крыма исследованы два прослоя (верхний и нижний), залегающие в небольшом расстоянии от самого верха колонки. Обе пробы обнаружили присутствие значительного количества дистена, почти полное отсутствие роговых обманок и отсутствие биотита. Присутствие дистена указывает на размывание каких-то кристаллических сланцев. На ст. 503 и 480 дистен еще присутствует, но появляются в значительном количестве зеленые роговые обманки и актинолит. Здесь мы имеем, повидимому, переход ко второму типу отложений. Этот второй тип распространен на востоке (ст. 361) и на юге вдоль Малоазиатского побережья и характеризуется комплексом минералов, свойственных изверженным породам. В тяжелой фракции преобладающее значение имеет здесь зеленая роговая обманка. Особняком стоит крайняя северо-западная ст. 6, где большую роль в тяжелой фракции играет синий корунд. Корунд встречен и на других станциях, которые приурочиваются к средней полосе моря, за исключением ст. 492, 158, 503, 485, 469, 476. Почти на всех этих станциях присутствует апатит, который в других пунктах, кроме ст. 435, не найден. Актинолит имеет, повидимому, также свою особую область распространения, в значительной мере совпадающую с областью распространения корунда в средней полосе моря (ст. 503, 485, 469, 492, 476). Чрезвычайно распространенный в Черном море пирит совершенно отсутствует в пробах ст. 476, 457 и 435, расположенных в непосредственной близости от юго-западного берега (Синоп — Батуми)».

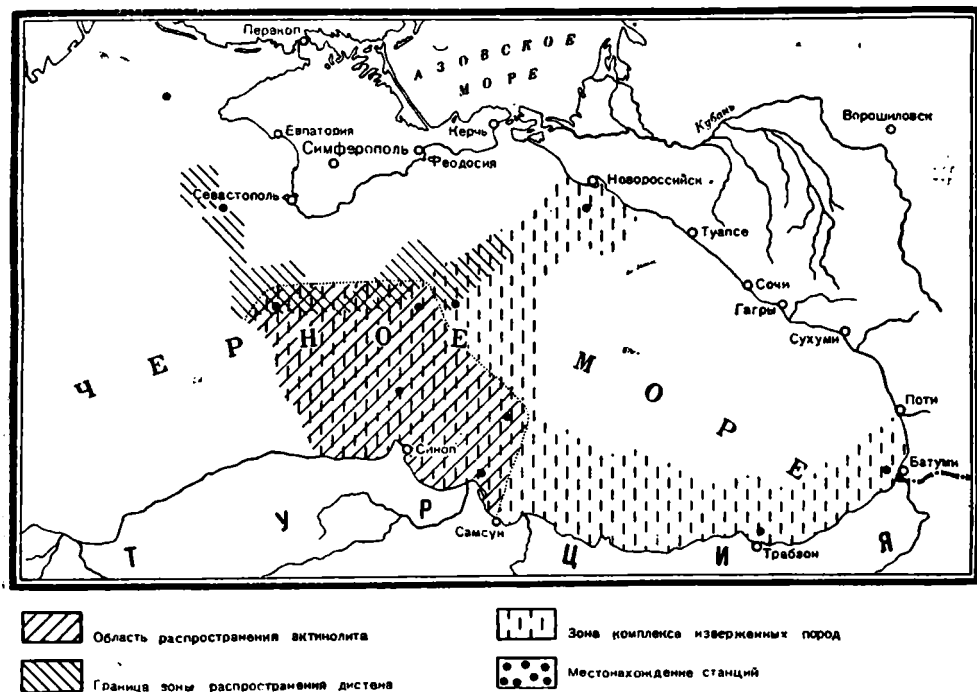
В характере сочетания глубоководных песков с остальными типами отложений наблюдается известная правильность. Подослой песчаного слоя может являться любой из описанных выше типов глубоководных отложений, от серой глины до известкового ила включительно, и никаких характерных комбинаций здесь подметить нельзя. Наоборот, если мы обратимся к кровле, то здесь сразу же бросается в глаза, что наиболее часто кровлей служит серая глина; в единичных, исключительных случаях песок покрывает

Минеральный состав песков, по В. П. Маслову [100]¹

№ станции	Координаты станций		Глубины в м	Актинолит	Апатит	Бастит	Гематит	Гранат	Дистен	Зеленая роговая обманка	Корунд	Магнетит	Пероксен	Пирит	Турмалин	Хаорит	Циркон	Примечание
	широта	долгота																
6	44°55'	32°30'	—	..	×	..	..	..	..	×	×	..	..	×	×	..	..	
37, верх	44°20'.2	32°38'.8	1535	×	..	..	..	..	×	..	..	..	..	×	×	×	..	
37, низ	44°20'.2	32°38'.8	1535	×	..	×	..	..	×	..	..	..	..	×	×	×	×	
503	43°21'	33°40'.3	2222	×	×	..	..	..	×	×	×	..	..	×	×	×	×	
485	43°34'.4	35°38'.5	2212	×	..	..	..	..	..	×	×	..	..	×	×	..	..	Прослой песка под черным илом
492	42°29'.2	35° 3'	2134	×	..	×	..	..	..	×	..	×	..	×	×	×	..	Очень мелкий песок
361	44°26'	37°42'	1768	..	..	×	..	..	..	×	..	×	..	×	×	×	..	
480	43°32'.5	36°3'.3	2193	..	..	..	..	×	×	×	..	×	..	×	×	×	×	Низ колонки
469	43°3'.5	36°54'	2176	×	×	×	..	..	..	×	×	..	×	×	×	×	..	
467	42°71'	37° 7'	2030	..	×	×	..	..	..	×	×	×	×	×	×	×	..	Песок из низа колонки
476	41°48'	36°00'	816	×	..	×	..	..	..	×	×	×	..	..	..	..	..	
457	41°1'.6	39°41'	—							×	×	×	..	..	..	..	..	Тяжелой фрак- ции 16%
435	41°41'.6	41°39'.2	—	..	×	×	..	..	..	×	×	×	×	..	..	..	..	Темный песок; тяжелой фракции 5.7%

¹ Двумя крестами обозначены сильно преобладающие минералы.

вается переходным илом, но известкового ила в кровле песчаных прослоев мы не наблюдали ни разу. Если мы вспомним, что в строении серой глины терригенные частицы играют большую роль, нежели в остальных типах глубоководных отложений, то сочетание ее с песками станет понятным; в смене песков серой глиной как будто проявляются обычные законы отмучивания песчано-глинистого материала после взбалтывания его в сосуде: сначала отлагается песчаный, а затем глинистый материал.



Фиг. 12. Распределение минералов в осадках Черного моря, по В. П. Маслову [100].

Что касается распространения глубоководных песков, то необходимо подчеркнуть, что в нашем распоряжении находится еще очень мало фактов, чтобы удовлетворительно осветить этот вопрос. Когда А. Д. Архангельский [18, 19] впервые встретился с фактом нахождения прослоев песка в глубоководных отложениях, он принял, что появление этих песков связывается с какими-то крупными нарушениями условий осаджения осадков во всем Черном море и предполагал, что каждый прослой может быть прослежен по всей площади дна. В настоящее время от такого взгляда, повидимому, приходится отказаться.

Изучение большого материала, имеющегося у нас по осадкам континентальной террасы и континентальной ступени вдоль северного побережья моря, приводит к заключению, что песчаные прослои, встречающиеся в глубоководных отложениях, не продолжают в названную сейчас область. Таких прослоев нет ни в мидиевом и фазеолиновом иле, ни в примыкающих

к последнему частях полосы переходного глинисто-известкового ила, и они появляются лишь тогда, когда мы уходим на довольно значительное расстояние на юг от северной окраины глубоководной области.

К югу от Керченского полуострова песчаные прослойки распространены значительно меньше, нежели в более западных участках дна.

Что касается средней полосы моря, то мы видим, что в западной и восточной трети ее, где развит один известковый ил, пески или вовсе отсутствуют, или встречаются очень редко. В средней трети этой полосы (ст. 503, 494, 493), наоборот, они представляют обычное явление и достигают иногда 10 см мощности; на ст. 500 и 499, доставивших сильно дислоцированные образцы, пески становятся грубыми.

Наконец, в полосе дна, прилегающей к южному малоазийскому берегу, как мы видели выше, прослойки песка становятся очень частыми.

5. ОРГАНИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ В ГЛУБОКОВОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Переходя к характеристике глубоководных отложений с биологической точки зрения, мы должны сказать, что основным отличием их от осадков, развитых на континентальной террасе, является отсутствие в них остатков дошлых организмов. Это положение вошло во все учебники и в общем совершенно справедливо, но его отнюдь нельзя понимать буквально, как, повидимому, это делают некоторые геологи, склонные по пахождению хотя бы одной скорлупы остракоды или раковинки моллюска отрицать образование той или иной породы в условиях зараженной сероводородом среды.

Еще Н. И. Андрусов показал, что скорлупки простейших животных и растений, живущих на дне, а также микроскопические части скелета многочисленных животных уносятся тем или иным путем далеко за границу жизни, и остатки их можно встречать в глубоководных отложениях очень далеко от начала зараженных сероводородом глубин (см. ниже). Наши наблюдения показывают, что перенос этот отнюдь не ограничивается, однако, микроскопическими скелетными частями. На станциях, расположенных на континентальном уступе, в глубоководном иле попадают даже целые створки *Modiola*, *Mytilus*, *Syndesmya*, *Dreissensia*, а толстая раковинная древесина и мелкие обломки раковин встречаются иногда на большой глубине.

Для невооруженного глаза образцы глубоководного ила представляются нередко совершенно безжизненными, но в хорошо слоистых разностях его на плоскостях напластования очень часто встречаются остатки рыб то в виде отдельных чешуй, то в виде целых, хорошо сохранившихся скелетов мальков. Еще чаще на плоскостях наложения можно видеть полумикроскопические эмбриональные раковины моллюсков, которые располагаются то отдельными экземплярами, то сосредоточиваются в виде кучек и удлиненных скоплений, в которых трудно узнать копролиты. Значительно реже попадают в ил остатки растений, преимущественно в виде мелких обломков древесины; в отдельных случаях, однако, трубка наталкивалась, повидимому, на целые стволы, которые пробить не могла.

Наконец, следует упомянуть, что в одном из образцов удалось обнаружить довольно хорошо сохранившийся отпечаток мухи.

При помощи микроскопа почти во всех без исключения пробах удается обнаружить капсулы диатомей и другие скелетные образования. Мы не изучали специально микрофауну и микрофлору и принуждены ограничиться здесь повторением слов Н. И. Андрусова, который еще 35 лет назад дал общую характеристику органических включений черноморских глубоководных осадков [2, 3].

Вот что он говорит по этому поводу: «Почти во всех без исключения образцах глубинного ила, взятых лотом, мы находим скелеты различных диатомовых, принадлежащих отчасти к береговым, отчасти к пелагическим формам. Некоторые из них наблюдались мною в свободно плавающем виде (*Coscinodiscus*, мелкие *Thalassothrix*), другие же встречались внутри пектилюк (*Chaetoceras*, *Rhizosalenia*), трети, хотя и не наблюдались мною в планктоне, но принадлежат, несомненно, к нему и были, очевидно, пропущены или не найдены вследствие недостаточно подробных исследований. Таковы *Hemianthus hauckii* Grun., *Asterolampa* sp. и другие. Что касается всех прочих форм, принадлежащих к родам *Melosira*, *Navicula*, *Grammatophora*, *Epithemia*, *Synedra*, *Striatella*, *Cocconeis*, *Actinopterychus*, *Actinocyclus*, *Campylodiscus*, *Surirella*, *Pleurosigma*, *Biddulphia*, *Amphora*, *Amphipleura*, *Nitzschia* и др., то некоторые из них, может быть, также происходят из планктона; по крайней мере, роды *Actinocyclus*, *Actinopterychus*, *Amphora*, *Amphipleura*, *Amphiprora*, *Amphitetras*, *Biddulphia*, *Campylodiscus*, *Synedra*, *Striatella* и др. встречаются в списках пелагических форм. Тем не менее едва ли можно сомневаться, что многие из скорлупок диатомовых принесены с берега. По крайней мере в пунктах, наиболее удаленных от берега, где отлагается легкий известковый ил, представители береговых родов исчезают вовсе или представлены в незначительном количестве. Изучение диатомовых глубинного ила, кажется, подтверждает, что в то время, как одна часть падает на дно с поверхности моря, другая переносится в суспендированном состоянии от берегов к центру моря и осаждается в более глубоких частях.

«К подобному же результату приводит нас и рассмотрение других органических примесей глубинного ила. Так, весьма интересную особенность черноморского ила представляет нахождение почти во всех пробах пыльцы хвойных. Я наблюдал эту пыльцу в планктоне, но полагаю, что она большей частью происходит с поверхности моря. Черное море, по крайней мере его глубокая часть, окружено почти со всех сторон высокими горами, покрытыми обширными хвойными лесами. Во время цветения ветер, а также дождевые потоки должны уносить в море массу пыльцы, которая, падая на поверхность моря, долго носится, плавая, пока не пропитается водой и не затонет.

«На небольших глубинах можно встретить иногда обломки крупных растений, перенесенных от берега. Так, в драге IV «Черноморца» с глубины 58 саж. (106 м) найдены были ветки растений; на ст. 29 «Донца» со

125 саж. (228.6 м) также, а в драге VIII «Черпоморца» с глубины 387 саж. (707.7 м) было много обломков растений. Отсюда можно заключить, что более мелкий растительный детритус переносится и на большие глубины.

«Таковы растительные органические составные части глубинного ила, что же касается остатков животного или неопределенного происхождения, то я наблюдал в пробах дна следующие формы: массу *Dictyocha* и *Mesocoea*, обыкновенно причисляемых к радиоляриям; в последнее время из них предполагают сделать особый разряд *Flagellata*. Цисты, покрытые ворсинками (*Xanthidium*), Геккель считает за особый отдел водорослей, который называет *Xanthenellae*, другие относят к десмидиевым. Тела, значение которых во всяком случае загадочно.

«Из фораминифер очень мелкие формы *Entosalenia*, *Textullaria*, *Rotalia*.

«Из остатков инфузорий в пробах со всех глубин весьма обыкновенны короткоцилиндрические прозрачные бокальчики с закругленным дном, обклеенные мельчайшими остроугольными частицами кварца. Это оболочки *Codonella ventricosa* Clap et Lachm.—одной из тинтиннойд.

«Иглы губок обыкновенны во всех пробах.

«Пластины синапт наблюдались мною на ст. 23.

«Челюсти сагитт иногда попадают в глубоководном иле.

«Эмбриональные раковины двустворчатых весьма обыкновенны в иле глубин, тогда как эмбриональные формы гастропод попадают гораздо реже.

«Мелкие косточки рыб встречаются довольно часто, особенно же их много было в иле, извлеченном драгою VIII «Черноморца» с глубины 708 м.

«Большинство перечисленных форм—пелагического происхождения; перечисленные выше фораминиферы не принадлежат, правда, к числу обыкновенных пелагических форм, но *Rotalia*, по наблюдениям Остроумова, встречается, хотя может быть и случайно, пелагически в Черном море, так что мы можем допустить то же для *Entosalenia* и *Textullaria*. С другой стороны, допустимо, что легкие раковинки последних форм переносятся на глубины волнами. Иглы губок и пластины синапт, конечно, последнего происхождения. Что же касается эмбриональных раковин моллюсков, то мы знаем, что личинки последних, снабженные уже раковиной, плавают на поверхности и, достигши известного возраста, падают на дно, чтобы развиваться во взрослые формы.

«Таким образом, мы замечаем в иле следующие элементы:

«Пелагические

Диатомовые (частью)
Пыльца хвойных
Dictyocha и *Mesocoea*
Xanthidium
Rotalia, *Entosalenia*, *Textullaria* и *Codonella*
Челюсти сагитт
Эмбриональные раковины моллюсков
Кости рыб

«Береговые

Диатомовые (частью)
Растительный детритус
Textullaria, *Entosalenia*
Иглы губок
Пластины синапт»

Добавить к этой характеристике мы можем очень немного. Кроме перечисленных Андрусовым фораминифер, нам попадались еще *Lagena* и *Rosalina*, причем они (так же, как и фораминиферы вообще) наиболее часты у верхней границы безжизненной области; по направлению к центру бассейна количество их быстро сокращается. Затем в ряде случаев приходилось встречать скорлупки *Ostracoda*. Наконец, в микроскопических препаратах попадаются кокколиты, которые, быть может, занесены с берега.

Глава VI

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ ОСАДКОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ

До сих пор мы занимались чисто фактическим описанием осадков, развитых в Черном море, и могли убедиться, что и типы встречающихся здесь отложений достаточно разнообразны и размещение их на дне моря достаточно сложно. Теперь нам предстоит рассмотреть самый процесс образования этих отложений, т. е. выяснить, каким образом намеченные в главе II факторы осадкообразования создают вышеописанную картину.

1. ОБЛАСТЬ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ТЕРРАСЫ

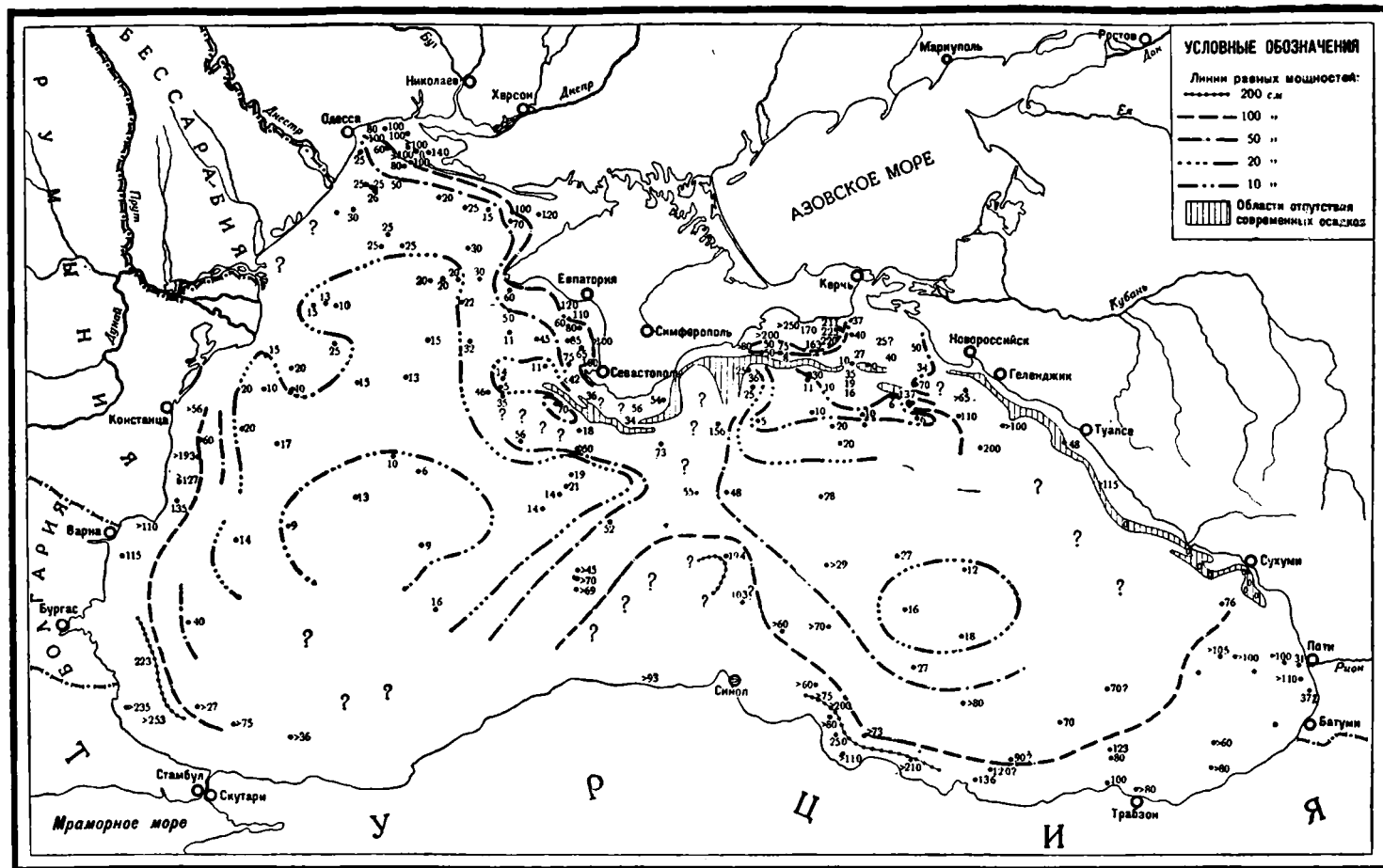
Как было изложено в главе IV, осадки в области континентальной террасы варьируют в чрезвычайно широких пределах, начиная от чисто обломочных пород — песков и глин, с едва заметной примесью органогенного раковинного материала, и кончая чисто органогенными породами — ракушечниками. Спрашивается, чем обусловлена подобного рода изменчивость осадка? В частности, что определяет появление чисто органогенных ракушечников, развитых, как мы знаем, на двух крупных участках дна моря: на северо-западе — от Варны до меридиана мыса Тарханкут и на северо-востоке — в Керченском районе?

Нетрудно видеть, что развитие ракушечников может, вообще говоря, иметь три совершенно различные причины. Во-первых, можно думать, что накопление ракушечников зависит от особенно большой продуктивности дна данного района, т. е. от изобилия живущих здесь донных организмов. После смерти своей эти организмы оставляют такое количество раковин, что последние, так сказать, маскируют поступающий обломочный материал и потому, естественно, образуют ракушечные скопления. Во-вторых, можно искать причину развития ракушечников не в особо большой продуктивности дна, а в особо малом приносе обломочного материала с берега. В самом деле — представим себе, что из нормального ила, содержащего, скажем, 20% раковинного материала, мы извлечем $\frac{3}{4}$ заключающегося в нем ила. Тогда количество терригенных частиц станет равным содержанию раковинного материала, и мы получим уже настоящий глинистый раку-

печник. При дальнейшем уменьшении илистого материала ракушечник станет еще более чистым. Наконец, возможно, что в некоторых случаях ракушечники возникают благодаря удачной комбинации обоих указанных факторов, т. е. благодаря тому, что районы с малым приносом обломочного материала являются одновременно районами усиленной продуктивности бентоса. Спрашивается, какая же из перечисленных причин действительно обусловила появление черноморских ракушечников? Для решения вопроса необходимо было бы сопоставить со схемой распространения ракушечников, с одной стороны, данные о продуктивности донной фауны, с другой — данные о количестве приносимого с берега материала. К сожалению, материалы по продуктивности дна у нас отсутствуют, так как исследований подобного рода пока еще не производилось. При таких условиях, естественно, приходится обратить особое внимание на учет количества обломочного материала, поступающего в тот или иной район континентальной террасы. Чтобы учесть этот материал, необходимо обратиться к сравнительному изучению мощностей осадка в области развития ракушечников и в области развития илов. Общее представление о мощностях современных осадков в различных частях Черного моря дано на схеме (фиг. 13).

Сравнение этой схемы со схемой распределения самих осадков (фиг. 7) обнаруживает, что мощность последних в области развития ракушечников меньше, нежели в области развития ила. Действительно, в северо-западном ракушечном поле мощность осадка колеблется в пределах от 25 до 10 см. Мощности свыше 50 см в районе развития ракушечников почти не встречаются и характеризуют почти исключительно прибрежные песчаные и лиманские отложения. Наоборот, в районе илистых отложений к югу от Крыма мощности, как правило, выше 50 см, а на большей половине площади даже выше 100 см. Мощности меньше 50 см здесь приурочиваются к самому краю континентальной террасы, причем они измеряются обычно 40—45 см. Несколько восточнее начинается прикерченское ракушечное поле, и в его пределах мощности вновь падают до 40, 32, 25 и 10 см. Далее на юго-восток и на юг мы имеем лишь единичные данные о мощностях современных осадков. Весьма характерно, однако, что в тех случаях, когда есть возможность получить эти цифры, они оказываются обычно выше 100, а нередко и выше 200 см. Получается отчетливое впечатление, что и вдоль юго-восточной и южной частей континентальной террасы, где осадки становятся илистыми или, точнее, песчано-илистыми, мощность их вновь сильно возрастает. Таким образом, факт сильного понижения мощностей осадка в ракушечных полях по сравнению с мощностями в районах развития илистых осадков устанавливается совершенно достоверно. Что же это означает?

Если бы главнейшей причиной развития ракушечников была высокая продуктивность бентоса, то в таком случае, очевидно, мы должны были бы наблюдать в ракушечном поле не уменьшение, а, наоборот, увеличение мощностей. Действительно, в этом случае получалось бы, что к повсюду одинаковому количеству обломочных частиц здесь присоединяется избыточное



Фиг. 13. Схема мощностей современных черноморских осадков. Цифры при станциях указывают мощность современных отложений в сантиметрах

(по сравнению с остальными районами) количество раковинного материала. Понятно, что получающаяся отсюда суммарная мощность осадка должна быть значительно выше обычной. Так как в ракушечных полях происходит в действительности не увеличение, а уменьшение мощности осадка, то отсюда вытекает, что решающей причиной образования ракушечников является не избыточная продуктивность бентоса, а недостаточный принос обломочного материала. Весьма возможно, что местами в области ракушечников наблюдается и повышенная продуктивность бентоса. Однако эти местные особенности не изменяют общей картины. Вообще же говоря, можно сказать, что черноморские ракушечники — это, в сущности, илы, из которых как бы удален избыток терригенного материала, и потому, естественно, произошло обогащение осадка раковинами. Отсюда, естественно, следует, что районы развития ракушечников в Черном море — это такие участки континентальной террасы, на которые обломочный материал приносится в недостаточном количестве; площади же развития илов — это участки нормального (на севере) или даже избыточного (на юго-востоке и юге) поступления терригенных частиц. Их чередование на территории террасы указывает на то, что поступание обломочного материала в Черное море не везде идет с одинаковой скоростью, но меняется от одного района к другому. Чем же обуславливается это явление?

Решение этого вопроса легко вытекает из сопоставления характера осадков континентальной террасы с характером примыкающих побережий. Легко видеть, что мощные илистые осадки развиты в основном у высоких, энергично размываемых гористых берегов, имеющих сложное геологическое строение, каковыми являются южный берег Крыма, Кавказское и Малоазиатское побережья. Наоборот, поля маломощных ракушечников на северо-западе и у Керченского пролива примыкают к низменным берегам, в строении которых видную роль играют известняки. Если подходить с геологической точки зрения, то окажется, что мощные глинистые осадки характеризуют континентальную террасу геосинклинальной части Черноморского бассейна, а маломощные ракушечники развиты в платформенной части последнего.

Указанные соотношения легко понятны и объяснимы, так как с высоких, энергично разрушаемых берегов в море, очевидно, должно поступать больше обломочного материала, нежели с низких известковых. Соотношения эти, однако, ясно выступают и оправдываются только в общих чертах, в частности же из выведенного правила наблюдается ряд исключений, которые при ближайшем рассмотрении легко находят себе объяснения и лишь подтверждают общую закономерность.

Первым кажущимся исключением является прикерченский район. Появление здесь ракушечников легко объяснимо. Во-первых, принос обломочных частиц в рассматриваемом районе должен быть мал, так как берега на Керченском и Таманском полуостровах низки и отчасти сложены известняками, а континентальная терраса примыкает на севере к Керченскому про-

ливу и лиманам Тамани. Во-вторых, как известно, из Керченского пролива в Черное море направляется сильное течение, которое уносит далеко на юг тонкие взвешенные в воде глинистые частицы. В соответствии с такими условиями можно было бы ожидать, что за прилегающей к берегу песчаной полосой должны по направлению к югу следовать ракушечники, а затем глубоководные известковые отложения. И действительно к берегу и проливу здесь прилегает узкая песчаная зона. Далее следует ракушечниковая область, но затем на крае шельфа неожиданно появляется полоса фазеолинового ила. Весьма характерно, что в этой краевой зоне, кроме того, возрастает и мощность осадков. В ракушечном поле мощности равны 40, 25, даже 10 см; в краевой илистой полосе 50—55 см. Таким образом, совершенно несомненно, что на крае континентальной террасы здесь наблюдается более значительное накопление обломочного материала, чем в более мелководной ракушечниковой зоне. Это странное, на первый взгляд, явление находит себе объяснение в комбинации двух течений. Во-первых, весьма вероятно, что на крае континентальной террасы ослабляется перепосная сила керченского течения и принесенные им илистые частицы опускаются на дно. Во-вторых, необходимо обратить внимание на то, что как раз в области нижней части террасы проходит северный край восточного кругового течения. Так как это течение идет сюда от Кавказского побережья, т. е. от области, в которую обломочный материал поступает с берега в изобилии, то естественно думать, что оно увлекает оттуда некоторую долю терригенных частиц и затем постепенно осаждают их в прикерченском районе. Таким образом, разбираемая полоса илистого материала является отчасти результатом заноса течением обломочных частиц из одной области питания в другую. Еще более интересные соотношения имеются далее на западе в области илистых осадков, примыкающей к Крыму. Гористое побережье идет здесь примерно от Феодосии до Севастополя. Между тем илистые осадки тянутся гораздо дальше на запад — в район, где берега низки и состоят из известняков, доходят до м. Тарханкута и дают отсюда, с одной стороны, широкий язык мидиевого ила на север, в Каркинитский залив, с другой — узкую, но длинную ветвь фазеолинового ила на юго-запад, вдоль нижней части континентальной террасы. Чтобы понять причину этого явления, опять-таки необходимо обратиться к схеме течений (фиг. 4). Сопоставляя осадки и течения в этой области, нетрудно видеть, что глинистые полосы и языки западнее Севастополя прямо и непосредственно совпадают с течениями. В частности, илистая зона между Севастополем и м. Тарханкутом прямо лежит под мощным и широким движущимся здесь потоком. Каркинитский илистый язык лежит под каркинитской ветвью, глинистая каемка на нижней части континентальной террасы — под краем западного кругового течения. Таким образом, мы в праве думать, что и в данном случае расширение илистой зоны на запад против границы гористого побережья обуславливается заносом сюда илистого материала из более восточного района, лежащего южнее Крымских гор.

Приведенные примеры показывают, что на действие основного фактора, определяющего распределение илистых отложений на континентальной террасе (строение побережий), накладывается влияние течений, имеющих место в мелководной области. Перепося обломочные частицы, течения смещают нормальные границы иловых площадей и сильно осложняют весьма простую первоначальную схему их распределения.

Вторым осложняющим эту схему фактором является влияние впадающих в море крупных потоков. В Черное море, как мы знаем, впадают несколько крупных водных артерий — Дунай, Днепр, Рион, Чорох, а также вливается вода из двух проливов — Босфорского и Керченского. Вообще говоря, не может быть сомнения в том, что все эти потоки воды также имеют известное влияние на принос в море обломочного материала, а следовательно, на отложение осадков в изучаемой сейчас мелководной области. К сожалению, исследовать этот вопрос в полной мере мешает недостаток фактического материала. Тем не менее некоторые небезытересные факты здесь все же отметить возможно.

Так, прежде всего, пользуясь схемой распространения осадков (фиг. 7) и схемой мощностей (фиг. 13), мы можем учесть влияние Днепра и Дуная, как поставщиков обломочного материала. Если взять приднепровский район, то здесь уже на широте северо-западной части Тендровской косы ракушечник исчезает, и его место занимает илистый осадок, который далее входит в расширенную предустьевую часть Днестровского лимана, а затем и в самый лиман. Эта смена ракушечного материала илистым, очевидно, указывает на усиленный принос обломочного материала. Одновременно с этим резко возрастает и мощность осадка: от 25 см у северо-западного конца Тендровской косы она быстро поднимается до 100, а затем и свыше 100 см. Эти факты делают несомненным, что обломочный материал, выносимый Днепром, не уходит далеко за пределы его устья, а оседает в подавляющей массе в области лимана, до Тендровской косы, образуя здесь длинный язык довольно мощных илистых осадков.

Несколько иную картину дает Дунай. Воды его, текущие почти в широтном направлении с запада на восток, встречают под очень тупым углом круговое черноморское течение. При этой встрече они, естественно, подпруживаются, замедляют свой бег и выбрасывают главную массу несомого обломочного материала здесь же у берега, образуя дельту. То же, что не успело осесть, увлекается течением и оседает лишь далее к юго-западу, в южной части ракушечного поля, а возможно уже и за пределами его. Благодаря такой комбинации условий получается, что и Дунай как источник обломочного материала, если и имеет значение для Черного моря вообще, то, во всяком случае, не для непосредственно прилегающего к нему участка континентальной террасы.

Что касается последних двух рек — Риона и Чороха, то об их влиянии на процесс отложения осадков на континентальной платформе сказать что-либо трудно, в виду отсутствия материалов. О влиянии же их во-

обще мы будем говорить далее, разбирая области континентального склопа.

Влияние проливов на процесс отложения осадков в области континентальной террасы несомненно. Это достаточно ясно видно уже из того, что было сказано выше относительно потока, направляющегося из Керченского пролива. Что касается Босфорского пролива, то выяснить его роль в отложении осадков на прилежащей части континентальной террасы, ввиду отсутствия материала, не представляется возможным, но влияние его отчетливо сказывается на распределении осадков в более глубоководной области.

Подводя итог изложенному, можно сказать, что основным фактором, который определяет изменчивость фаций и их размещение в области континентальной террасы, является принос обломочного материала. Нормальный или усиленный принос создает терригенные осадки, пониженный — органические. Самый же принос и распределение обломочных частиц определяется: а) характером побережья, играющим основную роль в этом процессе и б) влиянием течений, рек и проливов, играющих относительно второстепенную роль и только модифицирующих несколько картину, создающуюся под воздействием первого фактора.

2. ОБЛАСТЬ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА

¹ В области континентального склона развиты все типы глубоководных отложений, начиная от сильно песчаной серой глины, в которой резко преобладают терригенные, обломочные частицы, и кончая известковым илом, в котором эти частицы составляют лишь очень небольшую часть осадка. В размещении этих типов наблюдается определенно выраженная закономерность, и с этой точки зрения область склопа подразделяется на две части.

Первая из них расположена на севере и тянется от Варны приблизительно до меридиана Новороссийска. Характерную особенность этого района составляет, прежде всего развитие сильно известковых осадков. На схеме (фиг. 7) видно, что наибольшая часть склона занята здесь переходным илом, причем последний представлен своими наиболее известковыми разностями (β и γ). Кроме того, на северо-западе и прямо против Керченского пролива на нижней части континентального склона располагается уже известковый ил. Что же касается серой глины, то в рассматриваемом районе она почти не встречается. Мощность отложений на севере весьма невелика и колеблется от 10 до 50 см, чаще не превышает 30 см.

Совершенно иными особенностями характеризуется второй, больший район, охватывающий всю остальную часть площади материкового склона и протягивающийся, следовательно, вдоль Кавказского и Малоазиатского побережий. Первым характерным отличием района является то, что главную роль здесь играют не карбонатные осадки, а серая глина. Это преобладание глины проявляется в двух направлениях. Во-первых, здесь имеются

участки, где весь современный осадок слогаается серой глинной. Как видно на схеме, таких райопов несколько, приче все они приурочены к местам, где континентальная терраса относительно узка и где глубоководная область близко подходит к берегу. Наиболее часто, однако, серая глина не слогаает осадок целиком, но образует многочисленны прослои, перемежающиеся с переходным илом. При этом в верхней части склона прослои серой глины весьма многочисленны и мощны, а сам переходный ил выражен наиболее бедной кальцитом разностью. Далее от берега прослои глины утоняются, замещаясь переходным илом, а этот последний, обогащаясь CaCO_3 , переходит в известковый ил. Вторую характерную черту района составляет весьма значительная мощность осадка. К сожалению, цифр мощностей из этого района немного и распределены они неравномерно. Наибольшее число цифровых данных относится к участку, расположенному между Синопом и Сухуми, где мощность осадка в большинстве случаев свыше 100 см, а ближе к берегу даже свыше 200 см. Характерно, что даже в нижних частях склона мощности колеблются в пределах между 100 и 50 см.

Анализируя причины указанного размещения осадков, легко убедиться, что они двоякого порядка: с одной стороны, на состав отложений влияет характер прилегающих участков побережья, с другой — особенности рельефа самой Черноморской котловины, в частности, неодинаковая придвипутость ее на севере и на юге к берегу.

Что строение побережий оказывает влияние на состав осадков континентального склона и определяет в значительной мере размещение в его пределах различных типов последних, явствует из сравнения осадков склона с осадками континентальной террасы. При таком сравнении выясняется следующая картина. На северо-западе к ракушечниковому полю континентальной террасы, т. е. к области сильно известковых осадков, примыкает на склоне сильно обогащенный кальцитом переходный и даже известковый ил малой мощности. Далее на восток, вдоль южного берега Крыма, на террасе ракушечники замещаются мидиевым и фазеолиновым илами и мощность осадка возрастает; на склоне известковый ил исчезает, отодвигаясь далее к центру глубоководной котловины, и мощность осадка также несколько увеличивается. Еще восточнее, в прикерченской полосе, на террасе вновь появляются ракушечники, и мощность осадка убывает; совершенно аналогично на склоне, как раз против Керченского пролива, появляется пятно известкового ила, а мощность осадка становится весьма малой. Наконец, вдоль Кавказского и Малоазиатского побережий терраса покрыта илом, нередко песчанистым и имеющим большую мощность, и одновременно с этим склон занят мощным слоем серой, часто сильно песчанистой глины.

Таким образом, мы видим, что осадки континентального склона по содержанию обломочных частиц теснейшим образом связаны с осадками континентальной террасы, а из этого можно заключить, что приток этих частиц и там и здесь определяется одной и той же основной причиной, т. е., главным образом, составом и рельефом побережий.

Несмотря на кажущуюся убедительность приведенных соображений, все же нельзя сказать, что влияние побережья является единственным фактором, определяющим разницу в осадкообразовании в северной и южной частях континентального склона. В самом деле, нельзя не обратить внимания на то обстоятельство, что ширина континентальной террасы на севере и на юге, т. е. расстояние бровки склона от берега, не одинакова и что на юге склон придвинут ближе к берегу, чем на севере. Легко видеть, что чем шире террасовая площадка, т. е. чем дальше отодвинут от берега континентальный склон, тем лучше должен быть отмучен терригенный материал и тем более известковыми будут его илы. Наоборот, чем уже терраса, т. е. чем более придвинут к берегу склон, тем большая масса обломочных частиц будет достигать до него, тем грубее будет сам принесенный материал и тем меньшую роль должна играть в осадке его органогенная часть. Совершенно несомненно, что и в Черном море отличия в фациях северной и южной частей склона объясняются не только различиями побережья, но и не одинаковой придвинутой к берегу. Характерной чертой Черного моря является то, что в нем влияния рельефа побережья и рельефа самого бассейна на процесс отложения осадков складываются и усиливают друг друга. На севере побережье доставляет в силу особенностей своего строения меньше обломочных частиц, чем на юге, а ширина террасы здесь больше, чем на юге; естественно при этом, что поступающий в бассейн материал успевает в большей части осесть на террасе; на склон его поступает уже весьма мало, и поэтому здесь развиваются маломощные сильно известковые илы. На юге, наоборот, побережье дает увеличенную порцию обломочных частиц, ширина же террасы здесь много меньше, чем на севере. Понятно, что в результате совместного действия этих двух факторов главная масса терригенного материала переходит на склон и осадки становятся здесь гораздо более мощными и содержат меньше карбонатов. Таким образом, можно сказать, что различия в осадкообразовании на северной и южной частях континентального склона являются результатом влияния не только рельефа побережья, но и рельефа самого бассейна, в частности, не одинаковой придвинутой к берегу на севере и юге. Здесь на действие одного фактора накладывается усиливающее его действие другого.

Анализируя схему распределения осадков дна южной части континентального склона, не трудно прийти к заключению, что некоторые особенности процесса образования осадков здесь объясняются исключительно близостью этой части склона к берегу. Мы уже упоминали о случаях, когда терраса становится особенно узкой и континентальный склон подступает почти вплотную к берегу. В этих местах осадки слагаются исключительно обломочными породами — серой глиной, среди которой появляются многочисленные прослойки песка.

Наконец, нельзя пройти мимо двух участков склона с явно аномальными отложениями.

Первый из них находится на западе, примыкая непосредственно к Босфорскому проливу и как бы продолжая его по направлению на северо-восток. Особенность этого района состоит в том, что здесь среди поля обычных осадков южной полосы, состоящих из чередующихся слоев серой глины и переходного ила, располагается полоса, сложенная исключительно серой, местами песчанистой глиной.

Второй район находится на востоке и примыкает к области Рионской депрессии. Отличительную черту этой области составляет, с одной стороны, значительное увеличение числа и мощности глинистых прослоев в общем разрезе осадка, с другой — появление многочисленных песчаных прослоев. Вполне очевидно, что причиной отклонений от общего типа в том и другом случае является усиленный принос обломочных частиц, который в одном случае осуществляется босфорским течением, а в другом — реками, впадающими в области Рионской впадины. Такого рода воздействие потоков, приносящих обломочный материал, на состав осадков в районе континентального склона возможно лишь при особой близости его к берегу.

Чтобы закончить анализ условий осадкообразования в области континентального склона, необходимо остановиться еще на одном вопросе. Изучая область континентальной террасы, мы отмечали, что там значительное влияние на осадкообразование имеют течения. Приходится думать, что и на континентальном склоне течения играют не меньшую роль, чем в области континентальной террасы, но самое влияние их проявляется здесь весьма своеобразно.

Из схемы распределения течений (фиг. 4) видно, что континентальный склон весь целиком или во всяком случае в большей своей части лежит под круговым течением. Благодаря такому положению, в сущности, все участки склона испытывают влияние этого течения, и отсюда, понятно, возникает большое однообразие в строении образующихся осадков. В самом деле, как в северном, так и в южном участке осадки чрезвычайно однородны, и лишь на границе их происходит смена одного типа другим. Таким образом, влияние течений в области континентального склона сказывается не в усложнении общей картины, а, наоборот, в нивелировании ее, в придании однообразия внутри участков, определяемых характером побережий.

Резюмируя вкратце изложенное, мы можем сказать, что изменчивость осадка определяется на континентальном склоне влиянием трех факторов: 1) характера побережий, 2) рельефа самой Черноморской котловины, в частности, неодинаковой близости склона к берегу, 3) течений, циркулирующих над склоном.

До сих пор мы совершенно не касались одного явления, которое свойственно исключительно континентальному склону и зависит от его рельефа и, возможно, от его тектонической природы. Как в области континентальной террасы, так и на дне глубоководной котловины, поверхность которых практически горизонтальна, раз отложившиеся осадки остаются в покое и не испытывают никаких последующих перемещений. Иное имеет место

на континентальном склоне, поверхность которого обладает заметным, а порою и значительным уклоном. При наличии последнего осадки под влиянием своего веса нередко приходят в движение и скользят вниз по склону, обнажая подстилающие их более древние отложения, выходы которых, как это видно на схеме (фиг. 7), на огромном протяжении прослеживаются на склоне. При оползании осадки утрачивают свойственную им горизонтальную слоистость, сдавливаются в складки, разбиваются мипиатюрными сбросами и испытывают другие дислокации вплоть до своеобразных падвигов более древних отложений на современные.

Что является непосредственным импульсом к возникновению этих оригинальных подводных донных оползней, мы в точности не знаем, но возможно, что таковыми служат толчки землетрясений, эпицентры которых располагаются в области континентального склона. Подробно описывать оползни сейчас мы не станем, так как этому в дальнейшем посвящена особая глава.

С геологической точки зрения процесс отложения осадков в области континентального склона представляет исключительный интерес, знакомя нас с условиями формирования горных пород в окраинных частях геосинклинальных бассейнов, в которых большие глубины бывают, судя по Черному морю, чрезвычайно близко придвинуты к высоким гористым берегам и в которых может времяами возникать описанное выше заражение сероводородом огромных водных масс. Вполне очевидно, что при этих условиях должны возникать горные породы, резко отличающиеся как от пород, образующихся на дне мелководных плоских наплитных бассейнов, так и от пород обширных океанических впадин, которые, как правило, имеют достаточно широкую континентальную террасу и нормальный газовый режим. Совершенно оригинальный ход процесса отложения осадков на континентальном склоне бассейнов черноморского типа обуславливает и возникновение совершенно оригинальных горных пород. Поскольку этот процесс до настоящего времени был нам еще очень плохо известен, постольку и генезис упомянутых горных пород является еще неразгаданным. В главе IX мы остановимся на этом несколько подробнее.

3. ОБЛАСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ

Дно центральной части Черноморской впадины по характеру развитых здесь осадков распадается на три части.

Наибольшая, средняя часть западного участка, образующая огромный вытянутый в широтном направлении овал, занята известковым илом. По периферии этого овала обособляется довольно широкая кайма, характеризующаяся тем, что здесь известковый ил переслаивается с серой глиной. На севере и востоке прослой серой глины единичны и имеют малую мощность; на юге число и мощность их увеличиваются по направлению к берегу. Одновременно с этим и сам известковый ил здесь обогащается обломочным материалом и превращается в переходный глинисто-известковый. Другую

особенность западной котловины составляет чрезвычайно малая мощность современных осадков, измеряющаяся обычно менее чем 20 см, а в центральных частях имеющая даже менее 10 см. Возрастание мощности осадка замечается, повидимому, лишь по южному краю участка, вблизи континентального склона, где, как мы знаем, мощности современных отложений доходят уже до метра.

Вторую область образует относительно узкая, но длинная полоса, простирающаяся от азиатского берега к южному побережью Крыма. В противоположность западному району в этой полосе главную массу осадка составляет серая глина, в которой заключены незначительные по мощности, хотя и многочисленные прослойки настоящего известкового ила. Вместе с тем здесь резко возрастает и мощность осадка. Так, на ст. 498 она равна 55 см, на ст. 503 — 52 см, на ст. 506, 505 и 504 — соответственно 45, 70 и 65 см, а на ст. 496 — даже 156 см.

Третий, восточный, участок во многих отношениях напоминает западный. Как и в пределах последнего, среднюю часть района занимает чистый известковый ил, а периферию — прослойки известкового ила и серой глины. Отличие от западной области состоит только в иных соотношениях между площадью, занятой известковым илом, и зоной переслаивания его с серой глиной. На западе преобладает известковый ил и область переслаивания незначительна. На востоке, наоборот, значительное пространство занимает зона переслаивания, а пятно известкового ила относительно весьма невелико. Другим отличием восточной области от западной является несколько повышенная мощность осадка. Как видно на схеме (фиг. 13), на большей части восточной площади мощность колеблется от 20 до 50 см, а местами поднимается даже выше 50 см, тогда как на западе преобладают мощности меньше 20 см.

Эта простая схема усложняется тем, что у северной окраины рассматриваемого района располагается второе пятно известкового ила, имеющего весьма малую мощность, а к востоку от последнего лежит район, занятый мощной серой глиной лишь с небольшими прослойками переходного глинисто-известкового ила.

Переходя к причинам, обуславливающим указанный состав и распределение различных типов отложений в области центральной части Черноморской котловины, прежде всего необходимо уяснить причины преобладания здесь на западном и восточном участках известковых бактериогенных образований, ничтожного содержания в них обломочных элементов, происходящих с суши, и связанной с этим малой мощности отложений. Вполне очевидно, что эти явления обуславливаются удаленностью рассматриваемых частей дна от берегов; обломочные частицы успевают осесть на более близких к берегу участках дна и сюда почти не достигают. Вторым фактором, препятствующим приносу обломочных частиц в средние части западного и восточного участков, являются круговые течения, которые подхватывают движущийся от берегов в море материал и перемещают его параллельно берегам.

Как ни мал принос обломочных частиц на рассматриваемые участки дна, он все же существует, и это обуславливает те различия в распространении известкового ила, которые бросаются в глаза при сравнении западной и восточной третей морского дна. Здесь мы еще раз сталкиваемся с влиянием особенностей прилежащих участков суши. Участки суши, расположенные к северу и западу от западной трети глубоководной области, низменны, и только на юге мы имеем горную страну. Восточная треть и с юга и с востока ограничивается горными странами, и только на севере побережья низменны. При этих условиях в восточную треть моря, очевидно, должно притекать больше обломочных частиц, чем в западную, и в соответствии с этим здесь преобладает переходный ил, тогда как на западе наибольшие площади заняты чистым известковым илом. Что касается средней трети глубоководной впадины, которая столь резко выделяется преобладанием терригенного материала и мощностью осадков, то объяснить обнаруживающиеся здесь особенности можно лишь действием течений. Посмотрим, насколько соответствуют наблюдающимся фактам существующие гипотезы относительно направления и характера течений в средней полосе моря.

Из обзора течений в главе II вытекает, что наличие движений воды между Анатолийским побережьем на юге и Крымом на севере признается, в сущности, всеми гидрологами, изучавшими Черное море. Неясным остается только вопрос о том, являются ли эти течения постоянными образованиями с более или менее устойчивой траекторией, или же они представляют собой перемежающиеся потоки, движущиеся то в одном, то в другом направлении. По Книповичу — это две постоянные ветви, между которыми помещается галистатическая зона; по Шпиндлеру и Скворцову — это, наоборот, изменяющиеся потоки воды. Если мы возьмем схему течений Книповича (фиг. 4) и попробуем наложить ее на схему осадков изучаемой части моря (фиг. 7), то обнаружится, что течения лягут как раз вне полосы серой глины, которая придется в точности на галистатическую зону, помещающуюся между обоими потоками воды. Это означает, иными словами, что непосредственно под течениями влияние их на перенос обломочного материала не сказывается и что терригенные частицы как бы выбрасываются в находящуюся между потоками зону затишья. Так как подобного рода соотношения представляют чрезвычайные трудности для понимания, то совершенно очевидно, что схема Книповича не объясняет особенностей процесса отложения осадков в области Черноморской котловины.

Совсем иначе обстоит дело со схемой Шпиндлера и Скворцова. Ее меняющиеся и непостоянные, неопределенных очертаний течения между Крымом и анатолийским берегом при наложении на карту осадков должны лечь, очевидно, как раз на полосу серой глины. При таких условиях возникновение этой полосы находит простое и вполне естественное объяснение в том, что сюда заносятся и здесь откладываются те иловые частицы, которые без поперечных течений должны были бы отложиться близ берегов, в области континентальной террасы и континентального склона.

Вполне удовлетворительно объясняется течением и то аномальное, на первый взгляд, расположение различных типов осадков, которое наблюдается у северной окраины восточной трети глубоководной области. Как было указано в главе II, и гидрологи и гидробиологи (Никитин, Скворцов и, в осторожной форме, Клипович) допускают возможность и даже вероятность существования потока, движущегося наискось через восточную треть моря — приблизительно от Синопа на Новороссийск или Туапсе.

При наложении этого течения на схему распределения осадков оказывается, что оно покрывает, с одной стороны, полосу серой глины между меридианами Новороссийска и Туапсе, а с другой — ту полосу переслаивания серой глины и известкового ила, которая разделяет северную и южную области сплошного распространения последнего. Вполне очевидно, что избыточный принос обломочного материала, который имеет место в указанных районах, обуславливается действием рассматриваемого сейчас водного потока.

Из всего сказанного следует, что влияние течений на распределение осадков в глубоководной области проявляется, пожалуй, с еще большей силой, нежели в мелководной.

4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ СЛОИСТОСТИ ЧЕРНОМОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Характернейшей особенностью осадков Черного моря является резкая и многообразная слоистость. Можно различить два основных типа ее, которые мы называли микрослоистостью и макрослоистостью.

а) М и к р о с л о и с т о с т ь

Под именем микрослоистости мы понимаем такое чередование в осадках различных петрографических разностей, при котором толщина слоев, образуемых этими разностями, измеряется долями миллиметра.

Как следует из описания типов осадков, микрослоистость свойственна отнюдь не всем видам черноморских отложений, а лишь глубоководным, причем и здесь в отчетливой форме она проявляется лишь у переходного глинисто-известкового и известкового илов. Как было упомянуто при описании этих осадков, переходный глинисто-известковый ил складывается из чередования сапропелево-глинистых и дрюитовых прослоев, средняя толщина которых равна 0.1—0.2 мм для первых и 0.1—0.15 мм для вторых. Среднее число этих прослоев на 1 см сухой колонки около 40—45. С приближением к центру бассейна свойства переходного ила постепенно меняются. Глинистые прослои все более и более утончаются, обращаясь в конце концов в «примазки» к сапропелевым прослойкам. Наоборот, дрюитовые увеличиваются в толщине и, наконец, в известковом иле составляют уже основу породы, которой подчинены глинисто-сапропелевые прожилки. В известковом иле толщина дрюитовых прослоев достигает уже 0.04—0.07 мм, тогда как толщина

глинисто-сапропелевых измеряется всего 0.02—0.08 мм. Общее количество таких прослоек достигает от 70 до 100 пар на 1 см.

Все остальные осадки Черного моря, наоборот, либо не имеют никаких следов микрослоистости, либо же проявляют ее в крайне слабой степени. Так, глубоководная серая глина обычно для невооруженного глаза представляется совершенно неслоистой; под микроскопом она иногда обнаруживает слабые следы микрослоистости в виде отдельных прослоек сапропелевого вещества. Что касается отложений мелководной области, то здесь микрослоистость исчезает полностью. Лишь в фазеолиновом иле замечаются местами резко очерченные правильные тонкие прослойки зернистого песка.

Причины появления микрослоистости в переходном и известковом иле были выяснены одним из нас еще в 1927 г. «Из работы Зернова, — читаем мы в статье А. Д. Архангельского [19], — мы знаем, что в развитии планктона в Черном море имеется резко выраженная периодичность: с весны по осень планктон является относительно богатым и разнообразным; зимою же очень бедным. В связи с этой периодичностью и можно поставить периодичность в осаднении на дно богатого органическим веществом ила, образующегося, вероятно, в эпоху осенней гибели планктонных организмов. Весьма вероятным представляется ... также и существование годовых циклов в осаднении обломочных частиц. Во время весеннего таяния снегов в море реками вносятся гораздо больше осадков, нежели летом и особенно зимою, а потому после весенних паводков ко дну должно направляться гораздо больше обломочного материала, нежели в остальное время года. В удаленных от берега частях моря во второй половине лета, когда принесенные весной частицы должны уже опуститься с поверхности, вода должна быть почти лишена терригенного материала, и на дно будут опускаться здесь только трупы организмов». Наличие прослоев дрыюита также указывает на существование «какой-то периодичности выделения CaCO_3 », т. е. «в конечном счете... какой-то периодичности в развитии выделяющих CaCO_3 бактерий». — «Мы не вправе приписывать такую периодичность, — пишет далее А. Д. Архангельский, — непосредственному влиянию на эти микроорганизмы сезонных колебаний температуры, так как в условиях Черного моря эти колебания заведомо не отражаются на дне. Косвенную зависимость от сезонных явлений, однако, и здесь можно предполагать через посредство периодического приноса на дно разлагающегося органического материала. На это явление было обращено внимание Шнейдерхеном, который констатировал в медистых сланцах Германии такое же чередование неправильных прослоев, линз и комочков карбоната и сапропелевого вещества, какое имеет место в известковом иле Черного моря. Исходя из сезонной периодичности приноса нового органического вещества, мы можем, если прав Шнейдерхен, что нам представляется в высшей степени вероятным, объяснить и периодичность выделения CaCO_3 ».

Из изложенного следует, что отложение осадков в области переходного и известкового илов, т. е., иными словами, в центральных частях Черного

моря, отличается прерывистым периодическим характером. В частности, обломочный материал, т. е. главная составная часть осадка; поступает сюда не равномерно в течение года, а как бы отдельными порциями, связанными во времени с весенне-летним периодом.

Если это так, то отсутствие микрослоистости в прибрежных илах и серой глине указывает, что периодичность поступления обломочного материала здесь либо отсутствует, либо же влияние ее маскируется и нарушается какими-то другими процессами.

Если обратиться к детальному анализу условий, то мы должны будем признать, что на разных участках дна они, повидимому, различны. В самом деле, если взять область развития мидиевого и фазеолинового илов, то нетрудно видеть, что в большинстве случаев она удалена от берега на очень небольшое расстояние. В силу этого обломочный материал сюда может поступать не только в эпоху максимального приноса его весной, но и в другие времена года; даже зимой, когда прибой продолжает в той или иной мере разрушать берега, имеет место ослабление, но не прекращение подачи обломочного материала. Таким образом, в области развития мелководных илов полных перерывов в поступании иловых частиц не наблюдается, а потому и не создается условий, которые необходимы для возникновения микрослоистости.

К этому следует прибавить еще то влияние, которое несомненно оказывает на тонкую слоистость осадка наличие донной фауны. Помимо того, что включения раковин вообще мешают ясному проявлению микрослоистости, следует иметь в виду, что донные организмы мидиевого и фазеолинового биоценозов питаются илом, следовательно, многократно пропускают его через свой пищевод. Понятно, что в этих условиях микрослоистость осадка, если бы даже она и существовала, не смогла бы сохраниться. Таким образом, отсутствие микрослоистости в области мелководных илов есть следствие, с одной стороны, их близости к берегу и возникающей отсюда непрерывности в подаче материала, с другой — наличия донной фауны, изменяющей текстуру осадка.

Несколько иначе обстоит дело с глубоководной серой глиной. Здесь донная фауна отсутствует, и вызываемые ею вторичные изменения осадка, таким образом, отпадают. Единственным фактором, мешающим развитию микрослоистости в глубоководной области, может быть непрерывное поступание обломочных частиц. В отношении глубоководной серой глины, которая залегает по периферии глубоководной впадины, равномерность приноса обломочных частиц легко понять. Здесь серая глина по ее положению относительно берега отвечает мидиевому и фазеолиновому илам северного побережья и, естественно, приобретает те же черты текстуры. Неслоистая серая глина, однако, отлагается, как известно, не только вблизи побережий, но и вдали от них, особенно в средней полосе, идущей от Крыма к азиатскому берегу. В этой области непрерывность в приносе обломочного материала обуславливается существованием тех же самых течений, которым

обязана своим возникновением вся средняя полоса глубоководной серой глины.

Если все изложенное выше правильно, то изучение микрослоистости черноморских илов вскрывает весьма интересные особенности питания Черного моря обломочным материалом. Оказывается, что неширокая полоса бассейна, непосредственно примыкающая к берегу, независимо от ее глубины, характеризуется, вообще говоря, непрерывным поступанием обломочного материала в течение всего года. Чем дальше мы отходим от берега, тем резче начинает сказываться уменьшение приноса терригенных частиц в зимнее время и тем отчетливее выявляется прерывистый характер отложения обломочных частиц, обуславливающий появление микрослоистости.

Этот общий механизм питания бассейна обломочным материалом, однако, испытывает некоторые воздействия со стороны течений. Течения, идущие параллельно берегу, в сущности не изменяют или лишь неощутимо изменяют его. Наоборот, течения, идущие от берега к центру бассейна, совершенно изменяют картину. Отправляясь от прибрежных районов с непрерывной подачей материала, они, так сказать, переносят эти условия и в центральные части моря и тем самым содействуют возникновению и здесь неслоистых пород — серой глины.

б) М а к р о с л о и с т о с т ь

Макрослоистость в мелководной области выражается, главным образом, в чередовании глинистых и ракушечных прослоев, в глубоководной же — неоднократной перемежаемостью пластов серой глубоководной глины и глинисто-известкового или известкового ила. Так как каждый из упомянутых типов осадков образуется под влиянием определенной суммы условий, то, очевидно, макрослоистость свидетельствует о достаточно глубоких изменениях этих условий во времени, о местных или общих изменениях всего осадочного процесса.

Исследование этого явления мы начнем с прибрежной континентальной террасы.

В пределах распространения сплошных ракушечников каких-либо бросающихся в глаза следов изменения осадочного процесса не имеется; принос терригенных частиц здесь, как увидим ниже, должен был меняться, но в общем все время оставался настолько малым, что эти изменения не нашли отражения в текстуре ракушечников. Несколько отчетливее проявляются колебания в приносе кластического материала в прибрежных песчаных отложениях, особенно в более глубоководных глинистых их разностях. При наличии большого числа образцов колебания эти можно было бы достаточно точно уловить посредством систематических послойных механических анализов, но наш материал этого сделать не позволяет. Однако и без этого неравномерность в притоке песчаных частиц выявляется в нерав-

номерном распределении раковинного материала, который местами скопляется в прослойки.

Вполне очевидными делаются колебания в приносе терригенных частиц, когда мы переходим к району, занятому мидиевым и фазеолиновым илом.

Следами таких колебаний здесь являются прослои ракушечника, часто встречающиеся в глинах и иногда достигающие до 10 и даже несколько больше сантиметров мощности. В моменты образования этих прослоев принос кластического материала был, очевидно, столько же мал, как это имеет место теперь в области развития ракушечников у Керченского пролива или в северо-западном углу моря. При описании рассматриваемых сейчас типов осадков мы указывали, что число ракушечных прослоев среди нормального мидиевого и фазеолинового ила увеличивается с приближением к обоим районам развития сплошных ракушечников. Это показывает, повидимому, что размеры как северо-западного, так и северо-восточного ракушечного поля не оставались неизменными и площадь их то увеличивалась, то сокращалась в связи с изменением количества ила, поступавшего с суши.

Распространение прослоев ракушечника в иле не ограничивается, однако, местностями, прилегающими к постоянным ракушечным полям, и мы находим их почти всюду. Не исключена возможность, что некоторые из этих прослоев ракушечника можно проследить по всей северной континентальной террасе, но по недостатку материала мы этого сделать не можем. Во всяком случае приходится признать, что приток кластического материала, по крайней мере в северной мелководной части дна, менялся и по временам был настолько мал, что отложение ила в отдельных участках дна или даже вдоль всего северного побережья прекращалось и заменялось накоплением ракушечников.

Переходим теперь к глубоководной области.

Здесь прежде всего необходимо выделить два района, расположенные в наиболее удаленных от берега частях восточной и западной третьей моря. И там и здесь черноморские отложения представлены исключительно известковым илом, в котором нельзя подметить следов каких-либо резких изменений в притоке кластического материала. Третий аналогичный район располагается, как мы знаем, у северной окраины восточной трети глубоководной области, к югу от Керченского пролива. Наоборот, по восточной и южной окраинам глубоководной области, в полосе средних течений и в прилегающих к ней районах, в полосе предполагаемого течения, идущего от м. Инеболи к Новороссийску, наконец, в области прилежащей к юго-западной части Крыма, следы колебаний в приносе терригенного материала в виде чередования пластов серой глины и переходного ила, а иногда и мелкозернистого песка встречаются почти на каждой стапции.

Для области континентального склона и прилежащих к нему частей центральной глубоководной впадины явление это приходится также объяснять колебаниями в приносе терригенного материала, но в отношении по-

лосы срединных течений и соседних с ней местностей возможны и другие предположения.

Как видно из схемы распределения осадков, в средней полосе моря глубокоководная серая глина, развитая в поверхностном слое осадка, не целиком слагает черноморские отложения, но содержит прослои известкового ила; с удалением отсюда к востоку и западу относительная роль серой глины и известкового ила меняется, и черноморские отложения состоят из известкового или переходного ила с прослоями серой глины.

А. Д. Архангельский, основываясь на материале экспедиции Шокальского, склонен был объяснять рассматриваемые явления исключительно периодическими изменениями в притоке терригенных частиц и полагал, что в истории Черного моря были моменты, когда почти на всей площади дна глубоководной котловины отлагался известковый ил, и, наоборот, моменты, когда серая глубоководная глина занимала значительно большие площади, нежели в настоящее время.

Из предыдущего видно, что мы и в настоящее время принуждены придавать большее значение периодическим изменениям в приносе обломочного материала с суши, но целиком объяснить этим рассматриваемые явления невозможно, так как некоторые обстоятельства, выяснившиеся после 1927 г., этому решительно противоречат. Во-первых, из схемы распределения осадков видно, что в довольно широкой полосе у северной границы распространения глубокоководных отложений сколько-нибудь мощных прослоев серой глины не имеется, а это, очевидно, совершенно несовместимо с предположением о периодическом увеличении притока терригенного материала. Во-вторых, совершенно невозможно представить, чтобы при таком периодическом увеличении количества поступающего обломочного материала могла все время сохраняться область отложения известкового ила к югу от Керченского пролива. В-третьих, в средней трети моря область, занятая переслаиванием серой глины и известкового ила, настолько широка, что пришлось бы прибегнуть еще к дополнительной гипотезе расширения срединных течений.

Совокупность известных в настоящее время фактов наилучше объясняется, если предположить, что та система течений, которая пересекает в настоящий момент Черное море, существовала в течение всей последней фазы развития этого бассейна и что все это время на его пути откладывались терригенные осадки. Однако положение потоков при этом не было постоянным, и они несколько перемещались то в одну, то в другую сторону от некоторого среднего положения, которое определяется полосами наибольшей мощности отложений. Сказанное относится как к полосе срединных течений, так и к той ветви, которая направляется на северо-восток к Новороссийску и Туапсе.

Как ни хорошо объясняет гипотеза периодических изменений направления течений наблюдаемое распределение слоев серой глубокоководной глины и известкового ила, все же одной этой причины недостаточно для

объяснения всех изменений состава глубоководных отложений Черного моря. Наибольшие затруднения мы встречаем при попытках объяснить происхождение глубоководных песков.

Присутствие многочисленных тонких прослоев песчаного материала в близкой, сравнительно, к берегу южной полосе глубокого моря еще можно было бы объяснять увеличением припоса обломочных частиц с берега во время особенно сильных бурь или под влиянием неизвестных нам пока изменений климата с короткими периодами. Но, чтобы это объяснение было вероятным, необходимо было бы доказать, что прослой песка переходят и в прибрежную полосу и увеличиваются здесь в мощности. Фактического материала для этого у нас не имеется.

К глубоководным пескам, которые встречаются в удаленных от берегов частях средней полосы моря и по северной окраине глубоководной области, такие объяснения заведомо неприменимы. Эти песчаные слои, как было указано в главе V, по направлению к северному побережью выклиниваются, а считать, что песчаный материал принесен сюда с малоазийского берега, за дальностью расстояния совершенно невозможно. Связывать принос песка с какими-либо климатическими изменениями невозможно, так как слои песка, залегают нередко прямо на известковый ил. При климатических переменах, очевидно, переход от известкового ила к пескам должен был бы совершаться постепенно через серую глину.

А. Д. Архангельский уже в первой своей работе об осадках Черного моря пришел к выводу, что присутствие песков в наиболее удаленных от берега участках дна «заставляет думать о каких-то очень быстрых, катастрофических изменениях в условиях приноса материала». На той же точке зрения остаемся мы и в настоящий момент, только характер катастроф теперь начинается в значительной мере выясняться. Наиболее вероятным представляется нам теперь, что образование глубоководных песков находится в связи с теми сбросами, землетрясениями и оползаниями осадков, которые имеют место в пределах континентальной ступени. Эти движения могут вызывать в глубоких слоях воды мощные возмущения, временные течения и волны, которые способны взмучивать ранее отложившийся материал, перемешивать его и способствовать образованию песков вне зависимости от припоса материала с берега. Весьма возможно, что с теми же явлениями, изменяющими конфигурацию континентальной ступени, связаны и изменения в направлении постоянных течений или возникновение новых, хотя и временных, но достаточно длительных водных потоков.

Подводя итог всему сказанному об изменении условий образования осадков во времени, мы должны признать, что, несмотря на крайне малую продолжительность жизни Черного моря, условия отложения кластического материала на его дне менялись неоднократно. С наибольшей яркостью эти изменения проявлялись, как это ни странно, в глубокой части бассейна. Здесь отложение осадков сохраняло свой современный характер лишь в наиболее удаленных от берегов центральных участках восточной и западной

частей моря. По периферии этих участков, а также в срединной полосе дна приток обломочных частиц то усиливался, то уменьшался, то имел спорадический характер, то делался постоянным. Явление это мы связываем, главным образом, с перемещениями тех течений, которые имеются в Черном море в настоящий момент, и частью с возникновением временных течений. Причины подобных миграций течений неясны, но весьма вероятно, что помимо общих климатических условий, они находятся в связи с теми тектоническими движениями, которые происходили ранее и происходят теперь в области континентальной ступени. Те же движения и связавшие с ними огромные обвалы и оползни могли вызывать и временные, но очень энергичные перемещения водных масс, которые перерабатывали на очень больших глубинах ранее отложившиеся осадки.

Г л а в а VII

ДРЕВНЕЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН И ЕГО ОСАДКИ

Переходим теперь к краткому обзору древнечерноморских отложений и к выяснению тех особенностей, которыми древнее Черное море отличалось от современного.

С наибольшей отчетливостью проявляются отличия древних и современных черноморских отложений в области распространения современного фазеолинового биоценоза. Современные отложения здесь подстилаются породами, которые литологически почти ничем от них не отличаются. Там, где в области фазеолинового биоценоза дно покрыто иловыми отложениями, древнечерноморские слои в большинстве случаев также состоят из зеленовато-серых и серых глин, в более мелководных участках зоны несколько песчаных. Отличием этих глин от современных является особенное обилие остатков моллюсков; раковины здесь постоянно образуют целые прослои, количество и мощность которых книзу обычно возрастают. Иногда количество раковин бывает настолько велико, что порода под современным типичным фазеолиновым илом представляет уже не глину, а глинистый или даже чистый ракушечник. В тех участках дна северо-западной части моря, где фазеолиновый ил и сам переходит в ракушечники, древнечерноморские отложения всегда представлены последними.

Существенным отличием древнечерноморских отложений в зоне современного фазеолинового биоценоза является присутствие в них у западных берегов Крыма, между Севастополем и Тарханкутом (ст. 161, 113, 110, 108, 109, 188, 187), а также близ Кавказского побережья у Батуми (ст. 433) среди глин прослоев трепела, состоящего, главным образом, из капсул *Conscinodiscus*; мощность прослоев иногда доходит до 35 (ст. 433) и даже до 50 см (ст. 630).

Для выяснения фаунистических особенностей древнечерноморских отложений, развитых в зоне распространения фазеолинового ила, М. А. Баталиной [27] были изучены послойно 12 колонковых образцов. При этом обна-

ружилось, что глины, подстилающие фазеолиновый ил, фаунистически отличаются от него чрезвычайно резко. Наиболее существенным и наиболее бросающимся в глаза отличием является то, что в древнечерноморских отложениях характернейшая для фазеолинового биоценоза форма *Modiola phaseolina* исчезает и заменяется вариантами *Mytilus galloprovincialis*, который в фазеолиновом иле встречается редко и характеризует в настоящее время мидиевый ил, отлагающийся в Черном море преимущественно на глубине от 30 до 65 м. Это обстоятельство дало повод А. Д. Архангельскому и М. А. Баталипой назвать древнечерноморские отложения, подстилающие фазеолиновый ил, древним мидиевым илом [27].

При послойном изучении фауны древнечерноморские слои оказываются возможным подразделить, в свою очередь, на три горизонта.

В нижнем горизонте мы имеем чрезвычайно своеобразный комплекс форм, в котором смешаны элементы как нововексинской, так и черноморской фауны. Первая представлена большим количеством *Dreissensia* и *Micromelania* и немногими сравнительно *Monodacna* и *Caspia*. Из представителей черноморской фауны наиболее распространены *Hydrobia ventrosa*, *Cardium edule* и *Mytilus*, менее распространены *Syndesmya ovata*, *Mytilaster lineatus* и изредка встречаются *Cardium exiguum* и *Odostomia rissoi-formis*. При более внимательном рассмотрении образцов выясняется, что даже в пределах рассматриваемого горизонта фауна меняется и при переходе от нижних слоев его к верхним количество нововексинских видов уменьшается, а количество черноморских возрастает. Это прекрасно видно на примере ст. 259, результаты послойного изучения которой сведены в табл. 20.

Таблица 20

Фауна древнечерноморских отложений ст. 259

Верхневексинские слои	Пограничные слои	Нижняя часть древнего мидиевого ила	Верхняя часть древнего мидиевого ила
<i>Neritina</i>	—	—	—
<i>Caspia</i>	—	—	—
<i>Micromelania</i>	<i>Micromelania</i>	—	—
<i>Dreissensia</i>	<i>Dreissensia</i>	<i>Dreissensia</i>	—
<i>Monodacna</i>	<i>Monodacna</i>	<i>Monodacna</i>	—
	<i>Mytilaster</i>	<i>Mytilaster</i>	—
	<i>Hydrobia ventrosa</i>	<i>Hydrobia ventrosa</i>	<i>Hydrobia ventrosa</i>
	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus</i>
	<i>Syndesmya ovata</i>	<i>Syndesmya ovata</i>	<i>Syndesmya ovata</i>
		<i>Cardium edule</i>	<i>Cardium edule</i>
		<i>Cardium exiguum</i>	<i>Cardium exiguum</i>
		<i>Cerithidium sub-</i>	<i>Cerithidium sub-</i>
		<i>mammilatum</i>	<i>mammilatum</i>
		<i>Rissoia venusta</i>	<i>Rissoia venusta</i>
			<i>Macra subtrun-</i>
			<i>cata</i>
			<i>Cylichina varia-</i>
			<i>bilis</i>
			<i>Odostomia rissoi-</i>
			<i>formis</i>

Фауна, напоминающая до известной степени описанную смесь каспийских и средиземноморских форм, встречается в настоящее время в устьевых частях некоторых лиманов Одесского побережья [85]; если, однако, даже предположить, что новоевксипские виды попали в рассматриваемый горизонт уже в мертвом состоянии и образуют лишь тапатоценоз, то при просмотре приведенного списка все же поражают однообразие, бедность и специфический отбор черноморских форм. Столь бедные биоценозы встречаются в современном Черном море лишь перед устьями лиманов, а также местами в Тендровском и Егорлыцком заливах [85, 117]. Все это указывает, что в эпоху образования нижнего горизонта Черное море в районе развития современного фазеолипового биоценоза имело и меньшую глубину и меньшую соленость.

Второй горизонт заключает в себе наиболее типичную для древнего мидиевого ила фауну. В табл. 21 дан список видов моллюсков, найденных в фазеолиновом иле и в двух верхних горизонтах древнечерноморских отложений при изучении упомянутых выше 12 образцов.

Просматривая ее, можно убедиться, что фауна древнего мидиевого ила нашей области складывается в основном из очень малого числа видов (табл. V). На первом месте здесь стоят *Mytilus galloprovincialis* и *Hydrobia ventrosa*, встречающиеся массами. Раковины *Mytilus* часто переполняют породу, образуя прослой ракушечника, особенно в основании древнего мидиевого ила; по общему характеру они несколько отклоняются от известных для Черного моря вариететов *Mytilus galloprovincialis*. Чрезвычайно характерна для древнего мидиевого ила *Syndesmya ovata*, не образующая массовых скоплений, но присутствующая во всех изученных нами образцах. Выше переходного горизонта вид этот не поднимается, а часто исчезает, даже не заходя в этот горизонт. Из других видов в значительном числе экземпляров почти на всех станциях встречаются *Macra subtruncata*, *Cardium exiguum*, *Cardium edule* и *Cylichnina variabilis*. Остальные виды были встречены в ограниченном числе экземпляров на одной-двух станциях; из них *Meretrix rudis* var. *simplex*, *Venus gallina* var. *minor* и *Rissoia euxinica* были найдены только непосредственно над переходным горизонтом.

Биоценоз древнего мидиевого ила совершенно чужд дну современного открытого Черного моря. Чтобы сделать более ясными его отличия от биоценоза современного мидиевого ила, мы приводим в табл. 21 также список видов, найденных М. А. Баталиной в трех изученных образцах мидиевого ила. Несмотря на то, что число образцов древнего мидиевого ила в четыре раза превышает число образцов современного, в первом найдено 15 видов, тогда как во втором 28. Кроме того, целый ряд видов, широко распространенных в современном мидиевом иле, в древнем или вовсе отсутствует или принадлежит к числу редких форм. Обратные соотношения имеют место для *Syndesmya ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Rissoia venusta*, которые характерны для древнечерноморских отложений.

Таблица 21

Фауна современных и древнечерноморских отложений
в области развития фазеолинового ила¹

Наименование видов	Фазеолиновый ил	Переходный слой	Древний мидиевый ил	Современный мидиевый ил (по трем станциям)	Наименование видов	Фазеолиновый ил	Переходный слой	Древний мидиевый ил	Современный мидиевый ил (по трем станциям)
<i>Macra subtruncata</i> var. <i>triangula</i> Ren.	5	5	3	5	<i>Syndesmya alba</i> Wood.				
<i>Meretrix rudis</i> Poli var. <i>simplex</i> Mil.	—	4	2	4	var. <i>pontica</i> Mil.	5	4	—	3
<i>Venus gallina</i> L. var. <i>iminator</i> B. D. D.	—	—	1	2	<i>Cardium simile</i> Mil.	5	2	—	4
<i>Syndesmya ovata</i> Phil.	—	—	4	—	<i>C. paucicostatum</i> Sow.				
<i>Cardium exiguum</i> Gm. var. <i>ovata</i> Mil.	3	5	4	4	var. <i>impedita</i> Mil.	1	—	—	4
<i>C. edule</i> L.	3	3	4	4	<i>Modiola phaseolina</i> Phil.	6	3	—	1
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	3	4	6	5	<i>Calyptrea chinensis</i> L.				
<i>Mytilaster lineatus</i> Gm. var. <i>pontica</i> Mil.	—	—	3	—	var. <i>poli</i> Sc.	3	4	—	4
<i>Cylichna variabilis</i> Mil.	4	4	4	3	<i>Nassa reticulata</i> L. var. <i>modesta</i> Mil.	—	2	—	4
<i>Odostomia rissoiformis</i> Mil.	2	2	2	3	<i>Trophonopsis beviatus</i> Jeffr.	5	1	—	1
<i>Rissoia euzinica</i> Mil.	3	—	1	3	<i>Rissoia venusta</i> Phil.				
<i>R. euzinica</i> var. <i>deveza</i> Mil.	3	3	2	2	var. <i>pontica</i> Mil.	1	—	—	—
<i>R. venusta</i> Phil. var. <i>semicostata</i> Mil.	1	1	2	—	<i>R. splendida</i> Eichw.	3	—	—	—
<i>Cerithidium submamillatum</i> R. et P.	5	5	2	4	var. <i>vesiculosa</i> Mil.	2	—	—	—
<i>Hydrobia ventrosa</i> Mtg.	—	—	6	—	<i>R. splendida</i> Eichw.				
<i>Parthenia tenuistriata</i> Mil.	1	—	—	2	<i>Biforina perversa</i> L. var. <i>adversa</i> Mtg.	—	—	—	—
<i>P. fenestrata</i> Frbs.	—	—	—	3	<i>B. perversa</i> var. <i>parva</i> Mil.	—	1	—	1
<i>Cerithium reticulatum</i> Dac. var. <i>exilis</i> Eichw.	—	—	—	3	<i>Tapes discrepans</i> Mil.	—	1	—	1
<i>Cerithopsis tubercularis</i> Mtg.	—	1	—	—	<i>T. proclivis</i> Mil.	—	1	—	1
					<i>Gouldia minima</i> Mtg.	—	1	—	1
					<i>Parthenia costulata</i> Mil.	—	—	—	3
					<i>Scalaria communis</i> Lk.				
					var. <i>annulata</i> Mil.	—	—	—	3
					<i>Parthenia indistincta</i> Mtg.	—	1	—	—
					<i>P. emaciata</i> Brus.	—	1	—	—

Фауна третьего горизонта, отделяющего древний мидиевый ил от современного фазеолинового, характеризуется, как показывает табл. 21, уменьшением числа *Mytilus*, исчезновением *Syndesmya ovata* и появлением ряда видов, встречающихся в фазеолиновом иле, в том числе *Modiola phaseolina* и др. В этом отношении она занимает промежуточное положение между фаунами подстилающих и покрывающих переходный горизонт слоев. С другой стороны, однако, фауна переходного слоя имеет и самостоятельное значение, так как в ней присутствует ряд видов, не найденных ни в древнем мидиевом, ни в фазеолиновом иле. По общему своему характеру она чрезвычайно близка к фауне современного мидиевого ила, в особенности более

¹ Цифры указывают степень распространения видов: 1—редкие, единичные экземпляры; 2, 3, 4, 5—промежуточные по количеству скопления раковин; 6—массовые скопления раковин.

глубоководных его разностей, и отличается от нее лишь большей бедностью. В этом можно убедиться, не прибегая к общим спискам фауны мидиевого ила и имея в виду только изученные станции; в 12 образцах переходного горизонта найдены 22 вида, а в трех образцах современного мидиевого ила — 28 видов.

От древнего мидиевого ила переходный горизонт отличается очень резко как по относительному разнообразию фауны, так и по присутствию *Modiola phaseolina*, *Syndesmya alba* и других видов, никогда не встречающихся в первом. Что касается отличий от фазеолинового ила, то они сказываются прежде всего в присутствии в переходном слое ряда форм, не встречающихся в фазеолиновом, и обратно. Кроме того, в фауне фазеолинового ила важнейшая роль принадлежит глубоководным формам, как-то: *Modiola phaseolina*, *Cardium simile*, *Trophonopsis brevatus*, а в промежуточном—таким представителям мелководной фауны, как *Mytilus galloprovincialis* и *Cardium exiguum*.

Для других мест столь подробного изучения фауны древнечерноморских отложений, подстилающих фазеолиновый ил, не производилось, но осмотр образцов показывает, что описанные горизонты имеют повсеместное распространение.

По целому ряду причин древние черноморские отложения в зоне развития современного мидиевого биоценоза известны нам значительно хуже, нежели в зоне фазеолинового.

Там, где современные мидиевые осадки представлены в глинистой фации, древнечерноморские слои состоят также из глин с прослоями раковин, количество которых больше, нежели в современных отложениях. Общая мощность черноморских отложений здесь настолько велика, что пробить их не удастся, и мы даже не знаем, доходил ли наш зонд до средней части древнего мидиевого ила или он останавливался в верхнем переходном горизонте. Изучение трех наиболее длинных колонок мидиевого ила, произведенное М. А. Баталиной [27], показало, что в нижней части образцов фауна несколько более однообразна, нежели в верхних. В северо-западном углу моря, где и современные, и древнечерноморские отложения представлены ракушечниками и имеют ничтожную мощность, трубка зонда легко доходит всюду до нововекшихских слоев. В основании черноморских ракушечников здесь легко выделяется горизонт, в котором, как и в зоне фазеолинового ила, раковины *Mytilus*, *Cardium edule*, *Syndesmya* и некоторых других черноморских видов встречаются совместно с нововекшихскими *Dreissensia* и *Monodacna*. Провести какую-либо определенную границу между древнечерноморскими и современными отложениями в лежащем выше слое мидиевого ракушечника, пока не изучена еще в деталях послойно его фауна, не удастся; учитывая чрезвычайно малую мощность слоя и не резкую, сравнительно, фаунистическую разницу древнего и современного мидиевого ила, трудно думать, чтобы вообще такую границу можно было установить. При исчислении мощности современных и древнечерноморских отло-

жений мы совершенно условно делим слой ракушечника на две равные части.

Очень хорошо выделяются древнечерноморские отложения в полосе ракушечников, которые замещают весь мидиевый ил, часть прибрежной песчаной зоны и часть фазеолинового ила у южного берега Керченского и Таманского полуостровов. Результаты послойного изучения фауны этих отложений сведены в табл. 22.

Таблица 22

Фауна древнечерноморских и современных отложений
в области развития ракушечников¹

Наименование видов	Древнечерно- морские слои	Современные отложения	Наименование видов	Древнечерно- морские слои	Современные отложения
<i>Tapes discrepans</i> Mil.	3	4	<i>P. fenestrata</i> Erbs.	3	3
<i>T. proclivis</i> Mil.	2	4	<i>P. costulata</i> Mil.	2	3
<i>Maetra subtruncata</i> (Da C.) .	4	5	<i>P. indistincta</i> Mtg.	2	1
<i>Meretrix rudis</i> Poli var. <i>simplex</i> Mil.	1	4	<i>Cerithidium submamillatum</i> R. et Pz.	4	4
<i>M. rudis</i> var. <i>ochropicta</i> Kryn.	1	2	<i>Cerithiopsis tubercularis</i> Mtg.	1	3
<i>Gouldia minima</i> Mtg.	1	4	<i>C. minimus</i> Brus.	1	3
<i>Gastrana fragilis</i> L.	1	2	<i>Hydrobia ventrosa</i> Mtg. . . .	5	5
<i>Syndesmya ovata</i> Phil.	5	—	<i>Raphiloma fuscatum</i> Desh. .	1	2
<i>Cardium exiguum</i> Gm. var. <i>ovata</i> Mil.	5	5	<i>Biforina perversa</i> L. var. <i>adversa</i> Mtg.	1	2
<i>C. edule</i> L.	5	5	<i>B. perversa parva</i> Mil. . . .	1	3
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lk.	5	4	<i>B. perversa obesula</i> Mtrs. .	1	3
<i>Ostrea taurica</i> Kryn.	2	4	<i>Turbonilla delicata</i> Mtrs. .	1	3
<i>Mytilaster lineatus</i> L. var. <i>pontica</i> Mil.	2	2	<i>Scalaria communis</i> Sk. var. <i>annulata</i> Mil.	—	2
<i>Calyptraea chinensis</i> L. var. <i>polii</i> Sc.	2	4	<i>Parthenia incerta</i> Mil. . . .	—	1
<i>Nassa reticulata</i> L. var. <i>modesta</i> Mil.	4	4	<i>Cerithiopsis euzinica</i> Mil. . .	—	2
<i>Cylichnina ovoides</i> Mil.	4	4	<i>Tapes lineatus</i> Mil.	—	3
<i>C. variabilis</i> Mil.	4	4	<i>T. rugatus</i> B. D. D.	—	2
<i>Odostomia rissoiformis</i> Mil. .	2	1	<i>Divaricella divaricata</i> L. . .	—	3
<i>Rissoia euzinica</i> Mil.	4	4	<i>Syndesmya alba</i> Wood. var. <i>pontica</i> Mil.	—	4
<i>R. euzinica</i> var. <i>devera</i> . . .	2	2	<i>Cardium simile</i> Mil.	—	3
<i>R. splendida</i> Eichw.	1	—	<i>C. paucicostatum</i> Sow. var. <i>impedita</i> Mil.	—	3
<i>R. splendida</i> v. <i>vesiculosa</i> . .	4	4	<i>Modiola adriatica</i> Lk.	—	3
<i>Parthenia tenuistriata</i> Mil. .	2	2	<i>Pecten ponticus</i> Lk.	—	4

Легко видеть, прежде всего, что фауна нижних частей ракушечников является менее разнообразной: внизу мы обнаружили 40 видов, а сверху 50. Далее *Syndesmya ovata* и здесь приурочивается только к нижним слоям, а *Syndesmya alba* только к верхним. Наконец, многие виды, особенно характерные для современных отложений, в древних или являются редкими, или вовсе отсутствуют. На первом месте здесь стоит *Pecten ponticus*, который

¹ Цифры указывают степень распространенности видов: 1—редкие, единичные экземпляры; 2, 3, 4—промежуточные по количеству скопления раковин; 5—массовые скопления раковин.

всюду встречается в верхней части ракушечника и вовсе отсутствует в нижней. Далее из четырех видов *Tapes* два, особенно распространенные в современных отложениях, в древних ракушечниках редки и в большинстве случаев встречаются только в виде очень мелких экземпляров; два других вида *Tapes*, а именно *T. lineatus* и *T. rugatus*, в древних ракушечниках вовсе отсутствуют. Затем, *Ostrea taurica*, раковины которой нередко переполняют современный ракушечник, в нижних частях наших образцов встречается очень редко, и то в виде очень мелких экземпляров. Из других видов следует отметить *Gouldia minima*, *Meretrix rudis* и *Divaricella divaricata*, которые во множестве встречаются в современных отложениях и очень редки в древних. Наконец, *Modiola adriatica*, *Cardium simile* и *Cardium paucicostatum*, часто встречающиеся в верхних частях колонок, в нижней части их совсем не были найдены. Все это делает очевидным, что нижние слои ракушечников образовались при иных гидрологических условиях, нежели верхние.

Неизвестными остаются древнечерноморские отложения в зоне прибрежных песков, где современные осадки вследствие их мощности не удается пробить зондом, тем более что трубка проникает в пески только на небольшую глубину.

Не представляется пока возможным решить, как выражены древнечерноморские слои в лиманах. Мы видели выше, что под современными отложениями в лиманах и Евпаторийских озерах залегают породы с черноморской фауной, которые, в свою очередь, сменяются книзу пресноводными осадками. Эти последние частично должны относиться еще к новоевксинской эпохе, но вполне возможно, что часть их представляет также осадки древнечерноморского времени. В конце последнего лиманы, по всей вероятности, уже осолонились, и слои с черноморскими моллюсками мы можем относить ко второй половине древнечерноморской и к первой половине современной эпохи.

При переходе к зараженным сероводородом глубинам Черного моря мы теряем палеонтологический критерий, позволяющий при изучении отложений мелководной области безошибочно отделять древнечерноморские отложения от современных.

Из описания образцов, которые приведены в главе I, видно, что в глубоководной области между новоевксинскими и современными отложениями располагается комплекс осадков, которые очень заметно отличаются от последних в петрографическом отношении. Мы видели выше, что характернейшей чертой глубоководных осадков современного Черноморского бассейна является обилие в них прослоек дрьюита и что наиболее оригинальные отложения этой области состоят из чередования тонких прослоек дрьюита, глин и сапропелевого вещества; серая глина и пески, которые встречаются в глубоководных отложениях, не представляют чего-либо особенного и петрографически мало чем отличаются от аналогичных мелководных образований. В слоях, которые отделяют на континентальном склоне и в средних частях Черноморской котловины новоевксинские отложения от

современных, кроме серых глин и песков, также встречаются топкослоистые осадки, но в них прослойки дрюнта отсутствуют, и аналоги глинисто-известкового и известкового ила состоят здесь только из чередующихся глинистых и сапропелевых прослоек. Серую глину с тончайшими прожилками сапропелевого вещества мы называем микрослоистой глиной, а ил, состоящий из перемежающихся весьма топких прослоек глинистого и сапропелевого вещества, — черным илом (табл. I—2, III—6).

Несколько чрезвычайно постоянных, распространенных почти по всей площади глубокого моря, известковых прослоек имеется в основании рассматриваемых отложений, но они состоят не из дрюнта, а из чрезвычайно характерных, очень мелких эллипсоидальных кристалликов CaCO_3 , то одиночных, то образующих двойники прорастания, то, наконец, срастающихся в мелкие друзы.

Совершенно естественно предположить, что рассматриваемый комплекс слоев представляет глубоководную фацию древнечерноморских отложений. Такое предположение находит серьезную опору и в некоторых палеонтологических фактах.

Мы видели выше, что древний мидиевый ил более богат остатками моллюсков, нежели современный мидиевый или фазеолиповый ил. В полном согласии с этим микрослоистая глина и черный ил (см. ниже) нижнего горизонта содержат неизмеримо больше эмбриональных раковин пелеципод и гастропод, нежели глинисто-известковый ил верхнего слоя.

Вторым существенным аргументом в пользу наших предположений является относительное богатство нижнего горизонта хлорофиллом. Д. М. Раузер-Черноусова [129, 197], изучавшая распространение последнего в черноморских отложениях, показала, что в 100 г воздушно-сухого черного ила нижнего горизонта содержится 75—100 мг хлорофилла, в то время как в 100 г известкового ила из верхнего слоя — всего 12 мг. Цифры эти являются очень показательными, если их сопоставить с результатами исследования мелководных глинистых отложений: в современном фазеолиповом иле Д. М. Раузер-Черноусова обнаружила 0.30—0.50 мг хлорофилла на 100 г осадка, в то время как в древнем мидиевом иле количество его доходит до 2.5—3.3 мг на 100 г породы. Учитывая, что нижний горизонт глубоководных отложений содержит больше органического вещества, нежели верхний, можно было бы думать, что увеличение содержания хлорофилла является простым отражением этого факта. Такое объяснение не выдерживает, однако, критики, так как количество органического углерода при переходе от известкового ила к черному возрастает в среднем в четыре раза, в то время как количество хлорофилла при этом увеличивается в шесть-восемь раз. Таким образом, приходится признать, что возрастание количества хлорофилла в нижних горизонтах черноморских отложений обуславливается биологическими особенностями среды, в которой совершалось накопление осадков; каковы могли быть эти особенности, мы рассмотрим в дальнейшем. Исходя из сказанного, мы считаем достаточно прочно обоснованным, что нижний,

не содержащий дрюитовых прослоек, горизонт глубоководных отложений представляет глубоководную фацию древнего мидиевого ила.

Уже из сказанного видно, что глубоководная фация древнечерноморских отложений весьма сильно отличается от мелководной. Отличия эти с одинаковой резкостью проявляются как в биологических, так и в литологических особенностях пород. С биологической точки зрения характернейшей особенностью глубоководных отложений является отсутствие остатков организмов, живущих на дне; в этом отношении они вполне сходны с глубоководными осадками современного Черного моря. Главная масса органических остатков, находимых в глубоководных илах, принадлежит планктону. Невооруженный глаз различает среди остатков планктона только бесчисленные эмбриональные раковинки моллюсков того типа, который был описан А. А. Борисяком [41] для планктона Черного моря. Очень часто эти раковинки почти сплошь усеивают плоскости напластования микрослоистой глины и черного ила, залегая то поодиночке, то в виде характерных скоплений, в которых легко узнать копролиты рыб. Микроскопическое исследование препаратов, приготовленных из глубоководных осадков, обнаруживает присутствие в них диатомей и мелких фораминифер. Кроме этих планктонных организмов, под микроскопом видны иглы губок, очевидно, занесенные волнами и течениями из мелководной области, а также пыльца хвойных растений, которая заносится ветром из окружающих море лесов. Очень часто встречаются в глубоководных отложениях и остатки пектоновых организмов в виде многочисленных, превосходно сохранившихся скелетов рыб. Наконец, следует отметить, что нередко попадаются кусочки древесины и, повидимому, целые стволы деревьев, которые зонд, врезавшись на несколько сантиметров, не пробивает.

В литологическом отношении глубоководные отложения отличаются от мелководных прежде и больше всего многообразной и чрезвычайно резко выраженной слоистостью. Последняя во многих случаях бросается в глаза при первом взгляде на образцы, так как в колонках отчетливо видны пласты разнообразного петрографического состава по несколько сантиметров и даже по несколько десятков сантиметров мощностью, иногда довольно правильно повторяющиеся несколько раз. Еще более характерной особенностью глубоководных отложений является правильное чередование очень тонких, нередко микроскопически тонких, слоев глинистого и сапропелевого вещества, число которых на протяжении одного сантиметра сухой колодки равняется нескольким десяткам, а в черном иле доходит даже до сотни.

В зависимости от толщины глинистых прослоев среди древнечерноморских глубоководных отложений можно выделить два основных типа, которые были названы А. Д. Архангельским [19, 21] микрослоистой серой глиной и черным илом.

Серая микрослоистая глина распространена в периферических частях глубоководной области и залегает почти исключительно в пределах коптинентального уступа. Здесь она во многих случаях составляет весь пласт древ-

печерноморских отложений сверху донизу, но иногда образует лишь часть этого пласта, чередуясь с прослоями серой песчистой глины, или переходя книзу в черный ил. По мере удаления от берегов микрослоистая глина постепенно переходит в черный ил, причем переход этот совершается раньше всего в нижних частях осадка; поэтому нередко встречаются случаи, когда нижняя часть древнечерноморских отложений состоит из черного ила, а верхняя еще состоит из микрослоистой серой глины.

В свежем виде рассматриваемый тип отложений представляет очень темную, вернее, черную, вязкую, пластическую глину, иногда с оливковым оттенком; при окислении глина светлеет и в сухом виде окрашена в серый и темносерый цвет. В сухом состоянии она отличается значительной плотностью, не растирается в пыль между пальцами и плохо размокает в воде.

Уже невооруженным глазом в образце глины различается тонкая слоистость, и она кажется исчерченной тончайшими параллельными линиями. При рассмотрении под лупой оказывается, что порода сложена из чередующихся тончайших прослоев черного сапропелевого и серого глинистого материала, причем основу ее образуют глинистые прослои, а сапропелевые имеют лишь подчиненное значение. Количество прослоев на единицу длины колеблется в зависимости от того пункта, где взята колонка; в более прибрежных участках дна оно равно в среднем 15—20, в более отдаленных 40—50 на 1 см. Соответственно изменяется и толщина прослоев. В более удаленных от берега пунктах, где порода начинает уже переходить в черный ил, для толщины слоев получены следующие цифры:

Глинистые прослои	от 0.05 до 0.10 мм
Сапропелевые »	от 0.01 до 0.02 „

Изучение шлифов микрослоистой глины показывает, что темнокоричневые сапропелевые прослойки никогда не тянутся ровным непрерывным слоем, сохраняющим на всем протяжении одну и ту же мощность. Наоборот, они разорваны на небольшие изогнутые куски, которые то касаются друг друга концами, то далеко расходятся; эти куски то вздуваются, то сильно утоняются, то резко ограничиваются от глины, то как бы постепенно переходят в нее; часто они бывают окружены кольцом бесформенных буро-желтых пятен. Между этими неправильно волнистыми прослойками органического вещества располагается также неправильными прослоями глинистое вещество, более или менее богатое порошковатым CaCO_3 . Дрьюит то равномерно распределен в глине, то местами концентрируется в виде расплывчатых пятен, то, наконец, образует ясно оформленные комочки.

Описанная неправильность прослоев сапропеля в значительной степени обуславливается лишь сильным сокращением их объема при высыхании; в свежих образцах они имеют гораздо более правильную форму, но все же и здесь наблюдаются известная прерывистость и изменения толщины.

Распределение прослоев сапропеля в глине не отличается равномерностью. На ряду с участками, весьма однородными в этом отношении, встречаются другие, где заметно сгущивание прослоев, или же, наоборот, разрежение их против нормального. Это ведет к образованию неясной макрослоистости. Чрезвычайно интересно, что в более удаленных от берегов участках области распространения микрослоистой глины появляются уже резко отграниченные прослои серой неслоистой глины, имеющие по 5—10 см мощности. Здесь осадок приобретает уже определенно выражающую макрослоистость.

Приведенная характеристика породы основана на изучении средних частей слоя микрослоистой глины. В верхней и нижней частях его картина несколько меняется вследствие появления, кроме глинистых и сапропелевых, еще известковых прослоев. Вверху эти прослои состоят из характерных комочков дрыюнта, внизу — из микроскопических кристалликов, о которых мы говорили выше.

Черный ил приурочен к центральным, наиболее глубоким частям Черноморской котловины. В периферических частях области своего распространения он переслаивается с неслоистой серой глиной, а в средних последняя исчезает, и черный ил образует весь слой древнечерноморских отложений.

В свежем, насыщенном водой состоянии черный ил представляет совершенно черную вязкую, желеобразную массу, по консистенции ничем не отличающуюся от озерного сапропеля. При потере значительной части воды ил становится, как и озерный сапропель, упругим, резиноподобным, а при полном высыхании превращается в темносерую или черную, не размокающую в воде и очень твердую, каменистую, с трудом режущуюся породу. Объем осадка при высыхании очень сильно уменьшается; процесс потери воды совершается очень медленно.

Со стороны текстуры черный ил очень похож на микрослоистую глину в том отношении, что подобно ей состоит из чередующихся слоев серой неслоистой глины и сапропелевого вещества. Отличием его является малая толщина глинистых прослоев, которые уже не преобладают над сапропелевыми, но приблизительно равны им по толщине в сухих образцах и уступают в свежих. Толщина сапропелевых прослоев в изученных нами шлифах черного ила колеблется от 0.01 до 0.02 мм, а в глинистых — от 0.01 до 0.04 мм. В глинистых прослойках обычно бывают включены комочки дрыюнта, имеющие в среднем величину 0.03—0.1 мм. Морфологические особенности сапропелевых прослоев, их волнистость, извилистость, разрывчатость на куски и т. д. здесь те же, что и в микрослоистой глине.

Со стороны количественного состава черный ил характеризуется очень большим содержанием CaCO_3 ; имеющиеся в нашем распоряжении данные об основных компонентах черного ила сведены в табл. 23.

Результаты валового химического анализа черного ила даны в табл. 24.

Из схемы распространения отложений древнечерноморского времени (фиг. 14) видно, что микрослоистая глина и черный ил в чистом виде

запимают на дне бассейна сравнительно ограниченные площади. На остальном пространстве стрессные глубоководных древнечерноморских отложений осложняются присутствием прослоев серой песчистой глины и отчасти песка,

которые, чередуясь с черным илом, ведут к образованию смешанного макрослоистого типа осадков.

Легко видеть, что черпый ил вполне соответствует известковому илу современных отложений, а микрослоистая глина — глинисто-известковому илу и отличаются от них лишь выпадением прослоев дрыюита.

Древнечерноморская глубоководная песчистая серая глина ничем не отличается от такой же серой глины современных глубоководных черноморских отложений. Здесь мы отметим только основные черты этого типа осадка.

Таблица 23

Основные компоненты черного ила

№ станции	Остаток от прокаливания (без CaO карбонатов) в %	CaCO ₃ (по CO ₂) в %	Углерод органического вещества в %
142	64.33	10.27	10.58
145	65.62	14.23	8.65
529	43.24	6.29	20.32
528	51.30	11.92	17.37
498	54.16	21.92	13.53
108	64.1	9.99	12.16

Таблица 24

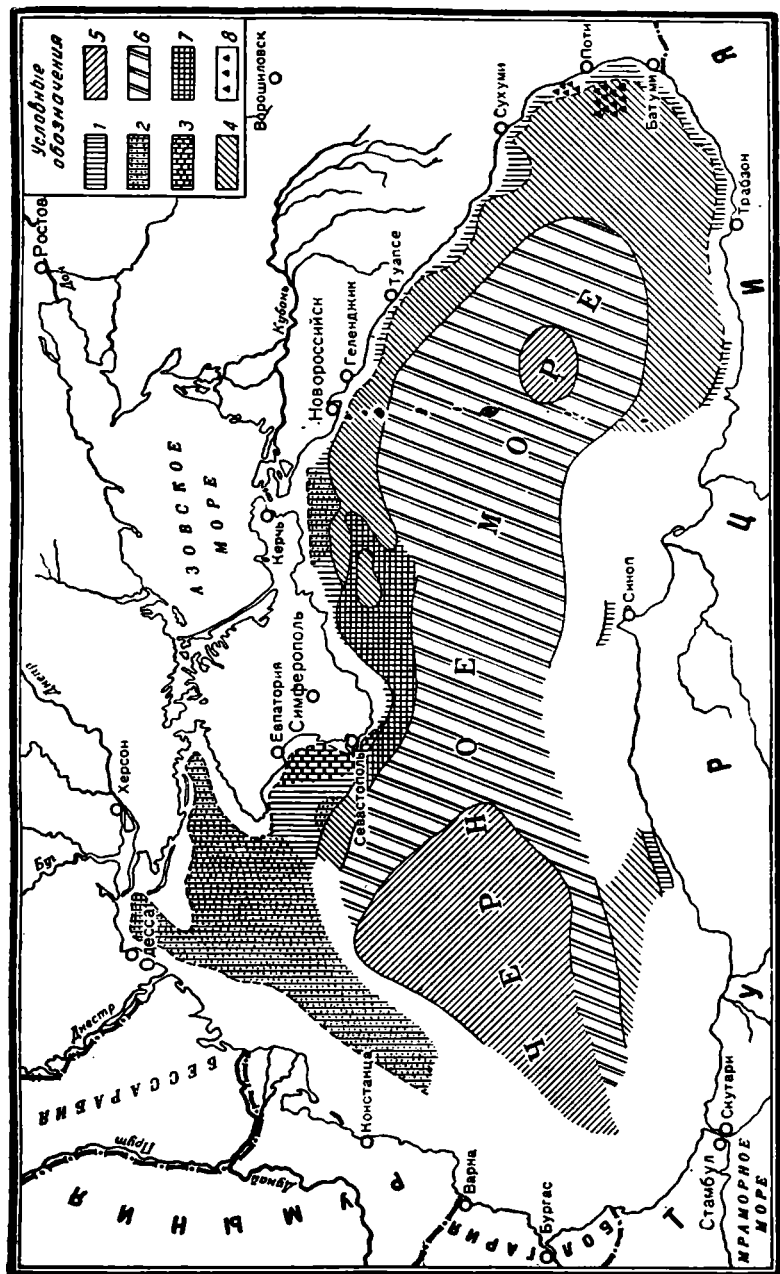
Валовой анализ черного ила станции 728 (в %)

SiO ₂	25.84	SO ₃	1.47
TiO ₂	0.07	S	1.50
Al ₂ O ₃	6.87	Cl	4.65
Fe ₂ O ₃	1.70	CO ₂	2.28
FeO	4.51	H ₂ O при 110°	6.86
MnO	следы	Потеря при прокаливании	31.51
CaO	3.97	Сумма	102.12
MgO	2.45	O=Cl ₂	1.06
Na ₂ O	6.68	O=S	0.75
K ₂ O	1.80	Сумма	100.31
P ₂ O ₅	следы		

Серая неслоистая глина резко отличается от описанных ранее типов древнечерноморских глубоководных отложений отсутствием столь характерной для них тонкой слоистости. Органическое вещество, от послойного расположения которого зависит это свойство, присутствует в достаточном количестве и в серой песчистой глине, но оно распределено здесь равномерно, диффузно среди глинистых частиц, составляющих главную массу осадка. Столь же равномерно распределен в глине и порошок дрыюита, и вследствие этого рассматриваемый тип глубоководных отложений отличается от остальных чрезвычайной однородностью своего сложения: на светлосером фоне глины глаз различает лишь очень мелкие черные точки и неясные расплывчатые пятна более светлой окраски, указывающие на некоторую концентрацию дрыюита.

Мы не станем рассматривать здесь отложения песков, прослойки которых значительно чаще встречаются среди глубоководных древнечерномор-

ских отложений, нежели среди современных, так как эти глубоководные пески подробно были нами рассмотрены при описании современных черноморских осадков.



Фиг. 14. Схема распределения осадков Древнечерноморского бассейна.

1 — древесный материал; *2* — древесноволокнистые плиты; *3* — древесные материалы из опилок и стружки; *4* — микроцементная глина; *5* — черная глина; *6* — перелом черного мала и серой глины; *7* — подложка отступая древотермических отложений (искусственные опалывания); *8* — древесно-карбонизированные грунтообразующие пески.

Нам остается упомянуть, что для всех типов глинистых и глинисто-сапропелитовых древнечерноморских отложений чрезвычайно характерно присутствие мелких шариков пирита; гидротроилит встречается сравнительно редко.

Бедность глубоководных древнечерноморских отложений дриунтом едва ли представляет первичный признак этих осадков. Не подлежит сомнению, что находившийся в них ранее порошкообразный CaCO_3 подвергся частично растворению под действием богатых углекислотой иловых вод. Одна часть его выпала вновь из раствора в основании слоя черноморских отложений в виде описанного выше кристаллического кальцита, другая же послужила причиной изменения состава поглощенных оснований ила.

Характер фауны и описанные сейчас свойства осадков Древнечерноморского бассейна дают возможность составить вполне отчетливое представление о его физико-географических особенностях.

Размеры Древнечерноморского бассейна, повидимому, весьма мало отличались от современных (фиг. 14). Такое положение достаточно доказывается тем, что как бы близко к берегу ни брались образцы, под слоем черноморских отложений, если его удастся пробить, неизменно вскрываются нововексинские породы. При значительной мощности прибрежной фации современных осадков достичь их основания, к сожалению, обычно не удается, и потому у нас не имеется сведений о залегании древнечерноморских осадков в прибрежной полосе, ширину которой можно оценить приблизительно от пескольных (6—8) километров до пескольных десятков (30—40) километров в зависимости от района.

Что касается глубины древнего Черного моря, то изменения фауны, которые совершались в течение древнечерноморского времени в области распространения современного фазеолинового ила, определенно показывают, что в пределах прибрежной абразионной террасы глубина не оставалась постоянной. В начале рассматриваемой эпохи глубина здесь едва ли превышала 30, максимум 50 м и лишь к концу достигла современной величины; прилегающий к континентальному уступу край террасы медленно, но непрерывно опускался. В гораздо меньшей степени опускания эти ощущались близ берегов, но все же мы имеем факты, доказывающие, что они имели место и здесь и сопровождались некоторым расширением террасы и абразией суши.

Об этом с достаточной определенностью говорит тот факт, что у южного берега Керченского полуострова, в 3 км от мыса Чауды, на 23 м глубины нововексинские отложения отсутствуют, и верхний горизонт древнечерноморских осадков налегает непосредственно на палеогеновые породы. Здесь мы имеем совершенно ясно выраженное трансгрессивное залегание древнечерноморских осадков.

Происходили ли в древнечерноморское время опускания в области континентального уступа, мы не знаем. Отсутствие осадков с донной фауной древнечерноморского типа ниже изобаты 170 м показывает, что сбросы в эту эпоху во всяком случае не распространялись на область абразионной террасы.

Соленость Древнечерноморского бассейна в начале его существования, как мы видели выше, была значительно меньше современной и в дальнейшем постепенно увеличивалась.

В отношении газового режима древнее Черное море мало отличалось от современного. Можно думать, что в начале сероводородная поверхность лежала даже на значительно меньшей глубине, нежели теперь.

Столь же большое сходство между обоими бассейнами существовало и в характере отложения осадков. Послойное расположение глинистого и сапропелевого веществ в глубоководных отложениях мы можем объяснить, как это было сделано в отношении современного Черного моря, лишь сезонными колебаниями в поступании на дно терригенного материала.

Нам остается сказать несколько слов относительно изменения фауны в течение древнечерноморского времени. В основном процесс этот сводится к постепенному, медленному увеличению числа средиземноморских видов, вследствие чего фауна Древнечерноморского бассейна делается с течением времени все разнообразнее, пока не приобретает современного черноморского характера. Параллельно с этим под влиянием увеличения глубины и солености происходят своеобразные перемещения биоценозов. Мы видели выше, что биоценоз современного мидиевого ила, или очень близкий к нему, в древнечерноморское время занимал почти всю площадь прибрежной абразионной террасы. По мере опускания дна он должен был отступить ближе к берегу, а на освобождавшихся участках развился биоценоз современного фазеолинового ила. Можно думать, что аналогичные перемещения фауны происходили и в более близких к берегу участках дна.

Если не подлежит сомнению, что по числу видов современная черноморская фауна богаче, разнообразнее древнечерноморской, то мы имеем много оснований думать, что по числу особей древнечерноморская фауна значительно превосходила современную. Особенное обилие донного населения в древнем Черном море сказывается прежде всего в том, что количество раковин в древнем мидиевом иле значительно превосходит количество их в современных отложениях. В полном соответствии с этим стоит исключительное обилие эмбриональных планктонных раковин моллюсков в микро-слоистой глине и черпом иле глубокого моря, которые в этом отношении очень резко отличаются от современных глубоководных осадков.

Исследования Д. М. Раузер-Черноусовой [129] показывают, что древнее Черное море было значительно богаче и растениями, особенно фитопланктоном. Это с полной очевидностью вытекает из табл. 25, в которой сведены результаты послойного определения хлорофилла в двух образцах мелко-водных отложений (ст. 169 и 117) и в одном образце глубоководных (ст. 38).

Обилие фитопланктона выражается, кроме того, в существовании описанных выше трепельных прослоев у берегов юго-западного Крыма, которые составлены, главным образом, из остатков планктонных форм (*Coscino-discus*).

Древнее Черное море по богатству планктоном, повидимому, приближалось к Азовскому, с которым оно имело много общего и по относительно малой солености воды.

Таблица 25

Содержание хлорофилла в отложениях Черного моря

Описание станций	Глубина от поверхности дна в см	Количество хлорофилла в мг на 100 г воздушно-сухого осадка
Ст. 169		
1. Фазеолиновый ил	8— 16.5	0.29
2. Переходный слой от фазеолинового ила к древнему мидиевому	45— 48.5	0.19
3. Древний мидиевый ил	60— 62	2.50
4. » » »	98—100	1.20
5. Новоевксинская глина	100—102	0.26
6. » » »	109—111.5	0.02
Ст. 117		
1. Фазеолиновый ил	4— 2	0.51
2. » » »	13—14	0.43
3. Древний мидиевый ил	15.5—16.5	0.50
4. » » »	37—38	3.31
5. » » »	52—53	2.51
6. Новоевксинская глина	51.5—60.5	0.44
7. » » »	74—75	0.66
Ст. 38		
1. Известковый ил	20	11.91
2. Черный ил	70—74	74.99

Г л а в а VIII

ОПОЛЗНИ ОСАДКОВ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ СКЛОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Как было упомянуто выше, в области континентального склона часто наблюдаются следы оползания осадков. На схеме распределения осадков (фиг. 7) в области континентальной ступени у крымских и кавказских берегов выделяются узкие полосы, в которых современные отложения отсутствуют, и на поверхность дна выходят непосредственно более древние четвертичные и плиоценовые породы. Явление это в огромном большинстве случаев объясняется не тем, что здесь почему-либо осадки не отложились, а тем, что они после своего отложения были удалены оползнями или оплывами.

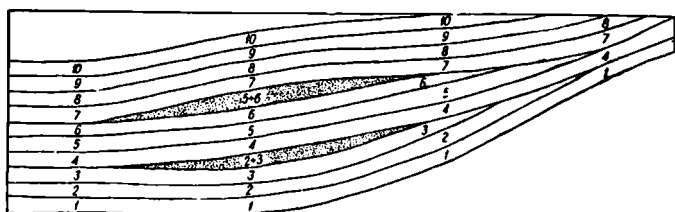
Оползание осадков на дне моря уже давно известно в ископаемом состоянии, но для современных морей оно доказано впервые зондировками «Первого мая» [25].¹ Сущность этого явления, как она выяснена работами Гейма

¹ Там же см. литературу по данному вопросу.

[184] и других геологов, заключается в том, что тонкие илстые отложения при достаточном уклоне поверхности дна легко срываются со своего основания и сползают вниз по склону. При этих движениях пластичные слои ила претерпевают сложную дислокацию, сминаясь в складки, раздробляясь на куски и иногда перетираясь в почти однородную неслоистую массу, в которой лишь местами сохраняются обрывки первоначального осадка.

Непосредственным поводом к возникновению таких донных оползней или оплывин обычно считают толчки землетрясений. Наибольшее распространение донные оползни, по мнению Гейма, особенно тщательно изучившего рассматриваемый вопрос, должны иметь в области континентальной ступени, где дно имеет особенно крутой уклон.

Слои оползшего дислоцированного ила, прекратив движение, могут перекрыть правильно горизонтально напластованные осадки, не изменившие



Фиг. 15. Схема расположения слоев после донных оползней и отложения оползшего материала; по Гейму [184].

Цифры обозначают нормальную последовательность слоев. На фигуре видно, что в области возникновения оползней число слоев может быть меньше нормального.

своего первоначального положения. Когда над этими оползшими и успокоившимися массами отложатся вновь горизонтальные слои ила и мы будем иметь возможность наблюдать всю эту пачку пластов в обнажениях, последние дадут нам весьма оригинальную картину дислоцированных слоев, расположенных между слоями педислоцированными. Многочисленные примеры таких обнажений описаны в американской, немецкой и отчасти русской литературе. Более подробные сведения по этому вопросу интересующиеся могут найти в специальной статье А. Д. Архангельского [25]. Указания на грандиозные обвалы и оползни, происходящие на дне моря в связи с землетрясениями, дает Ямасаки [189].

Рассматривая явления, которые должны возникать при оползании осадков на дне озерных и морских бассейнов, Гейм приходит к схеме [184], представленной на фиг. 15. В области возникновения оползней осадки могут или вовсе отсутствовать, или же, во всяком случае, число слоев здесь должно быть меньше нормального (*unterzählige Schichtung*), так как часть их оползла, соскользнула вниз по склону. В области отложения оползающего материала число слоев и мощность осадков должны быть больше нормальных (*überzählige Schichtung*); здесь, между прочим, может наблюдаться наложение более древних слоев, сползающих сверху, на слои более моло-

дые, оставшиеся на месте. За областью отложения оползших масс последовательность слоев остается нормальной.

Явления, обнаруженные зондировками на дне Черного моря, очень напоминают явления ископаемых оползней и вполне подтверждают предвидения Гейма о весьма широком развитии донных оползневых подвижек на дне современных морей. Гейм, между прочим, считал возможным предполагать, что при крайней подвижности илистых отложений оползни, начавшись на континентальном склоне, могут распространяться на чрезвычайно большое расстояние от места своего зарождения, достигая абиссальных глубин.

В мелководной области северо-западного угла моря, а также в районе континентальной террасы в остальных частях бассейна, обычно никаких нарушений правильности напластования осадков не наблюдается. Очевидно, наклон поверхности в этих участках дна слишком мал, для того чтобы илистые массы могли приходить в движение.

Единственный пункт, в котором в мелководных отложениях были встречены следы оползневых нарушений, находится близ Кавказского побережья, на половине расстояния между Поти и Батуми, на глубине 100 м. Современный фазеолиновый ил, имеющий 37 см мощности, построен здесь нормально. Ниже его располагается слой древнего мидиевого ракушечника (13 см), затем трепеловидная порода с *Mytilus* (35 см) и опять ракушечник из створок мидий. Верхняя граница трепела сильно наклонена, слои его измяты и раздроблены; отдельные куски трепела встречаются и в верхнем прослое мидиевого ракушечника. Какими местными особенностями обусловлены эти нарушения, мы не знаем. Вполне возможно, что рассматриваемая точка лежит на каком-либо местном крутом уступе или на какой-либо иного типа неровности.

С переходом в область континентального склона следы скольжения осадков делаются весьма многочисленными и разнообразными. Так как с наибольшими подробностями в этом направлении была изучена полоса дна, прилегающая к южному берегу Крыма, мы в первую очередь опишем наблюдающиеся здесь явления, повторив с некоторыми добавлениями то, что было сказано по этому поводу в нашей специальной статье [25], но не приводя всего фактического материала, который там опубликован.

Насколько распространены на континентальном уступе у южного берега Крыма оползания осадков, легко видеть из следующих цифр. В районе между меридианами мыса Херсонеса и мыса Меганомы из 100 имеющихся у нас с континентального склона образцов отложений 79, т. е. около 80%, обнаруживают те или иные следы нарушений первоначального напластования; в районе, лежащем восточнее меридиана Меганомы, процент образцов с нарушенным залеганием уменьшается приблизительно до 50% (28 образцов из 54).

С переходом в область ровного дна центральной части Черноморской впадины следы оползаний, по крайней мере близ Крыма, делаются весьма редкими.

Такое распределение следов допущих оползней в прикрымском участке дна определенно говорит о том, что в их образовании важнейшую роль играет степень уклона поверхности. Значение уклона дна для образования оплывин грунта особенно отчетливо иллюстрируется тем, что максимального развития явления оползания достигают к западу от меридиана Меганомы, где склон особенно крут; к востоку от него, где крутизна склона сильно уменьшается, падает, как мы сейчас видели, и число нарушений.

Вопрос о наименьшем угле наклона, при котором возможно скольжение осадков на дне моря, не раз поднимался в специальной литературе, но фактического материала для его решения, если исключить экспериментальные данные, которые очень трудно перенести в природную обстановку, до сих пор почти не было. Единственными достоверными указаниями в этом направлении были наблюдения Гейма на Цугском озере, где обширные подводные оползания осадков имели место при наклоне дна в $2^{\circ} 30'$. Совершенно очевидно, что считать этот угол минимальным, как это склоны, по видимому, делают некоторые геологи, нельзя, так как величина предельного угла должна варьировать в зависимости от характера отложений, от величины коэффициента внутреннего трения последних. В случае, описанном Геймом, скольжения происходили в песчаном иле, по видимому, лишенном тонкой слоистости и бедном сапропелевым материалом. Такого типа осадки, по всей вероятности, могут удерживаться на более крутых склонах, чем тот, на котором удерживается ил континентального склона в Черном море.

Сравнительно редкая сеть промеров не дает возможности составить точное представление о рельефе континентальной ступени, и нам приходится довольствоваться определением наклона поверхности по точкам, отстоящим на 4—5 км одна от другой. Такой материал, конечно, приходится признать крайне неудовлетворительным, но самое общее, приблизительное представление о характере наклона он все же дает, особенно в тех случаях, когда на больших протяжениях получается весьма пологая и правильная кривая падения. Такие случаи мы имеем к югу от Керченского полуострова. В этой области вызванные оползнями нарушения папастования имеют место при общем наклоне поверхности всего в $50'—1^{\circ} 30'$. Конечно, всегда можно думать, что на фоне этого общего слабого наклона имеются еще более резкие, вторичные, не охватываемые редкими промерами неровности и что оползания приурочиваются именно к ним. Общий характер склона делает это, однако, не вполне вероятным. Во всяком случае приходится допустить, что движения могут происходить и на очень пологих склонах.

Проявления скольжения в прикрымской части континентальной ступени весьма многочисленны и разнообразны. Наиболее легко бросаются они в глаза в тех случаях, когда черноморские осадки сползают полностью и на поверхность дна выходят непосредственно более древние слои. Можно было бы, конечно, предположить, что в этих пунктах черноморские осадки вовсе не отлагались, но такое предположение было бы очень плохо обосно-

вано. В некоторых случаях можно совершенно определенно доказать, что серые глины с евксинской фауной, залегающие теперь на поверхности дна, первоначально были прикрыты черноморскими отложениями. Особенно хорошо это видно на образцах ст. 313 (глубина 920 м). Верхняя часть колонки, полученной на этой станции, состоит из типичной новоевксинской светлосерой глины, в которую втиснуты куски черного и глинисто-известкового ила, то угловатые, то эллипсоидальные, похожие на гальки. В расстоянии 30 см от поверхности они исчезают, и глина на первый взгляд становится нормальной. При внимательном рассмотрении, однако, можно заметить, что она имеет довольно тонкую слоистость, и что слои образуют миниатюрную плоскую складку. На глубине 75 см мы опять встречаем в глине эллипсоидальный кусок черного ила. Ниже на 85 см идет довольно тонкослоистая серая глина с мелкими гастроподами и изредка с *Dreissensia*. Слои наклонены. Перемятость евксинских глин и наличие втиснутых в них кусков черноморских отложений показывают, что первоначально эти глины были покрыты черноморскими отложениями и лишились этого покрова вследствие оползаний.

Полное исчезновение черноморских отложений является наиболее ярким, но отнюдь не единственным проявлением допных оползней.

Частью в непосредственном соседстве с полосой полного отсутствия черноморских осадков, частью же вне видимой связи с нею на континентальном склоне были получены образцы грунта, отличающиеся от нормальных отсутствием древнечерноморских отложений.

Во многих пунктах современный глинисто-известковый ил налегает на новоевксинские слои без микрослоистой глины и черного ила, которые подстилают его в нормальных разрезах. При первом знакомстве с этим явлением мы были склонны объяснять его тем, что древнечерноморские осадки в рассматриваемых пунктах вовсе не отлагались. Дальнейшее изучение материала заставило, однако, решительно отказаться от этих предположений и признать, что и здесь мы имеем дело с явлением скольжения.

В 23 случаях из 32 известных, т. е. в 70%, в разрезах колонок, показывающих непосредственное налегание современных глубоководных отложений на новоевксинские, нельзя обнаружить никаких нарушений напластования.

В трех колонках (ст. 103, 117 и 200) глинисто-известковый ил наклонен под углом 5—10°, но в евксинской глине этого наклона заметить нельзя, что, впрочем, может объясняться почти полным отсутствием слоистости в этой породе. На ст. 105 наклон в 5—10° имеется как в глинисто-известковом иле, так и в новоевксинской глине, а на ст. 297 оба горизонта являются одинаково и притом очень сильно дислоцированными. На ст. 145 наклонены не только слои глинисто-известкового ила, но и граница последнего с каспийскими отложениями.

Весьма интересный разрез дает колонка ст. 118 (φ 44° 8' 5"; λ 33° 33'; глубина 1284 м). Слои глинисто-известкового ила, имеющего мощность в 6 см, залегают горизонтально, но контакт их с подлежащей поро-

дой наклонен под углом 50° . Ниже идет неслоистая светлосерая глина с *Caspia* sp., мощностью 47 см. На 15 см ниже верхней границы в глине проходит прослой мелкой гальки, а еще ниже гальки встречаются рассеянно. Глина разбита рядом параллельных трещин, наклоненных под углом 50° .

На ст. 200 ($\varphi 44^\circ 35.8'$; $\lambda 34^\circ 29'$) верхняя часть колонки (30.5 см) образована тонкослоистым глинисто-известковым илом, слои которого наклонены под углом 25° . Лежащая ниже новоевксинская глина пересечена под углом 50° трещиной, выполненной перетертой глиной. Выше трещины встречается много *Dreissensia rostriformis* var. *distincta*, а ниже — только *Micromelania caspia*. Очевидно, по трещине произошло вертикальное смещение. Общая длина столбика евксинской глины 71 см.

Приведенные сейчас примеры показывают, что в ряде случаев, когда глинисто-известковый ил непосредственно налегает на евксинские отложения, слои являются нарушенными, очевидно, вследствие оползания. Однако это не разъясняет еще причин отсутствия микрослоистых глин и черного ила. Ясными становятся они при изучении колонок со ст. 144, 137 и 68, которые заслуживают подробного описания.

Ст. 144 ($\varphi 44^\circ 7'.7$; $\lambda 33^\circ 49'$; глубина 568 м)

1. Тонкослоистый глинисто-известковый ил	см 14
2. Светлосерая, неслоистая глина с неясными прожилками песка и небольшими включениями пирита; на разных уровнях в нее включены обрывки микрослоистой древнечерноморской глины	20
3. Светлосерая, слегка желтоватая, отчасти песчанистая неслоистая глина, содержащая мелкие желвачки пирита, раковинный детритус и отдельные экземпляры <i>Caspia pallasi</i> и <i>Micromelania turricula</i>	66
4. Мелкозернистый кварцевый песок с примесью раковинного детритуса	2

Ст. 137 ($\varphi 44'$; $\lambda 33^\circ 40'$; глубина 1994 м)

1. Тонкослоистый глинисто-известковый ил	см 8
2. Серая неслоистая глина с примазками дрюнта	45
3. Тонкослоистый глинисто-известковый ил	25.5
4. Серая неслоистая глина с большим числом обрывков типичного древнечерноморского черного ила, а также гальками мелоподобного известняка, кварца и обломков раковин (<i>Micromelania</i> и др.)	11
5. Светлосерая плотная однородная неслоистая глина с большим количеством черных пятен и мелких желвачков пирита	20

Ст. 68 ($\varphi 44^\circ 21'.9$; $\lambda 33^\circ 15'.1$; глубина 1182 м)

1. Тонкослоистый глинисто-известковый ил	см 45.5
2. Серая неслоистая глина, переполненная кусками древнечерноморской микрослоистой глины	2
3. Светлосерая неслоистая глина с раковинным детритусом и редкими раковинками <i>Micromelania caspia</i>	43

Во всех трех описанных случаях на границе между современными и повоевксинскими отложениями залегает слой брекчиевидной породы, состоящей из перетертой евксинской глины, в которую вдавлены куски уничтоженных оползнями древнечерноморских микрослоистых глин и черного ила. На ст. 144 толщина этого пограничного слоя равна 20 см, на ст. 137 она уменьшается до 11 см и на ст. 68 не превышает 2 см. Вполне естественно предположить, что во многих случаях этот брекчиевидный слой совершенно выклинивается, и тогда имеет место обычный случай непосредственного наложения современных отложений на евксинские. Отсутствие брекчиевидного слоя может объясняться или полным уничтожением древнечерноморских осадков при скольжении по ним современных, или отложением последних на поверхности уже обнаженных предыдущими оползнями верхнеевксинских образований.

Распространение описанных сейчас нарушений правильной последовательности напластования весьма характерно. Наиболее часто встречаются они в пределах более крутой, западной части континентального склона, примыкающей и с севера и с юга к полосе выходов верхнеевксинских отложений. Полоса эта на меридиане Ялты является разорванной; в промежутке, разделяющем два не связанных в настоящее время ее участка, развиты только современные отложения, древнечерноморские же отсутствуют. Если выделить на карте область отсутствия последних, то в западной части склона она окажется значительно шире области отсутствия всего комплекса черноморских отложений и притом сплошной.

В восточном, пологом участке склона, для которого наблюдений имеется значительно меньше, нежели для западного, часть пунктов, где обнаружено отсутствие древнечерноморских отложений, также группируется поблизости от выходов повоевксинских слоев; другая часть этих пунктов как будто располагается полосой близ основания континентального склона.

В рассмотренных до сих пор случаях результатом оползаний грунта являлось частичное или полное уничтожение передвигавшихся слоев. Теперь мы обратимся к тем случаям, когда оползания вызывают дислокацию слоев и накопление материала.

В глубоководных черноморских отложениях вследствие их прекрасной слоистости оползневые дислокации бросаются в глаза при первом же взгляде на продольные разрезы колонок. На фиг. 16 приводятся фотографии некоторых из таких образцов.

Наиболее часто верхняя часть колонки, состоящая из переходного глинисто-известкового ила, является ненарушенной, и слои здесь залегают горизонтально. Перербитый, дислоцированный горизонт залегает или в нижней части глинисто-известкового ила, или, что бывает особенно часто, в подстилающей его древнечерноморской микрослоистой глине или черном иле; часто древнечерноморский ил является целиком дислоцированным, и от него сохраняются только следы в виде обрывков; наконец, нередко



Фиг. 16. Оползневые дислокации в черноморских осадках.

1 — угловатые и эллипсоидальные куски черного и глинисто-известкового ила, вдавленные в новоевксинскую глину (ст. 313); 2 — брекчия из угловатых и обтертых галькоподобных кусков черного ила, глинисто-известкового ила, микрослоистой глины; в нижней части — серая новоевксинская глина (ст. 311); 3 — брекчия из кусков глинисто-известкового ила между двумя ненарушенными слоями того же ила (ст. 313). Натуральная величина.



Фиг. 17 Дислокации в микрослоистой и серой глине.

1 — дислокации в слое микрослоистой глины (от. 501, слой 10, 1929); **2** — перетертая серая глина с кусочками черного ила (та же станция, слой 13); **3** — дислокации серой глины с известковыми прожилками и песком (от. 499, слой 2, 1929 г.). Натуральная величина.

дислокации захватывают и верхние части подстилающих черноморские отложения новоевксинских глин.

Характер нарушений весьма разнообразен. В простейшем случае ил в нарушенном горизонте оказывается сдавленным в мелкие и сложные складки. При более сильной дислокации осадок раздробляется на неправильные, острыебериые куски, располагающиеся под самыми разнообразными углами к их первоначальному положению, что прекрасно видно по направлению слоистости. Передко слои в пределах кусков также оказываются сдавленными в сложные мелкие складки.

Третий случай нарушений имеет место, когда в строении перетертого горизонта припимает участие уже не один слой осадка, а два или три; оползевая брекчия состоит при этом или из кусков современных, древне-черноморских и евксинских глин или же из совершенно перетертой неслоистой основной глинистой массы, в которую вкраплены те же куски. Особенно интересен случай, когда в массу неслоистой серой глины вкраплены мелкие кусочки черного ила, в большинстве случаев лежащие горизонтально (фиг. 16—2); изредка встречаются, однако, и кусочки, расположенные наклонно, или изогнутые.

В последнем, четвертом случае осадок является совершенно перетертым, и нарушенный слой представляет серую неслоистую глину, которую иногда очень трудно бывает отличить от неслоистых разностей нормальных черноморских и верхнеевксинских глин. На перетертость слоя указывают лишь очень мелкие кусочки сохранившего нормальную слоистость ила, разбросанные изредка кое-где в глине, да порою своеобразная, сложная струйчатость последней.

Чрезвычайно большой интерес представляет форма кусков ила, встречающихся в нарушенных слоях. В одних случаях они имеют совершенно острые, несглаженные ребра и углы, а в других представляют эллипсоидальные тела, ничем по форме не отличающиеся от галек. Образование последних вполне понятно, так как при трении куски насыщенных водой глин вообще очень легко принимают форму галек, что хорошо видно, когда приходится или кипятить, или продолжительно взбалтывать в воде куски глинистых осадков или глин. Часто, наконец, куски имеют клиновидную или яйцевидную форму.

Происхождение перебитых горизонтов в различных случаях несомненно различное. Когда они встречаются в нижних частях черноморских отложений и в особенности когда перебитость захватывает и подстилающие верхнеевксинские отложения, не может быть сомнения в том, что перебитый горизонт возник в результате перетирания при движении вышележащих черноморских слоев по евксинским глинам. Плоскость срыва и скольжения проходит в большинстве случаев в нижних частях древнечерноморских отложений, в черном иле или особенно богатых органическим веществом частях микро-слоистой глины. Эти сапропелевые слои, в силу своей маслоподобной консистенции, представляют плоскость наименьшего сопротивления, а при начав-

шемя движения играют роль смазочного материала, облегчающего скольжение.

Несомненно иное происхождение имеет перебитость слоев, которую мы наблюдаем на ст. 82, 328 и в верхней части колопки ст. 313. В двух первых случаях над нормально наслоенной микрослоистой древнечерноморской глиной залегает частью сильно перетертая евксинская глина, в которую втиснуты и обрывки современных отложений. Эти нарушенные слои в обоих случаях покрываются ненарушенным глинисто-известковым илом. Такие соотношения можно объяснить только продвижением скользящих с более высоких частей склона слоев; после оползания слои эти были прикрыты нормально отложившимся илом.

Еще более сложное строение имеет колонка ст. 313. Здесь, в основании древнечерноморской микрослоистой глины, евксинские осадки сложно дислоцированы и в них вдавлены гальки микрослоистых глин; горизонт этот представляет, очевидно, постель оползня. Второй перебитый горизонт располагается между нормально лежащими слоями глинисто-известкового ила. Как положение, так и структура его говорят о том, что мы имеем здесь дело с продвижением сползших сверху масс, которые были затем перекрыты нормальным осадком. Особенно хорошо видно это из того факта, что среди преобладающих угловатых кусков глинисто-известкового пла здесь изредка попадаются и округлые куски микрослоистой глины, представляющей более древнее образование.

Большого внимания заслуживает характер верхней границы дислоцированных слоев. В нашем материале она часто является очень резкой, и дислоцированные слои кажутся срезанными механически. Приято думать, что в случае донных оползней верхняя граница дислоцированных масс не должна быть резкой и перебитые слои должны постепенно переходить в покрывающие их ненарушенные; наши наблюдения, однако, не оправдывают этих предположений. Легко понять, что массы насыщенные водою еще пластичного ила после прекращения движения оползших масс должны быстро приобрести ровную поверхность; отлагающиеся на нее в дальнейшем осадки будут резко несогласно палегать на дислоцированный материал.

Описанный сейчас тип нарушений отличается от двух предыдущих тем, что в нем в большей или меньшей степени сохраняются оба горизонта черноморских отложений. Здесь процесс отложения в общем преобладает над процессом эрозии; в ряде случаев мы наблюдаем даже, что к нормально отлагающимся осадкам прибавляются слои, сползшие с верхних частей склона. В соответствии с этим находится и географическое распределение станций, на которых обнаружены были нарушения этого типа. Они сосредоточиваются или у верхней границы континентального склона, где оползни, повидимому, носят лишь зачаточный характер, или у основания склона, где движение сорвавшихся сверху масс прекращается и идет накопление оползневого материала. Если вспомнить приведенную выше схему Гейма, то два первые

из описанных типов падают на область *unterzählige Schichtung*; разобранный же сейчас случай представляет *überzählige Schichtung*.

До сих пор мы рассматривали исключительно явления скольжения черноморских осадков по поверхности повоевксинских глин. Нельзя, однако, думать, что допные оползни в Черном море ограничиваются лишь тонким слоем новейших отложений и не захватывают лежащие ниже более древние слои. Из приведенных выше описаний образцов видно, что дислокации нередко захватывают и евксинские слои. В дополнение к сказанному приведем еще несколько случаев нарушений евксинских отложений в полосе выходов их на поверхность дна.

На ст. 340 (глубина 670 м) наблюдалась сильная перебитость евксинских глин. В верхних и нижних частях колонки слои наклонены под углом до 45° , а в средней — горизонтальны; то же имеет место на ст. 182 (глубина 905 м), где в различных частях колонки наклон колеблется от 20° до 55° . Кроме того на ст. 87, 90, 147, 173, 188, 260, 261 наблюдались наклоны слоев, достигающие местами до 65° , а на ст. 201, 183, 207, 221, 249, 260 — трещины сбросов, частью выполненные брекчией трения.

Эти факты делают несомненным, что новоевксинские породы захватываются оползнями. Можно было бы думать, что дислокации здесь затрагивают лишь самые верхние слои новоевксинских глин, лежащие непосредственно ниже плоскости скольжения черноморских осадков, но в нашем распоряжении имеются указания и на то, что, по крайней мере местами, оползания захватывают значительно более мощные массы пород.

К югу от Судака и Мегапома, на ст. 224, 230, 232, 233, а также на меридиане середины Феодосийского залива, на ст. 278, были встречены галечники с нижеевксинскими и чаудинскими *Didacna crassa* и даже с прекрасно сохранившимися ископаемыми плиоценовых рудных слоев (*Phyllocardium* и *Plagiiodacna*). Глины, которые местами были добыты в этой области, резко отличаются от обычных черноморских и верхнеевксинских глин своей плотностью, благодаря чему даже тяжелая 4-метровая трубка Убекочерпаза проникает в них на глубину всего нескольких сантиметров. В одном образце таких глин найдена была фауна черноморского типа, относящаяся, по видимому, ко времени образования карагатской террасы.¹ Все это делает очевидным, что в рассматриваемых районах удалены не только черноморские, но местами и вся толща четвертичных отложений.

Таким образом участие в оползнях пород, которые подстилают черноморские отложения, является несомненным, но эти более крупные смещения не могут быть нами изучены подробнее за отсутствием фактического материала.

Когда после землетрясения 1927 г. «ненормальные грунты» были обнаружены на континентальной ступени вдоль южного берега Крыма, появление древних пород здесь было поставлено Е. Ф. Скворцовым в связь с этим землетрясением. Предполагалось, что «ненормальные грунты» выведены

¹ Подробнее об этом см. статью о крымских землетрясениях [24].

на поверхность сбросами, обусловившими последнее. Имеющийся в настоящее время материал показывает, что в действительности оползни осадков имеют на дне Черного моря чрезвычайно широкое распространение. Всюду, где только на континентальной ступени вдоль Кавказского и Малоазиатского побережий были произведены более подробные зондировки, были обнаружены следы оползней в виде выходов на поверхность древних пород или в виде межпластовых нарушений в колонках образцов. Описывать все эти нарушения мы не станем, так как ничего принципиально нового в них не имеется. При наличии изложенных фактов едва ли будет преувеличенным утверждение, что оползание осадков на дне Черного моря имеется всюду, где наклон поверхности дна становится хоть сколько-нибудь ощутительным, т. е. везде в области континентального уступа. Вполне вероятно, что почти везде на континентальной ступени имеются и выходы древних пород, обусловленные этими оползаниями.

Нам остается теперь выяснить, на какое расстояние от места возникновения оплывин распространяются по дну центральной впадины оползневые массы и на какое расстояние можно в глубоководной области проследить нарушения напластования, которые мы связываем с оползаниями. В специальной статье об оползнях [25] мы почти не касались этого вопроса, так как материала тогда для этого было недостаточно. В виду того, что наши знания относительно континентальных склонов и глубоководной впадины западной расширенной части Черного моря чрезвычайно несовершенны, мы принуждены при рассмотрении этого вопроса ограничиться средними и восточными частями моря.

В восточной расширенной части моря следы оползаний, повидимому, отсутствуют в пределах площади, ограниченной изобатой 2000 м, или встречаются только по ее окраинам. До указанной глубины они имеются даже в юго-восточном углу моря, где дно между изобатой 1500 и 2000 м, как мы видели выше, имеет чрезвычайно малый уклон.

В средней, суженной части моря, западнее меридиана м. Меганомы и Синоп, оползневые дислокации, как это ни изумительно, распространены, повидимому, больше чем на 100 км от берега, вплоть до наибольших глубин.

В первый раз слои перемятого известкового ила, залегающие между правильными горизонтальными пластами, были обнаружены и описаны нами еще в 1926 г. на ст. 498 (φ $43^{\circ} 36'$, λ $34^{\circ} 38'$; глубина 2213 м); в тот момент эти дислокации представлялись совершенно непопятными, по рейсы «Первого мая» в 1929 и 1930 гг. показали их чрезвычайно широкое распространение и сделали несомненной их связь с оползанием осадков на склонах. В виду исключительного интереса этих явлений, мы опишем ряд станций упомянутых рейсов подробнее.

В рейсе Севастополь — м. Язоп первые, ближайшие к Крыму, станции дали нормально напластованные осадки, но со ст. 501, расположенной на половине расстояния между Крымом и Анатолией, на глубине свыше 2000 м, приблизительно в 120 км от берегов, начались несомненные следы оползаний.

Ст. 501 (φ 43° 18'.9; λ 33° 15'.9; глубина 2220 м) . . .

ок

1. Раздробленный при ударе трубки лота и утративший свою слоистость переходный глинисто-известковый ил . . . 4
2. Серая неслоистая глина 44
3. Очень тонкий прослойка песка —
4. Тонкослойный глинисто-известковый ил 13
5. Черный ил 2.5
6. Серая неслоистая глина 24
7. Микрослойная серая глина с неправильной слоистостью и белыми точками карбоната 1.5
8. Тонкозернистый светлый песок, переслоенный черным илом; границы слоев последнего неровные, зубчатые . . . 2.3
9. Черный ил с правильной горизонтальной слоистостью . . 0.7
10. Сильно нарушенный слой микрослойной глины и черного ила, изображенный на фиг. 17—1, Граница со слоем 9 неровная; отдельные куски черного ила гли-
слоя 9 внедряются в подстилающую микрослойную
ну слоя 10. В верхней половине пласта слои ми-
крослойной глины очень сложно и тонко изогнуты
и обтекают втиснутые в нее кусочки и обрывки слоев
черного ила; в нижней половине такого перематия не
наблюдается, но слои имеют слабый наклон. Нижняя
граница пласта наклонена под углом в 30—35°. Здесь
совершенно ясно видно, что микрослойная глина сколь-
зила по нижележащей неслоистой глине слоя 11, причем
при скольжении образовались миниатюрные складки,
опрокинутые по направлению наклона основания . . 4.5—7.5
11. Наклонная полоса серой глины с неправильной, зуб-
чатой верхней границей; глина здесь внедряется в
ядра опрокинутых складок, о которых только-что гово-
рилось. Внизу глина, сложно изгибаясь, разорванной
скрученной полосой внедряется сантиметров на 5 в
подстилающий ее пласт —
12. Пласт этот состоит из коротких и длинных линз чер-
ного ила, то очень тонких, то более толстых, которые
обтекаются тончайшими прожилками серой глины.
Структура эта не оставляет сомнений в том, что пласт
совершенно перетерт 11
13. Неслойная серая глина с большим количеством кусоч-
ков черного ила. Последние на продольном разрезе
колонки обычно имеют форму миниатюрных линз, рас-
полагающихся горизонтально; собственная слоистость
черного ила в этих кусочках направлена иногда вер-
тикально. Изредка попадаются более крупные куски,
залегающие наклонно, и иногда изогнутые 42
14. Неслойная серая глина 12
15. Черный ил 5
16. Серая глина с линзовидными присыпками черного ила . . 4.5
17. Неслойная серая глина 10
18. Черный ил 6
19. Неслойная серая глина 2

20. Светлый тонкий тонкослоистый песок	2.5
21. Серая тонкослоистая глина	1.5

Следующая по направлению к Малоазиатскому побережью ст. 500 дала, несмотря на большую тяжесть трубки, колонку всего в 10 см длины; последняя состоит из вертикально поставленных слоев глины, песка и глинисто-известкового ила. Со ст. 499 удалось получить более длинную колонку (85 см).

Ст. 499 (φ 42°29'.5; λ 34°44'; расстояние от берега приблизительно 85 км)

	см
1. Вертикально-поставленные слои серой глины и песка	20
2. Серая неслоистая глина с известковистыми прослойками, смятая в крутые и очень сложные складки, среди которых местами зажаты неправильные участки довольно грубого желтоватого песка . .	
3. Желтовато-серый песок с обрывками серой глины	10
4. Три слоя серой неслоистой глины (по 4 см), разделенные прослоями переходного глинисто-известкового ила (по 1.5—2 см). Слои залегают горизонтально	18
5. Слои серого песка и серой глины, смятые в очень крутые складки	20

На ст. 490 (φ 42°12'.2; λ 34° 58'.1; глубина 1020 м) трубка вновь принесла всего несколько сантиметров серой неслоистой глины с прослойками дресвы, состоявшей из обломков раковин *Dreissensia*. Таким образом здесь черноморские отложения отсутствуют, и на поверхность дна выходят непосредственно верхнеевксинские отложения.

На ст. 489 (φ 42° 10'.2; λ 34° 57'.7) получен маленький образец серой глины, переполненный обломками раковин *Mytilus*; судя по характеру последних, они принадлежат к древнечерноморским видам, так что современные отложения и здесь отсутствуют.

Последняя проба по описываемой линии взята на 86 м глубины (ст. 487). Верхние 50 см полученной колонки и здесь состоят из серой неслоистой глины с очень большим числом раковин мидий древнечерноморского габитуса. В нижних 5 см образца вместе с редкими раковинами *Mytilus* залегает множество обломков, а иногда и целые раковины *Dreissensia*; кроме того, здесь встречен кусок твердого понтического или киммерийского песчаника с раковиной *Limnocardium*.

На линии Судак — м. Язон ст. 497 вскрыла только современные отложения, в которых следов оползневых дислокаций не обнаружено. Колонка представляет своеобразное повторение одного и того же комплекса — песок внизу и серая глина наверху.

Ст. 497 (глубина 1880 м)

см

1. Буровато-серая глина, равномерно окрашенная гидро- троилитом	16
2. Песок	0.1
3. Серая глина	12
4. Тонкое чередование песка и глины; как песок, так и глина содержат дрюит	4
5. Серая глина	19
6. Песок	3.5
7. Серая глина	13
8. Песок	4
9. Серая глина, внизу обогащенная комочками дрюита . .	6.5
10. Глинисто-известковый ил	1.5
11. Серая глина с комочками дрюита в нижней части . .	8
12. Глинисто-известковый ил	3.5
13. Серая глина; в основании гальки до 0.7 см диаметром . .	33

На следующей станции (в 60 км от ближайшего берега) трубка дошла до черного ила, с которого начинаются дислокации.

Ст. 496 (φ 44°07'. 8; λ 34°57'.9; глубина 2240 м)

см

1. Серая глина с тонким прослоем песка в средней части .	20
2. Глинисто-известковый ил	1.5
3. Серая глина	10
4. Глинисто-известковый ил	2
5. Серая глина с песком в основании	11
6. Серая глина с огромным количеством комочков дрюита; в верхней половине сильно обогащена органическим веществом	21
7. Известковый ил	1
8. Серая глина с комочками дрюита	8
9. Известковый ил	0.5
10. Серая глина, как в слое 8	10
11. Известковый ил	4
12. Серая глина, в верхней половине сильно обогащенная комочками дрюита	67
13. Микрослоистая глина, внизу с прослойками (0.4 см) черного ила	6
14. Серая неслоистая глина	10
15. Брекчия из обрывков черного ила с большим коли- чеством мелких обломков раковин; сбоку вдавлены изогнутая линза серого песка и полоса серой глины .	13
16. Серая неслоистая глина	18
17. Брекчия из кусков черной глины; сбоку проходит вертикальная полоса светлосерого песка	7
18. Темносерая глина	3.5
19. Микрослоистая глина	2

Ст. 495 ($\varphi 43^{\circ}35'.9$; $\lambda 34^{\circ}57'.7$; глубина 2100 м; (около 100 км от Малоазиатского побережья)

	см
1. Серая глина	28
2. Известковый ил с более глинистыми прослоями	—
3. Черный ил, внизу с известковыми прожилками	2.5
4. Серая глина с большим количеством обрывков черного ила	30
5. Брекчия из крупных округленных и деформированных кусков черного ила, включенных в серую глину	6.5
6. Серая глина с большим числом обрывков черного ила	12.5
7. Черный ил	2
8. Серая глина с редкими, мелкими кусочками черного ила	48.5
9. Черный ил	0.8
10. Серая глина	6.5
11. Черный ил, вверху сильно глинистый и содержащий прослойки серой глины	18.5
12. Черный ил	0.2
13. Оливково-бурая неслоистая глина с пятнами гидротроилита	13.5

В двух следующих станциях трубка не пробила черного ила и дислокаций не обнаружила.

Ст. 494 ($\varphi 43^{\circ}03'.8$; $\lambda 34^{\circ}57'.4$; глубина 2180 м; (около 90 км от Малоазиатского побережья)

	см
1. Известковый ил	10
2. Серая глина с многочисленными черными точками гидротроилита	25
3. Известковый ил	7
4. Серая глина, в нижней части содержащая точки гидротроилита	28
5. Серый тонкозернистый песок; нижняя граница наклонена	9
6. Серая глина, в большей части совершенно черная от присутствия гидротроилита	16
7. Известковый ил	2
8. Серая глина	13
9. Известковый ил	2.5
10. Серая глина	18
11. Известковый ил	1.5
12. Серая глина	8.5
13. Серовато-бурый мелкозернистый песок	7
14. Коричнево-серая глина с пятнами гидротроилита	11
15. Известковый ил	1
16. Глина, как в слое 14	7
17. Буроватый песок	2.5
18. Глина, окрашенная сплошь гидротроилом в черный цвет	6
19. Буроватый песок	4

20. Серая глина	4.6
21. Песок	5
22. Глина, как в слое 18	9.5

Ст. 493 (φ 42°42'.2; λ 34°57'.1; глубина 2147 м)

1. Глинисто-известковый ил	5	см
2. Серая глина	6	
3. Глинистый мелкозернистый песок	8	
4. Серая глина	5	
5. Глинисто-известковый ил	1	
6. Серая глина	15	
7. Известковый ил	1	
8. Серая глина	1	
9. Известковый ил	1	
10. Серая глина	5	
11. Песок	0.3	
12. Известковый ил	2.5	
13. Серая глина	3	
14. Глинистый слоистый песок	5	
15. Глинистый известковый ил	0.5	
16. Серая глина	6.5	
17. Глинистый слоистый песок	—	
18. Глинистый известковый ил	1.2	
19. Серая глина	3.5	
20. Чередование слоев серой глины и песка, сантиметра по 3 мощностью. В нижней части слои песка наруше- ны и глина втиснута между ними в виде линз непра- вильной формы	103	
21. Черный ил с прожилками дрякуита	0.8	
22. Серая неслоистая глина	5	

На ст. 491 (φ 42° 21'; λ 34° 56'.7; глубина 2250 м), несмотря на трехкратное опускание лота, трубка не захватила образца; дно, очевидно, состоит из твердых пород.

Какими причинами объясняется наличие дислокаций слоев в средней части глубоководной области, решить очень трудно. Что здесь оползавшие с прикрымского континентального уступа осадки должны были распространяться дальше к югу, нежели во всех остальных местах, видно уже из своеобразного распространения древних пород в районе, лежащем к югу от Судака и Меганомы. Во всех остальных случаях выходы евксинских и более древних пород протягиваются по континентальному уступу в виде узких, параллельных берегу полос, тогда как у Судака и Меганомы широкая полоса новоевксинских и более древних отложений идет поперек склона, уходя в глубокое море. Мы видим здесь следы какого-то огромного оползневого потока, совершенно уничтожившего современные отложения на континентальном склоне. Остаток эти оползшие массы могли уже только в пределах центральной глубоководной впадины.

На ненормально большом расстоянии уничтожены современные отложения и на континентальном уступе противоположной, малоазиатской окраи-

ны глубоководной области, причем здесь местами, как и у Судака, на дне моря выходят, повидимому, и понтические или киммерийские слои. В соответствии с этим и дислокации оползших слоев к северу отсюда, в пределах центральной котловины, имеют такую интенсивность, какой они обычно не достигают в других местах. Таким образом, мы имеем факты, доказывающие, что в среднюю полосу моря и с севера, и с юга спускались особенно мощные оползневые потоки, которые почти встретились друг с другом, достигнув тех глубин, о которых говорил в своей замечательной статье Гейм.

На весьма большом расстоянии от берегов (100—120 км) наблюдались оползневые дислокации и по линии промеров Вона — Сухуми (на ст. 407 и других).

Явления донных оползней для современных морских бассейнов изучены нами впервые, а потому остается совершенно неясным, представляет ли широкое развитие этих явлений на дне Черного моря нечто исключительное, или же это повторяется и в других морях. Так как подходящие условия в виде существования крутых уступов на континентальном склоне имеются и в других морских бассейнах, мы в праве ожидать, что оползание осадков имеет место всюду. Возможно, однако, что в Черном море существуют и специальные местные условия, особенно способствующие оползням. К числу таких условий следует отнести ярко выраженную слоистость отложений, облегчающую скалывание, и в особенности послойное расположение сапропелевого материала. Мы видели выше, что плоскости скольжения чаще всего совпадают с прослоями черного ила, и последний при оползании или вовсе выжимается, или же превращается в характерные брекчии. Это, несомненно, стоит в связи с консистенцией черного ила, который в свежем состоянии имеет вазелиноподобный характер и при движениях грунта играет роль смазочного материала, чрезвычайно облегчающего эти движения. Поскольку аналогичные осадки в большинстве других бассейнов неизвестны, мы в праве думать, что там оползни возникают с меньшей легкостью, чем в Черном море.

Глава IX

НЕКОТОРЫЕ СРАВНИТЕЛЬНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

Нам остается сделать некоторые выводы относительно геологического значения тех явлений, которые были описаны на предыдущих страницах. При разрешении этого вопроса мы ограничимся лишь самыми общими указаниями, так как подробное рассмотрение его должно составить тему специального исследования.

Начнем с той общей картины, которую дают нам осадки Черного моря. Мы видели выше, что Черноморская котловина в главной ее части располагается в геосинклинальной области, которая в настоящий момент, пови-

дному, начинает новый цикл своего развития; северо-западная мелко-подная часть моря уже выходит за пределы геосинклинали и располагается вдоль южной окраины Восточноевропейской платформы. Современный Черноморский бассейн, таким образом, отличается от плиоценовых и миоценовых морей юга этой платформы и Крымско-Кавказской области лишь размерами. С другой стороны, положение Черного моря сближает последнее и с некоторыми палеозойскими морями Восточной Европы, которые своими восточными частями располагались в Урало-Сибирской геосинклинальной области, а западными перекрывали Восточноевропейскую платформу (девон, антраколит). Если это так, то мы в праве ожидать встретить аналогии в распределении главнейших типов пород в отложениях всех этих бассейнов, и первое же знакомство с явлениями осадкообразования вполне оправдывает эти ожидания. Мы знаем, что на Восточноевропейской платформе отложения упомянутого возраста имеют сравнительно малую мощность и представлены, главным образом, а порою и исключительно, известняками; в геосинклинальных областях к известнякам присоединяются мощные толщи обломочных пород, которые иногда совершенно вытесняют известняки. Таким образом, в основном распределение осадков в геосинклинальных и платформенных областях в современную эпоху и в геологическом прошлом является одинаковым. В соответствии с этим, учитывая разобранные выше факторы осадкообразования, мы должны будем признать, что платформы и в прошлом представляли равнинные низменные пространства, в то время как в геосинклинальных областях имело место чередование глубоких впадин, часто занятых морями, и высоко приподнятых горных массивов.

Если эти общие выводы правильны, то мы можем среди отложений Черного моря встретить и такие типы осадков, которые являются особенно характерными для геосинклинальных областей и которые вне их встречаются редко или даже вовсе отсутствуют. Попытаемся выделить эти типы отложений.

Прежде всего здесь обращают на себя внимание те мощные толщи глинистых пород, весьма бедных ископаемыми, которые столь характерны для складчатых горных областей. Примером их являются майкопские олигоценые и спириалисовые миоценовые глины Северного Кавказа и Керченского полуострова, нижнеюрские сланцы Главного Кавказского хребта, древнепалеозойские сланцевые толщи Урала и Тянь-Шаня и т. д. Характерной особенностью этих пород является чрезвычайная бедность их органическими остатками, и это наводит на мысль, что они образовались в водоемах, зараженных сероводородом.

Большинство развитых у нас глинистых пород этого типа еще вовсе не изучено с рассматриваемой точки зрения, и потому определенного представления об условиях их образования мы составить не можем. Не исключена возможность, что в большинстве случаев отсутствие органических остатков в сланцах представляет явление вторичное. С большими сравнительно подробностями изучены в настоящее время майкопские олигоцен-

вые глины, причем совершенно точно удалось установить, что они являются гомологами глинистых глубоководных отложений Черного моря [20]. Мы встречаем в них и знакомые нам шарики пирита, и превосходно выраженную микрослоистость, благодаря которой при выветривании глины распадаются на тонкие пластинки, и, наконец, наблюдаем отсутствие остатков дошлых организмов при наличии скелетов рыб, насекомых, мелкого растительного мусора и иногда планктонных моллюсков (птеропод), которые попадали в глубины олигоценового моря из верхних слоев воды. Столь же близки к черноморским глубоководным отложениям и некоторые разности миоценовых «спириалисовых» глин Кавказа, в которых при отсутствии дошлых организмов имеются многочисленные остатки планктонных моллюсков (птероподы рода *Spiralis*, эмбриональные раковины двустворчатых). В спириалисовых глинах встречаются также прослои мергелей, по своей текстуре неотличимых от черноморского известкового ила.

Учитывая то обстоятельство, что аналогичные глинистые породы встречаются также в восточпокавказском верхнем миоцене и нижнем плиocene, мы вправе сделать вывод, что в жизни геосинклинальных областей и в прошлом неоднократно возникали морские бассейны, по своим гидрологическим условиям близкие к Черному морю и, в частности, имевшие в глубоких слоях воды сероводород. Это в свою очередь заставляет подозревать, что и упомянутые выше мезозойские и палеозойские глинистые сланцы могут при ближайшем рассмотрении оказаться гомологами глубоководных черноморских осадков. Это делает их чрезвычайно интересными объектами сравнительно-литологического исследования.

Среди рассматриваемых нами глинистых пород геосинклинальных областей нередко встречаются сланцы, весьма богатые органическим веществом и переходящие в горючие сланцы. Примером таких пород могут служить майкопские горючие сланцы Кавказа, граптолитовые сланцы различных горных областей и т. п. образования. Породы эти, подобно вмещающим их глинистым толщам, бывают обычно лишены остатков донных организмов и одновременно с этим нередко содержат огромное количество остатков пектона (рыбы) и планктона (граптолиты и др.). В отношении олигоценовых сланцев Кавказа можно считать доказанным, а в отношении других видов этого рода пород весьма вероятным, что мы имеем дело с образованиями, гомологичными древнечерноморскому черному илу. Сказанное отнюдь нельзя распространять на другие виды горючих сланцев, встречающиеся в морских отложениях, и необходимо иметь в виду, что аналогичные породы могли возникать в весьма разнообразных условиях. Так, в верхнеюрских отложениях Восточноевропейской платформы мы находим пласты горючих сланцев, которые образовались в средних частях мелководного Нижне-волжского бассейна века *Perisphinctes panderi* Orb. [145]. Органическое вещество этих сланцев обязано своим происхождением скоплению трупов донных организмов, которые частью погребались в месте их обита-

ния, частью же сносились в средние, сравнительно глубокие, участки бассейна волнами и течениями.

Второй группой пород, условия образования которых выясняются при изучении осадков Черноморского бассейна, является флиш. Как известно, этим именем обозначают своеобразный комплекс пород, свойственный геосинклинальным областям и состоящий из однообразного частого чередования глип или глинистых сланцев, песчаников и мергелей. Характернейшей особенностью флишевых образований является чрезвычайная бедность их органическими остатками; сами породы весьма часто бывают криво- или скорлуповато-слоистыми и содержат на плоскостях напластования разнообразные проблематические тела, которые известны под названием фукоидов. Среди черноморских отложений в осадках континентального склона вдоль Кавказского побережья мы находим комплекс слоев, чрезвычайно близких и даже почти тождественных характерным флишевым образованиям. Здесь имеет место то же тонкое чередование глинистых, мергельных и песчаных прослоев, которое характеризует флиш, и так же, как и во флише, эти породы лишены макроскопических органических остатков. Иногда среди них встречаются прослойки раковинной дресвы и даже попадаются припесенные с континентальной террасы цельные раковины моллюсков. В двух случаях на плоскостях напластования нам приходилось наблюдать образования, очень близко напоминающие фукоиды. Мы несколько не сомневаемся, что и по условиям своего образования рассматриваемые осадки являются гомологами, по крайней мере, части флишевых пород.

Из сказанного мы можем сделать вывод, что флишевые образования характеризуют окраинные части глубоководных геосинклинальных бассейнов там, где глубины очень близко подходят к высоким гористым берегам и отделяются от них лишь очень узкой континентальной террасой. В условиях Черного моря глубины заражены сероводородом, по это условие едва ли можно считать обязательным для образования флишевого типа отложений. Очень быстрое возрастание глубин в связи с быстрым накоплением осадков, вероятно, может также создавать условия, неблагоприятные для донного населения, и возникающие в таких условиях отложения могут быть очень бедны органическими остатками.

Для геосинклинальных областей часто отмечалась очень быстрая смена на коротких расстояниях мелководных образований глубоководными и обратно; это в ряде случаев заставляло сомневаться в действительно глубоководном характере тех или иных пород и казалось малопонятным.

На примере геосинклинальной части Черного моря мы видим, как быстро сменяется один тип отложений другим вдоль гористых берегов и какую узкую полосу занимают здесь осадки мелководной области. Если представить себе, что в будущем осадки Черного моря выйдут из-под воды, то процессы эрозии очень быстро уничтожат эту полоску мелководных отложений, и в ископаемом состоянии осадки геосинклинальной части нашего бассейна будут представлены исключительно глубоководными типами. Именно такие

соотношения наблюдаются в Крымско-Кавказской области для олигоцена (глубоководные майкопские отложения).

В толще только-что упомянутых майкопских отложений, а также, повидимому, во флишевых образованиях Черноморского побережья Кавказа нередко встречаются следы древних подводных оползней. Выше мы познакомились с условиями их образования в Черном море и могли видеть, что оползни приурочиваются к континентальному склону, для которого они представляют чрезвычайно характерное и распространенное явление. Это обстоятельство делает следы древних донных оползней чрезвычайно ценным сравнительно-литологическим признаком и заставляет обращать на них очень серьезное внимание при решении вопросов об условиях образования тех или иных осадочных пород. Подчеркнем, между прочим, что наличие следов оползней в майкопских и флишевых образованиях Кавказа подтверждает наши предположения о том, что мы имеем в них осадки континентального склона.

Далее необходимо отметить, что изучение процесса отложения осадков в Черном море дает чрезвычайно ценный материал для выяснения геологической роли течений. Не повторяя уже сказанного, мы лишь подчеркнем, что изложенный фактический материал обрисовывает эту роль совершенно иначе, нежели это делается некоторыми геологами, очень мало осведомленными в вопросах сравнительной литологии и в то же время берущими на себя смелость разрешать ее основные вопросы (Д. В. Наливкин). Деструктивная роль течений в черноморских условиях является ничтожной и даже вовсе не проявляется, и тем отчетливее сказывается их созидательная роль, проявляющаяся в смещении границ фаций и переносе тонких илистых обломочных частиц далеко за пределы их обычного распространения.

Наконец, изучение истории развития и современного состояния Черноморского бассейна дает чрезвычайно ценный материал для решения вопроса о происхождении основного свойства осадочных пород — их слоистости. Факты, с которыми нам в предыдущем пришлось познакомиться, показывают, что слоистость зависит от весьма разнообразных и порою очень сложных причин и отнюдь не является простым следствием перемещения береговой линии, как это стремится доказать М. М. Тетяев. Такое сугубо упрощенное понимание причин возникновения слоистости может оказать очень плохую услугу попыткам проникнуть в сущность процесса образования осадочных отложений.

Весьма ценный сравнительно-литологический материал дает нам и изучение химического состава осадков и тех химических превращений, которым они подвергаются. Вопросы эти будут рассмотрены в другой работе.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Глава I

МОРСКИЕ ТЕРРАСЫ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Из того, что было сказано в главе III первой части о возникновении Черноморской впадины, вытекает, что история Черноморской котловины в целом начинается с нижнего плиоцена, когда котловина эта составляла часть огромного Понтического озера-моря, имевшего слабо соленую воду и заселенного оригинальной понтической фауной, которая, по мнению Н. И. Андрусова, являлась прообразом фауны современного Каспия.

Подробно рассматривать плиоценовую историю Черноморского бассейна мы не станем, так как это сделано в недавних работах Андрусова [16, 17, 170], и остановимся только на немногих фактах, которые имеют большое значение для дальнейшего.

Первое, что следует здесь отметить, это особенности распространения плиоценовых отложений по периферии Черного моря. Они широко развиты на Кавказском побережье, на Таманском и Керченском полуостровах и по северо-западной окраине моря, но совершенно отсутствуют по южному берегу Крыма и по Малоазиатскому побережью. Это обстоятельство, в связи с нахождением у Крыма и Малой Азии плиоценовых ископаемых на дне моря, доказывает, что берег плиоценовых бассейнов в рассматриваемых местностях лежал в пределах современного моря и что, таким образом, с конца плиоцена размеры бассейна у Крыма и на юге несколько увеличились за счет абразии берегов и сбросовых опусканий.

Второе замечание касается солености плиоценовых бассейнов, занимавших область современной Черноморской котловины, отношения их к океану и характера населявшей их фауны.

Хорошо известно, что Черноморский бассейн почти до конца плиоцена, именно до конца куяльницкой эпохи включительно, был заселен вполне своеобразной понтического типа фауной; это делает несомненным, что воды его все время оставались слабо солеными и что связи его с Средиземноморским бассейном за все это время не существовало. До самого последнего времени казалось, что те же понтические или каспийские условия сохранялись в Черноморской области неизменными вплоть до четвертичного периода. Недавно, однако, Вассоевичем [44] на Таманском полуострове найдена была акчагыльская *Mastra subcaspia* Andr., а И. М. Губкиным

[61, 62, 63] впоследствии установлено, что акчагыльские ископаемые залегают здесь в верхних частях толщи песчано-глинистых пород, которые ранее считались лишенными ископаемых и назывались надрудными пластами. Еще позднее акчагыльские *Mastra* были обнаружены Эберзиным в надрудных слоях Керченского полуострова [159]. В свете этих находок, между прочим, делается понятным указание В. Д. Голубятникова [51] на присутствие акчагыльских *Mastra* в верхних частях «пontiческих» отложений низовьев Дона. Работой В. Н. Крестовникова [88] было раньше доказано, что нижние части надрудных слоев принадлежат еще к киммерийскому ярусу, а верхние относятся к куяльницкому. Над слоями с куяльницкими ископаемыми И. М. Губкиным и были найдены такие типичные акчагыльские формы, как *Mastra subcaspia* Andr., *M. carabugasica* Andr. и *Cardium dombra* Andr. Появление в верхнеплиоценовых отложениях северо-восточной части Черноморского бассейна *Mastra*, похожих на сарматские, и *Cardium*, весьма близких к *C. edule*, показывает, что бассейн в это время каким-то образом вступил в сообщение с морем более высокой солености. Принимая во внимание широкое распространение акчагыля в Каспийской области, естественнее всего предполагать, что его своеобразная фауна проникла на Тамань с востока. При этом, однако, вопрос о состоянии самой Черноморской котловины остается не вполне ясным, так как по периферии последней акчагыль нигде больше не известен.

Н. И. Андрусов давно уже отмечал, что фауна чаудинских слоев, заканчивающих плиоцен, очень мало связана с куяльницкой и что между ними должен существовать значительный промежуток, ничем пока не заполненный. Объяснить это можно, лишь приняв, что после куяльницкого века площадь, занятая плиоценовым Черноморским бассейном, очень сильно сократилась и что отложения этого времени залегают теперь почти всюду ниже уровня моря.

В самое последнее время Ильным [76, 77, 78] устанавливается в Гурии существование особой гурийской свиты, которая по его представлениям, заполняет пробел между куяльницкими и чаудинскими слоями. Гурийские слои характеризуются выпуклой *Didacna* с тупыми макушками, *Monodacna* (?) sp., *Dreissensia polymorpha*, *Micromelania*; в верхней части свиты встречаются килеватые формы, показывающие некоторое сходство с *Didacna* ex. gr. *crassa* Eichw. и *D. tschoudae* Andr. Если заключения Ильина о возрасте гурийских слоев правильны, то из них вытекает, что Черноморский бассейн и в акчагыльское время заселен был фауной pontического типа и сообщение с акчагыльским бассейном не повлияло на его соленость.

Систематическое рассмотрение истории Черноморской котловины мы начнем с чаудинского времени, которым, по Андрусову, заканчивается плиоцен. Раньше чем перейти к этому, мы считаем полезным дать краткую сводку того материала, который имеется по морским террасам четвертичного времени, включая сюда и чаудинскую; на достаточно хорошо известных по работам Андрусова и Григоровича-Березовского фактах относительно зале-

гация чаудинских, древнеевксинских и карангатских («тирренских») отложений у Судака и на Керченском полуострове подробно останавливаться не станем и ограничимся только кратким упоминанием о них и изложением некоторого нового материала, добытого исследованиями последних лет.

Обзор морских террас удобнее всего начать с Керченского полуострова, где они особенно типично развиты и хорошо изучены. На берегах Керченского пролива, по южному берегу полуострова в окрестностях мыса Карангат и Узунларского озера и близ Феодосии разрезы террасовых образований тянутся на целые километры и превосходно охарактеризованы палеонтологически. Изучение этих обнажений позволяет говорить о существовании пяти горизонтов террасовых образований.

Древнейшими из них являются отложения м. Чауды, послужившие Андрусову для установления чаудинского горизонта. Чаудинские слои залегают несогласно на олигоценовых глинах на высоте 20—25 м над уровнем моря [4, 5, 17, 31, 114, 142, 165, 170] и содержат обильную, но однообразную фауну, из которой наиболее характерными являются: *Dreissensia tschudae* Andr., *Didacna crassa* Eichw. и *Didacna baeri* Grimm, *Monodacna cazecae* Andr. Непосредственно соотношений чаудинских слоев со следующими за ними по возрасту древнеевксинскими наблюдать нельзя, но и изолированность их выходов, и общий характер фауны не оставляют сомнений в их большой древности.

Три следующие горизонта террасовых отложений, относящиеся уже к четвертичной системе, встречаются в обнажениях совместно, и потому их возрастные отношения легко определяются [4, 7, 9, 30, 31, 52, 53, 115, 123, 140, 141]. В окрестностях Чокракского, Узунларского и Коишского озер отчетливо видно, что нижнюю часть четвертичных террасовых отложений составляют слои с фауной каспийского типа, в которой руководящая роль принадлежит, по М. И. Соколову [140], *Didacna ponto-caspia* Pavl. (*D. crassa* auct.), *Dreissensia crassa* и *Corbicula fluminalis*.

Отложения эти названы были Андрусовым евксинскими. Под этим именем долгое время смешивались два совершенно различные по своей фауне и возрасту горизонта, именно: рассматриваемые сейчас террасовые образования с *Didacna ponto-caspia* и знакомые уже нам по предыдущему слою с *Dreissensia rostriformis* и *Monodacna pontica*, подстилающие древнечерноморские отложения на дне Черного моря. Чтобы избежать этой путаницы, мы предлагаем называть горизонт с *D. ponto-caspia* древнеевксинским, а горизонт с *Dreissensia* и *Monodacna*, развитый на дне моря, новоевксинским.

Покрываются древнеевксинские отложения на Керченском полуострове серией глин, несков, галечников и ракушечников, которые в общем характеризуются присутствием фауны средиземноморского типа. Подробное изучение этих отложений, предпринятое в 1928 г. М. И. Соколовым, показало, что строение их значительно сложнее, нежели это предполагалось раньше.

Мы остановимся несколько подробнее на результатах этих работ, которые известны нам частью по кратким печатным заметкам автора [140, 141], частью по его устным сообщениям, частью же по нашим личным наблюдениям, совместно с Соколовым, на Чокракском озере.

В районе Чокракского озера в шурфе нам удалось видеть, что на древнеевксинские отложения налегают пески и глины с очень бедной, азовского типа, фауной, содержащей *Cardium edule*, *Mytilaster monterosatoi* и *Syn-desmya ovata*.

Эти слои по резкой линии размыва покрываются косвенно-слоистыми речными песками и галечниками, а также массой раковин *Paludina*. На них опять несогласно налегают ракушечники с *Tapes calverti* и множеством других ископаемых, перечисленных в статье В. Л. Паули [115]. Слои с *C. edule* и *Mytilaster* сохранились от размыва лишь местами, и обычно палудиновые пески и галечники налегают на поверхность древнеевксинских отложений непосредственно.

На восточном берегу Узунларского озера Соколов [141 и личные сообщения] выше древнеевксинских отложений наблюдал те же слои с *C. edule* и *Mytilaster*, которые видны в шурфах на Чокракском озере. Выше их здесь следует довольно мощная толща континентальных суглинков, а последние покрываются в свою очередь ракушечниками с *Cardium tuberculatum* и *Tapes calverti*.

Приведенные разрезы показывают, что мы не имеем права объединять, как это обычно делают, всю толщу слоев, лежащих над древнеевксинскими отложениями, в один горизонт. Здесь совершенно отчетливо выделяется нижний слой, содержащий бедную фауну того типа, которая населяет современное Азовское море, и верхний, характеризующийся весьма богатой фауной средиземноморского типа, список которой дается нами в следующей главе. Разделяются эти слои или речными (на Чокракском озере) или субаэральными (Узунлар) отложениями. Для нижнего горизонта мы предлагаем название «узунларские слои». Что касается слоев с *Cardium tuberculatum* и *Tapes calverti*, то, по Н. И. Андрусову [13], они соответствуют тирренским террасовым отложениям побережья Средиземного моря, но вполне доказанным такой взгляд считать нельзя. Уже исходя из одного этого, нельзя считать правильным, что в литературе все больше и больше укрепляется привычка называть слои с *C. tuberculatum* тирренскими. Если бы, однако, даже при дальнейшей разработке вопроса взгляды Андрусова и оказались правильными, мы должны употреблять для рассматриваемых отложений особое название; море эпохи *C. tuberculatum* нельзя называть тирренским по той же причине, по какой современное Черное море не называют Средиземным. Исходя из указанных соображений, мы предлагаем называть отложения с *C. tuberculatum* «карагатскими слоями», по имени м. Карагат на южном берегу Керченского полуострова, где они особенно типично развиты и содержат особенно богатую фауну.

Вклинивание на Керченском полуострове между узунларскими и карапгатскими слоями отложений континентального типа показывает, что в этой области между эпохой отложения тех и других имели место значительные поднятия.

Отметим здесь, что верхняя граница карапгатских слоев поднимается на Керченском полуострове, в среднем, от 2 до 7 м над уровнем моря; максимальная абсолютная высота этой границы 17—18 м.

Последний, пятый, горизонт террасовых отложений представлен на Керченском полуострове ракушечниками, с очень близкой к современной фауной, которые поднимаются, повидимому, не выше 2—3 м над уровнем моря; мы наблюдали эту низкую террасу у Старого Карантина, южнее Керчи, а С. С. Осипов — между Еникале и Еникальским маяком.

В резком противоречии с наблюдениями как прежних авторов, так и наших, стоят утверждения П. И. Православлева [119, 123], который принимает, что на Керченском полуострове новейшие морские ракушечники с *C. edule* и другими чисто черноморскими раковинами образуют ряд террас, поднимающихся до 100 м над уровнем моря. Названный автор наблюдал эти ракушечники у м. Чонгелек на высоте 40 м, к северу от Тобечикского озера — до 50 м, между Еникальским маяком и Борзовкой — до 90 м, на м. Чауда — до 20 м и на склонах горы Дюрмень — до высоты 100 м. Уже в первой статье Православлева [119] легко найти и объяснения его ошибочных заключений. «Любопытной особенностью залегания указанных ракушечников, — говорит он, — является то, что они покрывают местами как бы бывший культурный слой с черепками глиняной посуды, кусками обожженного кирпича, остатками золы и другими следами человеческого обихода».

Во второй статье автор [123] уже не отрицает возможности разноса раковин человеком, а также указывает на вероятность поднятия их при образовании сопок, но все же не отказывается от мысли, что раковины, залегающие в почве, могут указывать на существование высоких террас чрезвычайно молодого возраста. Все указываемые Православлевым пункты нахождения раковин в почве, а также и многие другие нам прекрасно известны, но мы решительно отрицаем первичность залегания в них раковин, — во всех случаях происхождение их связано с приносом их человеком.

На южном берегу горного Крыма выходы карапгатских слоев имеются только в одном пункте — в окрестностях Судака, где они залегают на высоте от 0 до 8 м над уровнем моря. Чаще, повидимому, встречаются здесь террасы с современной черноморской фауной, поднимающиеся не выше 3 м над уровнем моря. Такие террасы еще со времени Палласа указываются у б. Георгиевского монастыря, хотя Рудским [131, 132] это и отрицается, в бухте Ласпи, у Тессели, у Партенита [33, 104]; во время работ по изучению Керченского полуострова они найдены были Осиповым у м. Ильи, близ Феодосии. В некоторых случаях условия, которыми объясняется присутствие раковин в этих террасах, как это мы сейчас увидим, представляются спорными.

В последние годы появились статьи Успенской [147] и Православлева [119, 122, 123], в которых указывается, что современные черноморские раковины местами по южному берегу Крыма и в окрестностях Феодосии встречаются до высоты 100—300 м; на этом основании Православлев допускает существование здесь очень крупных поднятий и опусканий самого недавнего времени. По отношению к окрестностям Феодосии, где нами были осмотрены все указываемые Православлевым пункты высокого залегания черноморских раковин, мы решительно утверждаем, что они занесены сюда человеком, который весьма широко использует карагатские и современные ракушечники для строительных и иных целей. Что касается высокого залегания раковин по южному берегу Крыма, то на занос их человеком уже было указано Михайловским [104].

Очень интересны те сведения о залегании современных раковин выше уровня моря, которые сообщает Михайловский по своим личным наблюдениям. У Ласпи слои гравия и песка, которым можно приписывать несомненно морское происхождение, поднимаются всего на 2 м выше уровня моря; раковин в них не пайдено. Что касается многочисленных остатков моллюсков, дельфинов, крабов и др., которые встречаются в покрывающих пески и гравий зеленоватых глинах и суглинках с обломками твердых пород, то они занесены человеком, как показывают встречающиеся вместе с ними черепки глиняной посуды и черепицы. Черепки эти весьма недавнего происхождения. Таково же происхождение весьма обильных раковин, пайденных на высоте до 4 м у Севастополя.

«Современные морские террасы, — заключает Михайловский, — по берегу Крыма, по литературным данным, имеются. Но можно заметить, что истинно морские террасы, характеризующиеся морскими же отложениями, констатируются лишь на весьма малых высотах над уровнем моря (у Георгиевского монастыря)... Что же касается заключений о колебаниях уровня моря по находкам современной морской фауны, то мы видим, что здесь следует быть осторожным. Нет сомнения, что во многих случаях роль человека в переносе велика (съедобные моллюски; употребление для строительных целей, как например, балластировка железнодорожного полотна крымскими ракушечниками от Севастополя до Курска и пр.). Для южного берега Крыма судить о более крупных, нежели известные, современных колебаниях уровня моря у нас еще пока мало данных. Можно только поставить известные высотные пределы для таких колебаний в историческую эпоху. О Ласпи уже говорилось. В Севастополе же таким пределом для времени около 2500 лет являются остатки древнегреческой колонны Херсонеса, расположенной на самом берегу моря в 3 км от Севастополя. Исторические сведения о ней мы имеем почти с VII века до нашей эры».

Вполне присоединяясь к сказанному Михайловским, мы должны прибавить, что, кроме исторического человека, очень видную роль в переносе раковин играл также и человек доисторический. Как пример этого, можно привести неолитическую стоянку на второй террасе долины Чалки, между

Отузами и Козами, где на высоте свыше 20 м над уровнем моря мы находим, вместе с камепными орудиями, во множестве раковины *Ostrea* и *Mytilus*, реже *Cardium* и *Nassa*.

На западном берегу Крымского полуострова террасовые отложения до самого последнего времени были неизвестны. Недавно, однако, Д. М. Раузер-Черноусова описала [128] интересные образования этого рода из окрестностей Севастополя. Здесь в Стрелецкой бухте до высоты 1.2—1.3 м над уровнем моря поднимаются пески с богатой фауной, весьма близкой к современной, но отличающейся от последней вполне определенными признаками: некоторые виды совершенно неизвестны для Черного моря (*Actaeon* sp.) или встречаются на его дне только в мертвом состоянии (*Tapes discrepans*), другие же обнаруживают некоторые отклонения от современных черноморских, приближаясь к средиземноморским разновидностям. Раузер-Черноусова полагает, что описанные ею отложения относятся к новейшим черноморским образованиям, но указанные сейчас фаунистические отличия заставляют относиться к таким заключениям с большой осторожностью. Изучение фауны черноморских отложений, добытой при зондировках «Первого мая», заставляет сомневаться в том, чтобы в жизни современного Черного моря был момент, в который оно было населено фауной более средиземноморского характера, нежели теперешняя. Это наводит на мысль, что отложения Стрелецкой бухты могут иметь значительно более древний возраст.

Чрезвычайно интересные находки террасовой фауны были сделаны в 1930 г. А. И. Дзене-Литовским в окрестностях Евпатории при изучении соленых озер этого района. На Сасык-Сивашской пересыпи, в 5 км от Евпатории, в шурфе, на глубине 0.8—1.2 м от поверхности, среди ракушечного песка были найдены многочисленные, вполне типичные экземпляры *Cardium tuberculatum* в сопровождении *Cardium edule*, *Pecten ponticus*, *Pecten* sp., *Solen*, *Gastrana fragilis*, *Venus gallina*. Судя по породе, приставшей к раковинам, *C. tuberculatum* происходят из мелкогалечных конгломератов и довольно плотных песчаников, которые, очевидно, залегают где-то поблизости на уровне моря или даже ниже его и размываются прибоем. Вместе с *C. tuberculatum* в окрестностях Евпатории были найдены и окатанные экземпляры оригинальных *Didacna* древнеевксинского или чаудинского возраста.

Таким образом, здесь, несомненно, существуют оба главных горизонта террасовых отложений Керченского полуострова (древнеевксинский и карапгатский), но залегают они на незначительной высоте над уровнем моря, а вероятно, даже несколько ниже его.

Такое залегание вполне увязывается с характером берегов западного Крыма, где с полной отчетливостью видны следы недавних и значительных опусканий в виде Балаклавской и Севастопольской бухт, представляющих затопленные морем устьевые части речных долин, а также в виде более мелких бухт в окрестностях Севастополя, которые являются затопленными частями балок, служивших притоками долины главной бухты, и, наконец, в виде озер-лиманов Евпаторийского района. Эти молодые опускания имели

следствием, между прочим, и опускания террас, ранее более или менее высоко поднимавшихся над водой. Принимая это во внимание, можно думать, что и террасы Стрелецкой бухты некогда занимали гораздо более высокое положение.

Условия залегания террасовых образований в области Одесского залива начинают выясняться только в самое последнее время. Еще из классических работ Н. А. Соколова по лиманам этой области [199] было известно, что в берегах Днепровско-Бугского и Березанского лиманов развиты пески с *Paludina diluviana*, аналогичные тем, которые по северному побережью Азовского моря покрывают древнеевксинские слои с *Didacna ponto-caspia* P a v l. (*D. crassa*). Недавно Юстусом [162] был обнаружен чрезвычайно интересный факт существования под этими песками отложений с *Didacna crassa*. Содержащие эти древнеевксинские раковины слои залегают в Николаеве на глубине 20 м ниже уровня моря, будучи прикрыты серией песков и глин, в которых ископаемых при бурении найдено не было. Вместе с *D. crassa* были встречены *Corbicula fluminalis* M ü l l., *Dreissensia polymorpha* P a l l., *Paludina fasciata* M ü l l., *Lithoglyphus naticoides* F e r., *Unio pictorum* L., *Equus stenonis* S o c c h i. Замечательно, что на дне Бугского лимана, как показывают многочисленные бурения, слои с *D. crassa* отсутствуют, и на третичные породы прямо налегают гораздо более молодые образования [50, 87, 143], которые мы рассмотрим в дальнейшем.

В последнее же время Загоровским [70] было доказано, что в Одесском районе существуют и карангатские отложения. Уже очень давно было известно, что в пересыпях лиманов здесь встречаются виды моллюсков, не живущих теперь в области Одесского залива, причем явление это объяснялось недавним опреснением этого залива. Загоровский доказал, что среди этих моллюсков встречаются и такие, которые вовсе не живут теперь в Черном море, а именно: *Venus gallina* L. var. *major* B. D. D., *Tapes discrepans* M i l., *Modiola* sp. n., *Gastrana fragilis* L. По мнению Загоровского, отложения эти следуют непосредственно за карангатскими, но проще относить их прямо к карангатскому горизонту. Отсутствие здесь *Cardium tuberculatum* и других типичных представителей карангатской фауны легко объясняется местными условиями, именно местным опреснением, которое и сейчас отличает Одесский залив с его бедной фауной. Из сказанного следует, что условия залегания карангатских слоев по побережью Одесского залива очень напоминают те, которые имеют место в окрестностях Евпатории.

К юго-западу от Одессы древнеевксинские слои, как хорошо известно из целого ряда посвященных этому вопросу работ [55, 56, 58, 101, 102, 114, 135, 198], широко распространены в области дельты Дуная. Они обнажаются здесь невысоко над уровнем озер-лиманов Ялпук и Кагул, у Бабеля, Джурджулешт, Кислицы и др. У с. Тераклии на дне одного из оврагов, впадающих в р. Ялпук, на высоте приблизительно 20—25 м над уровнем моря, Михайловским [101, 102] было найдено несколько створок *Cardium edule* L. var.

lamarcki и *Tapes gallina* L. var. *triangularis* Jeffr. Все усилия определить, из каких пород происходят раковины, и увеличить сборы последних остались безуспешными. Нам кажется, что при оценке находок Михайловского прежде всего следует учитывать возможность искусственного запаса раковин, о чем всегда следует помнить, когда наталкиваешься на остатки черноморских моллюсков в каких-либо необычайных условиях. Если этого нет, то наиболее вероятным является предположение, что раковины указывают на существование в дельте Дуная карагатского или узунларского горизонта. Южнее устья Дуная карагатская терраса известна у Варны.

Переходим теперь к террасовым отложениям, развитым восточнее Керченского полуострова. Очень плохо известны нам террасовые образования Таманского полуострова [6, 43, 44, 45, 46, 58, 59, 63, 119, 122, 160, 164], состав которых, судя по последней статье Вассоевича, может быть очень сложным. Отложения эти развиты преимущественно в северо-западной части полуострова и представлены здесь сильно слюдистыми песками, в которых залегают пласты плотного известковистого песчаника и встречаются прослой гравия и конгломерата. Чаще всего эти породы по северному побережью полуострова залегают на высоте 20—50 м над уровнем моря. И. М. Губкиным из них определены *Paludina*, очень сходная с *P. diluviana* Kunth., *P. cf. achatinoides* Desh., *Bythinia tentaculata* L., *Melanopsis* sp., *Didacna pyramidata* Grim., *D. barbot-de-marnyi* Grim., *Didacna* ex gr. *trigonoides* (*D. crassa*), *Adacna plicata* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. rostriformis* Desh., *Corbicula fluminalis* Müll., *Pisidium* cf. *amnicum* Müll., *Sphaerium* sp., *Unio* cf. *pictorum* L., *Unio* ex gr. *batavus*. Наиболее часто встречаются *Paludina* и *Dreissensia*. Фауна эта дала основание Губкину сближать, хотя и не в решительной форме, песчаную толщу с отложениями бакинского яруса Каспийского бассейна. Вассоевичем в различных выходах песчаной толщи найдены ископаемые, давшие ему основание утверждать, что рассматриваемые породы относятся не к одному горизонту, а представляют весьма сложный комплекс слоев различного возраста. На м. Пекла им была собрана фауна, содержащая некоторые виды чаудинских пластов, как-то: *Didacna baeri-crassum* Pavl., *Monodacna subcolorata* Andr., *Adacna* aff. *plicata* Eichw., *Dreissensia rostriformis* Desh., *D. polymorpha* с многочисленными вариететами, *Paludina dresseli* Tourn., *Bythinia vucotinovici* Brus., *B. cf. spoliata* Saba, *Clessinia subvariabilis* Andr., *Valvata* sp., *Limnaeus* sp., *Pupa* sp. К востоку от м. Литвинова пески доставили фауну типа бакинского яруса, а именно: *Didacna parvula* Nalivk., *D. parvula catillus*, *D. parvula rudis*, *D. rudis* var. *catillus-rudis* Nalivk., *D. rudis* var. *vulgaris* Nalivk., *D. cf. catillus* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *D. rostriformis* Desh. var. *districta* May, *D. aff. anisoconcha* Andr. var. cf. *bacvana* Andr., *Unio*, *Cyclas rivicola* Leach., *Paludina sokołovi* Pavl., *P. diluviana* Kunth. var. *gracilis*, *Valvata*.

Накопец, па м. Стиблиевском, на высоте 18 м над Кизилташским лиманом, в песчаниках встречена следующая фауна: *Didacna crassa* (Eichw.) Nalivk., *Monodacna caspia* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Unio*, *Melanopsis*, *Lythoglyphus naticoides* Fer., *Vivipara*, *Valvata*, *Micromelania caspia* Dyb., *Clessinia variabilis* Eichw., *Neritina liturata* Eichw.

Фауну эту Вассоевич считает уже древнеевксинской, предполагая существование перерыва между породами, ее содержащими, и бакинскими слоями м. Литвинова. Основываясь на отсутствии среди перечисленных ископаемых *C. edule*, который ранее указывался в списках фауны древнеевксинских отложений Чокракского озера, Вассоевич считает слои м. Стиблиевского древнее последних. Мы знаем из предыдущего, что *C. edule* на Чокракском озере встречается только в покрывающих древнеевксинские слои узунларских песках и глинах, а потому полагаем, что рассматриваемые породы м. Стиблиевского в точности соответствуют древнеевксинским.

В последних работах И. М. Губкина и М. И. Варенцова [43, 63], как и в более ранних, чаудинские слои не отделяются от бакинских; упомянутые геологи указывают, что отложения бакинского яруса характеризуются присутствием *Didacna rudis* Nal. и *Didacna catillus* Nal. и залегают на высоте 50—60 м, а евксинские слои содержат *Didacna crassa* Eichw. и поднимаются до высоты 20—30 м. Наиболее широкое распространение пласты с каспийского типа фауной, по словам Варенцова [43], имеют «в северо-западной части Таманского полуострова, в береговых обрывах Азовского моря. Начиная от косы Чупка, несколько севернее хутора Пономаренко, обнажения этих отложений продолжаются сплошной полосой до м. Каменного и дальше до м. Пеклы, причем восточнее м. Литвинова развиты отложения бакинского яруса, а западнее — евксинские. Следующими пунктами развития террасовых отложений уже исключительно евксинского яруса являются берег Таманского залива к югу от горы Горелой и затем Стиблиевский мыс у станицы Выпестеблиевской».

У косы Чупка Андрусовым [6] и Губкиным [58] были найдены пески и ракушечники со смешанной каспийско-черноморской фауной, в которых нетрудно узнать аналоги нашего узунларского горизонта; здесь указываются: *Didacna crassa* Eichw. var. *D. barbot-de-marnyi*, *Adacna plicata*, *Monodacna pontica* Eichw., *Neritina liturata*, *Vivipara*, *Unio*, *Dreissensia polymorpha*, *Cardium edule* L., *Pecten glaber* L., *Mytilus latus* Chemn.

По южному побережью полуострова четвертичные отложения с каспийской фауной подмечены только в недавнее время. Карк и Линдтроп указали [79], что близ хутора Камышака, к северо-западу от Железного рога, в песках, покрывающих рудные слои, встречаются *Helix*, *Unio*, *Dreissensia polymorpha*, *Dr. angusta* и *Cardium* группы *pyramidatum*. Ассоциация названных *Dreissensia* и *Cardium* делает весьма вероятным, что в рассматриваемых породах мы имеем отложения древнеевксинской террасы.

Бросающимся в глаза отличием Таманского полуострова является то, что древнеевксинские слои здесь не покрываются нигде типичными караггатскими ракушечниками, как это имеет место на Керченском полуострове. Выходы караггатских ракушечников имеются здесь и по берегу Керченского пролива, у основания косы Тузла, где они залегают на высоте до 9 м над уровнем моря, и по южному побережью полуострова, где В. Н. Крестовников наблюдал их почти на уровне моря. Таким образом, оказывается, что на Таманском полуострове караггатские слои не покрывают древнеевксинские, но террасовидно прилегают к возвышенностям, на которых залегают последние. Здесь становится возможным отделять древнеевксинскую террасу от караггатской гипсометрически. Наблюдаемые факты говорят, повидимому, о том, что на Таманском полуострове, вскоре после пропикновения в Евксинский бассейн первых представителей средиземноморской фауны, также происходили поднятия, по приподнятые участки дна уже не погружались вновь, как это имело место на Керченском полуострове.

Православлевым [119, 122, 123] и для Тамани указывается залегание ракушечников с *C. edule* и другими современными моллюсками выше почвы с обломками посуды и кирпичей. Копечцо, и здесь мы имеем дело только с разломом раковины человеком. Те же указания повторяются Православлевым и в статье, опубликованной в 1930 г. [124]. Здесь обращают на себя внимание условия нахождения обломков, а иногда и цельных раковин черноморских видов вместе с *Dreissensia polymorpha*, *Monodacna colorata*, *Planorbis marginatus* и др. у гирла Ахтанизовского лимана. Они залегают в «диагонально-слоистых, розовато-бурых, слегка иловатых песках, переполненных раковинным детритусом», на высоте 20—25 м над уровнем моря пески лежат выше почвы. Что это за образования, мы решать не беремся.

Весьма скудны еще наши сведения о морских террасах Кавказского побережья [24, 52, 53, 76, 77, 78, 86, 104, 125, 158, 163]; однако, уже на основе имеющегося материала мы с большой уверенностью можем говорить, что здесь имеются и чаудинские, и древнеевксинские, и караггатские, и, повидимому, новейшие черноморские отложения, располагающиеся на равной высоте над уровнем моря.

Между Геленджиком и Джубгой Григорович-Березовский [53] на высоте около 50 м над уровнем моря наблюдал известняки и конгломераты с *Didacna crassa* Eichw., *Dreissensia ischaudae* var. *ponto-caspia* Andr., *Dr. polymorpha* Pall., *Neritina liturata* Eichw., *Micromelania caspia* Eichw., *Balanus* sp. Если исключить *Balanus*, присутствие которого, быть может, указывает на существование узунларских слоев, то по всему остальному террасу эту следует признать древнеевксинской.

Весьма интересные данные о террасах между Джубгой и Туапсе собраны Л. Ш. Давиташвили, которого мы просили выяснить здесь самостоятельность древнеевксинской и караггатской террас, а также наличие узунларского горизонта. Его наблюдения сводятся к следующему.

К югу от Джубги на шоссе на дороге, идущей от ст. Тенгинской, на расстоянии около 2 км от станции, на высоте около 50 м над уровнем моря, встречено обнажение пород с фауной типа древнеевксинской террасы и узунларского горизонта.

Разрез здесь сверху вниз таков:

- | | |
|--|------|
| a) Песчаный детритусовый ракушечник с довольно мелкими, плохо окатанными гальками и с фауной <i>Cardium edule</i> L. (мелкая форма)—очень часто, <i>Didacna</i> ex gr. <i>crassa</i> Eichw. — очень редко, <i>Syndesmya</i> sp., <i>Modiola</i> sp., <i>Melanopsis</i> sp. (ребристая форма), <i>Dreissensia</i> ex gr. <i>polymorpha</i> Pall., <i>Dreissensia</i> cf. <i>caspia</i> | 0.25 |
| b) Песчаный слой, тоже изобилующий раковинами, среди которых, однако, не найдено <i>Cardium edule</i> , при очень большом количестве кардид каспийского типа, <i>Didacna</i> ex gr. <i>crassa</i> , <i>Monodacna</i> 2 sp., <i>Dreissensia polymorpha</i> Pall., <i>Dr.</i> cf. <i>caspia</i> , <i>Dr.</i> cf. <i>celekenica</i> Andrus., <i>Neritina</i> sp., <i>Ninnia</i> , <i>Hydrobia</i> | 0.50 |
| в) Песок, в котором фауна не найдена. | — |

Далее к югу, близ б. дачи Бескровного (темного южнее ее) также встречен слой с каспийской фауной (*Didacna*, *Monodacna*), который обнажается на протяжении не менее 100 м на высоте около 40 м.

Еще южнее, близ поста Небуг (примерно в 1.5 км к югу от него), появляются обнажения карагатских слоев; здесь на высоте около 13 м над уровнем моря видны галечники, содержащие *Venus gallina* L., *Donax* sp., *Macra subtruncata* Da Costa, а темного дальше, на высоте приблизительно 15 м, обнажается слой довольно тонкозернистого песка с галькой, содержащей *Cardium tuberculatum*, *Tapes calverti*, *Pecten* sp.

Значительно выше, на 50—60 м над уровнем моря, Эберзин и Вялов [161] наблюдали отчетливо выражающую древнеевксинскую террасу с галечниками и ракушечниками, из которых добыты *Didacna* ex gr. *crassa* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall. и *Neritina*.

Южнее Джубги и Туапсе, согласно указаниям Яковлева [163], имеются три весьма ясно выраженные террасы. Средняя высота верхней из них около 180 м; никаких террасовых накоплений на ней не обнаружено, но Яковлев считает это лишь результатом усиленной эрозии, связанной с огромным количеством выпадающих здесь осадков. На средней террасе, поднимающейся от 40 до 100 м, «во многих местах залегают галечниковые и песчаные отложения морского происхождения», отчасти даже в форме береговых валов. Вероятно, в этой террасе мы должны видеть продолжение древнеевксинской террасы более северной части побережья. Третья терраса, имеющая высоту около 15 м над уровнем моря, сложена из грубых слоистых галечников с прослоями песка, ниже которых залегают синеватые, песчаные, слоистые глины. Ископаемых Яковлев не находил. Григоровичем-Березовским в окрестностях Туапсе были встречены куски серпулевого

известняка с *Arca*, *Mytilus crispus* и *Petricola lithophaga*, которые, по мнению Яковлева, происходят из нижней террасы.

Давиташвили в 2 км к югу от Туапсе, на высоте 20—25' м над уровнем моря, наблюдал галечники с обломками раковин *Cardium tuberculatum*, *Venus gallina*, *Macra subtruncata* и др.

У Сочи Ивченко [75] отмечает галечные морские террасы на высоте 9 и 26 м над уровнем моря.

К северу от Сочи Красновым [86] в покрывающем террасу битом ракушечнике найдены *Patella adriatica*, *Venus gallina*, *Macra triangula*. Григоровичем-Березовским [52] здесь обнаружены на высоте около 12—14 м над уровнем моря чередующиеся слои галечников и ракушечной дресвы, содержащие *Cardium tuberculatum* L., *Mytilus edulis* L., *Venus gallina* L., *Macra triangula* R. n., *Tapes diana* R. n., *Donax truncatus* L. a. m., *Cerithium scabrum* Oliy, *Lucina lactea* L., *Mytilaster minimus* Poli, *Nassa reticulata* L., *Patella* sp. Фауна эта показывает, что здесь мы имеем дело с продолжением нижней, карангатской террасы Джубгинского района. На той же террасе карангатская фауна встречена Григоровичем-Березовским в 5 км севернее Адлера. В Гаграх Михайловский [104] указывает морские террасовые пески с прослоями галечников до высоты 4.5 м над уровнем моря.

Целая серия террас имеется, по Пренделю [125], в окрестностях Сухуми. Число их доходит до 4; верхняя залегает на высоте приблизительно 100 м. Состоят они из слабо сцементированных конгломератов, песков и глин, наклоненных под углом от 10 до 30° (?). Ископаемых в этих породах Прендель не обнаружил. Не исключена возможность, что часть этих террас является континентальными образованиями. Кроме террас, у Сухуми имеются ясные следы недавних опусканий дна прибрежной части моря в виде затопленных древних строений.

Такие же молодые опускания обнаружены Михайловским [103, 104] между Батуми и устьем Риона, у устьев рр. Супсы и Сефы, так как аллювий Супсы уходит под уровень моря. Вместе с этим водораздел между Супсой и Сефой, сложенный из миоценовых пород, перекрыт мощными толщами глин, сменяющихся сверху конгломератами, которые содержат *Didacna tschoudae* A. n. d. r. и другие чаудинские ископаемые. Эта терраса приподнята здесь до высоты 160 м. По Ильину [76, 77, 78] чаудинские слои имеют в Гурии широкое распространение и налегают на нижележащие осадки трансгрессивно. На чаудинских отложениях трансгрессивно же залегают песчано-галечниковые слои с *Venus gallina*; возраст этих слоев Ильиным не определяется, но вполне возможно, что мы имеем здесь дело с карангатскими породами.

Отрывочный характер наблюдений не позволяет с полной уверенностью нарисовать схему расположения террас на Кавказском побережье, но все же некоторые выводы из изложенного материала можно сделать. Невольно обращает на себя внимание факт, что верхняя терраса Туапсинского района

лежит на той же высоте, что и терраса водораздела Супсы и Сефы. Является ли это следствием их одновременности, или мы имеем дело со случайным совпадением, сказать нельзя. Далее намечается существование особой древнеевксинской террасы на высоте около 50 м и, наконец, пижпей — караггатской, расположенной на 15—20 м выше уровня моря. Кроме того, Ивченко и Михайловский отмечают террасы на 4, 5 и 9 м, но палеонтологически они еще не охарактеризованы, и их самостоятельность не доказана.

Наиболее интересной особенностью кавказских террас по сравнению с крымскими является то, что здесь, как и на Таманском полуострове, древнеевксинские отложения не покрываются караггатскими, а образуют особую террасу, залегающую на значительно большей высоте над уровнем моря. Замечательно, что узунларские слои и здесь, как и на Керченском полуострове, связаны в своем залегании не с караггатскими, а с древнеевксинскими отложениями.

Чрезвычайно мало пока известно о террасах по Малоазиатскому побережью Черного моря [10, 36, 190]. У Трапезунда Коссмат [190] отмечает присутствие трех весьма ясно выраженных террас. Одна из них располагается на высоте около 250 м и производит впечатление древней абразионной поверхности, относящейся, может быть, к плейстоценовому времени. Следующую террасу, расположенную приблизительно на 100 м над уровнем моря, Коссмат склонен отнести уже к четвертичному периоду. На ней встречаются береговые накопления и конгломерат. Последняя терраса залегает всего на 10—20 м выше уровня моря и сложена из грубых береговых галечников, в которых встречаются неопределимые обломки раковин. Отсутствие палеонтологического материала не позволяет судить о возрасте рассматриваемых террас. Нижняя из них, по всей вероятности, относится к караггатскому времени; что же касается более высоких, то мы не имеем возможности даже определить, представляют ли они морские или континентальные образования.

Отчетливо выраженные террасы наблюдались Коссмагом с моря также близ Керасунда. У Самсуна его внимание привлекла приподнятая дельта. У Самсуна же на довольно значительной высоте над морем (около 25 м) Чихачев [200, 201] наблюдал в свое время скопления раковин, которые почти все принадлежат к живущим в Черном море видам; вполне возможно, что мы имеем здесь дело с караггатскими отложениями.

Западнее четвертичные морские отложения известны нам из окрестностей Синопса [10, 30, 183, 200], где до высоты 5—7 м над уровнем моря берег сложен глинистыми песками, ракушечниками и известняками с ископаемыми караггатской террасы, из которых Н. И. Андрусов указывает *Cardium tuberculatum*, *Venus gallina*, *Mastra subtruncata* и *Donax*.

Нам остается в самых кратких чертах коснуться вопроса о морских четвертичных образованиях вдоль северного побережья Азовского моря. Необходимость подробного изложения литературы по этому вопросу исключается существованием прекрасных сводок Н. А. Соколова [143, 199].

В северо-восточной части Азовского моря, в окрестностях Таганрога, по наблюдениям Соколова, над сарматскими отложениями залегают пески с прослоями гравия и галечника, поднимающиеся метров до 7 над уровнем моря. В породах этих Соколовым найдены следующие ископаемые: *Lythoglyphus naticoides* Fer., *Planorbis marginatus* Drap., *P. rotundatus* Poiret, *P. spirorbis* L., *Neritina fluviatilis* L., *Valvata* sp., *Micromelania caspia* Eichw., *Hydrobia stagnalis* L., *Hyalina cristallina* Müll., *Cyclas rivicola* Leach., *Corbicula fluminalis*, *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. rostriformis* Desh., *Dr. tenuissima* Sinz., *Pisidium* sp., *Adacna plicata* Eichw., *A. laeviuscula*, *Didacna trigonoides* Eichw. Кариды приурочиваются к нижним горизонтам песков, достигающим до 6—8 м мощности, тогда как в верхних слоях резко преобладают палиудины, раковины которых образуют здесь целые прослои. Пески покрываются бурными глинами, которые нередко содержат раковинки наземных моллюсков, а иногда в основании — и пресноводных (*Lythoglyphus*, *Valvata*, *Planorbis*). Песчаные породы, по общему мнению, соответствуют древне-евксинским слоям Керченского полуострова и Кавказского побережья.

Пески с палиудинами были прослежены Соколовым по северному побережью Азовского моря, к западу от Таганрога, почти до Ногайска. Западнее последнего они опускаются ниже уровня моря и были встречены скважинами у Атаман на 5—24 м, к северо-западу от Перекопа на 50 м и у Ягорлыцкого кута на 40 м [10]. Всеякие следы карантатской террасы здесь отсутствуют. Вторично поднимаются на поверхность палиудиновые пески в области Днепровско-Бугского лимана [199].

За последние годы террасовые отложения северо-восточного побережья Азовского моря подробно изучены были А. И. Москитиным [108], В. И. Крокосом [89] и В. Г. Бондарчуком [39, 40]. Исследованиями этими выяснено, что песчано-глинистые породы, содержащие каспийского типа фауну, поднимаются до 20—25 м над уровнем моря и прослеживаются от станции Морская почти до Мариуполя. Каспийская терраса заходит и в устьевые части речных долин Кальмиуса, Еланчика, Миуса и Самбека. По простиранию каспийские отложения замещаются древнеаллювиальными песками и галечниками, в нижних частях которых встречаются многочисленные остатки млекопитающих: *Elephas meridionalis*, *Camelus*, *Cervus*, *Equus* и др. В работе Бондарчука [39] дается описание моллюсков, собранных в рассматриваемых террасовых образованиях; мы упомянем из них следующие формы: *Didacna crassa* Eichw., *D. pseudocrassa* Pavl., *D. rudis* Nal., *Monodacna colorata* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. retowskii* Andr., *Dr. rostriformis* Desh., *Dr. caspia* Eichw., *Dr. crassa* Andr., *Corbicula fluminalis* Müll., *Paludina diluviana*, *P. achatinoides* Desh., *P. sokolovi* Pavl., *P. hungarica* S abba, *P. mammat* S abba, *P. subconcinna* Sinz., *Melanopsis esperoides* S abba, *Planorbis*, *Bithynia*, *Succinea*. Покрываются каспийские и соответствующие

им речные отложения лёссовидными суглинками с прослоями ископаемых почв.

Типичные карагатские отложения с *Cardium tuberculatum* по Таганрогскому побережью находимы не были, но у Азова, по Богачеву [37], развиты пески с *Tapes dianaе* и *Cardium edule*, поднимающиеся на 20 м выше уровня моря. Так как *Tapes dianaе* является синонимом карагатской *Tapes calverti*, а высота залегания песков близка к залеганию карагатской террасы по Кавказскому побережью, приходится думать, что карагатские слои распространяются в северо-восточный угол Азовского моря.

Исключительно интересные данные сообщил К. Н. Лисицын [95, 96] о результатах землечерпательных работ в устьях р. Дона у Азова. Здесь П. Б. Шаповаловым установлена такая последовательность слоев, общая мощность которых около 10 м:

1. Отложения с чисто каспийской фауной (крупные *Didacna crassa*), очевидно древнеевксинские.
2. Слои с чисто карагатской фауной (без каспийских форм): *Pecten*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea*, *Cardium edule*, *C. tuberculatum*.
3. Слои новоевксинские с типичной фауной *Monodacna pontica*, *Didacna moribundi*.
4. Слои новейшей трансгрессии с *Venus gallina*, *Cardium edule*, *Tapes*.
5. Отложения более опресненного моря.

{ Наиболее молодыми морскими отложениями, которые можно наблюдать в обнажениях по северо-восточному побережью Азовского моря, считаются слои с черноморской фауной: *Cardium edule*, *Nassa reticulata*, *Solen vagina*, *Fragilia fragilis*, *Mytilus latus* и др. У Таганрога они прислонены террасовидно к береговому обрыву и содержат, кроме *C. edule*, еще *Paludina diluviana* [35]; у Азова на небольшой высоте над Доном выходят пески с *Cardium edule*, *Venus*, *Tapes* и другими средиземноморскими формами; далее слои с *C. edule* видны на берегу Ейского лимана [35]; сплошные скопления раковин *Cardium edule* толщиной до 1 м и более наблюдаются в выемках по заливной долине (плавни) Бейсугского лимана [123]. Фауна всех этих отложений еще не изучена детально, и потому приходится соблюдать крайнюю осторожность в определении их возраста. В дальнейшем мы увидим, что карагатские отложения в северо-восточной части Азовского моря могут заключать фауну, трудно отличимую от черноморской.

Следует упомянуть, что П. А. Православлев в окрестностях Бейсугского лимана и в приеиской степи находил раковины *Cardium edule* вместе с *Adacna colorata*, *Dreissensia polymorpha* и др. в почве и считает эти находки, как и на Тамани, доказательством присутствия очень молодой, но высокой, террасы [123]. По соображениям, которые приводились уже выше, мы не можем считать эти находки коренными.

Последнее, на чем мы должны остановиться, это нахождение на дне Азовского моря черноморских моллюсков, которые теперь не живут уже в этом бассейне [116, 150, 199].

Из устьев р. Дона террасовые образования переходят в долину р. Маныча, где В. В. Богачевым [34] уже давно отмечены черноморские *Cardium edule* и *Cerithium ferrugineum* вместе с *Didacna trigonoides*. Недавно условия залегания этой фауны были разъяснены К. Н. Лисицыным [95, 96]. Упомянутые выше ископаемые происходят из суглинков и супесей второй террасы долины нижнего течения Западного Маныча. В восточных частях этого района в террасовых отложениях встречаются лишь *Didacna* и *Dreissensia*, по у железнодорожного моста от станции Салык на станцию Пролетарскую к *Adacna plicata*, *Didacna laeviuscula* и *Dreissensia polymorpha* присоединяется *Cardium edule*. Далее на запад число черноморских видов возрастает, а число каспийских уменьшается; при бурении в совхозе «Овцевод» в черных и голубых глинах встречена уже обильная черноморского типа фауна (*Cardium edule*, *Cerithium reticulatum*, *Tapes*) с небольшим количеством форм *Dreissensia polymorpha*.

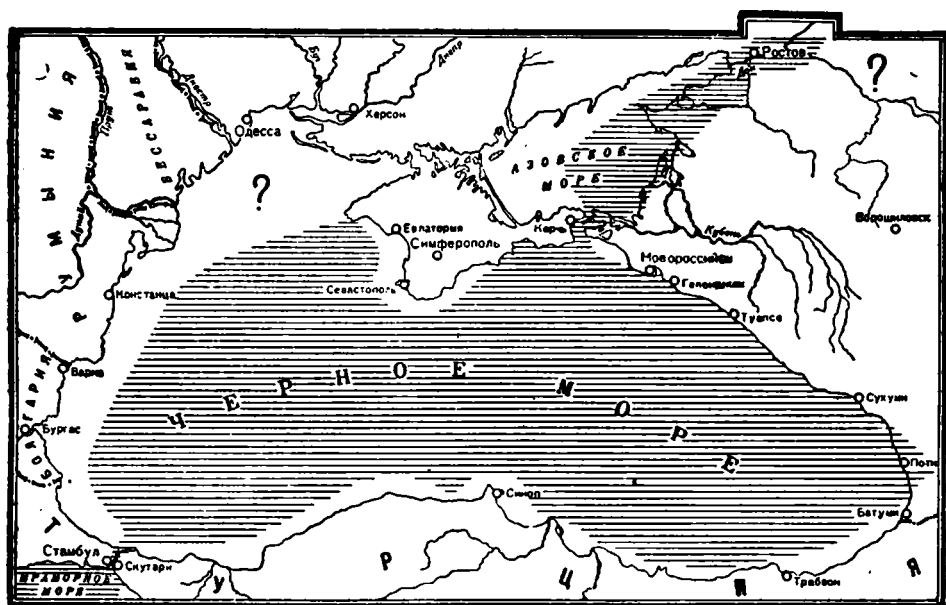
Глава II

ЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН В ЧАУДИНСКУЮ, ДРЕВНЕЕВКСИНСКУЮ, УЗУНЛАРСКУЮ И КАРАНГАТСКУЮ ЭПОХИ

1. ЧАУДИНСКИЙ БАССЕЙН

В отношении чаудинских отложений за последнее время получены некоторые небезынтересные новые данные. К ранее известным выходам их на Керченском полуострове, у Галлиполи и в долине Нотанеби в Грузии прибавились некоторые новые находки в Грузии [76, 77, 78, 104], на северном побережье Таманского полуострова [46, 160] и на дне Черного моря в районе континентальной ступени к югу от Судака и Феодосии [24]. Эти находки дают возможность несколько уточнить вопрос о положении береговой линии Чаудинского бассейна (фиг. 18). Что касается восточного берега, то присутствие чаудинских отложений в Грузии и вероятность существования их в Туапсинском районе [163] заставляют думать, что он почти совпадал с современным Кавказским побережьем. На северо-востоке Чаудинский бассейн покрывал некоторую часть Керченского и Таманского полуостровов и заходил в пределы Азовского моря, что до сих пор оставалось невыясненным. К западу от Керченского полуострова до Судака береговая линия проходила на очень небольшом расстоянии от современной. Дальнейший ход ее вдоль северных, западных и южных берегов моря остается еще совершенно неизвестным. По присутствию чаудинских слоев у Галлиполи мы знаем только, что в чаудинскую эпоху уже существовали Босфорский пролив и Мраморное море, связанные с основным Чаудинским бассейном, но отделенные от Средиземного.

Н. И. Андрусов на опубликованной после его смерти карте [15] проводит береговую линию вдоль современной изобаты 200 м и принимает, что район Азовского моря и северо-западная часть Черного представляли сушу, по которой пролагали свои русла Дон, Днепр, Дунай и другие реки. По отношению к части Азовского моря это приходится, как мы видели выше, считать неверным. Что касается северо-задного угла Черного моря, то предположения Андрусова также не обоснованы фактически. Мы можем утверждать, что береговая линия Чаудинского озера-моря лежала в этой области



Фиг. 18. Чаудинский бассейн (заштрихован).

внутри современной береговой линии, но более точно ее положение определить нельзя. Присутствие древнеевксинских и карангатских ископаемых в пересыпях у Евпатории и находки *Didacna* группы *D. crassa* при бурении в Николаеве заставляют с крайней осторожностью относиться к кажущемуся отсутствию тех или иных болес древних отложений в этой области.

Соленость Чаудинского озера-моря легко определить по характеру его фауны. Положив в основу последний список чаудинских ископаемых, оставленный М. И. Соколовым [142], и дополнив его по работам Вассоевича [45] и Давиташвили [64], мы получим для прибрежного биоценоза следующий комплекс моллюсков: *Didacna baeri-crassa* Pavl., *D. pseudocrassa* Pavl., *D. tschudaе* Andr., *D. pleistopleura* David., *D. plesiochora* David., *Monodacna subcolorata* Andr., *M. cazecae* Andr., *Adacna* aff. *plicata* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. tschudaе* Andr., *Dr. patior* Andr., *Dr. rostriformis* Desh., *Ninnia*

magna Andr., *Meganinnia shio* David., *M. corrugata* David. (табл. X).

Видов пресноводных, описываемых Павловым [114] и Вассоевичем [45], мы перечислять не будем. Приводимый этими авторами список делает очевидным, что соленость Чаудинского бассейна приближалась к солености современного Каспия. О других гидрологических элементах, а также о глубине бассейна мы на основании существующего материала судить не можем.

Характер фауны и степень солености воды не позволяют думать, чтобы Чаудинское море сообщалось со Средиземным путем пролива; возможно, однако, предполагать, что на месте Дарданелл располагалась река, по которой в Эгейское море скатывался излишек вод Чаудинского моря.

Вполне вероятной и даже неизбежной является связь Чаудинского бассейна с одним из морей, занимавших Каспийскую впадину, по с каким именно мы, вследствие недостаточно точного определения относительного возраста черноморских и каспийских верхнеплиоценовых образований, сказать еще не можем.

По Андрусову [12, 17, 170], чаудинским слоям в Каспийской области отвечают бакнянские, по Павлову же [114] — апшеронские, которые Андрусов считал соответствующими куяльницкому ярусу. В настоящее время установлено [54], что куяльницкие ископаемые залегают на Таманском полуострове ниже слоя, содержащего акчагыльскую фауну; поэтому сопоставлять куяльницкий ярус с апшеронским совершенно невозможно. Апшеронский ярус Каспийской области может соответствовать, таким образом, части слоев, залегающих выше куяльницких, и в первую очередь гурийской свите Ильина. При этих условиях наиболее вероятными эквивалентами чаудинских слоев приходится считать, как это и принимал Андрусов, бакнянские.

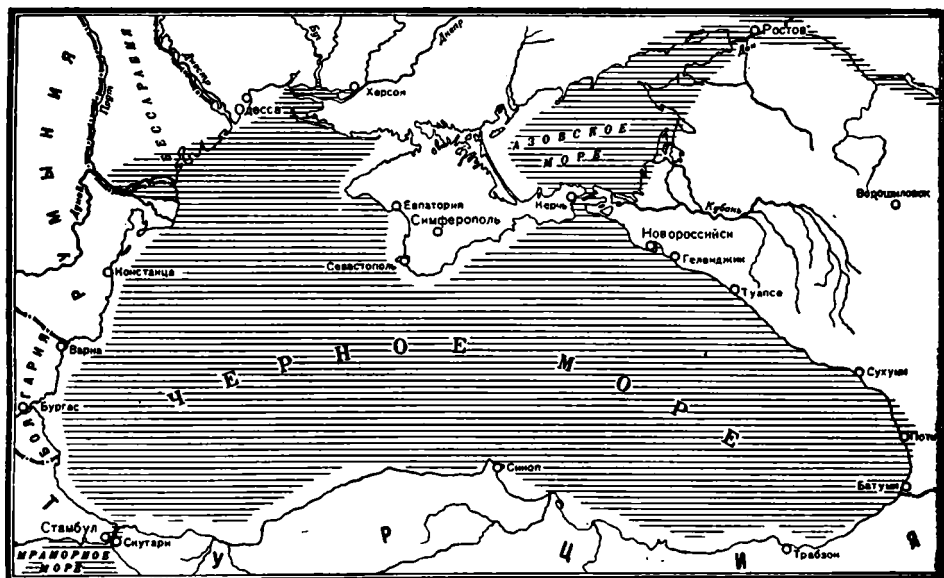
«Фауна слоев Чауды, — говорит Андрусов [170], — очень отличается от фауны куяльницких слоев. Кроме пескольных *Dreissensia* (*Dr. polymorpha*, *Dr. tschoudae*), там имеется целая серия лимнокардид; три из них, а именно: *Didacna tschoudae* Andr., *D. cazecae* Andr. *Monodacna subcolorata* Andr. принадлежат к вымершим видам, безусловно местного происхождения, непосредственные предки которых нам совершенно неизвестны. Наоборот, четвертый вид — *Didacna crassa* Eichw. существует еще и в настоящее время. *Didacna crassa* и серия ей родственных видов (например *Did. trigonoides* Pall.) является важным элементом фауны современного Каспия».

Исходя из того, что лимнокардиды группы *Didacna trigonoides* появляются в Каспийской области в бакнянское время, Андрусов принимает, что «в конце плиоцена между Черным и Каспийским бассейнами возникло сообщение более широкое. Новая фауна проникает в Каспийский бассейн, откуда она вытесняет большую часть апшеронской фауны, которая здесь погибает; наоборот, фауна Чауды развивается здесь обильно».

На карте Чаудинского озера-моря, составленной Андрусовым, не показан путь, по которому происходило сообщение его с Каспийской областью. Мы полагаем, что пролив шел по юго-восточному побережью Азовского моря и далее через Мапыч.

2. ДРЕВНЕЕВКСИНСКИЙ БАССЕЙН

Как совершился переход от условий Чаудинского бассейна к условиям Древнеевксинского, мы не знаем. Изолированность выходов чаудинских пород на Керченском полуострове, высокое положение и дислоцирован-



Фиг. 19. Древнеевксинский бассейн (заштрихован).

ность их в Гурии, трансгрессивное налегание древнеевксинских слоев на более древние породы — все это говорит о том, что после чаудинской эпохи на побережьях бассейна имели место поднятия, связанные с горообразовательными движениями на Кавказе. Если 180-метровая терраса на Кавказском побережье у Туапсе принадлежит чаудинскому времени, то амплитуду поднятия за промежуток времени, отделяющий чаудинский век от древнеевксинского, для этой местности можно оценивать в 100 м.

Карта Евксинского озера-моря уже была дана Н. А. Соколовым [144] и Н. И. Андрусовым [10, 15], и мы лишь в незначительных деталях можем ее изменить (фиг. 19).

И здесь приходится отметить, что положение береговой линии вдоль западного и южного берегов Черноморской впадины остается неясным, так как ни там, ни здесь отложений с евксинской фауной не найдено.

Сравнивая карты Чаудинского и Древнеевксинского бассейнов, легко видеть, что в северной части Черноморской области произошли опускания, вследствие которых море не только дошло до современной береговой линии, но местами даже переступило через нее. Находки древнеевксинских ископаемых на Мечелном лимане (на Маныче) совершенно определенно указывают путь, по которому происходило соединение этого бассейна с Древнекаспийским.

Соленость Древнеевксинского озера-моря, повидимому, не отличалась от солености Чаудинского, так как общий характер его фауны попрежнему остается поитическим или каспийским.

Что касается видового состава фауны (табл. VI), то он нам еще очень мало известен вообще, и, кроме того, приходится признать, что имеющиеся в литературе списки видов моллюсков устарели.

Для Керченского полуострова, на котором отложения южнобережных террас должны содержать фауну, характеризующую прибрежную фацию осадков открытого моря, последняя проработка ископаемых М. И. Соколовым [140] дает следующий список: *Didacna ponto-caspia* P a v l. с вариантами, *Monodacna pseudocardium* D e s h., *M. usunlarica* M. S o k., *Adacna laeviuscula*, *A. plicata*, *Dreissensia polymorpha* P a l l., *Dr. ponto-caspia* A n d r., *Dr. crassa* var. *usunlarica* M. S o k., *Corbicula fluminalis* M ü l l., *Vivipara fasciata* M ü l l., *Micromelania caspia*.

О характере фауны особенно сильно опресненных участков бассейна дает представление список Н. А. Соколова для Тагапрогского побережья Азовского моря (см. выше), а также списки ископаемых из древнеевксинских отложений в районе дельты Дуная [55, 56, 58, 101, 102, 114, 135, 198]. Для примера мы приведем здесь списки Михайловского и Павлова.

Первый из них [101] приводит из слоев, обложившихся у Бабеля на берегу оз. Ялпук, следующие ископаемые: *Corbicula fluminalis* M ü l l., *Didacna crassa* E i c h w., *D. trigonoides* P a l l., *D. baeri* G r i m m., *Monodacna pseudocardium* D e s h., *Dreissensia polymorpha* P a l l., *Unio pictorum* L., *U. tumidus* R e t z., *Vivipara diluviana* K u n t h., *Neritina fluviatilis* L., *Melanopsis esperi* F e r., *Lithoglyphus caspius*, *Micromelania caspia* E i c h w., *Clessinia eichwaldi* K r y n., *Valvata piscinalis* M ü l l., *V. naticina* M k l.

В списках Павлова [114] из нижних слоев Бабеля, где названный автор только и находил кардид, указываются: *Paludina* — 8 видов, *Clessinia subvariabilis* A n d r., *Bythinia labiata* N e u m., *Pisidium slavonicum* N e i m., *Limnaea caenobii* F o n t., *L. megarensis* O p p e n h., *Planorbis cornu* B g r., *Adacna praeleviuscula* A n d r., *Didacna ponto-caspia* P a v l., *Unio rumanus* C o b., *U. tumidus* R o s s m.

По Н. А. Соколову, в конце евксинского времени имело место значительное опреснение. Предположение это основано, с одной стороны, на неправильном отнесении к древнеевксинскому горизонту тех *Dreissensia* и *Monodacna*, которые извлекаются со дна Черного моря при драгировках, а с другой —

на исчезновении *Didacna* и массовом появлении *Paludina* в верхних частях песков по северному побережью Азовского моря. Аналогичное явление повторяется и в разрезах у Бабеля [114] и в Одесском районе. По нашему мнению, нет никаких оснований допускать, чтобы опреснение, имевшее место в указанных местностях, распространялось на весь Древнеевксинский бассейн; по периферии его оно было, по видимому, обусловлено поднятиями, которые, как мы увидим в дальнейшем, на Керченском полуострове и на Кавказском побережье проявились позднее.

3. УЗУНЛАРСКИЙ И КАРАНГАТСКИЙ БАСЕЙНЫ

На основе нового материала переход от древнеевксинской эпохи к карангатской рисуется совершенно иначе, нежели представляли себе это Н. А. Соколов и вначале Н. И. Андрусов, исходившие в своих построениях из неправильных сопоставлений древнеевксинских отложений с новоевксинскими.

По окончании древнеевксинской эпохи в пределы Черноморской котловины проникают воды Средиземного моря, происходит осолонение бассейна, и средиземноморская фауна распространяется даже в таких участках его, как Азовское море и северо-западный залив.

Проникновение средиземноморских вод в Древнеевксинский бассейн всеми рассматривается как следствие образования Дарданельского пролива. Этому вопросу мы здесь касаться подробно не станем, отсылая интересующихся к специальной литературе [8, 170, 171, 172, 173, 177, 178, 181, 185, 186, 194, 196, 202]. Наиболее вероятным представляется нам, что река, по которой стекали в Средиземное море воды Древнеевксинского бассейна, под влиянием углубления русла и опускания участка суши, по которому она протекала, превратилась в морской пролив.

Описанные выше разрезы на Керченском полуострове и в окрестностях Туапсе показывают, что осолонение Древнеевксинского бассейна происходило достаточно медленно. В соответствии с этим в истории развития Черноморской котловины можно выделить момент, когда эта котловина превратилась в слабо соленый бассейн типа Азовского моря, заселенный фауной, содержавшей лишь те из средиземноморских форм, которые оказались в состоянии приспособиться к сильно опресненной воде. На первом месте здесь стоят: *Cardium edule* L., *Syndesmya ovata* и *Mytilaster monterosatoi*, которые в настоящее время особенно широко распространены в Азовском море; совместно с ними некоторое время жили еще древнеевксинские *Dreissensia*. В отдельных случаях в отложениях рассматриваемого бассейна указываются еще, с одной стороны, *Didacna*, а с другой — *Pecten*, *Venus*, *Tapes*.

Можно думать, что раковины *Didacna* в момент жизни названных средиземноморских родов встречались на дне бассейна лишь в мертвом состоянии подобно, например, *Tapes discrepans* на дне современного Черного моря.

Дать более подробную характеристику фауны и гидрологических условий рассматриваемого бассейна, который в предыдущем был назван Узунларским, мы за отсутствием материала не можем.

Сохранился ли в узунларский век Манычский пролив, связывавший Древнеевксинский бассейн с Древнекаспийским, мы не знаем. Не подлежит сомнению, что проникновение в Каспийский район *Cardium edule* и *Mytilaster*, который недавно был найден в южном Каспии Богачевым [38], могло произойти только в узунларское или карангатское время, но для более точного определения этого момента мы материала не имеем.

Еще до окончания узунларской эпохи, т. е. до окончательного осолонения бассейна и развития в нем относительно богатой средиземноморской фауны, периферические участки его дна претерпели довольно крупные поднятия. Наличие этих поднятий доказано для Кавказского побережья, где величину его можно оценивать приблизительно в 30 м, и для Керченского полуострова. Что происходило в остальных частях северного побережья, мы за отсутствием фактического материала сказать не можем, но считаем, что в рассматриваемый момент могли сильно сократиться размеры Азовского моря и Одесско-Евпаторийского залива; по всей вероятности, в это именно время была приподнята область современной дельты Дуная и замкнулся, хотя бы на время, Манычский пролив.

На поверхности вновь образовавшейся суши, судя по наблюдениям М. И. Соколова, на берегах Узунларского озера отлагались желтоватые лёссовидные суглинки, соответствующие, вероятно, части украинского лёсса.

Поднятие узунларской эпохи в районе Керченского полуострова и Азовского моря довольно быстро сменялось опусканием, которое вновь превратило только-что вышедшие из-под уровня моря участки суши в морское дно. Судя по известным разрезам, опускания эти произошли после того, как Черное море окончательно осолонилось и было уже заселено характерной и разнообразной фауной карангатского типа.

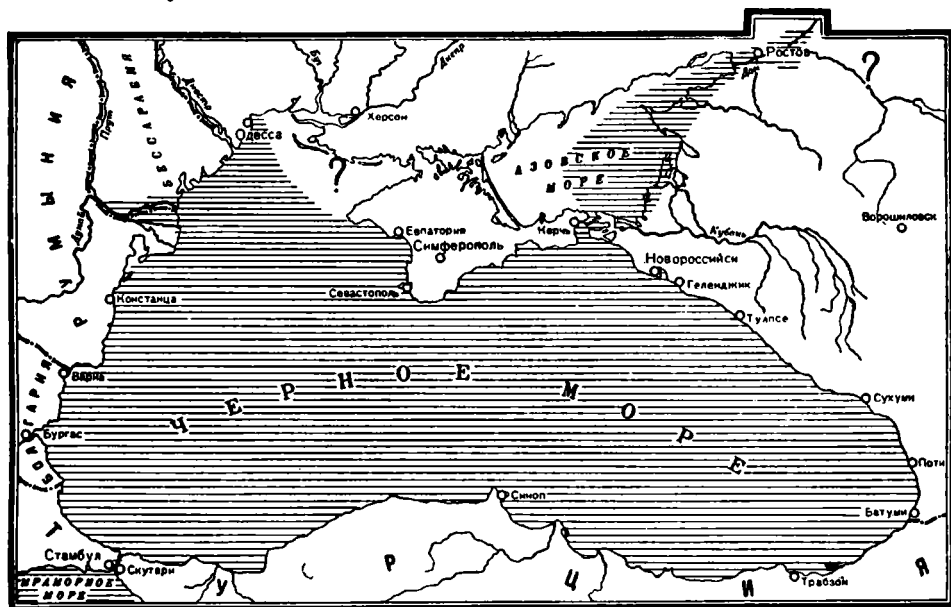
Для карангатской фазы развития Черного моря в нашем распоряжении находится в настоящий момент уже сравнительно большой фактический материал.

Восточный берег Карангатского бассейна (фиг. 20), судя по развитию соответствующей террасы на Кавказском побережье, совпадал приблизительно с восточным берегом Черного моря. Гораздо меньше данных у нас имеется относительно южного берега, но все же присутствие карангатских ракушечников у Синопа позволяет принять, что и южная граница моря была близка к современной. То же мы можем сказать и относительно западного берега, где карангатские слои известны у Варны. Присутствие *Cardium tuberculatum* в Евпатории, вероятность карангатского возраста ракушечников в Одесском районе и нахождение карангатских слоев у Азова показывают, наконец, что и на севере береговая линия Карангатского бассейна была достаточно близка к современной. Продолжал ли существовать в ка-

рангатский век Манычский пролив или после узунларских поднятий он совершенно замкнулся — остается неясным.

Для решения вопроса о глубине Карангатского бассейна и о его газовом режиме данных не имеется.

В естественных разрезах на суше выходят только чисто прибрежные отложения — ракушечники, пески, галечники и конгломераты. На дне моря при зондировках «Первого мая» к югу от Феодосии и Судака, а также между Судак и Алуштой на больших глубинах (ст. 224 на глубине 1320 м, ст. 232 на глубине 1652 м, ст. 233 на глубине 1800 м и ст. 278 на глубине



Фиг. 20. Карангатский бассейн (заштрихован).

900 м) встречены были галечники с *Cardium simile*, *Mytilus*, *Trophonopsis* aff. *breviatus* Jeffr., *Nassa reticulata* var. *modesta*. Раковины эти относятся почти несомненно к карангатской эпохе, но залегают не на месте своего первоначального образования, будучи опущены на глубину мощными послетирренскими сбросами; в действительности они происходят из отложений аналогичных, быть может, современному фазолищовому илу.

Илистые осадки, могущие принадлежать к карангатскому времени, были встречены при зондировках также к югу от Судака на глубине 1080 м (ст. 230). Лот извлек отсюда светлосерую, очень плотную глину, совершенно непохожую на современную черноморскую, но заключающую раковинки *Cardium simile*, *Syndesmya*, *Modiola*. Доказательством существования донного населения на глубине 1000 м находка эта, однако, также служить не может, так как она встречена в области, сильно рассеченной сбросами. Судя по общему характеру раковин, глубина отложения рассматриваемых глин не превышала 100—200 м.

Фауна мелководной фации карангатских отложений известна уже довольно хорошо. Для ее характеристики мы приведем здесь (табл. 26) списки ископаемых из террас Чокракского озера на северном побережье Керченского полуострова и Эльтигена на западном берегу Керченского пролива, по В. Л. Паули [115], и южного побережья Керченского залива и окрестностей Феодосии, по Паули [115] и М.И. Соколову [141, стр. 58, 59].

Большая часть (75%) приведенных в этом списке моллюсков принадлежит к видам, которые и в настоящее время живут в Черном море. Однако, по словам М. И. Соколова [141], «в большинстве случаев формы, найденные в отложениях террасы, крупнее современных черноморских. Разновидности же, которые можно отождествлять с современными черноморскими, очень часто являются как бы промежуточными между средиземноморским типом и черноморским вариантом» (табл. VII, VIII, IX).

Остальные виды списка (25%) в современном Черном море не известны, но в огромном большинстве случаев обитают еще теперь в Средиземном море. Особенно привлекают здесь внимание найденные Соколовым *Echinocyathus pusillus*, так как морские ежи совершенно чужды современной черноморской фауне; в настоящее время вид этот живет в восточной части Средиземного, в Эгейском и Мраморном морях и заходит даже в Босфор. В отношении этих средиземноморских типов М. И. Соколов делает следующие интересные замечания: «При сравнении с типичной фауной Средиземного моря наши формы отличаются прежде всего значительно меньшей величиной; формы с округлыми очертаниями часто относительно более широки; напротив, формы удлинённые часто еще более вытянуты, чем тип».

«Кроме того, некоторые формы во взрослом состоянии не приобретают всех признаков, присущих взрослым индивидуумам того же вида нормальных морских бассейнов, а как бы остаются на юношеской стадии».

Все указанные отличия карангатской фауны объясняются, конечно, тем, что Карангатский бассейн по своим гидрологическим условиям значительно отличался от современного Черного моря. Н. И. Андрусов, рассматривавший этот вопрос, когда было известно всего 13 видов, не живущих теперь в Черном море, говорит по поводу гидрологических условий следующее [13]: «Присутствие этих видов указывает на более высокую температуру воды и на более высокую ее соленость в сравнении с современным Черным морем. По всей вероятности, эта соленость превосходила 2‰ (теперь 1.8‰); в этом случае условия существования нашей фауны были бы сходны с условиями существования современной береговой фауны Мраморного моря, которая выдерживает до 2.2‰ опреснения».

Особенно бросаются в глаза относительное богатство и разнообразие карангатской фауны, а вместе с тем и отличия гидрологических условий Карангатского бассейна, если мы сравним чрезвычайно бедную фауну современного Азовского моря и Керченского пролива с фауной террас, развитых на их берегах (табл. 26).

Список фауны мелководной фации карангатских слоев по Паули

Наименование видов	Черное море	Керченский пролив	Азовское море	Наименование видов	Черное море	Керченский пролив	Азовское море
<i>Tellina donacina</i>	×	×	×	<i>Calyptraea chinensis</i> L.	×	×	—
<i>T. exigua</i> Poli I.	—	×	×	<i>Rissoia splendida</i> Eichw.	×	×	×
<i>T. nitida</i> Poli I.	×	—	—	<i>R. venusta</i> Phil.	×	×	×
<i>T. incarnata</i> L.	×	—	—	<i>R. euzinica</i> Mil.	?	—	×
<i>Gastrana fragilis</i> L.	×	×	×	<i>Hydrobia ventrosa</i> Montg.	—	×	×
<i>Scrobicularia plana</i> da Costa	—	—	—	<i>Cerithium</i> sp.	×	×	×
var. <i>kizaulica</i> M. Sok.	×	—	—	<i>C. aff. vulgatum</i> Brug.	×	—	—
<i>Syndesmya alba</i> Wood.	×	×	×	<i>Cerithium</i> aff. <i>ponticum</i> Mil.	×	—	—
<i>S. fragilis</i> Risse.	—	×	—	<i>Cerithiolum reticulatum</i> da Costa	—	×	×
<i>S. ovata</i> Phil.	×	×	?	<i>Cerithiolum submamillatum</i> R. et L.	—	×	×
<i>Thracia papiracea</i> Poli.	×	—	—	<i>Cerithiopsis tubercularis</i> Montg.	—	×	×
<i>Donax julianae</i> Kryn.	×	×	×	<i>Cerithiopsis</i> sp.	×	—	—
<i>D. venustus</i> Poli.	×	—	—	<i>Triforis perversus</i> L.	×	×	×
<i>D. variegatus</i> Gm. var. <i>scythica</i>	×	—	—	<i>Scalaria communis</i> Lam.	×	—	—
<i>Donacilla cornea</i> Poli.	×	×	×	<i>Patella</i> aff. <i>pontica</i> Mil.	×	—	—
<i>Macra corallina</i> L.	×	×	×	<i>Coecum trachea</i> Mont.	—	×	×
<i>M. subtruncata</i> da Costa	×	—	—	<i>Odostomia rissoiformis</i> Mil.	—	×	—
<i>Meretrix rudis</i> Poli.	×	×	—	<i>O. plicata</i> Montg.	—	×	—
<i>Gouldia minima</i> Montg.	×	×	—	<i>Eulimella pointeli</i> de Folin	—	—	×
<i>Venus gallina</i> L.	×	×	×	<i>Turbonilla elegantissima</i> Montg.	—	×	—
<i>V. verrucosa</i> L.	×	—	—	<i>Turbonilla delicata</i> Monteros	—	×	—
<i>Tapes calverti</i> Newt.	×	×	×	<i>Turbonilla pupaeformis</i> Mil.	×	—	—
<i>T. pullastra</i> Montg.	—	—	—	<i>Natica</i> sp.	—	×	—
<i>Venerupis irus</i> L.	×	×	×	<i>Parthenia fenestrata</i> Frbs.	—	×	—
<i>Petricola lithophaga</i> Retz	×	×	×	<i>P. costulata</i> Mil.	—	×	—
<i>Dosinia exoleta</i> var. <i>nova</i>	×	—	—	<i>Nassa reticulata</i> L.	×	×	×
<i>D. lupinus</i> var. <i>nova</i>	×	—	—	<i>N. sp.</i>	×	—	—
<i>Lucinopsis undata</i> Penn.	×	—	—	<i>Raphitoma fuscum</i> Desh (?)	—	×	—
<i>Cardium tuberculatum</i> L.	×	×	×	<i>Mangelia pontica</i> Mil.	—	×	—
<i>C. edule</i> L.	×	×	×	<i>Retusa truncatula</i> Brug.	—	×	×
<i>C. exiguum</i> Gm.	×	×	×	<i>Cylichnina variabilis</i> Mil.	—	×	×
<i>C. paucicostatum</i> Sow.	×	×	×	<i>Haminea naviculata</i> da Costa	×	×	—
<i>C. aff. simile</i> Mil.	×	—	—	<i>Neritina liturata</i> Eichw.	—	×	×
<i>Corbulomya maeotica</i> Mil.	—	×	×	<i>Vivipara fasciata</i> Müll.	×	—	×
<i>Corbula gibba</i> Olivi	—	—	×	<i>Aporrhais pes pelicani</i> L.	×	×	×
<i>Saxicava arctica</i> L. var. <i>oblonga</i> Turt.	×	—	—	<i>Ostrea taurica</i> Kryn.	×	×	×
<i>Gastrochaena dubia</i> Penn.	×	×	×	<i>O. sublamellosa</i> Mil.	×	×	×
<i>Solen marginatus</i> Penn.	×	×	—	<i>Anomia ephippium</i> L.	×	—	×
<i>Ensis ensis</i> L.	×	—	—	<i>Pecten glaber</i> L.	×	×	×
<i>Pholas dactylus</i> L.	×	×	—	<i>P. varius</i> L.	×	×	—
<i>Barnea candida</i> L.	×	—	—	<i>P. aff. ponticus</i> Mil.	×	—	—
<i>Jagonia reliculata</i> Poli	×	—	—	<i>P. sp. n.</i>	×	—	—
<i>Chama gryphoides</i> L.	×	×	—	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	×	×	×
<i>Echinocyamus pusillus</i>	×	—	—				
<i>Gibbula albida</i> C.	×	×	×				
<i>G. divaricata</i> L.	—	×	×				
<i>G. sp.</i>	—	×	×				
<i>Phasianella pontica</i> Mil.	×	×	×				
<i>Ph. sp.</i>	×	—	—				

Продолжение табл. 26

Наименование видов	Черное море	Керченский пролив	Азовское море	Наименование видов	Черное море	Керченский пролив	Азовское море
<i>Mytilaster lineatus</i> Gm.	×	×	×	<i>A. barbata</i> L.	×	—	—
<i>M. monterosatoi</i> Dautz.	×	×	—	<i>A. lactea</i> L.	×	—	—
<i>Modiola adriatica</i> Lam.	×	×	×	<i>Nucula nucleus</i> L.	×	—	—
<i>Arca Noë</i> L.	×	—	—	<i>Divaricella divaricata</i> L.	×	×	×
				<i>Loripes lacteus</i> L.	×	×	×

Сравнивая приведенные выше списки ископаемых, легко можно заметить, что фауна Керченского пролива и Азовского моря и в карангатское время отличалась от фауны прибрежных частей открытого моря. Если при этих сравнениях откинуть гастропод, которые обработаны М. И. Соколовым для южного берега Керченского полуострова только частично, то мы увидим, что с берегов Черного моря известно 56 видов, с берегов Керченского пролива 33 и с южного побережья Азовского моря всего 26. Эти цифры показывают, что при продвижении в пролив и затем в Азовское море население дна в карангатское время становилось значительно однообразнее, очевидно, в связи с опреснением этого участка бассейна под влиянием вод Дона и Кубани. Факт этот давно уже отмечался Андрусовым [9]. Паули подчеркивает, однако, что разница в фауне Азовской части бассейна, пролива и открытого моря в карангатское время была меньше, нежели теперь [115]. По его мнению, это могло объясняться большей шириной пролива и большей глубиной Азовского бассейна.

Если опреснение достаточно резко сказывалось в южных частях азовского участка, то мы имеем все основания думать, что близ северных берегов последнего карангатское море имело еще меньшую соленость и было населено еще более бедной фауной, которая могла очень близко напоминать современную черноморскую. Это заставляет с очень большой осторожностью подходить к определению возраста тех ракушечников «с фауной современного Черного моря», которые встречаются в рассматриваемой местности.

Кроме азовского участка, опреснение Карангатского бассейна, без сомнения, должно было иметь место и в северных частях Одесско-Евпаторийского залива; этим, быть может, объясняется сравнительная близость фауны пересыпей здешних лиманов к черноморской.

Накопец, учитывая, что в нововекспинскую эпоху во всей Черноморской котловине вновь развилась фауна каспийского типа, мы вправе думать, что в устьях крупных рек карангатского времени существовала и лиманного типа фауна. Ее мы пока не знаем, и отличить ее от соответственной фауны более поздней эпохи несомненно будет очень трудно.

Глава III

НОВОЕВКСИНСКИЙ БАССЕЙН

Разрезы буровых скважин на дне Керченского пролива и дельты Дона у Азова показывают, что по окончании карагатской эпохи гидрологический режим в пределах Черноморской котловины еще раз резко меняется, и на месте моря, по своей солености приближающегося к современному Мраморному, здесь вновь возникает бассейн со слабо соленой водой, который мы в предыдущем называли Новоевксинским. Это изменение гидрологического режима мы выводим из резкого изменения фауны, которая в новоевксинских отложениях приобретает вновь каспийский или даже лиманный характер.

Нижние слои новоевксинских отложений известны только по очень плохо собранному материалу бурений в проливе, а потому, история переходного времени и некоторой, быть может, значительной части средней фазы жизни Новоевксинского бассейна остается для нас весьма неясной. Наоборот, для конца этой средней стационарной фазы, а также для фазы умирания Новоевксинского озера-моря зондировки «Первого мая» дают исчерпывающий материал. Поэтому мы принуждены будем в дальнейшем сосредоточить свое внимание на этих двух последних фазах, коснувшись первоначальной лишь постольку, поскольку это является в наших условиях возможным и необходимым.

Существование карагатской террасы, приуроченность новоевксинских отложений исключительно ко дну Черного моря и присутствие болотных и речных отложений в северо-западном углу его под верхними горизонтами новоевксинских пород делает несомненным, что в конце карагатского века в периферических частях бассейна имело место поднятие дна. Весьма широкое распространение карагатских террасовых образований говорит о том, что поднятия эти охватили все побережье. Определить их амплитуду мы в точности не можем, так как в конце новоевксинского века начались опускания, которые, по всей вероятности, распространились также на все побережье; для северо-западного угла Черноморской котловины низший предел этих опусканий, исходя из глубины, на которой были встречены на дне моря континентальные отложения, можно оценить в 42 м; для остальных участков дна размер их остается совершенно неизвестным, хотя наличие молодых опусканий для некоторых мест Кавказского побережья является доказанным. Низший предел поднятий конца карагатского века для Кавказского побережья определяется современной высотой террасы с *Cardium tuberculatum*, которая, как мы видели в главе II, лежит на 20—25 м выше уровня моря.

Непосредственно ли за поднятием последовало изменение гидрологического режима карагатского моря, мы не знаем, но представляется в высшей степени вероятным, что эти два события находились в причинной связи.

Причин опреснения Карагатского бассейна, поскольку мы знаем, никто еще не касался. На первый взгляд может казаться, что опреснение явилось результатом замыкания Дарданельского пролива, происшедшего под влиянием только-что указанных поднятий суши. Эту гипотезу приходится, однако, откинуть. Для опреснения замкнутого соленого бассейна до глубины, на какую распространилось уменьшение солености в Новоевксинском озере-море, потребовались бы такие массы пресной воды, которые неизбежно должны были значительно поднять уровень этого бассейна, чего на самом деле не было. Единственным и совершенно достаточным условием опреснения можно считать прекращение нижнего босфорского течения при сохранении верхнего, что должно было превратить Босфор и Дарданеллы в простые ложбины стока, а котловины Черного и Мраморного морей в гигантские проточные озера. Причины такого явления могли быть двойного рода.

Макаров, изучавший обмен вод Черного и Средиземного морей, показал [99], что остановка нижнего босфорского течения в современных условиях возможна при повышении уровня Черного моря приблизительно на 0.5 м. Мы думаем, что необходимое повышение уровня могло создаться при большом увлажнении климата, которое должно было сопровождаться резким увеличением притока пресной воды с окружающей море суши и уменьшением испарения с его поверхности. Действие этой причины должно было несколько увеличиться сокращением площади моря под влиянием поднятия прибрежных частей его дна, о котором мы только-что говорили.

Это объяснение включает гипотезу крупных климатических изменений на границе карагатской и новоевксинской эпох. Но такие изменения отнюдь не являются необходимыми, и опреснение можно, нам кажется, считать следствием только упомянутых выше поднятий, существование которых не вызывает никаких сомнений. Если эти поднятия, что весьма вероятно, захватили также область Босфора и Дарданеллы и вызвали резкое уменьшение глубины проливов, то тем самым падение течения в них должны были прекратиться.

Превращение Карагатского моря в проточное озеро должно было вызвать первоначально опреснение верхних слоев воды, но со временем под влиянием диффузии и течений, система которых в Новоевксинском бассейне должна была довольно значительно отличаться от современной, опреснение могло захватить и глубокие части водной массы.

Гипотезы, выдвигаемые нами для объяснения причин опреснения Карагатского моря, предусматривают, что уровень Новоевксинского бассейна был не ниже уровня современного Черного или Эгейского морей, а скорее даже выше их; между тем в литературе утвердилось мнение, что новоевксинское время было эпохой самого низкого стояния уровня, который, по мнению одних, должен был лежать на несколько десятков, а по другим даже на 200 м ниже современного [67, 97, 124, 143, 144, 199]. Приходится признать, что все эти, весьма прочно укоренившиеся в литературе мнения

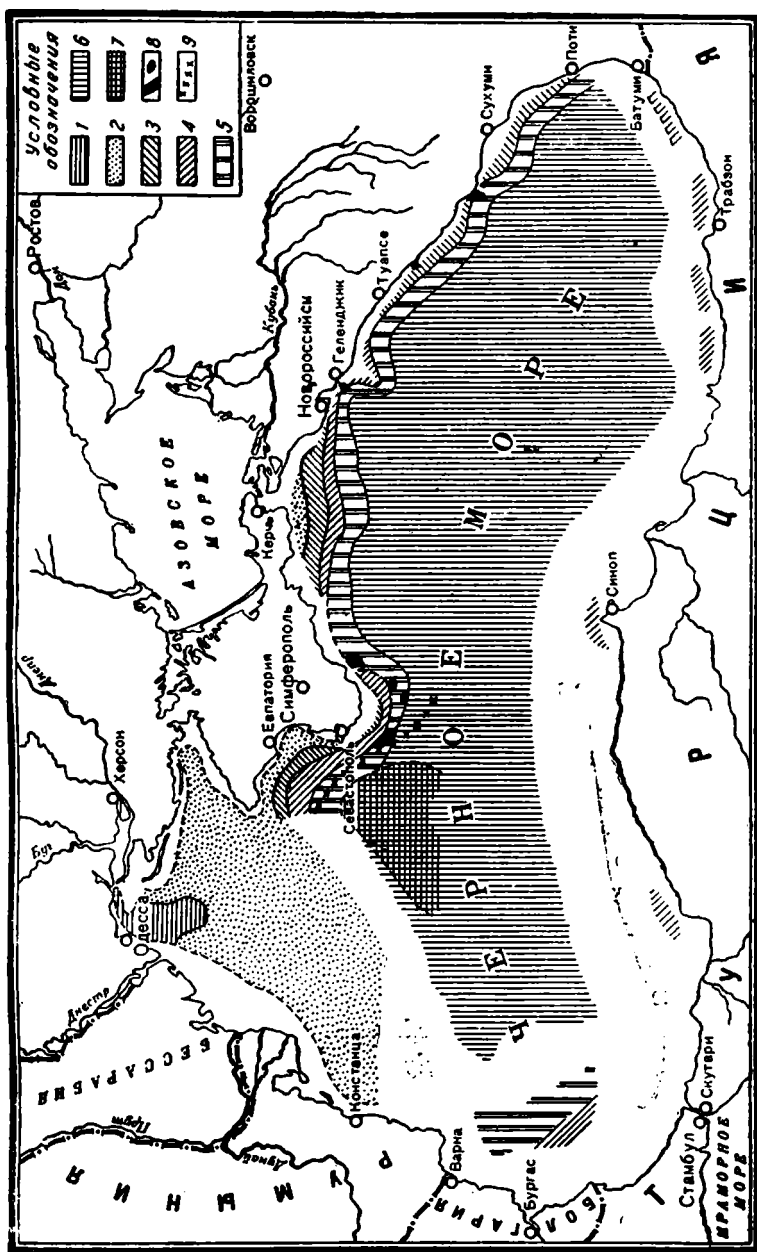
основаны только на недоразумении. В основе их лежит то обстоятельство, что характерные для новоевксинских отложений *Dreissensia* и *Monodacna* находимы были экспедициями 90-х годов прошлого столетия [2, 3, 5, 166, 167] в области континентальной суши, т. е. много ниже современного уровня моря. Не учитывая того, что выходы этих отложений обусловлены лишь оползнями покрывающих их осадков, считали, что береговая линия должна была проходить где-то поблизости к континентальному уступу. Кроме того, совершенно не принимались во внимание те опускания, которые имели место в периферических частях бассейна в конце новоевксинского и начале черноморского времени. При современном состоянии наших знаний совершенно очевидно, что изменения в положении береговой линии в послекарангатское время зависели исключительно от поднятий и опусканий суши, как это и принималось Андрусовым.

Фактический материал, добытый работами «Первого мая», показывает, что размеры Новоевксинского бассейна не оставались постоянными; в начале своего существования он мог занимать значительно меньшую площадь, нежели современное Черное море, в конце же его береговая линия, повидимому, почти совпала с современной (фиг. 21).

Несомненные доказательства сокращения в начале новоевксинского века площади, занятой в пределах Черноморской котловины морем, имеются для области Одесско-Евпаторийского залива. Во всех остальных участках дна при зондировках «Первого мая» никогда не удавалось достигнуть основания новоевксинских отложений, что указывает на значительную мощность последних и на значительную продолжительность новоевксинского времени. В Одесско-Евпаторийском заливе мощность слоя, содержащего характерные для новоевксинских осадков *Dreissensia* и *Monodacna*, очень мала и в ряде случаев не превышает, как мы видели в первой части данной работы, 10—40 см; ниже к указанным ископаемым присоединяются раковины *Paludina* и *Unio*. В тех случаях, когда лотом был пробит и этот слой, ниже его в ряде пунктов обнаружены частью вязкие темные, богатые органическим веществом глины, в изобилии содержащие *Unio*, *Paludina*, *Limnaeus* и другие пресноводные гастроподы, частью же — торфянистые слои, чередующиеся с такими же глинами и содержащие те же раковины. Максимальная мощность этих торфяных отложений 75 см. Любопытно расположение станций, вскрывающих речные и торфянистые отложения. Если нанести их на карту, то окажется, что все они умещаются в пределах подводного продолжения русла Днепра.

Ненормально малая мощность новоевксинских отложений, покрывающих описанные болотные и лиманные образования, показывает, что мы в пределах Одесско-Евпаторийского залива имеем дело только с верхними их горизонтами; в эпоху образования главной части новоевксинских глин и ракушечников других участков дна эта область представляла болотистую сушу, по которой пролагали себе русла Днепр, Буг, Дунай и другие реки. В конце новоевксинского времени эта суша опустилась и была затоплена

морем. Насколько близко располагалась в дальнейшем новоевксинская береговая линия к современной, можно видеть из того, что всюду, где только при зондировках удавалось пробить черноморские отложения, под ними



Фиг. 24. Новоевксинский бассейн

1 — глины с *Monodactylus*; 2 — пески с блоками *Dreissena rostrum*; 3 — глины с блоками *Dr. rostrum*; 4 — глины с блоками *Dr. rostrum* var. *distans*; 5 — глины с гастроподами; 6 — серия глубоководная глина без фауны; 7 — известково-глинистая ил (прослойки); 8 — обломки с большим количеством галек; 9 — южная граница распространения галек в древнеэвксинской и глубоководных глинах.

неизменно вскрывались и новоевксинские слои. Присутствие последних на дне Керченского пролива доказывает существование в новоевксинское время не только этого пролива, но и Азовского моря, а нахождение ново-

евксинских ископаемых в основании отложений лиманов Одесского района, в соленых озерах окрестностей Евпатории и в Севастопольской бухте делает несомненным, что в связи с опусканиями в конце новоевксинского времени затоплены были устьевые части современных рек, и современная береговая линия выработалась во всех почти ее деталях.

О всех предыдущих фазах развития Черноморской котловины мы припущены были судить только по незначительным клочкам мелководных отложений, сохранившихся по берегам в виде террас; для Новоевксинского бассейна зондировки знакомят нас с отложениями как малых и средних, так и самых больших глубин, что позволяет с большою, относительно, степенью точности восстановить картину жизни бассейна в его целом.

Изучение образцов, добытых при зондировках, позволяет выделить среди новоевксинских отложений четыре основные типа. Мы имеем здесь, во-первых, глинистые отложения с *Monodacna*, располагающиеся вдоль затопленной части русла Днепра и переходящие непосредственно в лиманные отложения; во-вторых, прибрежные песчаные отложения; в третьих, мелководные или с донной фауной дрейссепсий и гастропод; в-четвертых, глубоководные илы, лишенные или почти лишенные донной фауны.

Отложения первого типа известны нам из 12 пунктов. Во всех образцах наблюдается довольно однообразная картина. Вверху располагается светлосерая плотная глина, хорошо отмученная, совершенно неслоистая, с обильной примесью раковин, как цельных, так и битых. Вниз эта глина делается все более и более песчаной и в некоторых случаях, наконец, переходит в глинистые неслоистые пески. В отдельных образцах количество подмешанных к глине раковин настолько значительно, что осадок превращается в настоящий ракушечник.

Органические остатки, встречающиеся в описываемой глине, чрезвычайно однообразны, по состав их меняется при переходе от верхних слоев к нижним. В верхних частях господствует почти исключительно *Monodacna pontica*. Она встречается частью в виде зрелых экземпляров, имеющих нормальные для данного вида размеры, но еще чаще (и иногда в огромном количестве) в виде маленьких, явно недоразвитых, молодых форм. Из других видов единицами попадаются *Cardium edule* (наверху), *Dreissensia polymorpha* и гастроподы из родов *Valvata*, *Lithoglyphus* (преимущественно внизу). Толщина слоя, в котором наблюдается описанный биоценоз, колеблется от 20 до 50—60 см. Ниже, — в одних случаях еще в типичной глине, в других уже в глине песчанистой, — начинают проступать очертания иного биологического комплекса. Количество раковин *Monodacna pontica* значительно уменьшается; наоборот, сильно увеличивается роль гастропод *Valvata*, *Lithoglyphus*, появляются огромные *Paludina*, становятся частыми *Micromelania*, но в особенности увеличивается роль *Dreissensia polymorpha*, которая в конце концов (ст. 87) делается доминирующей формой, совершенно вытесняя *Monodacna pontica*. Все эти фаунистические особенности позволяют рассмат-

ривать нижние части колонок как некоторый особый стратиграфический горизонт внутри евксипских отложений со своим собственным, хорошо отличным биоценозом.

Не останавливаясь долее на описанной фации, отметим, что биомический смысл смены одного биоценоза другим на очерченной территории совершенно ясен. Нет никакого сомнения в том, что нижний (стратиграфически) биоценоз есть, в сущности, типичный биоценоз речного устья, примыкающего к солопатовому бассейну типа, например, устья Волги. Очень вероятно, что хронологически этот «речной горизонт» соответствует тем континентальным слоям, которые только-что были описаны. Что касается верхнего биоценоза, то непосредственное сравнение рассматриваемых глин с образцами глинистых отложений нижней части Диспровско-Бугского лимана показывает, что монодактовый биоценоз чрезвычайно характерен для современных лиманов. Интересно, что в лиманных отложениях молодые экземпляры *Monodacna* также встречаются массами и резко преобладают над взрослыми. Таким образом, указанная смена биоценоза рисует нам постепенное осоложение речного устья в зависимости от опусканий и хода трансгрессии конца новоевксинского века.

Второй из намеченных типов осадков (пески) связан уже с самым Новоевксинским бассейном и представляет прибрежные отложения последнего. Зондировки знакомят нас с двумя участками прибрежной песчаной полосы. Один из них располагается в северо-западной части моря, покрывая здесь огромную площадь, другой намечен только по двум станциям против устья Керченского пролива, причем здесь мы находимся уже у самой нижней батиметрической границы песчаной области, на переходе ее в следующую — область мелководных илов.

25 колонок, происходящих из северо-западной области, дают в общем очень однообразную и типичную картину. Почти всюду разрез начинается сверху прослоем светлосерых, тонкозернистых, иногда сильно слоистых песков, которые содержат обильную примесь раковинного материала, часто настолько значительную, что порода превращается в песчаный или даже чистый ракушечник. В некоторых случаях колонки не достигают основания этой песчано-раковинной породы. В типичном случае, однако, богатые раковинами пески имеют 15—20 см мощности, и ниже следует уже порода с единичными раковинами, а иногда и вовсе без них. В этой части пески обычно имеют светлосерую окраску, довольно плотны, известковисты и иногда даже несколько сцементированы углекислым кальцием.

Фауна песчаной фации была подробно изучена Н. С. Ильиной для двух образцов, взятых у Керченского пролива; для северо-западного участка мы могли только предварительно просмотреть материал. Наиболее распространенной формой в песках северо-западной области является *Dreissensia polymorpha* в нескольких вариантах. Крупные и мелкие экземпляры ее и образуют основную часть популяции ракушечников. Далее за ней следует *Monodacna pontica*, также весьма распространенная. Менее распро-

странены *Dreissensia crassa*, *Dr. rostriformis* var. *distincta*, *Dr. ponto-caspia*, *Monodacna colorata* и несколько видов *Micromelania* (табл. X). Нужно заметить, что состав видов на отдельных станциях значительно меняется и формы, отсутствующие в одном пункте, в другом представлены большим числом особей.

Для прикерченских станций Н. С. Ильина дает такую характеристику: «Следующий комплекс фауны характеризует прибрежный биоценоз: *Monodacna pontica* (много), *Micromelania caspia* (много), *Cardium edule*, *Caspia grimmii* D y b., *Monodacna colorata* A n d r., *Hydrobia grimmii*, толстостенные *Dreissensia* из группы *polymorpha* и *crassa*, встречающиеся иногда в неслыханном количестве. Как правило, для этого биоценоза характерно почти полное отсутствие дрейссенсий из группы *rostriformis* и *ponto-caspia*. Последние, если и встречаются, то крайне редко, в виде обломков и единичных уродливых створок.

Если исключить *Cardium edule*, который происходит из слоя, переходного к древнечерноморским отложениям, то в общем мы имеем очень хорошее совпадение наблюдений из разных участков песчаной зоны. Исходя из того, что главными формами здесь являются *Dreissensia polymorpha*, мы будем называть прибрежный биоценоз «полиморфовым».

За полосой прибрежных песков, как показывают зондировки у Тарханкута и Керченского пролива, следуют глинистые отложения, весьма богатые органическими остатками. Эта фация, повидимому, распространена по всей периферии Черноморской котловины на глубине от 60 до 500—600 м. Об этом можно судить по тому, что глины были прослежены зондировками в виде непрерывной полосы вдоль западного и южного побережий Крыма от Тарханкута до Таманского полуострова и, кроме того, встречены у берегов Кавказа и Малой Азии всюду, где при зондировках на умеренных глубинах удавалось достичь цоколевских отложений. Они находимы были близ Анапы, у устья Джубги, у Батуми и у Сипона (на глубинах, колеблющихся от 110 до 382 м, т. е. в той же зоне глубин, что и по южному берегу Крыма).

Как и в области песков, в верхней части глины залегает тонкий (около 10 см) прослой раковинной дресвы, состоящий из мелких и крупных обломков раковин. Ниже, а в ряде колонок, где дресвы нет, у самого верха располагается нормальная для фации порода. Она представляет собою светло-серую плотную неслоистую глину с большим количеством раковинного материала и с редкими песчаными прослойками, встречающимися преимущественно в прибрежных станциях. Распределение раковин в глине неравномерно; нередко встречаются прослой в 10—20—30 см толщиной, настолько обогащенные ими, что порода переходит в глинистые ракушечники.

Очень оригинальную особенность глины составляют находящиеся в ней крупные (1—1.5 см), прекрасно окатанные, гальки сланца и известняка. Эти гальки довольно распространены на всем протяжении от м. Тарханкута до Алушты включительно, по восточнее исчезают. В ряде станций,

наиболее близко лежащих к берегу, наблюдается обогащение глины внизу явском и переход ее, наконец, в глинистые и даже чистые серые пески.

Для небольшого количества станций нами были произведены определения остатка от прокаливания, CO_2 и органического углерода. Результаты сведены в табл. 27.

Резкие колебания в содержании CaCO_3 зависят, главным образом, от неравномерного распределения раковин. Обращает на себя внимание сравнительно ничтожное содержание органического вещества. Как увидим ниже, это свойственно всем фациям новоевксинских слоев.

Органические остатки, добытые отмучиванием из глин, собранных вдоль южного побережья Крыма, принадлежат, по определению Н. С. Ильиной, к следующим видам: *Dreissensia polymorpha* Pall. var.

marina Andr. и var. *regularis* Andr., *Dr. rostriformis* Desh. var. *distincta* Andr.

и var. *vulgaris* Andr., *Dr. ponto-caspia* Andr., *Dr. crassa* Andr., *Dr. caspia*

Eichw., *Cardium baeri* Gr.,

C. edule L., *Syndesmya ovata*,

Monodacna pontica Eichw.,

M. colorata, *Adacna plicata*,

Neritina liturata, *N. tur-*

ricula Dyb., *N. elegantula* Dyb., *Lithoglyphus caspius*, *Cles-*

sinia marthenisi, *Hydrobia grimmii* Cless., *H. pusilla* Eichw.,

Caspia grimmii Dyb., *C. pallasi* Dyb., *C. gmelini* Dyb., *C. ulskii*

Dyb. Всего 26 видов и разновидностей. Если исключить из этого списка *C. edule* и *Syndesmya ovata*, найденных исключительно в самом верху глин,

то мы будем иметь типичную каспийскую фауну.

В образцах, взятых с различных глубин, состав фауны заметно меняется,

так что в глинах можно выделить определенные биоценозы, которые соот-

ветственно с глубиной тянутся полосами параллельными берегам. Н. С. Ильи-

на, подробно изучившая новоевксинские отложения полосы дна, прилегаю-

щей к южному берегу Керченского полуострова, выделила здесь два

биоценоза, которые легко проследить и в других местах.

Первый биоценоз начинается у нижней границы песков с их полимор-

фным биоценозом и распространен на глубинах от 15 до 90—100 м. Главной

формой этого биоценоза являются крупные толстораковинные *Dreissensia*

ponto-caspia, скопляющиеся часто в огромном количестве и далеко отодви-

гающие назад другие виды. Кроме того, здесь встречены: *Cardium baeri*,

Monodacna pontica, *Adacna plicata*, *Dreissensia polymorpha* var. *regularis*,

var. *marina*, *Dr. rostriformis* var. *vulgaris* и var. *distincta* (отдельные створки),

Micromelania caspia, *M. elegantula*, *Neritina liturata*, *Hydrobia grimmii*,

Таблица 27

Основные компоненты дрейссенсие-
вых глин

№№ станций	Остаток от прокаливания (без CaO карбоната) в %	CaCO_3 (по CO_2) в %	Углерод органического вещества в %
2	53.63	44.21	—
6	64.45	33.73	—
48	—	14.41	1.51
100	64.71	31.79	—
128	62.10	32.30	0.46

Всего 26 видов и разновидностей. Если исключить из этого списка *C. edule* и *Syndesmya ovata*, найденных исключительно в самом верху глин, то мы будем иметь типичную каспийскую фауну.

В образцах, взятых с различных глубин, состав фауны заметно меняется, так что в глинах можно выделить определенные биоценозы, которые соответственно с глубиной тянутся полосами параллельными берегам. Н. С. Ильина, подробно изучившая новоевксинские отложения полосы дна, прилегающей к южному берегу Керченского полуострова, выделила здесь два биоценоза, которые легко проследить и в других местах.

Первый биоценоз начинается у нижней границы песков с их полиморфным биоценозом и распространен на глубинах от 15 до 90—100 м. Главной формой этого биоценоза являются крупные толстораковинные *Dreissensia ponto-caspia*, скопляющиеся часто в огромном количестве и далеко отодвигающие назад другие виды. Кроме того, здесь встречены: *Cardium baeri*, *Monodacna pontica*, *Adacna plicata*, *Dreissensia polymorpha* var. *regularis*, var. *marina*, *Dr. rostriformis* var. *vulgaris* и var. *distincta* (отдельные створки), *Micromelania caspia*, *M. elegantula*, *Neritina liturata*, *Hydrobia grimmii*,

H. gmelini, *H. ulskii*; в верхней части, кроме того, встречаются *Cardium edule* и *Syndesmia ovata*.

Второй биоценоз располагается дальше от берегов и занимает полосу глубин от 90—100 до 500—600 м. Фауна здесь значительно беднее, и вместо 17 видов моллюсков мы имеем всего 9. Состав ее также сильно изменяется: исчезают почти все кариды и крупные толстостворчатые *Dr. ponto-caspia*. Ядро биоценоза образуют плоские, прямые *Dr. rostriformis* var. *distincta*, с тонкими, хрупкими раковинами, образующие целые ракушечные прослои. К этой главной, резко доминирующей, форме примыкают в качестве второстепенных *Micromelania caspia*, *M. elegantula*, *Caspiu ulskii*, *C. pallasii*, *C. grimmi*, *Hydrobia grimmi*, *H. pusilla*. Очень редко попадаются единичные створки *Dr. ponto-caspia*, уклоняющиеся от нормальной формы, и *Cardium baeri*.

Нижне изобаты 600 м дрейссепсиевые глины сменяются глубоководными глинистыми отложениями, среди которых местами встречаются топки прослойки песка, а в средних частях западной половины моря — прослойки известково-диатомовой породы, о которой мы будем говорить в дальнейшем.

Литологически типичные глубоководные нововексинские отложения крайне однообразны и состоят из чрезвычайно однородной, липкой всяких следов слоистости, светлосерой, обычно сильно известковистой глины. Содержание CaCO_3 в ближе изученных образцах колеблется от 30 до 45%, органического углерода от 0.70 до 1.2% и обломочных частиц, поимая под этим остаток от прокаливания за вычетом CaO карбоната, от 51 до 62%. Имеющиеся у нас аналитические данные сведены в табл. 28.

Таблица 28

Основные компоненты глубоководных нововексинских отложений

№№ станций	Остаток от прокалывания (без CaO карбоната) в %	CaCO_3 (по CO_2) в %	Углерод органического вещества в %
11	56.72	39.45	0.71
12	59.31	35.93	0.73
14	50.72	44.95	1.10
66	61.70	36.96	1.17
139	—	30.39	—

Таблица 29

Содержание CaCO_3 в полосчатых глинах

№№ станций	CaCO_3 (по CO_2) в %
68	17.8
133	1.80
136	6.81
178	8.26
173	14.39
176	17.78

Близ верхней границы своего распространения глубоководная глина претерпевает заметные изменения, состоящие в появлении в ней зачатков слоистости в виде чередования неясно отграниченных друг от друга полос более темной и более светлой окраски; ширина таких полос колеблется от долей сантиметра до нескольких сантиметров. Особенно резко выражена эта полосчатость близ крымских берегов в районе Алушты, где глубины подходят особенно близко к берегу. Толщина полос здесь всего 1—2 мм; при достаточном увеличении отчетливо видно, что светлые полосы слагаются глиной более песчаной, нежели темные. Таким образом, полосчатость

является выражением периодического изменения механического состава глин. Определения CO_2 показывают, что полосатые глины отличаются от нормальных меньшим содержанием CaCO_3 (табл. 29).

Мы видели выше, что глины с *Dreissensia* у берегов Крыма между Тарханкутом и Алуштой содержат в себе многочисленные и довольно крупные гальки. Распространение последних не ограничивается, однако, полосой дрейссеневых глин и далеко заходит в пределы развития тиличных глубоководных отложений. В общем полоса глин с гальками, развитая у берегов Крыма между Тарханкутом и Алуштой, достигает 80 км ширины. В пределах этой полосы гальки распространены весьма неравномерно, и можно указать ряд участков, где они встречаются особенно часто, образуя нередко целые прослои в глинах, и достигают особенно больших размеров. Вне таких участков галечный материал попадается реже, и размеры галек меньше. На приводимой схематической карте Новоевксинского бассейна наиболее обогащенные гальками участки отмечены особым знаком.

Петрографический состав галек довольно однообразен: в подавляющем большинстве случаев это серый или синевато-серый глинистый сланец, реже — белый молочный кварц, еще реже — белый известняк (в некоторых случаях мелоподобный). Размеры галек колеблются от 1—2 мм до 4—5 см по большей оси. Все гальки окатаны, хотя далеко не в одинаковой степени; особенно хорошо окатанными являются крупные экземпляры, тогда как среди мелких попадаются и куски с не вполне сглаженными углами.

В ряде пунктов среди глубоководных новоевксинских глин встречены были тонкие, в несколько миллиметров, прослойки мелкозернистого песка. Чрезвычайно характерно, что прослойки эти приурочиваются к станциям, особенно далеко отстоящим от берега и имеющим особенно большую глубину; на станциях, расположенных ближе к берегам, они исчезают. Особый характер имеют глубоководные новоевксинские отложения в юго-восточной части моря, против устья р. Риона, где среди них широкое распространение имеют песчаные прослои.

К юго-западу от Крыма среди глубоководных отложений встречаются прослои своеобразного диатомово-известкового ила. Последний представляет светлосерую, однородную, неслоистую, очень легкую и довольно рыхлую породу, переполненную панцирями диатомовых, главным образом, *Coscinodiscus* и *Navicula*.¹ Определение кремнезема, растворимого в 5% растворе Na_2CO_3 , углекислого кальция и органического углерода для ст. 14 дало следующие результаты (в процентах):

	SiO_2 (растворимая)	CaCO_3	C
Верхняя часть слоя	11.88	48.51	0.53
Нижняя » »	13.51	21.25	0.51

¹ Этот тип новоевксинских отложений был описан уже А. Д. Архангельским по образцам Ю. М. Шокальского, но ошибочно отнесен к современным черноморским отложениям [18, 19].

На ст. 6 содержание CaCO_3 в различных частях слоя известково-диатомовой породы колеблется от 20.68 до 60.68%. Положение прослоев известково-диатомового ила в различных образцах меняется: в одних случаях диатомит располагается непосредственно под древнечерноморскими отложениями, в других же отделяется от последних довольно мощным (до 60 см) пластом серой глубоководной глины.

Остатки моллюсков в глубоководных глинах встречаются, как правило, лишь до глубины 1300—1500 м; иными словами, они приурочиваются к периферическим частям глубоководных отложений, к той части серых глин, которая залегает на континентальном уступе и граничит с районом, занятым глинами с *Dreissensia*. Состав фауны весьма своеобразен; пелециподы, если не считать эмбриональных раковин, происходящих из планктона, здесь совершенно отсутствуют, и мы имеем дело только с мелкими гастроподами.

Раковины их встречаются обычно поодиночке на значительных расстояниях одна от другой. Н. С. Ильина, подробно изучавшая этот своеобразный биоценоз, говорит о нем следующее.¹

«На более мелководных станциях гастроподы по своему облику сходны с гастроподами дистиктового биоценоза дрейссенсиевых глин; здесь встречены *Micromelania caspia* Eichw., *Caspia ulskii* D y b., *C. grimmi* D y b., *Lithoglyphus caspia*, *Clessinia*. По мере углубления стенки раковинкок становятся все тоньше и тоньше и, примерно, с изобаты 1000—1100 м в колонках попадаются только тончайшие скорлупки *Caspia* sp. да эмбриональные створки пелеципод». «В сущности говоря, — заключает Ильина, — здесь нет ни одной формы, которая бы не жила и на меньших глубинах».

Ниже изобаты 1300—1500 м глубоководные отложения в огромном большинстве случаев бывают совершенно лишены остатков донной фауны. Однако в отдельных случаях и здесь, на большей глубине и на большом расстоянии от полосы гастроподовых глин, раковинки гастропод были встречены: на ст. 139, глубина 2120 м, на ст. 107, глубина 1960 м, на ст. 106, глубина 1970 м, и на некоторых других станциях.

Мы не решаемся высказаться определенно по вопросу о происхождении этой замечательной гастроподовой фауны, так как здесь мыслимы две возможности. Наиболее естественно было бы думать, что раковинки гастропод находятся в глинах в первичном залегании, т. е. что моллюски жили в тех местах, где мы находим их остатки. Если принять это, то необходимо будет признать, что с увеличением глубины количество видов и особей, населявших глубокие части Новоевксинского бассейна, постепенно убывало, и ниже изобаты 1500 м дно оставалось вовсе незаселенным, по крайней мере, моллюсками. Наблюдаемые явления могут также объясняться и тем, что мелкие, легкие раковинки гастропод тем или иным способом заносились в глубоководную область из района развития дрейссенсиевых глин и что мы имеем здесь дело не с биоценозом, а с тапатоценозом. С этой точки зрения

¹ Н. С. И л ь и н а. Фауна моллюсков в отложениях Черного моря, рукопись, фонд МГРИ, 1926.

легче объяснить спорадическое появление раковин на глубинах около 2000 м. К вопросу этому мы вернемся еще в дальнейшем.

Чтобы закончить описание отложений Новоевксинского бассейна, нам остается сказать несколько слов о встречающихся в них минеральных новообразованиях, именно об углекислом кальции и сернистом железе.

Выше были приведены данные о содержании CaCO_3 в дрейссениевых и глубоководных глинах. В дрейссениевых глинах значительная, а в ракушечных прослоях наибольшая часть CaCO_3 принадлежит раковинам моллюсков и их обломкам, а другая часть порошкообразному кальциту, более или менее равномерно распределенному в массе породы. В глубоководных отложениях почти весь CaCO_3 принадлежит этой порошкообразной модификации CaCO_3 , известной под названием дрюита. Накопец, порошкообразный карбонат кальция встречается и в песчаных породах новоевксинского горизонта.

Сравнивая распространение дрюита в новоевксинских отложениях с распространением его в современных черноморских осадках [19, 21], можно легко видеть, что как там, так и здесь в наибольшем количестве он встречается в глубоководных образованиях. По форме залегания дрюита, именно по равномерному, если можно так выразиться, диффузному распределению его в породе, новоевксинские отложения приближаются к мелководным глинистым осадкам Черного моря и к серой неслоистой глубоководной глине. Последнего расположения дрюита, которое характерно для глинисто-известкового и известкового плов Черного моря, в новоевксинских отложениях не наблюдается.

Сернистое железо в глинистых новоевксинских отложениях встречается, как и в черноморских, в двух формах.

Наиболее бросаются в глаза при изучении свежих образцов глины черные коллоидальные массы водного сульфида, известного под именем гидротроилита, которые мы наблюдали приблизительно в половине имеющихся у нас образцов. Чаще всего гидротроилит приурочивается к верхним частям колонок глин, которые он окрашивает в более или менее равномерный матово-черный цвет; в более глубоких частях колонок окраска эта ослабевает и, наконец, совсем исчезает. В других случаях нижние части колонок образцов также содержат гидротроилит, но он распределен в них слоями и пятнами. Встречаются колонки, которые бывают окрашены гидротроилитом в черный цвет равномерно по всей их длине, и колонки, в которых он встречается только в виде прослоев и пятен. В тех случаях, когда новоевксинские глины пересекаются трещинами сбросов, гидротроилит нередко приурочивается к ним, образуя характерные жилы, пересекающие колонки образцов под разнообразными углами.

Внимательное изучение окрашенных гидротроилитом участков глин показывает, что концентрация его не остается постоянной и в отдельных прослоях или участках увеличивается настолько, что здесь выделяются мажущие вязкие сгустки, внутри которых в ряде случаев наблюдается пере-

ход сульфида в кристаллическое состояние: образуются отдельные кристаллы, прожилки и конкреции марказита. Особенно часто наблюдается такая концентрация гидротроилита в пористых, песчаных или ракушечных прослоях и участках глин.

Кроме гидротроилита и продуктов его перекристаллизации, сернистое железо встречается в новоевксинских глинах в виде очень мелких шариков пирита, которые нередко переходят в миниатюрные кристаллы.

Изложенный фактический материал позволяет с большой уверенностью подойти к определению некоторых физико-географических условий Новоевксинского бассейна.

Соленость последнего легко определяется составом фауны, так как огромное большинство новоевксинских моллюсков живет в настоящее время в Каспийском море и в черноморских лиманах. Существенным отличием новоевксинской фауны от каспийской является отсутствие даже тех немногих средиземноморских видов, которые мы встречаем в Каспийском море (*Cardium edule* и *Mytilaster*) и которые существовали в Карагатском бассейне. Исчезновение этих форм заставляет думать, что соленость Новоевксинского бассейна уступала солености Каспия и ближе стояла к солености лиманов, в которых *Cardium edule* жить уже не может.

Достаточно определенное решение, на первый взгляд, получает и вопрос о газовом режиме Новоевксинского озера-моря. Действительно, если считать, что раковины гастропод встречающиеся в глубоководных глинах, находятся не на месте их обитания, а занесены сюда тем или иным путем из области развития дрейссенсенового биоценоза, то окажется, что глубокие части Новоевксинского бассейна были лишены донной фауны, начиная с современной изобаты 700 м; если принять существование особого глубоководного гастроподового биоценоза, то область безжизненных глубин начнется с современной изобаты 1300—1500 м. Это исчезновение донной фауны проще всего, конечно, объяснять существованием сероводорода в глубоких слоях новоевксинских вод. Предпосылки к этому в виде более или менее резкой разницы плотностей поверхностных и глубоких частей водной массы в Новоевксинском бассейне, по крайней мере в первый период его существования, несомненно имелись. Мы уже видели из предыдущего, что опреснение бассейна могло начаться только сверху, а в глубинах долгое время должны были сохраняться тяжелые воды Карагатского моря. Могло ли произойти в дальнейшем полное выравнивание плотностей, мы не знаем.

Если обратиться к литологическим признакам глубоководных новоевксинских отложений, то придется признать, что в них следы сероводородного заражения бассейна выражены чрезвычайно слабо. Отличие от наиболее типичных для зараженных сероводородом бассейнов черноморских глубоководных отложений заключается в том, что глубоководные новоевксинские глины содержат относительно мало органического вещества и первичного пирита при большом содержании дрыкшта. Как ни важны эти отличия, но исключая возможность присутствия сероводорода в воде

их признать нельзя, и если бы приток обломочных частиц в современное Черное море был значительно больше, чем теперь, то по содержанию органического вещества и пирита серая глубоководная черноморская глина должна была бы очень мало отличаться от новоевксинской. Что касается высокого содержания в новоевксинских глубоководных глинах CaCO_3 , то мы еще не можем быть вполне убеждены в первичности этого признака; нельзя исключить возможность того, что CaCO_3 частично внесен сюда растворами из покрывающих глины черноморских отложений. Кроме того, вполне допустимо, что процесс образования дрыюнта в Новоевксинском бассейне совершался в значительно большем масштабе, чем теперь. Если процесс этот был связан, как и в современных условиях, с восстановлением сульфатов, усиленного параллельного образования FeS_2 могло и не происходить вследствие недостатка железа, принос которого в осадок зависит в значительной мере от органического вещества.

Против объяснения безжизненности глубин Новоевксинского бассейна присутствием в воде сероводорода можно выдвинуть одно серьезное возражение, связанное с вопросом о происхождении его фауны. По этому вопросу в настоящий момент существуют два мнения.

Двойченко [67] предполагает, что каспийские формы пропикли в Новоевксинский бассейн из Каспия, Андрусов же [13] отрицает возможность соединения Черноморского бассейна с Каспийским в рассматриваемое время. Нам предположение о соединении бассейнов также кажется очень мало правдоподобным, и мы думаем, что происхождение рассматриваемой фауны иное. У нас нет оснований предполагать, чтобы во время карангатского осолонения бассейна населявшая его в древнеевксинскую эпоху фауна целиком вымерла. Более вероятным представляется предположение, что часть форм могла сохраниться в виде реликтов в опресненных предустьевых участках и в устьях рек и при вторичном опреснении бассейна вновь расселиться по его дну. Вероятность такого объяснения вытекает непосредственно из сравнения древне- и новоевксинской фауны. Несмотря на то, что мы знаем первую чрезвычайно мало и то только из прибрежных и частью из предустьевых отложений, из 28 видов новоевксинской фауны 10, т. е. 36%, значатся в списках, данных для древнеевксинских пород. Что виды, составляющие фауну Новоевксинского бассейна, могли существовать в лиманных условиях, явствует из того, что почти все они живут теперь на глубине не более 15—20 м в сильно опресненных участках Каспия.

Приняв то или другое объяснение происхождения новоевксинской фауны, в обоих случаях мы должны будем признать, что заселили дно Новоевксинского бассейна те виды моллюсков, которые издавна приспособились к жизни в очень мелкой воде и способны были сохраниться в лиманах или мигрировать через крайне мелководный Манычский пролив, Азовское море и Керченский пролив. Эта фауна легко могла заселить прибрежные мелководные части бассейна, но для продвижения на глубину она

должна была предварительно сама измениться, приспособившись к новым условиям существования; глубокие части дна могли заселиться не раньше, чем успели бы выработаться новые «разновидности» и «виды». Принимая во внимание, что продолжительность нововексинской фазы была невелика, мы не в праве думать, чтобы специальные глубоководные виды за это время могли выработаться. Очевидно, одним этим обстоятельством можно с полным правом объяснить отсутствие моллюсков в глубинах Нововексинского бассейна.

Подводя итог сказанному, приходится признать, что неоспоримых выводов о газовом режиме Нововексинского озера-моря сделать нельзя: литологические данные твердой опоры для этого не дают, а биологические допускают различные толкования.

В предыдущем мы показали, что в глубоких частях Нововексинского бассейна дно не было заселено моллюсками, и установили, что начало безжизненной области при одном толковании гастроподовой зоны совпадает с современной изобатой 600 м, а при другом — с изобатой 1300 — 1500 м. Естественно теперь задать вопрос: насколько современная глубина залегания раковин соответствует условиям жизни моллюсков и до какой глубины в действительности распространялась жизнь в пределах Черноморской котловины в нововексинское время?

Из тех рассуждений, которые были приведены в начале этой главы, а также в главе III первой части, с очевидностью вытекает: 1) что в настоящее время остатки нововексинских моллюсков залегают на большей глубине, нежели в момент их жизни, 2) что разница между первоначальной и современной глубиной дна растет по мере удаления от берега и достигает максимума в пределах континентального уступа. При таких условиях мы не можем придавать почти никакого значения современной глубине залегания раковин и должны при попытках определить батиметрические условия существования нововексинской фауны исходить исключительно из сравнения установленных нами биоценозов с биоценозами Каспийского моря [57, 80, 113, 180].

Выше уже указывалось, что огромное большинство видов нововексинской фауны можно найти в списках Остроумова [113] для очень малых глубин Каспия, но делать из этого выводы надо с большой осторожностью. Весьма важным для наших целей фактом является то, что в Каспийском море можно выделить два основных биоценоза, вполне отвечающие двум основным биоценозам Нововексинского бассейна. На малых глубинах (до 40 м), ближе к берегу, в Каспии развит биоценоз с большим количеством кардид и *Dreissensia* группы *Dr. polymorpha*; к большим же глубинам приурочивается биоценоз, в котором кариды отступают на второй план, а из дрейсенсий руководящей формой является *Dr. rostriformis*; по Гримму [57], последняя спускается до 130 м, а по Книповичу [80] — до 240 м; *Micromelania caspia* Книпович находил до глубины 275 м. У нас нет оснований думать, что в Нововексинском бассейне соответственные биоценозы были

приурочены к большим глубинам. Гастроподовый биоценоз в Каспийском море не известен.

Сравнивая текстуру новоевксинских отложений с текстурой черноморских, легко обнаружить, что процесс отложения осадков в Новоевксинском озере-море протекал несколько иначе, чем теперь. Из предыдущего мы знаем, что в Черном море принос обломочных частиц с суши происходит более или менее равномерно в течение всего года лишь в ближайших к берегу участках дна и в полосе срединного течения. В местностях, удаленных от берегов, заметное количество терригенного материала поступает на дно лишь в летнее время, в остальную же часть года здесь отлагается или сапропелевый или известковый материал. Отложение осадков здесь является периодическим, и в соответствии с этим в осадках возникает характерная микростоиость. В новоевксинских отложениях этого явления не наблюдается, если не считать отмеченной выше полосатости прибрежных разностей глубоководных глин. Исходя из этого, приходится признать, что принос материала на дно был в новоевксинское время более равномерным, нежели в современную эпоху. Объяснять это отсутствием сезонных колебаний в приносе материала с суши мы не можем, и потому приходится думать или об ином расположении течений, которые более равномерно, нежели теперь, разносили по площади моря терригенные частицы, или о влиянии на характер отложения осадков весьма малой солености бассейна. Мы склонны главную роль приписывать последней причине, так как тощие глинистые частицы в почти пресной воде должны были гораздо дольше держаться во взвешенном состоянии, нежели в современной черноморской, и при прочих равных условиях могли значительно равномернее опускаться на дно.

Другим бросающимся в глаза отличием процесса отложения осадков в Новоевксинском бассейне является присутствие в дрейссенсовых и глубоководных глинах вдоль западного и южного берегов Крыма многочисленных галек. Причину этого явления мы, к сожалению, не можем определить с достаточной точностью. Наиболее естественно было бы предполагать, что в новоевксинское время море у крымских берегов замерзало, а вмерзшие в лед гальки разносились затем плавающими льдинами. Образование льда вдоль северных берегов Новоевксинского бассейна, при малой солености последнего, могло иметь место даже в том случае, если климатические условия новоевксинского времени не отличались от современных. Как ни вероятно это предположение, приходится признать, что оно не объясняет, почему гальки попадали в глины только на определенном участке дна бассейна и почему их нет в других местах.

После новоевксинской эпохи наступает вторая средиземноморская фаза жизни Черноморской котловины, заканчивающаяся выработкой современного Черного моря. Начало этой фазы мы можем считать с момента появления в пределах котловины первых средиземноморских форм: *Cardium edule*, *Mytilaster*, *Syndesmya ovata* и др., указывающих на начавшееся осолонение

воды. Вопрос о причинах этого вторичного осолонения при свете собранного зондировками «Первого мая» материала представляется вполне ясным.

Рассматривая возможные причины опреснения бассейна в начале новоевксипской эпохи, мы пришли к заключению, что явление это могло зависеть от прекращения пижнего босфорского течения и что последнее могло замереть или под влиянием резкого увеличения притока пресных вод с суши, или же вследствие значительного поднятия дна в области Дарданельского и Босфорского проливов, которое перед этим, несомненно, имело место.

Вполне естественно думать, что обратный процесс осолонения явился следствием возобновления пижних течений в проливах, а это могло произойти под влиянием или уменьшения притока пресных вод, или углубления проливов вследствие опускания их дна. В предыдущем мы видели, что в конце новоевксипского времени произошли значительные опускания дна бассейна, вызвавшие затопление болотистой суши в северо-западном углу моря и образование лиманов. При наличии этого факта едва ли можно сомневаться, что осолонение явилось следствием именно этих опусканий. Если признать этот вывод правильным, то естественно будет и опреснение новоевксипского времени связывать также только с поднятиями дна, а не с климатическими изменениями.

Подробное описание этой второй средиземноморской стадии современного Черного моря уже было дано в первой части настоящей монографии.

Москва
1937 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андрусов Н. О верхнеплиоценовых отложениях мыса Чауды. Протокол засед. Сиб. общ. естеств., т. XX, 1889.
2. Андрусов Н. Предварительный отчет об участии в Черноморской глубоководной экспедиции, ИРГО, т. XXVI, 1890.
3. Андрусов Н. Некоторые результаты экспедиции «Черноморца». К вопросу о происхождении сероводорода в водах Черного моря.
4. Андрусов Н. Геотектоника Керченского полуострова. Материалы геол. России, т. XVI, 1893.
5. Андрусов Н. Проблемы дальнейшего изучения Черного моря и стран его окружающих. О сероводородном брожении в Черном море. Зап. АН, сер. VIII, т. I, № 1, 1894.
6. Андрусов Н. Геологические исследования на Таманском полуострове. Мат. геол. России, т. XXI, 1904.
7. Андрусов Н. О возрасте морских послетретичных террас Керченского полуострова. Ежег. геол. и минер. России, т. VII, 1905.
8. Андрусов Н. Босфор и Дарданеллы. Ежег. геол. и минер. России, 1910.
9. Андрусов Н. Террасы Судака. Зап. Киевск. общ. естеств., т. XXII, 1912.
10. Андрусов Н. Послетретичные морские террасы у Синопа. Изв. АН, 1917.
11. Андрусов Н. Геологическое строение дна Керченского пролива. Изв. АН, 1918.
12. Андрусов Н. Взаимоотношения Евксинского и Каспийского бассейнов в неогеновую эпоху. Изв. АН, 1918.
13. Андрусов Н. Послетретичная тирренская терраса в области Черного моря. Bull. Intern. de l'Acad. des Sciences de Bohême, 1925.
14. Андрусов Н. Геологическое строение и история Керченского пролива. БМОИПр., отдел геологич., т. IV, № 3—4, 1926.
15. Андрусов Н. Палеогеографические карты Черноморской области в верхнеплиоценовую, понтийскую, чаудинскую эпохи и в эпоху Евксинского озера. БМОИПр., отдел геологич. т. IV, № 3—4, 1926.
16. Андрусов Н. Понтийский ярус. «Геология СССР», изд. Геол. ком., 1929.
17. Андрусов Н. Верхний плиоцен Черноморского бассейна. «Геология СССР», изд. Геол. ком., 1929.
18. Архангельский А. О древности явлений сероводородного заражения морских бассейнов Крымско-Кавказской области и о связи их с процессами нефтеобразования. Нефт. хоз., 1926.
19. Архангельский А. Об осадках Черного моря и их значении в познании осадочных горных пород, БМОИПр., отдел геологич., т. V, № 3—4, 1927.
20. Архангельский А. Условия образования нефти на Северном Кавказе, М., 1927.
21. Архангельский А. Карта и разрезы осадков дна Черного моря. БМОИПр., отдел геологич., т. VI, № 1, 1928.

22. Архангельский А. О новых исследованиях дна Черного моря. Геол. вестн., № 1—3, 1928.
23. Архангельский А. Об отношении складчатости Керченского полуострова к тектонике Крымских гор. Вестн. Геол. ком., № 2, 1928.
24. Архангельский А. Причины крымских землетрясений и геологическое будущее Крыма. БМОИПр., отдел геологич., т. VII, № 1—2, 1929.
25. Архангельский А. Оползание осадков на дне Черного моря и геологическое значение этого явления. БМОИПр., отдел геологич., т. VIII, № 1—2, 1930.
26. Архангельский А. Краткий очерк геологической истории Черного моря. Путеводитель экскурсий II конференции АИЧПЕ, 1932.
27. Архангельский А. и Баталина М. К познанию истории развития Черного моря. Изв. АН, 1929.
28. Архангельский А. и Залманзон Э. Несколько слов о диагенезе морских глинистых отложений. Докл. АН, 1930.
29. Архангельский А. и Копченова Е. Заметка об органическом веществе, фосфоре и ванадии в отложениях Черного моря. Изв. АН, 1930.
30. Архангельский А., Блохин А., Осипов С. Геологические исследования в восточной части Керченского полуострова в 1926 г. Тр. ГГРУ, вып. 5, 1930.
31. Архангельский А., Блохин Б., Меннер В., Осипов С., Соколов М. и Чепиков К. Геологические исследования в средней и западной частях Керченского полуострова в 1927 г. Тр. ГГРУ, вып. 5, 1930.
32. Архангельский А., Блохин А., Меннер В., Осипов С., Соколов М. и Чепиков К. Краткий очерк нефтяных месторождений Керченского полуострова. Тр. ГГРУ, вып. 5, 1930.
- 32а. Архангельский А. и Страхов Н. Геологическая история Черного моря. БМОИПр., т. X, № 1, 1932.
33. Бобков И. Морские послетретичные террасы и раковинные скопления по берегам Крыма. Природа, № 6, 1929.
34. Богачев В. Степи бассейна Маныча. Изв. Геол. ком., т. XXII, № 2, 1903.
35. Богачев В. Краткий геологический очерк Ростовского округа. Ростов на Дону, 1914.
36. Богачев В. Пресноводные фауны Евразии. Тр. Геол. ком., 1924.
37. Богачев В. О кавказском неогене. Азерб. нефт. хоз., № 1, 1928.
38. Богачев В. Средиземноморские элементы в Каспийском море, Азерб. нефт. хоз., № 2, 1928.
39. Бондарчук В. Каспийские поклады півмічносхіднього узбережжя Азійського моря. ВУАН. Сборн. памяти акад. П. А. Тутковского, т. III, 1931.
40. Бондарчук В. Геологический путеводитель по окрестностям Таганрога. Тр. II конференции АИЧПЕ, вып. III, 1933.
41. Борисьяк А. Pelesuroda чорноморського планктону. Изв. АН, вып. 22, 1905.
42. В. В. Исследование крымского землетрясения 13 сентября 1927 г. Геол. вестн., № 1—3, 1928.
43. Варенцов М. Геологическая история Таманского полуострова в послетретичное время. Тр. II конференции АИЧПЕ, вып. III, 1933.
44. Вассоевич Н. Материалы по геологии Таманского полуострова, Сибилевский мыс. Нефт. хоз., т. XVI, № 6, 1928.
45. Вассоевич Н. Палеонтологические заметки по плиоценовым и послетретичным отложениям Таманского полуострова.
46. Вассоевич Н. О древнекаспийских отложениях на Таманском полуострове. Азерб. нефт. хоз., № 8—9, 1928.
47. Вознесенский А. Землетрясение 1927 г. в Крыму. Природа, 1927.

48. Врангель Ф. Черноморская глубоководная экспедиция 1890 г. ИРГО, т. XXVI, 1890.
49. Вульф Е. Происхождение флоры Крыма. Зап. Крымск. общ. естеств., т. IX, 1926.
50. Выржиковский Р. Предварительный отчет об изучении разведочных буровых скважин на дне Южнобугского лимана и некоторые замечания к геологии этого лимана. Изв. Укр. отд. Геол. ком., вып. 6, 1925.
51. Голубятников В. Гидрогеологические исследования в Черкасском округе Донской области в 1920—1921 гг. Новочеркасск, 1921.
52. Григорович-Березовский Н. Постплиоценовые морские отложения Черноморского побережья. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XXIV, вып. 2, 1902.
53. Григорович-Березовский Н. Постплиоценовые отложения каспийского типа в Черноморской губернии. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XXV, вып. 1, 1903.
54. Григорович-Березовский Н. Плиоценовые и постплиоценовые отложения южной Бессарабии. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XXVIII, 1905.
55. Григорович-Березовский Н. Некоторые замечания о левантинских отложениях южной Бессарабии. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XXXIII, 1908.
56. Григорович-Березовский Н. Левантинские отложения Бессарабии и Молдавии. Изв. Варш. унив., 1915.
57. Гримм О. Каспийское море и его фауна. Тр. Арало-Касп. эксп., т. II, 1877.
58. Губкин И. Обзор геологических образований Таманского полуострова. Изв. Геол. ком., т. XXXII, № 8, 1913.
59. Губкин И. Заметки о возрасте слоев с *Elasmotherium* и *Elephas* на Таманском полуострове. Изв. АН, стр. 587, 1914.
60. Губкин И. Геологическое исследование Кубанского нефтеносного района. Листы: Анапско-Раевский и Темрюкско-Гостоговский. Тр. Геол. ком., вып. 115, 1915.
61. Губкин И. Отчет о работах на Таманском полуострове. Отчет о деятельности Акад. Наук за 1929 г., стр. 79, 1929. Л.
62. Губкин И. Проблема акчагыла. Изд. АН, 1930.
63. Губкин И. и Варенцов М. Геология нефтяных месторождений Таманского полуострова. ОНТИ, Баку, 1934.
64. Давиташвили Л. К познанию фауны чаудинского горизонта. Изв. Асс. Научно-иссл. инст. Физ.-мат. фак. I МГУ, т. III, 1930.
65. Данильченко П. и Чигирин Н. К вопросу о происхождении сероводорода в Черном море. Тр. Особой зоологической лаборатории АН и Севастопольской биологической станции, серия II, № 5—10.
66. Данильченко П. и Чигирин Н. Материалы по химии Черного моря, ч. I. Азот и его соединения в Черном море. Тр. Крымского научно-исследовательского инст., т. II, вып. 2.
67. Двойченко П. Геологическая история Крыма. Зап. Крымск. общ. естеств., т. VIII, 1925.
68. Добержанская М. Щелочность воды Черного моря. Изв. АН, сер. VII, отделение физ.-мат. наук, № 4, 1930.
69. Добрынин Б. К геоморфологии Крыма. Землеведение, кн. 1—2, 1922.
70. Загоровский Н. Прошлое и настоящее Одесского залива. Зап. Одесск. общ. естеств., вып. VII, 1928.
71. Зелинский Н. О сероводородном брожении в Черном море и одесских лиманах. Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. XXV, 1893.

72. Зелинский Н. и Брусиловский Е. О сероводородном брожении в Черном море и Одесских лиманах. Отчет о деятельности Одесского бальнеологического общ., т. V, Одесса, 1898.
73. Зернов С. К вопросу об изучении фауны Черного моря. Зап. АН, сер. VIII, т. XXXII, № 1, 1913.
74. Зернов С. Общая гидробиология. М., 1934.
75. Ивченко И. Оползни у курорта «Кавказская Ривьера». Вестн. Геол. ком., № 4, 1925.
76. Ильин С. Геологические исследования в Гурийском нефтеносном районе. Предварительные отчеты о работах 1927 г.; Изв. Геол. ком., вып. 48, № 3, 1929.
77. Ильин С. Новые данные о плиоцене Гурии. Изв. ГГРУ, т. XXII, № 4, 1930.
78. Ильин С. О плиоцене Гурии. Вестн. Геол. ком., т. IV, № 2, 1929.
79. Карк И. и Линдтроп Н. Железные руды Тамани. Тр. Совета обследов. и изуч. Кубанск. края, т. VI, вып. 4, Екатеринодар — Армавир, 1919.
80. Книпович Н. Гидрогеологические исследования в Каспийском море. Тр. Каспийской экспедиции 1914—1915 гг., 1921.
81. Книпович Н. Очерк работ Каспийской экспедиции 1904 г. ИРГО, т. XI, 1905.
82. Книпович Н. К вопросу о границах «живой» и «мертвой» области Черного моря. Изв. Центр. гидрометеор. бюро, т. IV, 1925.
83. Книпович Н. Работы Азовской научно-промысловой экспедиции в 1922—1924 гг. Тр. Азовско-Черномор. научно-пром. эксп., вып. 1, Керчь, 1926.
84. Книпович Н. Гидрологические исследования в Черном море. Тр. Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции, вып. 10, 1933.
85. Конкина С., Милославская Н. и Паули В. Список моллюсков и высших ракообразных северо-западного бассейна Черного моря, собранных В. Л. Исаченко во время работ на парусно-моторном судне «Затонский» с 6/V по 12/IX 1926 г. Тр. Гос. ихтиологич. опытн. станции, т. III, вып. 2, 1928.
86. Краснов А. Береговая полоса Сочинского района и особенности распределения ее почв и растительности. Кавказский календарь на 1902 г.
87. Крендовский М. Исследования Бугского, Днепровского и других лиманов. Тр. Харьк. общ. исп. пр., т. XVIII, 1884.
88. Крестовников В. К стратиграфии плиоцена Таманского полуострова и прилежащих частей Кубани. БМОИПр., отдел геологич., т. VI, № 2, 1928.
89. Крокос В. и Бондарчук В. Четвертинні поклади північно-східної частини Азійського моря. ВУАН, Сборн. памяти акад. П. А. Тутковского, т. I, 1931.
90. Круббер А. Географический очерк Суданско-Уснутского района горного Крыма. Землеведение, 1925.
91. Лебединцев А. Предварительный отчет о химических исследованиях Черного и Азовского морей летом 1891 г. Зап. Новоросс. общ. естеств., вып. 2, 1892.
92. Лебединцев А. Отчет о научной поездке по Черному морю на военном транспорте «Нгул» в 1892 г. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XVIII, вып. 1, 1893.
93. Лебединцев А. Газовый обмен в замкнутых водоемах и его значение для рыболовства. Изв. Никольского рыбоводного завода, № 9, 1904.
94. Лисицын К. Геологические условия предполагаемой трассы канала в дельте р. Дона и у южного берега Таганрогского залива. «Водная магистраль Волга — Дон — Азовское море», т. III. Ростов-на-Дону, 1925.

95. Лисицын К. Геологический путеводитель по р. Манычу. Путеводитель экскурсии II конференции АИЧПЕ, 1932.
- 96 - 98. Лисицын К. К строению долины р. Маныча. Тр. II конференции АИЧПЕ, вып. III, 1933.
99. Макаров С. Об обмене вод Черного и Средиземного морей. Прилож. к LXI т. Зап. АН, № 6, 1885.
100. Маслов В. Некоторые данные о минералогическом составе отложений дна Черного моря. БМОИПр., отдел геологич., т. VII, № 4—2, 1929.
101. Михайловский Г. Лиманы дельты Дуная. Учен. зап. Юрьевск. унив., 1909.
102. Михайловский Г. Геологические исследования на юго-западе Бессарабии. Изв. Геол. ком., т. XXVIII, № 6, 1909.
103. Михайловский С. Геологические исследования в северной части нефтяных месторождений Гурии. Изв. Геол. ком., № 9, 1927.
104. Михайловский С. О некоторых современных отложениях, террасах и ракушечниках Черноморского побережья Кавказа и Крыма.
105. Милашевич К. Моллюски Черного и Азовского морей. Фауна России, 1916.
106. Мирчинк Г. О количестве оледенений русской равнины. Природа, № 7—8, 1928.
107. Моисеев А. К геологии юго-западной части главной гряды Крымских гор. Материалы общ. прикл. геологии, № 89, 1930.
108. Москвитин А. Четвертичные отложения окрестностей Таганрога. Путеводитель экскурсий II конференции АИЧПЕ, 1932.
109. Мушкетов И. Заметка о происхождении крымских соляных озер. Горн. журн., июнь, 1895.
110. Никитин В. Вертикальное распределение планктона в Черном море, ч. II. Зоопланктон, кроме Copepoda и Cladocera. Тр. Севастоп. биологич. станции АН СССР, т. I, 1929.
111. Никитин В. Гидробиологические исследования Черного моря (1923—1925 гг.). Зап. Крымск. общ. естеств., т. VIII, 1925/26.
112. Обручев В. Керченско-Таманский нефтеносный район. Изд. Сов. нефтян. промышл.
113. Остроумов А. Поездка на Каспий. Тр. Казанск. общ. естеств., т. XXXIX, вып. 6, 1905.
114. Павлов А. Неогеновые и послетретичные отложения Южной и Восточной Европы. Мемуары Геол. отд. общ. люб. естеств., антр. и этногр., вып. 5, 1925.
115. Паули В. К истории развития фауны Азовского моря. 1925.
116. Паули В. К истории фауны Азовского моря. Тр. III съезда зоологов, анатомов и гистологов СССР. М., 1927.
117. Паули В. Материалы к познанию биоценозов Егорлыцкого залива. Тр. Всеукр. гос. черноморско-азовской научно-промышл. опытн. станции, т. II, вып. 2.
118. Полумб А. Очерк крымских землетрясений. Гос. изд. Крым. АССР, Симферополь, 1933.
119. Православлев П. О высоком залегании ракушечников с *Cardium edule*. Годовой отч. Геол. ком. за 1925/26 г.
120. Православлев П. К легенде морских послетретичных образований. Геол. вестн., т. V, 1926.
121. Православлев П. Каспийские осадки в низовьях р. Волги. Изв. Центр. гидромет. бюро, 1926.
122. Православлев П. Об исследованиях в пределах планшета Б-2 пятиверстной карты Кавказа. Изв. Геол. ком., т. XLV, № 4, 1926.

423. Православлев П. Условия залегания послетретичных ракушечников Азовского и Черного морей. Тр. Геол. музея АН, т. IV, 1928.
424. Православлев П. Современные движения земной коры в Понтокаспийской области. Тр. III съезда геологов в Ташкенте, 1930.
425. Прендель Р. Отчет об экскурсии, произведенной летом 1878 г. в прибрежной полосе Абхазии и Черноморского округа. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. V, вып. 2, 1879.
426. Пузанов И. Крымские наземные моллюски в связи с вопросом о происхождении фауны Крыма. Тр. II съезда зоологов, анатомов и гистологов СССР, М., 1927.
427. Райко Н. Эпицентральная зона крымских землетрясений. Тр. Сейсмологич. инст. АН, № 3, 1930.
428. Раузер-Черноусова Д. Предварительное сообщение о некоторых новейших морских отложениях Севастопольского района. Изв. Ассоц. научно-иссл. инст. при физ.-мат. фак. I МГУ, т. II, № 1, М., 1929.
429. Раузер-Черноусова Д. О количественном определении хлорофилла в морских осадках. БМОИПр., № 3—4, 1930.
430. Рудовиц Л. Черное и Азовское моря. ГГГР, 1923.
431. Рудский М. О происхождении лиманов Херсонской губернии. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XX, вып. I, 1895.
432. Рудский М. Предварительный отчет о поездке в Крым летом 1894 г. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XX, вып. I, стр. 25.
433. Самойлов Я. и Титов А. Железо-марганцовые желваки со дна Черного, Балтийского и Баренцова морей. Тр. Геол. и минер. музея АН, т. III, 1922.
434. Семенов Л. Несколько соображений о прошлом фауны и флоры Крыма. Зап. АН по физ.-мат. отд., т. VIII, 1899.
435. Синцов И. Геологическое исследование Бессарабии и прилегающей к ней части Херсонской губернии. Материалы геол. России, т. XI, 1883.
436. Скворцов Е. К вопросу о течениях в Черном море. Тр. Крымск. научно-исслед. инст., т. II, вып. 2, 1929.
437. Скворцов Е. Методика получения длинных колонковых образцов ила со дна морских бассейнов. Изв. Гидролог. инст., № 23, 1929.
438. Скворцов Е. Некоторые результаты экспедиции по исследованию грунта Черного моря в связи с землетрясением. Сборн. «Черноморские землетрясения и судьбы Крыма», Крымгосиздат, 1928.
439. Снежинский В. Большая трубка Убекочерназа для добывания грунтов. Зап. по гидрографии, т. 65, 1929.
440. Соколов М. Древнеевксинская терраса Черного моря, рукопись.
441. Соколов М. Карангатская терраса Черного моря. Атлас руководящих ископ. нефтеносн. отлож. Крымско-Кавказск. области, 1931.
442. Соколов М. Чаудинские слои. Атлас руководящих ископ. нефтеносн. отлож. Крымско-Кавказск. области, 1931.
443. Соколов Н. О происхождении лиманов Южной России. Тр. Геол. ком., т. V, № 4, 1895.
444. Соколов Н. К истории причерноморских степей с конца третичного периода. Почвоведение, т. VI, № 2—3, 1904.
445. Страхов Н. Горючие сланцы зоны *Perisphinctes panderi* d'Orb. БМОИПр., отд. геологич., т. XII, № 2, 1934.
446. Тихоновский И. Симферопольская сейсмическая станция АН СССР при Крымском научно-исследовательском институте. Тр. Крымск. научно-исслед. инст., т. II, вып. 2, 1929.
447. Успенская Н. Случай высокого нахождения морских ракушечников на южном побережье Крыма. Тр. Ленингр. общ. естеств., т. LVII, вып. 1, 1927.

148. Ч и г и р и н Н. Концентрация водородных ионов в Черном море. Докл. АН, № 18, 1927.
149. Ч и г и р и н Н. и Д а н и л ь ч е н к о П. Фосфор и его соединения в Черном море. Тр. Севастопольской биологической станции, т. II, 1930.
150. Ч у г у н о в Н. Предварительные результаты исследования продуктивности Азовского моря. Тр. Азово-Черномор. научно-пром. эксп., вып. 1, Керчь, 1926.
151. Ш и м а н о в с к и й С. Крымское землетрясение 26 июня 1927 г. Прилож. к декадному бюллетеню гидрометеорологич. службы Черного и Азовского морей, № 19, 1927.
152. Ш и м а н о в с к и й С. Сообщение о Крымском землетрясении 12 сентября 1927 г. Сборн. «Черноморские землетрясения 1927 г. и судьбы Крыма». Крымгосиздат, 1928.
153. Ш п и н д л е р И. Гидрология моря (океанография), ч. I, Теоретич. часть. Пгр., 1914.
154. Ш п и н д л е р И. Материалы по гидрологии Мраморного моря. ИРГО, т. XXXII, 1896.
155. Ш п и н д л е р И. Предварительный отчет о работах и результатах Черноморской экспедиции 1891 г. ИРГО, т. XXVIII, 1892.
156. Ш п и н д л е р И. Предварительный отчет о Черноморской экспедиции 1890 г. Зап. по гидрографии, вып. II, 1890.
157. Ш п и н д л е р И. и В р а н г е л ь Ф. Материалы по гидрологии Черного и Азовского морей, 1899.
158. Щ у к и н И. Очерки геоморфологии Кавказа, ч. 1, 1926.
159. Э б е р з и н А. К стратиграфии плиоцена северо-западной части Керченского полуострова, 1929.
160. Э б е р з и н А. О пластах Чaudы Таманского полуострова. Докл. АН, № 8—9, 1935.
161. Э б е р з и н А. и В я л о в О. Древнеевксинская терраса в окрестностях Туапсе. Докл. АН, 1936.
162. Ю с т у с Р. Геологические наблюдения вдоль новой железнодорожной линии Херсон — Николаев. Зап. Новоросс. общ. естеств., т. XXXII, 1908.
163. Я к о в л е в С. Почвы и грунты по линии Армави́ро-Туапсинской железной дороги. Спб., 1914.
164. A b i c h H. Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman. Mém. Acad. Sc., St. Petersb., IX, 1865.
165. A n d r u s s o w N. Die Schichten von Cap Tschauda. An. d. k.-k. Natur Hof-museums. Bd. V. H. 1, 1890.
166. A n d r u s s o w N. Einige Resultate der Tiefseenuntersuchungen im Schwarzen Meere. Mittheil. d. geogr. Gesellsch. Wien, 1893.
167. A n d r u s s o w N. La mer Noire. Guide des Excurs. du VII Congr. géol. intern., 1897.
168. A n d r u s s o w N. Environs de Kertch. Guide du VII Congr. géol. intern., St. Petersb., 1897.
169. A n d r u s s o w N. Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosphorus und des Dardânelles. Sitzungsber. d. Naturforsch.-Gesellsch. Univers. Jurjew (Dorpat). Jahrg., 18, 1900.
170. A n d r u s s o w N. Le pliocène de la Russie méridionale d'après les recherches récentes. Mém. de la Soc. Royal. de Sciences de Bohême, II, 1927.
171. A r a b u N. Les régions voisines de la mer de Marmara. A. de géogr., t. 26, 1916.
172. A r a b u N. Essai sur la structure de l'Egeide. C. R. Soc. géol. France, 1920.
173. A r a b u N. Problèmes géologiques du bassin de la Marmara. An. Soc. Linnéenne de Lyon, t. 71, p. 141—160, 1924.

174. Arkhangelsky A. Hydrogen sulphide contamination of the tertiary sea basins of the Crimea-Caucasus region and probable connection of this phenomenon with the origin of petroleum. Бюлл. МОИП., отд. геологич., т. IV, № 1—2 1926.
175. Arkhangelsky A. Brief outline of the geological history of the Black Sea. Путеводитель экскурсий II конференции ЛИЧПЕ, 1932.
176. Böggeild O. The deposits of the sea bottom. Report on the Danish oceanographical expeditions 1908—1910 to Mediterranean and adjacent seas. Copenhagen, 1912.
177. Calvert B. und Neumaur M. Die jungen Ablagerungen am Hellespont. Wiener Akad. d. Wissensch. Mat.-nat. Kl., XL, 1880.
178. Cvijic J. Grundlinien der Geographie und Geologie von Makedonien und Altserbien. Peterm. Mittell. Ergänzungsheft, S. 374—392, 1908.
179. Drew G. On the precipitation of calcium carbonate in the sea by marine bacteria, and on the action of dinitrifying bacteria in tropical and temperate seas. Papers from the Marine Biological Laboratory of Tortugas. Carnegie Inst., 182, 1914.
180. Dybowski. Gastropoden-Fauna des Kaspischen Meeres. Malakozool. Blätter, herausgegeb. v. S. Clessin.
181. English T. Eocene and later formations surrounding the Dardanelles. Q. J. IX, 1904.
182. Frech F. Geologie Kleinasien im Bereiche der Bagdadbahn. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges., Bd., 68, 1916.
183. Hamilton W. Observations on the geology of Asia Minor, referring more parti — Pontus and Paphlagonia. Q. J. V., 1849.
184. Heim A. Rezente und fossile subaquatische Rutschungen. N. J., 11, 1908.
185. Hoernes R. Die Bildung des Bosphorus und der Dardanellen. Sitzungsber. Wiener Akad. d. Wiss., Mat.-nat. Kl., CXIII, 1, 1909.
186. Hoernes R. Das Bosphorusproblem. Sitzungsber. Wien. Akad. Math.-nat. Kl., 121, 1911.
187. Issatchenko B. Sur la nitrification dans les mers. C. R., t. 182, 1926.
188. Issatchenko B. Sur la fermentation sulfohydrique dans la mer Noire. C. R., t. 178, 1924.
189. Jamasaki N. Physiographical studies of the great earthquake of the Kwanto district 1923. Journ. Faculty Sci. Imp. Univ. Tokio, vol. II, p. 99, 1926.
190. Kossmat T. Geologische Untersuchungen in der Erzdistrkt in dem Vilajets Trapeusund. Mitt. Geol. Ges., Wien. 1910.
191. Murray J. On the deposits of the Black Sea. The Scottish Geogr. Magazine, XVI, 1900.
192. Nikitin W. Die untere Plankton Grenze und deren Verteilung im Schwarzen Meer. International Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 25, H. 1/2, 1930.
193. Oswald F. Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte des Armenischen Hochlandes. Peterm. Mitt. 56, Bd., 1910.
194. Penck W. Bau und Oberflächenformen der Dardanellen Landschaft. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk., Berlin, 1917.
195. Penck W. Grundzüge der Geologie des Bosphorus. Veröff., d. Inst. f. Meereskunde, N. F., H. 4. Berlin, 1919.
196. Phillipson A. Bosphorus und Hellespont. Georg. Zeitschr., B. V, 1898.
197. Rauser-Černoussowa D. Zur Methode der quantitativen Bestimmung der Chlorophylls in rezenten und fossilen Sedimenten. Zentrbl. f. Mineral. etc. Abt. B., 8, 1930.
198. Sinzow J. Geologische und paleontologische Beobachtungen in Süd-Russland. Зап. Новоросс. унив., 1900.

199. S o k o l o w N. Der Mins-Liman und die Entstehungszeit der Limane Süd-Russlands. Зап. Минерал. общ., XL, вып. 1, 1902.
 200. T c h i c h a t c h e f f P. Asie Mineure. IX, Géologie, 1866—1869.
 201. T c h i c h a t c h e f f P. Mémoire sur les dépôts tertiaires de la Sicilie. Bull. Soc. géol. France, 2, ser. XX.
 202. T o u l a F. Eine geologische Reise nach Kleinasien. Beitr. zur Geol. und Paläontol. Öst.-Ung. und Orient, XII, 1898.
 203. T w e n h o f e l W. Treatise on sedimentation. Baltimore, 1926.
 204. V a n g h a n T h. Chemical and organic deposits of the sea. Bull. Geol. Soc. America. XXVIII, 1917.
-

A. ARKHANGELSKY and N. STRAHOV

BRIEF OUTLINE OF THE GEOLOGICAL HISTORY OF THE BLACK SEA

Summary

I

The Black Sea is of a deep and manifold interest for geologists.

In the first place it attracts attention as a unique large basin of marine type, the waters of which, beginning with the depth of 100—150 m are contaminated with sulphurated hydrogen, and the bottom of which down from the indicated depth is therefore completely deprived of organic life, except anaerobian bacteria.

Then, the situation of the basin within the Alpinian orogenic zone suggests the idea that in the past analogous seas could arise in geosynclinal regions and that the deposits of such basins could play an important rôle in the structure of mountain ranges.

And the third feature, with which the Black Sea attracts attention are the particularities of its recent geological history, which consist in the fact that the basin of the Black Sea during the Quaternary period was filled up alternatively with either saline or with nearly fresh waters. At the present moment this history is known probably better than the history of all other contemporaneous marine basins. This is due to the fact that the study of the history is based not only on the marine terraces, especially well developed in the Kertch Peninsula and along the coast of the Caucasus, but on geological explorations of the very bottom of the sea.

The beginning of these explorations dates back to 1890—1891, when during the first works undertaken by the Black Sea Fleet for the study of the hydrology and grounds of the Black Sea, dredging on great depths was made. The contemporaneous deposits thus obtained have been described in the well-known article of J. Murray [191]. Besides the contemporaneous deposits from depths of 150—730 m which at present are utterly lifeless, shells of *Monodacna* and *Dreissensia* were obtained; these molluscs live no more in the Black Sea and are preserved only in the slightly brackish «limans»¹ of the Bug, the Dnieper and other rivers [2, 3, 166]. These findings

¹ Under the name of «limans» (local term for estuaries) are known the submerged lower parts of river valleys.

gave the possibility to N. I. Andrussov and N. A. Sokolov [143, 199] of deciphering correctly the last pages of the history of the Black Sea basin.

A further important step in the study of the geologic structure of the bottom consisted in sinking of rather numerous bore-holes on the bottom of the Kertch Strait. These bore-holes on passing the modern sediments penetrated into the underlying Quaternary deposits of the Black Sea, and partly reached even the Miocene beds underlying these latter. The obtained material described by N. I. Andrussov [11, 14] produced a complete revolution in the previously existing ideas about the course of development of the Black Sea basin.

The newest and the most fruitful period of the study of the sea-bottom began in 1925—1927, when Prof. J. M. Shokalsky made hydrological deep-water observations on the board of the ship of the Black Sea Fleet «Pervoe Maya». During that time were obtained rather numerous samples of deep-water sediments up to 1 m in length, the exploration of which made by A. D. Arkhangel'sky showed, that for the last millenaries the character of sediments in the Black Sea completely changed [19, 21]. The explorations since autumn 1927 took a systematical geological character in connection with the study of the causes of the Crimean earthquakes of this year.

The investigations were being carried out from 1928 till 1933 on the board of the ships «Pervoye Maya» and «Hydrograph» at first by E. F. Skvortzov (1928) and then by W. A. Sneginsky.

The peculiarity of the works in the Black Sea was on one hand a systematical geological control and on the other — the application of very long and wide tubes of the type of Ekman's tubes, constructed for this purpose by our sailors. The length of these tubes attains 4 m and recently a tube of a length of 6 m was constructed. Under these conditions the specimens obtained almost always surpass 2 m and often have 3 m in length and in individual cases they reach even 4 m. In a great many cases the modern sediments form only the upper part of these columns; the lower parts being composed already of more ancient deposits, which can be easily subdivided into two, and sometimes into three horizons sharply differing one from another in their fauna and in the character of their sediments.

Thanks to the study of these specimens a number of problems could be solved concerning not only the process of sedimentation and the Quaternary history of the Black Sea but also the epoch of formation of the Black Sea basin, the formation of the faults, which are bounding the deep water part of this basin as well as a whole series of problems of comparative lithology, as conditions of formation of oil-bearing rocks of the flysch, of submarine rockslips which are widespread in the region of the continental shelf and finally some geochemical problems.

The results of the investigations of the material obtained have been published in a number of articles referred to in the reference list under the items 18,

19, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32a, 128, 138, 175, 197. The present work contains a summary of all that has been done by the study of the material gained by different expeditions and is divided into two parts. In the first part the sediments of the contemporaneous Black Sea are described as well as the process of their deposition. The second part contains the description of the evolution of the Black Sea basin during the Quaternary period.

Before proceeding to the description of the sediments now in process of deposition on the bottom of the Black Sea it is necessary to explain the geological nature of this basin and to throw light on some of its physico-geological peculiarities.

The part of the earth's crust occupied by the Black Sea is not uniform either in its structure or in the history of its development.

The region of the north-western gulf along with the steppes of the Northern Crimea and the Azov Sea is situated on the southern border of the ancient East-European platform. During its geologic history, — at least during the Mesozoic and Tertiary time — this region experienced smooth vertical movements with a general tendency to a very slow sinking. The dislocations which took place here during the period under consideration were very weak and came chiefly to the formation of very wide folds.

In its other parts the sea-floor must have an utterly different geologic structure. In the North, East, South and South-West it is surrounded by the mountain systems the folding of which dates back principally to the Mesozoic and Tertiary time. There are no mountains on the western coast but here the Rumanian lowland fringed by the Balkans and the Carpathians is the prolongation of the Black Sea basin. The deep water part of the Black Sea together with the Rumanian lowland is thus as if surrounded by a ring of young mountains which are interrupted only in the space between the South-Western end of the Crimean mountains and the estuaries of the Danube. In the past a mountain range stretched here, too, which connected the Crimean mountains with the Dobrudgi ridge. Thus, the Black Sea basin, except, certainly, the north-western gulf, lies within the folded region of the Alpine age.

Thanks to such a situation of the basin it has long been considered by the geologists as a region of a recent subsidence like an immense graben having been formed in the recent past.

II

In the opinion of a number of geologists and especially geographers and biologists [49, 126, 134, 182, 193] the basin which is occupied by the Black Sea was formed in very recent time and the Crimean Peninsula at the end of the Pliocene and even in the beginning of the Quaternary time was connected with Asia Minor by a strip of land. At the present time this point of view is to be completely disapproved, as on the bottom of the sea, both near the Crimea and near Asia Minor, partly on a great depth, were found characteristic fos-

sils not only of the Upper Pliocene (Cimmerian) but also of the Lower Pliocene (Pontian stage), viz. *Plagiodacna*, *Phyllocardium alatoplanum*, *Limnocardium*. Therefore, there cannot be any doubts, that the Black Sea basin has been existing from the beginning of the Pliocene.

The study of the neogenic deposits in the regions adjoining the Black Sea leaves no doubt in the existence of the basin as far back as in the Middle Miocene.

The mode of formation of the deep part of the Black Sea basin was completely cleared up by the explorations of the «Pervoye Maya» near the southern coast of the Crimea after the earthquake of 1927 [24]. These explorations show that the abrupt scarp with which ends the narrow littoral shallow terrace towards the deep sea was formed owing to the existence of a whole series of successive faults, a part of which took place in recent time. As traces of these faults we find terracelike treads which can be seen on this scarp. On the surface of these terraces the shallow-water deposits of the Karangatian and New-Euxinus epochs (see below), viz. shell beds, sands and pebble beds which could have been formed at a depth not exceeding 30 m, have subsided to a depth down to 1500 and even 1800 m.

The available facts evidence the gradual widening of the deep water basin by means of the above mentioned faults.

In order to understand the process of sedimentation the principal factors should be taken into consideration which determine the nature of this process, viz. the surface structure of dry land adjoining the sea, the bottom relief of the basin itself, its hydrological peculiarities and its organic world.

The region for which the Black Sea forms a drainage basin is very ununiform with respect to the relief. In the North a vast low plain adjoins the Black Sea. The heights vary here between a few dozens of meters and up to 200 or more rarely, 300 meters. The vigour of denudation is very small. Huge dimensions and, at the same time, slow movement of waters and a relatively low content of suspended particles are characteristic of the hydrographical net. The most characteristic feature of the river valleys in this district is the existence of widened estuaries, the so called «limans», which are usually entirely or almost entirely separated from the sea by sandy spits. Some of the rivers, namely the Don and the Kuban fall into the Azov Sea.

A quite different picture presents the area adjoining the Black Sea on the southern coast of the Crimea and from the East, South and South-West. Here the sea is closely approached by a mountainous land where the processes of denudation flow extremely vigorously. Relatively small but very numerous rivers predominate here with steeply descending channels, rapid course and a much greater content of suspended particles. The northern and southern coasts greatly differ from each other in the composition of rocks which they are made of, too. In the North the sea shores consist chiefly of limestones of the upper Tertiary age while in the mountainous land the coast is made of the rocks of different age and of various petrographic composition.

Owing to the indicated differences of the relief and of the petrographical composition of the lands adjoining the Black Sea in the North and in the South the quantity of the detrital particles brought into the sea from both sides should vary greatly. This in its turn must find its reflection in the composition of sediments being deposited here and there.

The relief of the Black Sea-floor is rather singular. As the map shows the Black Sea presents a vast depression with a very even floor (depth 2000—2300 m), a steep continental slope and a relatively narrow shelf. The characteristic feature of the basin is the fact that its deep part closely approaches the southern and eastern coasts being removed from the northern and north-western coasts.

In accordance with this the shelf is very narrow in the South and in the East and relatively wide in the North-West. These conditions must also have a great influence upon the process of sedimentation.

The hydrological conditions of the Black Sea are extremely singular. The Black Sea receives a large affluence of fresh water considerably exceeding the losses due to the evaporation. Thanks to this the water on the surface becomes fresh. The average salinity of water on the sea surface is only 1.8 per cent, and sometimes (in the north-western gulf) it falls down to 1.4—1.3 per cent. The surplus of the freshened water is drained into the Mediterranean through the Strait of Bosphorus. Another current of more saline water (2.4 per cent) flows in the opposite direction on the bottom of the Strait from the Sea of Marmora. Owing to its greater density this water sinks down and concentrates in the deep parts of the basin. That is why a peculiar stratified arrangement of water of different salinity arises in the Black Sea. In the upper parts there is a small layer of strongly freshened and lighter water while beneath there is a mass of more saline and denser water. The immediate result of this is, first of all, a sharp reduction of vertical circulation of water. According to the observations and calculations made the densities of water on the surface and at the depth of 200 m differ so greatly that the surface water, however much it may be cooled in winter, cannot attain the density observed at 200 m which means that vertical circulation (in the open parts of the sea) can reach the depth but slightly lower than 150 m. All that is beneath is in the state of quiet and is connected with the upper layer only through slow diffusion currents. Owing to the absence of vertical circulation oxygen does not reach the sea floor and at the depth below 150—200 m H_2S appears.

A second result of the described hydrological conditions is the peculiarity of the fauna of the Black Sea and its distribution. All the organic population of the basin is concentrated in the upper 150—200 m and below this depth only an aerobian bacteria can exist. Owing to the low salinity of the upper layers of water many groups of sea animals cannot live in the Black Sea which makes its fauna very poor.

The system of currents of the Black Sea is very peculiar. Unfortunately, it has not yet received a complete study.

Prof. Knipovitch assumes the existence of two circular currents here which flow counter clockwise as it is shown on the fig 4. Moreover he suggests the existence of a current which flows from the Sinop region to Novorossiysk.

According to the Spindler's scheme in the middle part of the sea between the Crimea and the Anatolian coast there are no constant currents of definite direction. When northern and north-eastern winds blow the current goes from the Crimea to the Anatolian coast while at southern and south-western winds, the course has a reverse direction. This point of view is shared by Skvortzov who believes that in addition to this there is another water stream flowing from Sinop to Novorossiysk.

The sediments of the Black Sea may be divided into three natural groups: 1) littoral deposits at a depth down to 30 m; 2) shallow water oozes at depths from 130 to 150—170 m; 3) deep water oozes depositing below that depth.

The littoral deposits consist of usual gravels and sands which will not be touched by us in this brief summary. At a depth below 30 m the sediments mostly have an argillaceous character.

Shallow water argillaceous deposits are usually divided into mud with *Mytilus*, which occupy depths of 30—65 m; and mud with *Modiola phaseolina* covering the bottom at a depth of 65 down to 150—170 m.

Mud with *Mytilus* has derived its name from the shells *Mytilus galloprovincialis* which abound in it everywhere. The list of other molluscs which are frequently met with in mud is given on the page 65. In mud with *Modiola phaseolina* this latter is met with in great abundance. The list of other molluscs is given on the page 66. Mud with *Modiola phaseolina* when damp presents a dark-grey plastic mass with olive tinge in which shells of molluscs are met now separately in layers. Their quantity sometimes increases to such an extent that individual beds of clays pass into argillaceous shell beds. The number and the thickness of these shell beds varies considerably increasing when approaching the Kerch Strait and the north-western gulf of the sea where the mud deposits are replaced by the shell beds.

Besides shells there occur in mud very thin and regular sparsely arranged layers of fine-grained sand.

In some cases, though not frequently, fresh mud contains a great quantity of colloidal sulphurous iron. Some of the samples are in this case of a uniform black colour while in the others there are sharp black bands and the third ones have a complicated network of black spots on them. This black colour disappears very quickly under influence of air. In the places where especially great quantities of hydrotroilite were accumulated brown spots have been left.

On the sections of dry columns light spots and stripes are seen caused by a great accumulation of powderlike CaCO_3 (drewite) which is finely dispersed in clay.

Mud with *Mytilus* in its general appearance resembles very much that with *Modiola phaseolina* both in fresh and dry state.

A more detailed study of the samples, however, discovers some essential deviations from the type just described.

Firstly, some samples of mud with *Mytilus* differs from typical mud with *M. phaseolina* by their very dark colour which depends on a much greater admixture of organic matter.

Secondly mud with *Mytilus* is generally more sandy and there often appear in it thin (up to 2—3 mm) beds of sand.

Finally, near the coast mud either becomes sandy or turns into interbedding sheets of clay and sand.

For the purpose of more detailed definition of muds with *Mytilus* and *Modiola phaseolina* there were carried out: 1) determinations of CO₂ of carbon of organic matter and of the residue after ignition (minus CaO) which makes it possible to determine such fundamental components of sediment as CaCO₃, organic matter and detrital elements; 2) mechanical analysis of insoluble residue. The results of these determinations are given on the page 59—60.

As it is seen from the tables the chief part of the sediments is formed by the detrital material the quantity of which varies between 53—83 per cent in mud with *Mytilus*, averaging 74 per cent, and 54—82 per cent in mud with *Modiola phaseolina*, averaging 72 per cent. Next comes CaCO₃, chiefly shells and partly drevite constituting from 7.8 to 39 per cent. And finally comes organic matter constituting 1—5 per cent in mud with *Mytilus* and about 0.6—2.6 per cent in mud with *Modiola phaseolina*.

The mechanical analyses show that muds both with *Mytilus* and *Modiola phaseolina* consist chiefly of particles 0.05—0.01 mm in diameter and less. Coarser grains are of some importance only in the places the least removed from the coast. The quantity of the particles 0.05—0.01 in diameter also sharply decreases as the distance from the shore increases so that near the lower border of mud with *Modiola phaseolina* the latter contains not less than 80 per cent of particles with a diameter of 0.01 mm and downwards.

The mineralogical composition of particles more than 0.01 mm in diameter is very monotonous. Quartz predominates, much muscovite is often met with; biotite, magnetite, apatite, hornblende and sillimanite are not uncommon. The shape of grains is always angular.

At all the stations glauconite has been found the grains of which are shaped similar to these of other minerals.

Southwards of the Kerch Peninsula and in the North-Western part of the sea muds with *Mytilus* and with *Modiola phaseolina* are replaced by shell-beds consisting of shells of the same molluscs which are met with at the corresponding depth in mud. The transition from mud to shell beds is gradual: mud enriches itself in shells, then beds of the latter appear in it and finally clay becomes replaced by a continuous accumulation of shells.

Below the depths of 150—200 m a region contaminated with H₂S begins within which a series of extremely interesting sediments is formed, sharply

differing from the sediments of the shallow water region and containing no shells of bottom molluscs.

Among the deep water deposits three types may be distinguished — grey deep water clay, argillaceous-calcareous mud and calcareous mud. When damp the typical deep water grey clay rather dark, sometimes with a greenish tinge; but it becomes lighter with drying and dry rock is already grey or light-grey in colour. Visually dry grey clay seems to be extraordinary uniform. Binocular microscope discovers in it a lot of minute almost microscopic spots. Most of them — black, irregular round, or slightly stretched in form — belong to the microscopic concretions of pyrite. The other usually coarser spots are of white colour and represent lumplike accumulations of powderlike calcite (drewite). The quantity of these inclusions varies very much.

Along the southern coast of the Black Sea grey clay contains thin beds of sand. The analyses show that grey clay contains at an average about 73% of detrital minerals while CaCO_3 constitutes about 15 per cent and organic matter about 3 per cent of it. Detrital particles are less than 0.01 mm in diameter, those with a diameter of 0.01—0.05 constituting only about 3—4 per cent.

When fresh and damp argillaceous-calcareous mud represents greenish or olive-grey viscous plastic clay with a very pronounced lamination, the latter depending on closely alternating greenish-grey clayey, sapropelic and white calcareous laminae. After oxidation and drying of the sample the greenish tinge disappears, mud becomes light-grey or whitish-grey in colour and is very easily splitted into individual laminae.

The character of individual laminae of clay, sapropel and drewite as well as their number per a unit of length in different samples of mud change from case to case.

Accordingly, three varieties of argillaceous-calcareous mud may be distinguished viz. α , β and γ which occupy definite regions in the sea floor.

In the variety α the beds are of considerable thickness. Thus, the drewite bands have an average thickness of 1 mm while the argillaceous ones are sometimes much thicker attaining as much as 1 cm.

In the variety β the laminae of all the three components which it consists of are thin and sharp. In dry samples the quantity of each of them varies between 8 and 21 per one cm; at an average, there are $15 \times 3 = 45$ laminae per 1 cm.

As to the variety γ the general quantity of laminae of each constituent increases here still more varying between 17 and 26 (22 at an average) per each cm of dry mud. Thus, 66 is an average number of sheets per 1 cm of dry mud. The role of clay in γ variety becomes markedly less important while that of drewite increases correspondingly.

The relations between the principal constituents of the sediments in the variety β are shown in the table on the page 79.

The mechanical analyses of the insoluble residue of argillaceous-calcareous mud give results which are very close to those of the analyses of grey clay as it is to be seen from the table on the page 81.

In the parts of the sea the farthest removed from the coast argillaceous-calcareous mud is replaced by calcareous one.

Calcareous mud represents a dirtish-white (sometimes greyish) very finely laminated sediment which when dry is light, fragile and is easily broken into irregular pieces. By microscopic study mud is seen to consist of finest sapropelic and thicker drewite laminae. Measurements determine the thickness of the former as equal to only 0.02—0.08 mm, the thickness of the latter varying between 0.07 and 0.40 mm, averaging about 0.1 mm. Thus, the thickness of the calcareous laminae exceeds 3—4 times that of the sapropelic ones. Laminae of argillaceous matter which are so clearly pronounced in argillaceous-calcareous mud are expressed very obscurely in calcareous mud. In typical calcareous mud argillaceous material is found in the form of an admixture chiefly within the sapropelic partings.

In thin sections, besides drewite and sapropel many minute globes of pyrite are always seen. They are sometimes included in great quantities in little lumps of drewite but are chiefly concentrated in the layers of organic matter. The number of sapropel and calcareous sheets per 1 cm of length of dry samples varies from 80 to 120 or averages 100. In other words, we always have about 50 pairs of sheets per 1 cm.

The content of principal components of the sediments are shown by the tables on the pages 83.

The last type of the deep water deposits are sands. They do not occupy any definite space on the sea floor but form beds among other types of deposits. Of greatest interest is the fact that beds of sand occur only in middle, removed from the coast parts of the sea-floor and disappear with approaching the coast.

Most of sand beds are presented by finest dustlike varieties usually well laminated and containing a certain amount of drewite. There occur, however, also some middle-grained varieties also with a certain admixture of drewite. The content of CaCO_3 attains in them as much as 14.6 per cent.

The two following mechanical analyses of the insoluble residue of sands give an idea about their composition (see table on the page 84).

The grains of minerals have in most cases an angular shape but rounded grains are not rare either.

The deep water deposits are very poor in organic remains.

Megascopically the samples of deep water muds often seem to be quite deprived of organic remains. But in laminated varieties on the stratification planes there often occur remains of fish now in the form of separate squamas, now as whole well preserved skeletons. On these stratification planes there are still oftener to be seen semimicroscopic embryonal shells of molluscs. Plant remains are much less abundant in muds chiefly occurring as minute

fragments of wood. But in individual cases the tube, however, seemed to run against trunks which it could not penetrate.

Finally, it should be mentioned that in one of the samples a rather well preserved impression of a fly has been discovered.

By means of a microscope diatom frustles coniferous pollen, sponge spicules and minute «Foraminifera» (*Textularia*, *Rotalia*, etc.) may be distinguished almost in all samples without any exception.

Knowing the structure and thickness of sediments as well as their distribution over the sea bottom and taking into consideration the hydrological conditions we are able to understand clearly the process of sedimentation.

A comparison of the map of bottom deposits and of the map of thicknesses of the latter discovers two interesting facts. Firstly, the shell-beds are spread only in the Northern platform part of the shelf forming here two large fields — in the Odessa Gulf and opposite the Kertch Strait. There are no shell-beds in the southern geosynclinal part of the sea exclusively argillaceous or oozy-arenaceous sediments being developed on the shelf. Secondly, the sediments in the region where shell-beds are developed have a considerably smaller thickness than those in the region of mud development. These facts enable us to understand the cause of shell beds formation.

It is easy to understand that a peculiarly abundant development of fauna of molluscs cannot be a cause of it. If it were so the shell-beds would have a greater thickness than that of usual muds with *Mytilus* and with *Modiola phaseolina* under the condition of an equal affluence of detrital particles. As the thickness of the shell-beds is in reality very small nothing but an insufficient affluence of detrital particles could give rise to their formation. Thus, the regions of the Black Sea where shell-beds are developed present the parts of the shelf where the detrital material is brought in insufficient quantity. As to the areas where muds are developed they are regions of normal (in the North) or even excessive (in the South) affluence of detrital particles.

A comparison of the character of shelf deposits with that of the adjoining coasts shows further that thick mud sediments are chiefly developed near high mountaneous coasts with a complicated geological structure (the southern coast of the Crimea, the littoral of the Caucasus and Asia Minor). On the contrary, the region where shell-beds of small thickness are developed adjoins low coasts in the structure of which limestones play a prominent rôle. It is clear thus that the character of the shelf deposits depends chiefly on that of the adjoining parts of dry land. It is to be said, moreover, that the currents contribute to a certain degree to the formation of shell-beds.

The further investigation of the problem shows that the character of the coasts affects as well the sedimentation in parts of the sea which are removed from them. It is shown, first of all, by the nature of the bottom deposits on the continental slope.

The whole territory of the slope is distinctly divided into two parts:

The first of them is in the North and spreads from Varna to approximately the meridian of Novorossiysk. The sediments rich in CaCO_3 are greatly developed here. At the same time the thickness of the deposits is very small, varying between 10 and 50 cm but usually not exceeding 30 cm. The second region is spread along the coasts of the Caucasus and Asia Minor. Here grey clay and not calcareous sediments is of the greatest importance. There are regions where the whole contemporaneous sediments are composed of grey clay, only. But grey clay is mostly intercalated with argillaceous-calcareous ooze. In the second region the sediments have a considerable thickness. Between Sinop and Sukhumi where measurements have been made the thickness of the sediments is mostly more than 100 cm and nearer to the coast even more than 200 cm. It is characteristic that even in the lower parts of the slope the thickness varies between 100 and 50 cm. It is not difficult to see that the sediments of the first region which are of small thickness and contain a large quantity of CaCO_3 seem to continue the shell-beds of the shelf down into the depth of the sea. The affluence of detrital particles is, evidently, abnormally small here which depends chiefly upon the composition and the relief of the adjoining dry land.

There is another factor which must have a considerable influence on the character of the sediments of the continental slope—that is the width of the shelf. A lesser quantity of detrital particles comes from dry land in the North than in the South, and the shelf is wider here than in the South. Naturally, the particles brought into the basin have in the greatest part time to sink on the bottom of the shelf and very few of them reach the continental slope. In the South, on the contrary, a large quantity of detrital particles comes from the land and the shelf is much narrower than in the North. It is obvious that here the greatest part of detrital particles sink down to the bottom of the continental slope. The sedimentation in the region of the continental slope may thus be said to be affected not only by the dry land relief but also by the relief of the basin itself.

The influence of these factors is, however, pronounced still further, in central parts of the sea. When comparing the southern part of the central region of the sea with the northern one we see the sediments of the former part are characterized by a greater thickness and by a presence of numerous intercalations of grey clay. On the other hand, the eastern part of the basin differs from the western one in greater thickness of deep-water sediments and greater content of clay in them. In other words, the part of the central basin which adjoins Asia Minor and the Caucasus receives uncomparably more detrital particles than the other parts.

The study of the map of bottom deposits discovers, however, some peculiarities of their distribution which cannot be attributed to the effect of the relief of the basin bottom and of the adjoining parts of the dry land. So, in the middle stripe of the sea bottom between the Crimea and Anatolia grey deep-water clay with unconsiderable beds of calcareous ooze is chiefly deve-

loped while in the eastern and western part of the deep sea calcareous mud predominates. The thickness of the sediment in the middle stripe is 40—150 cm while eastwards and westwards of it it averages only 10—20 cm.

The second anomaly occurs in the part of the shelf adjoining the Kerch Strait. As we know shell-beds are spread here. Southernmore, on the edge of the shelf a strip of mud with *Modiola phaseolina* appears unexpectedly and the thickness of the sediments increases. In the stripe of the shell-beds their thickness averages 10—30 cm and attains sometimes as much as 40 cm, while in the stripe of mud it is 50—55 cm. Thus, on the edge of the shelf the detrital material seems to be accumulated more considerably than nearer to the coast.

Still more interesting is the region westwards of the Crimea. Here the mountainous coast spreads approximately from Theodosia to Sebastopol. The mud deposits are spreading, meanwhile, much farther westwards till the cape Tarkhankhut to the region where the coasts are low and are composed of limestones. From here one stripe of mud goes northwards and another westwards along the edge of the shelf. Finally, there are two more regions with a clearly anomalous sedimentation in the territory of the continental slope. The first of them is the south-westernmost part of the Strait of Bosphorus. The second is in the East and adjoins the estuary of the Rion. A characteristic feature of both regions is, on one hand, a considerable increase of the number of intercalations of clay and of their thickness and, on the other hand, appearance of numerous beds of sand.

The reasons of the above anomalies are various.

It is quite evident that the origine of the stripe of grey clay developed southwards of the Crimea, in the middle part of the sea floor is due to the here existing currents which bring the detrital particles far away from the coasts. The anomalous distribution of the deposits along the edge of the shelf southwards of the Kerch Strait is also quite satisfactorily explained by the action of currents. Here passes the northern edge of the eastern circular current which flows here from the coasts of the Caucasus. This current carries along with it a certain quantity of detrital particles and then deposits them gradually southwards of the Kerch Peninsula. Similar phenomena take also place in the North-West. On comparing the maps of deposits and of currents it is not difficult to see that the stripe of mud between Sebastopol and the cape Tarkhankhut lies under a wide stream moving here while the stripe of mud on the edge of the shelf lies under the edge of the western circular current. The stripe of mud sediments near the Strait of Bosphorus is evidently associated with a current issuing from the latter while the increase of the quantity of detrital particles at the estuary of the Rion seems to be due to the fact that this river brings them in great abundance.

Above we have seen that the bottom deposits of the Black Sea are characterised by a pronounced stratification two types of which may be distinguished — a fine and a coarse one.

Fine lamination is characteristic only to the deep water deposits and those are argillaceous-calcareous and calcareous muds consisting of alternating layers of different composition having a very small thickness, viz. fractions of a millimeter. The origin of this lamination is connected with the seasonal changes in the conditions of sedimentation, most particularly with the fact that the detrital particles penetrate into the removed from the coast parts of the sea only during the time when they are brought in large quantities from the dry land, viz. in spring and in summer.

The coarse stratification in shallow water deposits usually consists of alternating layers of mud and shell-beds or of mud and sand. The deep water deposits are characterised by alternation of layers of grey deep-water clay, argillaceous-calcareous and calcareous mud. The chief reasons of the origin of this stratification seem to have been changes in the arrangement of currents which were displaced now on one side now on another of some middle position. These displacements gave rise to corresponding changes in the distribution of detrital particles which resulted in a displacement of borders of distribution of different types of sediments on the sea-bottom.

The reasons which the rise of the sand beds among deep water depositions depended on are not quite clear. The formation of deep-water sands is most probably connected with those faults and slides of sediments which occur on the continental slope. These movements seem to cause vigorous temporary currents and waves in the deep layers of water which disturb the previously deposited material, sort it to size and thus form beds of sand. We are brought to such conclusions by the fact that no beds of deep-water sands as shown above are prolonged in the shallow water region.

The investigations have shown that the phenomenon of subaqueous sliding is widespread in the Black Sea. In the region of the shelf slides were not met with while there are many traces of them on the continental slope.

The figure 7 show how widespread is the phenomenon of sliding on the continental slope near the southern coast of the Crimea. In the region between the meridians of the capes Khersones and Meganom 79 samples of the deposits out of 100 show certain traces of sliding. Eastwards of the meridian Meganom the per cent of the samples with these traces decreases down to 50 per cent. In the region of even bottom of the central Black Sea basin the traces of sliding occur very rarely, at least near the Crimea, but they are sometimes found at a very great distance from the coasts.

Such a distribution of sliding of sediments confirms the suggestion that in their formation the most important rôle belongs to the degree of steepness of the slope on which sediments are deposited. The importance of steepness of a slope for the formation of slides is proved by the fact that the phenomenon of sliding is mostly developed in the bottom stripe adjoining the Crimea westwards of the cape Meganom where the slope is peculiarly steep while eastwards of it where the steepness of slope diminishes the number of slips decreases correspondingly.

The manifestations of the slides are various. In the simplest case the upper layers of argillaceous-calcareous mud in which traces of slides most frequently occur remain undisturbed and repose horizontally while the lower parts of it are more or less complicately dislocated. Layers of the deposits of the ancient Black Sea (finely laminated clay and black mud) underlying the recent deposits are the most frequently dislocated. It is not seldom that those deposits are quite trituated and only scarps of them are preserved. Finally, the upper parts of the New-Euxinus clays underlying the Black Sea deposits are dislocated. The nature of the dislocations is very various. In the simplest case mud in the disturbed horizon is crumpled into minute complex folds (see fig. 17—1, 2). At a more vigorous dislocation the sediments are broken into irregular sharp-edged fragments which lie without any order forming a singular breccia. It is not unfrequent that the layers within the fragments are also crumpled into complex minute folds (see fig. 16—3).

In other cases not one but two or three layers are dislocated. In such cases breccia consists either of fragments of recent and Euxinus deposits as well as those of the ancient Black Sea or of unstratified clayey mass containing the same fragments (see fig. 16—2). Of special interest is the case shown on the fig. 17—2 where minute fragments of black mud lying mostly horizontally are scattered in unstratified grey clay.

In the last case the deposit is completely trituated. A disturbed layer represents the grey clay which it is sometimes difficult to distinguish from usual unstratified muds. In this clay there sometimes occur very small fragments of mud, in which normal lamination has been preserved.

The shape of the pieces of mud which are met with in the disturbed layers is of very great interest. In some cases they have quite acute angles and edges, in others they present ellipsoidal bodies the form of which in no respect differs from that of the pebbles. Finally, these pieces often are wedged shaped or oviform.

The origin of the disturbed horizons is undoubtedly different in different cases. When they are met with in the lower parts of the Black Sea deposits and, most particularly, when they embrace also the upper Euxinus deposits there can be no doubts in the fact that this horizon arose owing to attrition resulting from the movement of the overlaying layers over Euxinus clays. The plane of sliding is mostly situated in the lower parts of the deposits of the ancient Black Sea, in black mud. These sapropel layers present, thanks to their butterlike consistency, the plane of the lowest resistance and play the rôle of a lubricant facilitating sliding.

The disturbance of the layers which we observe at the stations 82, 328 and in the upper part of the sample of the station 312 has undoubtedly an other origin. In two former cases strongly disturbed Euxinus clay overlies the normally stratified sediments of the ancient Black Sea. Fragments of recent deposits are squeezed into this Euxinus clay. These disturbed layers are in both cases overlain by undisturbed argillaceous-calcareous mud. Such relations

can be ascribed only to the coming on of layers slipping down from higher parts of the slope.

These layers were overlain after slipping with normally deposited sediments.

The samples of the station 312 have a still more complicated structure. Here, in the base finely-laminated clay of the ancient Black Sea Euxinus sediments are disposed which are complicatedly dislocated and in which pebbles of finely laminated clays are pressed. This horizon seems to present the base of a slide. The second disturbed horizon is disposed between the normally laying beds of argillaceous-calcareous mud. Its position as well as its structure persuade us that it consists of a material which has slipped down from above. This material was afterwards overlain with normal sediments.

The nature of the surface of the dislocated layers is well worthy of attention. In our material it often appears to be very sharp, and the dislocated layers seem to be mechanically cut off. It is easy to understand that masses of plastic mud saturated with water must quickly work out an even surface after the movement of the sliding masses had ceased.

The phenomenon of sliding is very singularly manifested in the complete disappearance of the deposits of the ancient Black Sea thanks to which the recent sediments overlie directly the Euxinus ones.

Finally the cases are very widespread when the recent deposits completely disappear and on the sea bottom New Euxinus clays directly lie. Stripes of this clay are stretched over a very large distance along the continental slope.

III

The Quaternary history of the Black Sea prior to the sinking of boreholes on the bottom of the Kertch Strait seemed to be very simple [143, 199]. The presence of sands and shell beds with Caspian *Didacna* ex gr. *crassa* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall. and also of *Paludina* at the base of the marine Quaternary deposits in the Kertch Peninsula and along the north-eastern coast of the Azov Sea made it indubitable that in the place of the Black Sea there existed a slightly saline basin of Caspian type, according to Andrussov's terminology, an «Euxinus» one, which through the valley of the Manych was connected with the ancient Caspian basin. As traces of the Euxinus time on the bottom of the Black Sea, were considered those findings of *Dreissensia* and *Monodacna* which were found out on great depths by expeditions in the 90-th of last century. Their deep location was explained by the fact, that the level of the Euxinus lake-sea stood far below the level of the contemporaneous Black Sea.

The Euxinus deposits on the Kertch Peninsula are covered as it was then supposed, directly with shell-beds and areno-argillaceous rocks with a very rich and varied fauna of Mediterranean type among which there are many forms, which at present time do not live in the Black Sea, in consequence of

the reduced salinity of the latter in comparison with the normal one. To the most characteristic fossils of this horizon, which A n d r u s s o v afterwards compared with the Thyrrenian terrace of the Mediterranean Sea, belong *Tapes calverti* N e w t., and *Cardium tuberculatum* L.; both these molluscs do not live now in the Black Sea.

From this fact it was deduced, that after the deposition of the Euxinus beds, a connection of the Black Sea with the Mediterranean Sea took place by the formation of the Strait of the Dardanelles and an increase of salinity under the influence of saline waters, which penetrated through this Strait. The sea-level rose very much and the sea submerged on the north-west considerable parts of the lowland, the water entering into the river valleys and turning them into estuaries («Limans»), in which some representatives of Euxinian fauna survived as relictal forms (*Dreissensia bregensis*, *Monodacna colorata*, etc.).

The temperature and salinity of water in the just formed marine basin were higher than in the Black Sea, and therefore its fauna differed less from the Mediterranean one. A subsequent freshening of the waters caused the extinction of a part of the fauna and after that the Black Sea assumed its present aspect.

IV

At the present moment the history of the Black Sea seems to be incomparably more complicated, under the light of the newest investigations in the Kertch Peninsula and on the bottom of the sea.

In the Kertch Peninsula the relations between the strata with *Didacna* ex gr. *crassa* and these with *Cardium tuberculatum* and *Tapes calverti* essentially differ from those which were accepted by former investigators of this problem. In the North on the shore of the lake Chokrak sands with *Didacna crassa* gradually pass upwards into clays with a very poor fauna close to that of the Azov Sea — *Cardium edule*, *Syndesmia orata*, *Mytilaster monterosatoi*. These clays, along a sharply demarkated and rugged surface, are succeeded by diagonally-bedded sands of fluviatile type with gravel and shell-beds swarming with *Paludina*, and only above them lie the sands and crags with a Mediterranean fauna. In many places clays with *Cardium edule* and *Syndesmya* are entirely eroded and the *Paludina*-beds rest directly on the sands with *Didacna* ex gr. *crassa*. In the southern part of the peninsula (the lakes Uzunlar and Koyash) the sands with the Caspian fauna are also gently passing upwards into the areno-argillaceous rocks with a very poor fauna of the Black Sea-Azovian type; they are overlain by yellowish continental loams and only after them follow the arenaceous shell deposits with a rich Mediterranean fauna. These facts show that soon after the penetration of the first elements of the Mediterranean fauna into the Black Sea basin and till that time, when the basin became entirely saline, in its peripheral parts uplifts took place, which temporarily turned these littoral parts into dry land.

These conclusions were confirmed by the observations on the Caucasus coast of the Black Sea between Tuapse and Djubga. In the indicated region rocks with *Didacna* ex gr. *crassa* overlain by strata with a poor fauna of the Black Sea-Azovian type, form a terrace at a height of about 50 m above the sea-level, while the terrace with *Cardium tuberculatum*, *Tapes calverti* and others lies 25—35 m lower.

The relations of sediments, containing a fauna of Mediterranean type to the modern ones, were ascertained by boring on the bottom of the Kertch Strait. In these bore-holes beneath the modern sediments there proved to lie not the rocks with a rich Mediterranean fauna but areno-argillaceous beds with those *Monodacna colorata* Eichw., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. caspia* Andr., which were obtained from the deep parts of the Black Sea during the dredgings of 1890 and 1891. The beds with *Cardium tuberculatum* and *Tapes calverti* underlie in the bore-holes these sediments of the slightly brackish basin but do not overlie them, as it was supposed before.

The superposition of the modern sediments on the beds with *Monodacna* and *Dreissensia* without any intercalation of beds with a Mediterranean fauna is confirmed by the extensive materials obtained during the works of the «Pervoye Maya» and «Hydrograph» on the Black Sea bottom. Between these two horizons everywhere is present the horizon which is characterized by a very poor fauna, among which *Mytilus* plays the principal rôle; lithologically this horizon sharply differs both from the underlying and from the overlying deposits. In the north-western part of the sea the beds with *Dreissensia* and *Monodacna* have a very small thickness and by their age must correspond only to the uppermost parts of the *Dreissensia* beds of other regions.

Here below them in a series of places are stated lake fluviatile and marshy sediments with *Unio*, *Paludina*, *Limnaeus* and other fresh water molluscs.

V

On the ground of the material collected during the last 20 years, the history of the development of the Black Sea basin during the Quaternary time may be conceived as follows.

At the boundary of the Quaternary and Tertiary periods, the Black Sea depression was occupied by a brackish basin, which Andrussov named the Chauda basin derived from the Cape Chauda of the Kertch Peninsula. This basin had a Caspian fauna among which we shall mention *Didacna baeri crassa* Pavl., *D. tschaudae* Andr., *D. pleistopleura* David., *Monodacna subcolorata* Andr., *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. tschaudae* Andr., *Ninnia magna* Andr., *Meganinnia shio* David.

The traces of the Chauda lake-sea in the form of littoral terrace deposits are known on the Kertch Peninsula in Huria and in the coast of the Sea of Marmora at Gallipoli: besides this Chaudian fossils were found somewhere at the Crimean coast, on the bottom of the sea. Scanty though the available

data are we still can infer, that during the Chaudian time the Black Sea basin was almost wholly filled up with water; only the state of the north-western part remains obscure, where the Chauda beds are not known with authenticity. The basin of the Sea of Marmora existed even in the Chauda age and was connected with that of the Black Sea through the Bosphorus Strait. It may be supposed, that there was a communication between the Chauda lake-sea and the Baku basin which during that epoch filled up the depressions of the present Caspian Sea and of the Caspian lowland.

At the close of the Chauda-Baku age in the Caucasus orogenetic movements took place with which was also connected a general uplift of the littoral parts of the Chauda basin, which led to the formation of the Chaudian terraces. These uplifts made the waters of this basin retreat within the limits of the modern Black Sea and therefore the deposits of the epoch which followed immediately the Chaudian age remain unknown to us.

The subsequent secondary subsidences of the coasts widened again the area occupied by the basin to a size somewhat exceeding the modern one. This is evidenced by the terraces with *Didacna* ex gr. *crassa* developed at a height of about 50—60 m along the Black Sea coast of the Caucasus and on the Taman Peninsula as well as by the presence of deposits of corresponding age in the Kertch Peninsula, near Eupatoria in the Crimea, along the northern coast of the Azov Sea, near the town of Nikolaev and in the debouchures of the Danube. In the just mentioned places the beds with *Didacna* ex gr. *crassa* are located at different heights, sometimes rising up to some meters above the sea-level and sometimes sinking considerably below the latter (at Nikolaev down to 20 m).

In the NE, the basin of the *Didacna crassa* age which we name the Ancient Euxinus basin, was connected with the Ancient Caspian Sea by the river-valley of the Manych. Evidently, at that time the strait of the Manych was a mighty brackish stream through which the Ancient Caspian basin gave the surplus of its waters into the basin of the Black Sea. Analogically, the Ancient Caspian lake-sea communicated by the Uzboy channel with an enormous fresh lake which filled up the Aral and Sarykamysh depressions.

Thus, in the Ancient Euxinus time along the southern border of the East-European platform there existed a system of gigantic lacustrine basins connected by channels, fresh in the E and brackish in the W; this system reminded to a certain degree that of large lakes in North America, or our system of the Onega and Ladoga lakes. We have any reason to think that this system was not isolated from the ocean and its superfluous waters flowed into the basin of the Mediterranean Sea along a depression, which existed in the place of the contemporaneous Strait of Dardanelles. Here it is necessary to emphasize, that we have no reason to think, that the level of the Ancient Euxinus basin some day stood below the ocean level. On the contrary we have to suppose that it always occupied a somewhat higher position and that a part of its waters drained into the Mediterranean Sea.

In the basin of the Ancient Euxinus age the typical Chaudian elements of fauna already disappear. *Didacna ponto-caspia* P a v l. (*D. crassa* a u c t.), *Monodacna pseudocardium* D e s h., *Adacna laeviuscula*, *A. plicata*, *Dreissensia polymorpha* are the guide fossils for the terrace deposits of that time.

In the freshened parts, such as the vicinity of Taganrog, the debouchures of the Danube, numerous *Paludina* join the above mentioned fossils.

The Ancient Euxinus age ends with the formation of the Strait of Dardanelles, through which saline waters and the fauna of the Mediterranean Sea penetrate into the Black Sea basin.

Above we have seen that the Ancient Euxinus deposits are overlain by areno-argillaceous rocks with a scanty fauna consisting of molluscs capable of adopting themselves to the life in waters of relatively low salinity (*Cardium edule*, *Syndesmia ovata*, *Mytilaster*). Thus, in the place of the Ancient Euxinus, a lake-sea basin was formed with a salinity approaching that of the Azov Sea; we call it the Uzunlar basin.

Here, our knowledge of the development of the Black Sea is again interrupted as the uplifts of the bottom of the littoral regions for the second time drove away the waters of the basin into the area of the contemporaneous Black Sea, where the sediments of the epoch, which immediately followed the Uzunlarian epoch, remain still unknown. To the question what could have taken place within this basin during the Post-Uzunlarian time, we shall return below.

As to the peripheral parts of the basin elevated above sea-level partly fluvial sediments were deposited upon them (Chokrak lake), partly loess-like loam (lake of Uzunlar) and partly proluvial gravel and loam (environs of Sudak, coast of the Crimea).

The following subsidence of the peripheral parts of the basin caused a new transgression of the sea. The sediments of the latter within the limits of the Crimean peninsula are laid down upon the Ancient Euxinus and Uzunlarian, and also overlie the Post-Uzunlarian rocks and in the Caucasus, where the subsidence was smaller, they form an independent terrace located at 20—30 m below the Euxinus one.

The transgressing sea, called by us the Karangatian Sea proves to have already a rich fauna of Mediterranean type. At the present time, in the littoral terrace deposits of Karangatian age, are known about 100 species of molluscs, 25% of which live in the basin of the Mediterranean Sea, but have disappeared from the Black Sea; the presence of the echinoids is especially striking as now they are entirely absent in the Black Sea. We shall name here only a few forms of Karangatian fossils: *Echinocyamus pusillus*, *Gibbula albidula* G., *Calyptrea chinensis* L., *Cerithium reticulatum* d a C o s t a, *Natica* sp., *Retusa truncatula* B r u g., *Aporrhais pes pelicani* L., *Ostrea taurica* K r y n., *Pecten varius* L., *Modiola adriatica* L a m., *Arca noe* L. *Nucula nucleus* L., *Tellina nitida* P o l l., *Serobicularia plana* d a C o s t a, *Thracia papiracea* P o l l., *Macra corallina* L., *Venus verrucosa* L., *Tapes calverti* N e w t., *Cardium tuberculatum* L., *Ensis ensis* L.

Judging by this fauna, the salinity and temperature of water in the Karangatian Sea were higher than in the Black Sea. Its dimensions almost exactly coincided with the modern ones.

For the present it remains obscure, how far extended the Karangatian Sea in the region of the lower part of the Don. Some material on this question gives the presence of *Cardium edule* and *Cerithium ferrugineum* var. *scabrum* on the Manych, in the loams overlying the deposits with Caspian shells. Taking into consideration this fact and the Post-Karangatian history of the Black Sea, it is possible to think, that the Manych beds with the Black Sea shells belong either to Karangatian time or to the Uzunlarian one. Only during one of these epochs could there take place the penetration of *Cardium edule* and *Mytilaster* into the basin of the Caspian Sea.

The close of the Karangatian epoch coincides with the fourth uplift of the basin's peripheral parts.

For that phase of the uplifts we can determine to a certain degree the reduction of the area of the basin induced by them. The findings of marshy fluvial and lacustrine deposits at the bottom of the north-western part of the sea show that the latter became a low marshy land at least to the contemporaneous isobath 40 m, this determines only the upper limit of the uplift, as during the soundings of the «Pervoye Maya», it was impossible to reach at great depth the basis of the New Euxinus beds overlying the fresh water deposits.

With the uplifts in question coincides the last strong freshening of the basin, which occupied the Black Sea depression, and the Karangatian Sea is replaced by the New Euxinus basin, the salinity of which, judging by its fauna, did not exceed that of the modern limans and of the northern parts of the Caspian Sea, strongly freshened by the waters of the Volga and Urals.

The New Euxinus lake-sea is inhabited by the representatives of the families: *Adacna* (*plicata*), *Monodaca*, (*pontica colorata*), *Dreissensia* (*polymorpha*, *rostriformis* var. *distincta*, *ponto-caspia*), *Hydrobia*, *Caspia*, *Neritina*.

The origin of this fauna cannot be explained by a migration of the indicated molluscs from the Caspian basin; here we have doubtless to deal with a migration of the relics of the Ancient Euxinus fauna, which bore the epoch of salification in the freshened liman and pre-embouchure parts of the Karangatian Sea, just in the same way, as the New Euxinus relics bear the modern salification of the Black Sea.

The explorations of the «Pervoye Maya» and «Hydrograph» owing to which the presence of the New Euxinus deposits was ascertained over the whole area of the Black Sea bottom, give a perfectly clear idea about the character of sediments of the New Euxinus basin and its fauna.

Arenaceous sediments occupy very narrow strips along the coast and only in the north-western part of the sea the area occupied by them extends very far.

Over all its remaining part argillaceous rocks are developed which in the middle parts of the western half of the sea are interbedded with diatom ooze.

The bottom fauna in the New Euxinus basin was confined only to the peripheral parts of the bottom.

Along the shores was distributed a biocenosis characterized by the abundance of *Monodacna*, *Adacna* and *Dreissensia polymorpha*, further from the shore the *Cardidae* played but an insignificant part in the fauna and the principal element of it was represented by gastropods, especially by *Dreissensia ponto-caspia* and deeper *Dr. rostriformis* var. *distincta*. At a still greater depth the *Dreissensia* also disappeared and in the ooze there were only minute delicate thin shells of gastropods. This gastropod zone could also have been not a biocenosis but only a tanatocenosis. The immense central part of the basin remained completely deprived of the above mentioned fauna.

At the end of the New Euxinus epoch a subsidence of the coasts takes place, the previously formed parts of dry land are submerged, and the waters of the basin enter into the lower parts of the stream valleys, converting them into limans.

Even prior to the moment, when this transgression attained its complete development the first signs of salification of the New Euxinus basin became sensible, as for instance the appearance of the most eurigalene Mediterranean molluscs, as *Cardium edule*, *Mytilaster monterosatoi* and *Syndesmya ovata*.

In the thin transitional layer of sediments these species are found in association with the New-Euxinian ones, but afterwards the latter disappear and the basin becomes the ancient Black Sea, inhabited with a peculiar fauna, which differs very much from the fauna of the modern Black Sea. The peculiarities of the Ancient Black Sea fauna are these, that this fauna is less diverse, and includes much more species and families, which are able to live in a less saline water than that of the recent Black Sea.

Diverse varieties such as *Mytilus galloprovincialis*, *Syndesmya ovata* and *Hydrobia ventrosa* belong under the most characteristic molluscs of the Ancient Black Sea; the shells of *Mytilus* are found in overwhelming number forming continuous shell-beds over enormous areas. A great number of molluscs especially characteristic of the recent Black Sea, and among them *Modiola phaseolina* are absent.

Judging by the thickness of the ancient Black Sea deposits and by the number of annual layers of the deep-water sediments, the duration of the basin with a reduced salinity seems to exceed the period of existence of the recent Black Sea.

The study of the species collected show that the enrichment of the fauna pointing to an increase of salinity was proceeding parallel with the process of subsidence of the bottom and with an increase of the depth. During that period the *Mytilus* receded towards the shores and at depth exceeding 60 m were replaced by an original biocenosis of the mud with *Modiola phaseolina*.

The bottom fauna in the Ancient Black Sea, as in the recent one was concentrated only within the limits of the shallow littoral terrace, while the

deep sheets of the water were, as now, contaminated with sulphurated hydrogen.

There are many reasons to believe that the fauna and the flora of the ancient Black Sea were more abundant than those of the recent Black Sea.

A peculiar abundance of the bottom inhabitants of the ancient Black Sea is firstly manifested in the fact that there are much more shells in ancient mud with *Mytilus* than in the recent deposits. This is confirmed by an extreme abundance of embryonic plankton shells of molluscs in the deep water deposits which in this respect differ very much from the recent deep water sediments.

The investigations of Rauser-Černoussova on chlorophyll in sediments show that the Ancient Black Sea was much richer in plants, too, especially in phytoplankton. The abundance of plankton gave rise to the formation of layers of diatom ooze on the basin floor which are met with near the coasts of the south-western Crimea. In richness of its inhabitants the ancient Black Sea seemed to approach the Azov Sea with which it had another feature in common — a low salinity of water.

The deposits of the ancient Black Sea are generally like the recent ones but in some respects they still differ from them very much. Some of the existing differences are not primary having arisen in the course of the subsequent alteration of the sediments in the process of diagenesis. In the shallow water region the deposits of the ancient Black Sea consist of similar sands, mud with shells and shell-beds which are developed on the bottom of the recent Black Sea. Here the difference consists in that there was no mud with *Modiola phaseolina* in the ancient Black Sea and over the whole shelf mud with *Mytilus galloprovincialis* (ancient mud with *Mytilus*) or corresponding shell-beds were deposited. Therefore, in the region where mud with *Modiola phaseolina* is widespread layers with *Mytilus* underlie the layer with *Modiola phaseolina*, and the limit between the recent and the ancient Black Sea deposits is very sharp.

This fact can be explained only — that the depth in the region of the shelf was smaller than it is now.

On the continental slope ancient mud with *Mytilus* is replaced by the deep-water deposits which contain no remains of bottom molluscs. Among the deep-water deposits three types are to be distinguished:

- 1) Grey non-laminated clay. It is undistinguishable from the recent one and is spread in the same regions as the latter.

- 2) Finely laminated clay. It is formed by alternating black sapropel and grey argillaceous laminae. The quantity of the latter per unit of length varies according to the point where the sample has been taken from. In the regions of the bottom which are nearer to the coasts it averages 15—20 per 1 cm while in more remote parts it is at an average 40—50 per 1 cm. The thickness of the laminae changes correspondingly. In the places the most removed from the coast the clayey laminae have a thickness of 0.05—0.1 mm while the sapropelic ones average 0.01—0.02 mm in thickness.

3) Black mud. It is characteristic of the central deepest parts of the sea. In the peripheral parts of the region occupied by it it is intercalated with grey clay while in the middle parts of the ancient Black Sea these layers of clay are absent.

This mud when fresh represents a black viscous jellylike mass the constituents of which in no respect differ from those of lake sapropel. Black mud differs from finely laminated clay in small thickness of argillaceous laminae which is only 0.01—0.04 mm. Accordingly, it contains a very great quantity of organic matter and a relatively small quantity of CaCO_3 .

Finely laminated clay and black mud differ from the recent argillaceous-calcareous and calcareous mud in that the quantity of drewite is much decreased in them. Originally, however, the content of CaCO_3 in deep water deposits of the ancient Black Sea seemed to differ but very little from that in the recent deposits and has diminished only owing to a subsequent solution. There are marked traces of CaCO_3 solution in ancient mud with *Mytilus* where the *Mytilus* shells are very thin and fragile. It is not unfrequent that only a layer of chitin is preserved in them.

The organic remains in the deep water deposits of the Ancient Black Sea are the same as in the recent ones.

VI

A characteristic peculiarity of the Quaternary history of the Black Sea is, as we have seen, a periodical salification and freshening of the basin.

At the present time we exactly know two periods of salification, the Uzunlarian-Karangatian and the Black Sea periods, and two freshenings — the Ancient Euxinus and New Euxinus. What is the cause of this remarkable phenomenon?

Evidently Andrussov was putting the phenomenon of freshening in connection with glacial phenomena and explained them by an increase of the affluence of the fresh waters from the dry land. Theoretically such a connection appears to us to be possible.

As well known, at the present time, the Black Sea receives more fresh water from the inflowing rivers, than can be removed by evaporation.

The surplus of the supplied water flows through the Bosphorus into the sea of Marmora and further through the Dardanelles into the Archipelago.

This freshened water-flow forms in the Bosphorus an upper current opposed along the bottom of the strait by a lower current bringing into the Black Sea a mass of salt water, which due to its greater density sinks into the depth at its entrance into the Black Sea.

With this is maintained in the Black Sea the so characteristic difference of densities of superficial and deep sheets of water, which excludes the possibility of vertical circulation and on which depends the accumulation of sulphurated hydrogen in the depth.

Already M a k a r o v to whom we owe our knowledge of the system of the Bosphorus currents showed that should the level of the Black Sea rise but for some scores of centimeters, the lower Bosphorus current would have to stop. Due to this the Black Sea basin would turn into a flowing lake and sooner or later — freshen. A great increase of inflow of fresh waters in connection with a decrease of evaporation during the fall of temperature in glacial times can of course bring to a certain rise of the sea-level and cause the just discussed consequences.

If we adopted this point of view, it would be very easy to connect the history of the Black Sea, with that of the glacial phenomena. The New Euxinus freshening ought to correspond to the Würmian glaciation and the Karangatian epoch to the Riss-Würmian Interglacial one as precisely N. A n d r u s s o v conceived it.

Studying the events which accompanied the New Euxinus freshening and the Ancient Black Sea salification, we may explain these phenomena also in another way. In the mentioned cases, the freshening coincides with the uplifts and the salification — with the subsidences in the peripheral parts of the basin.

It is easy to see that as the uplifts were extended at the Bosphorus part of the basin, the uplift of the Strait-bottom must bring to a cessation of the lower current and this fact will bring to a freshening even if the inflow of fresh water does not change. A subsidence as it is clear without saying, — must cause opposite results.

Adopting such a point of view, we must acknowledge that the variations of salinity in the Black Sea basin are not connected with glacial phenomena and depend only on the movements of the earth's crust.

On the other hand there is a necessity of admitting another period of freshening, still unknown to us between the Uzunlarian and Karangatian epochs, as during that time the uplifts of the peripheral Black Sea basin were very vigorous. The lack of knowledge of the deposits of that time is explained as we have seen above by the fact, that the waters of the basin at that time were driven away within the limits of the recent Black Sea basin. Against the acknowledgement of the dependence between the variation of salinity and the uplifts of coasts it is possible to put forward the objection, that in these cases we have to deal not with the uplifts and subsidences of shores but with the variations of the oceanic level, which by that or another way are connected with glacial phenomena. In this case a connection between the freshening and glaciation would be established. It would be difficult to reject this objection, if the variations of the salinity in the Quaternary period were not the continuation of the same process, which took place during the whole Neogene time. Beginning with the Middle Miocene and finishing with the Upper Pliocene in basins located along the southern border of the East-European platform and in the Crimea-Caspian geosynclinal region, we see periodical variations of salinity which now brought into them a fauna of a marine type and now

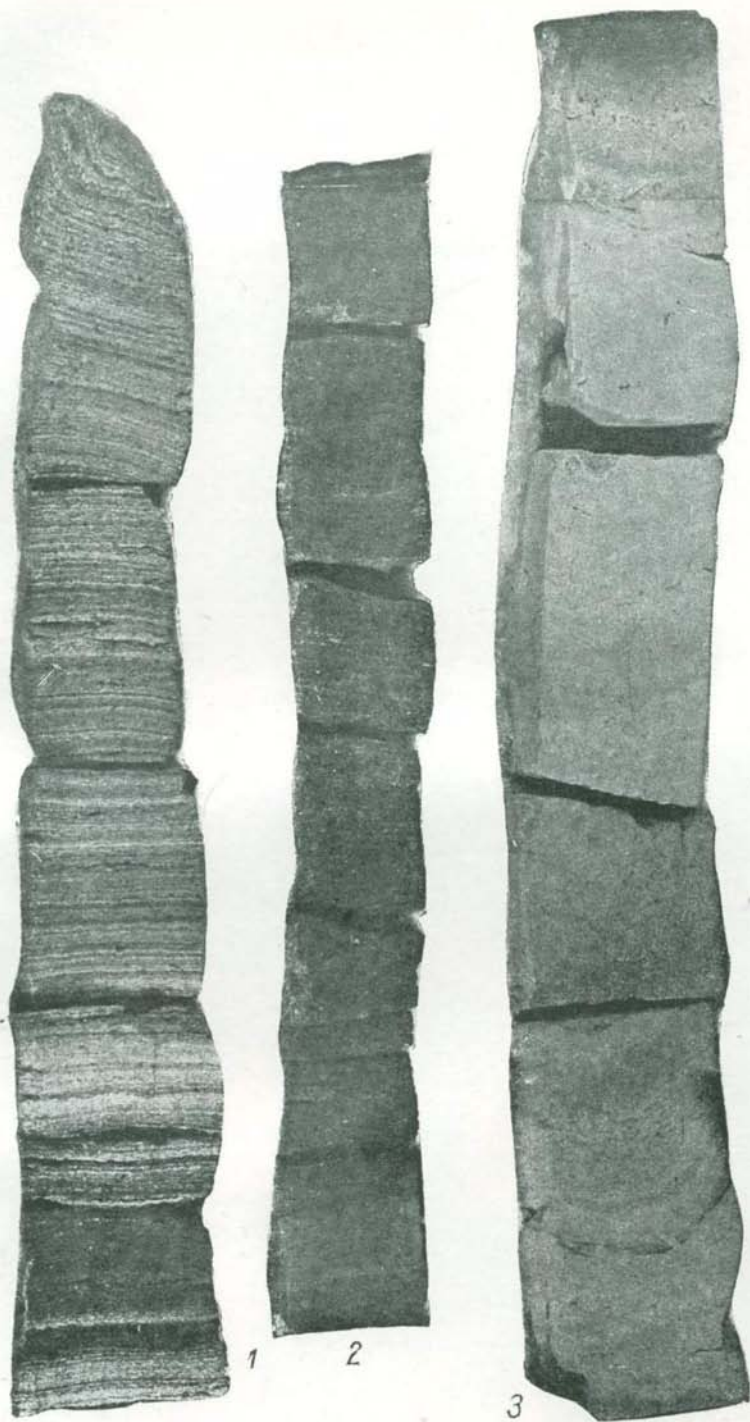
dislodged it. These phenomena are described in details in N. Andrusov's and Bogachev's works, but about their causes we know very little. If we try to connect in time these variations of salinity with the orogenic movements and the oscillations of the southern border of the platform, the results will be very significant.

We know in the Neogene three epochs of strong freshening, one of which falls on the Upper Sarmatian, the second on the epoch, embracing the Upper Meotie, Pontian, Cimmerian and Kuyalnic times, and the third coincides with the Apsheronian and Chaudian ages and passes into the Post-Pliocene, Ancient Euxinus age. The Upper Sarmatian freshening coincides with a regression, which depends on an uplift of the platform, reaching its maximum at the boundary of the Sarmatian and Meotie, when strong orogenic movements took place in the Crimea-Caucasian region. The salification of the basin corresponds to the subsidences of the platform in the Lower Meotie time and to the transgressions connected with it. The beginning of the second freshening coincides with the beginning of uplifts, which in the Upper Meotie and Pontian at first, strongly reduce the area of the Miocene basin, and then in the Upper Pliocene bring it to a division into the Black Sea part and the Caspian one and to the emergence of vast areas in the epoch of the deposition of Balakhanian (Productive series). At the same time great orogenetic movements take place. The subsequent Akchaghylian salification coincides with a subsidence and a mighty transgression, and the freshening in the Apsheronian with no less prominent uplifts.

On the base of these facts of the Neogene age, we can acknowledge, that in the Quaternary period, the variations of salinity in the Black Sea basin were connected with uplifts and subsidences of adjacent parts of the earth's crust. Therefore, variations of the salinity of the Black Sea do not permit us to connect its history with that of glacial phenomena.

Tabulating all the above said on the Quaternary history, we shall have the following:

No	Name of basin	Salinity	Movements in the littoral parts
1	Black Sea	salt	} subsidence uplift
2	Ancient Black Sea basin	low salinity	
3	New-Euxinus lake-sea	brackish	
4	Karangatian	salt	} subsidence, uplift subsidence
5	?	?	
6	Uzunlarian basin	low salinity	
7	Ancient Euxinus lake-sea	strongly freshened	} subsidence, uplift
8	?	?	
9	Chaudian lake-sea	strongly freshened	



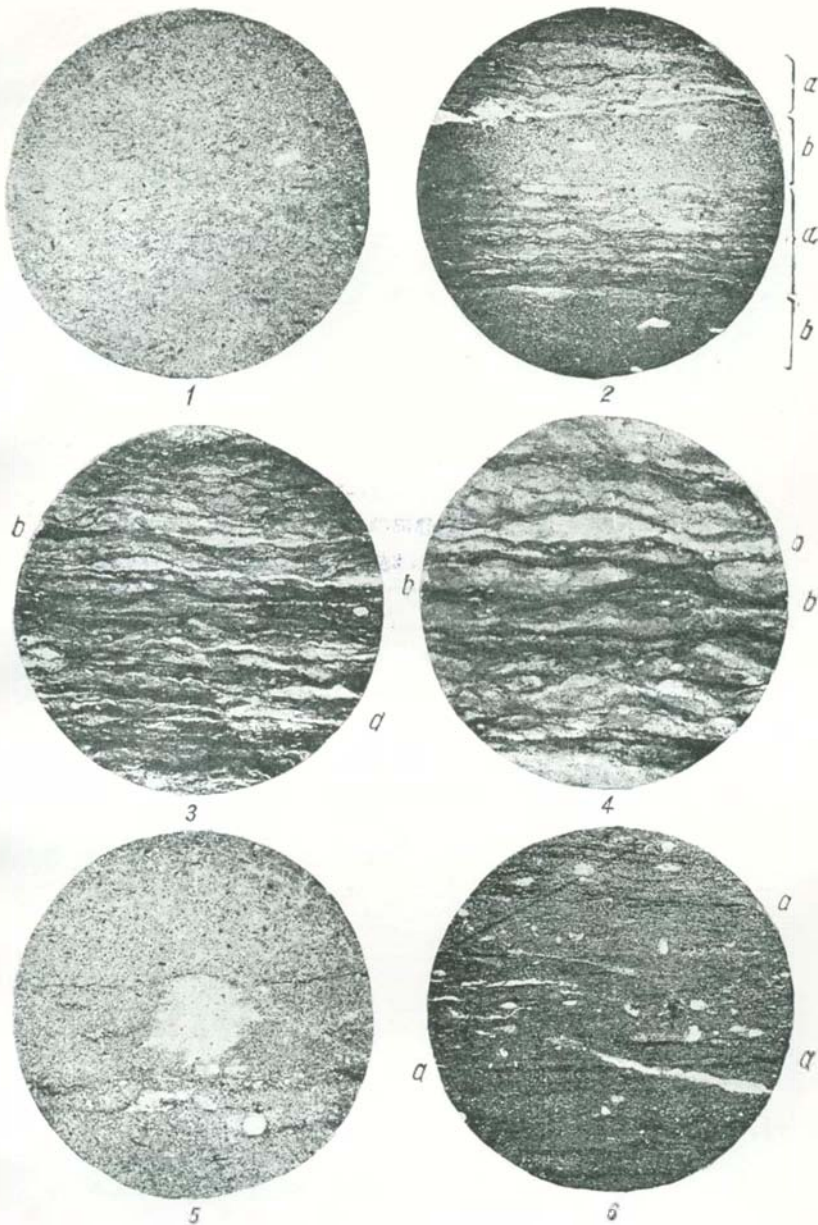
Колонка черноморского ила из глубоководной области, разрезанная на составные части (уменьшение $\frac{4}{5}$).

1 — верхний отдел — известковый ил, 2 — средний отдел — черный ил, 3 — нижний отдел — новозинкеевская серая глина.



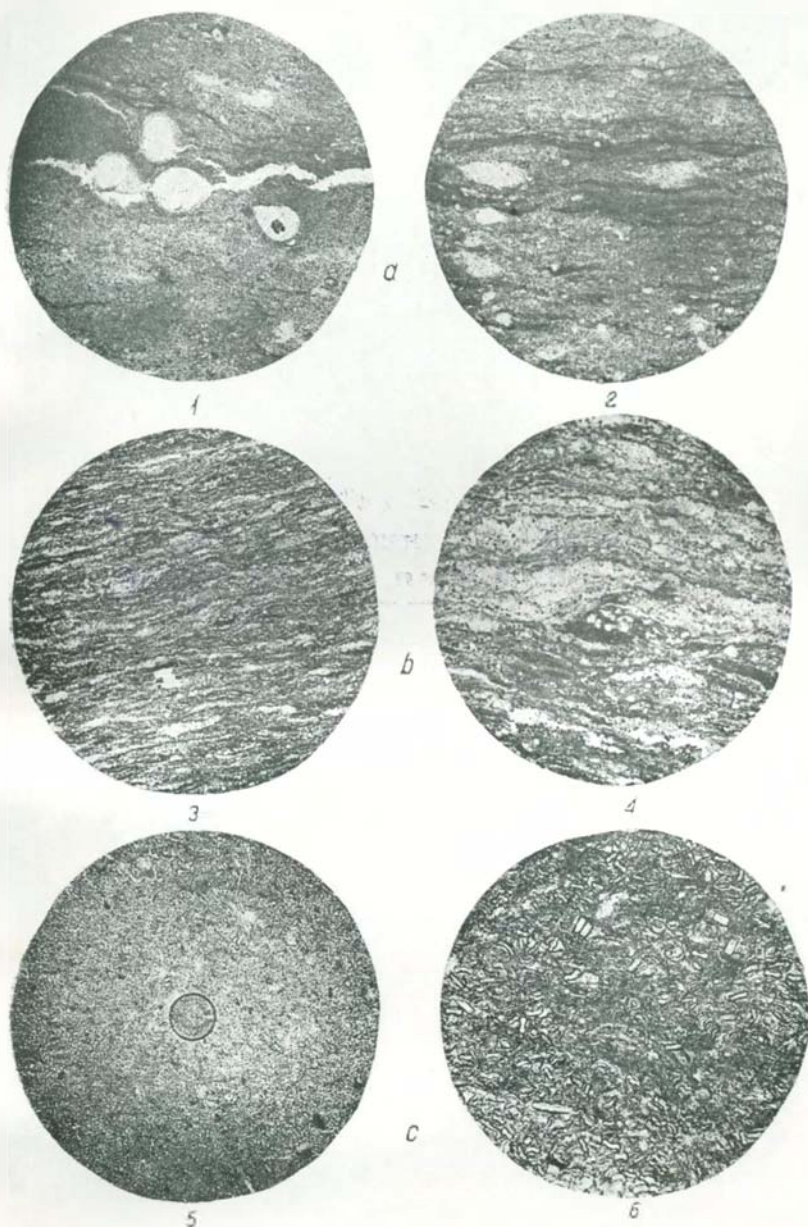
Колонка черноморского ила из мелководной области, разрезанная на составные части (уменьшение 4/5).

1, 2 — верхний отдел — фазеолиновый ил, 3, 4, 5 — средний отдел — мидиевый ил, 6, 7 — нижний отдел — нововесинская глина.



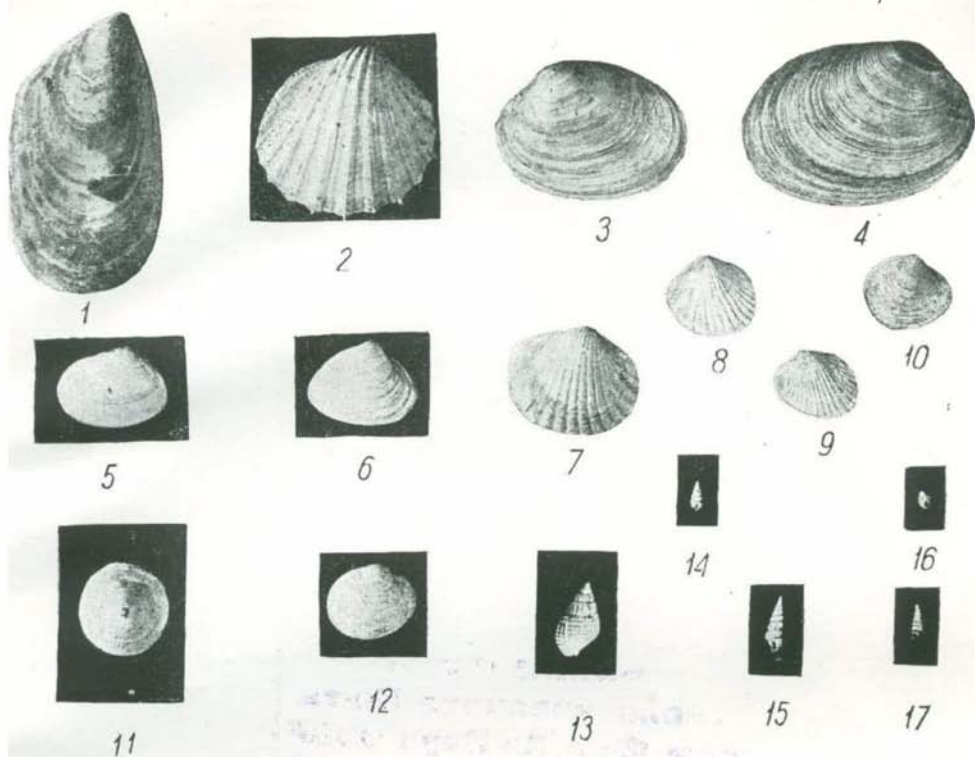
Микрофотографии глубоководных черноморских илов.

— серая глубоководная глина, $\times 12$. Черные точки и пленки — сернистое железо; светлые бесформенные пятна — распылчатые скопления карбоната кальция; 2 — переходный ил, $\times 12$: *a* — прослой собственно переходного ила, состоящие из овальных комочков и пропласток CaCO_3 , разделенных прослойками серой глины и сапропелевыми прожилками; *b* — прослой серой глины; 3 — известковый ил, $\times 12$: *a* — светлые эллиптические пятна — комочки дриунта; *b* — разделяющие их темные полосы — сапропелено-пелитовый материал; 4 — известковый ил, $\times$ около 27; участок предыдущего шлифа, снятый под большим увеличением; обозначения те же, что и для 3; 5 — серая глубоководная глина дреннечерноморского горизонта, $\times 12$; черные прожилки — сапропелевые прослойки; белые пятна — дриунт; 6 — микрослоистая глина дреннечерноморского горизонта, $\times 12$; белые резкие пятна — дыры в шлифе, черные прожилки — сапропелевые прослойки (*a*).

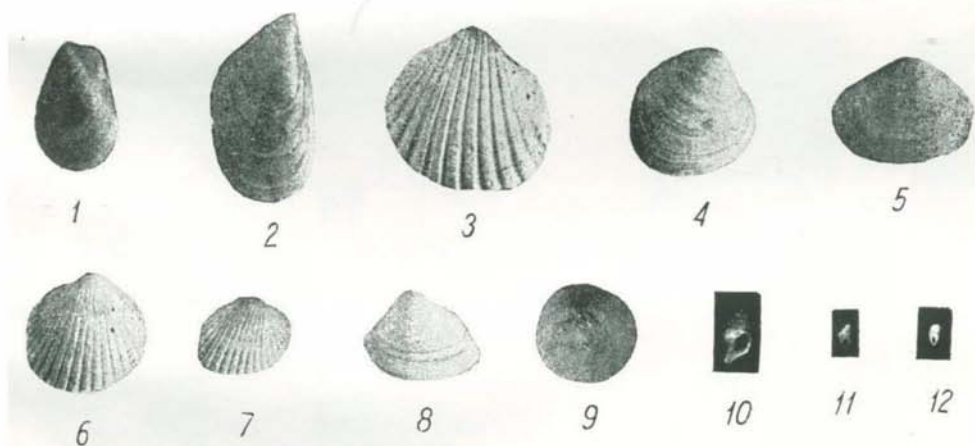


Микрофотографии глубоководных черноморских илов.

1 — микрослоистая древнечерноморская глина $\times 12$; на микрофотографии видна кучка эмбриональных раковин пелеципод; 2 — микрослоистая древнечерноморская глина, $\times$ около 27; разность значительно обогащенная сапропелевыми прожилками (а), светлые эллиптические пятна — комочки дриунта (б); 3 — черный ил, $\times 12$; тонкие черные прослойки — сапропель; светлые эллиптические и бесформенные пятна — дриунт; вмещающая серая масса — минеральный пелит; 4 — черный ил, $\times$ около 27; участок предыдущего шлифа, снятый с большим увеличением; черные круглые зернышки, разбросанные в пазовидно — сернистое железо, остальное — как и для фиг. 3 данной таблицы; 5 — глубоководная серая нововесинская глина, $\times$ около 27; в центре — диатомея; основная масса — пелит с тончайшими зернышками карбоната и обломками диатомей; 6 — известково-диатомовый нововесинский ил, $\times$ около 27; в основной пелито-карбонатной массе огромное количество диатомей.



A



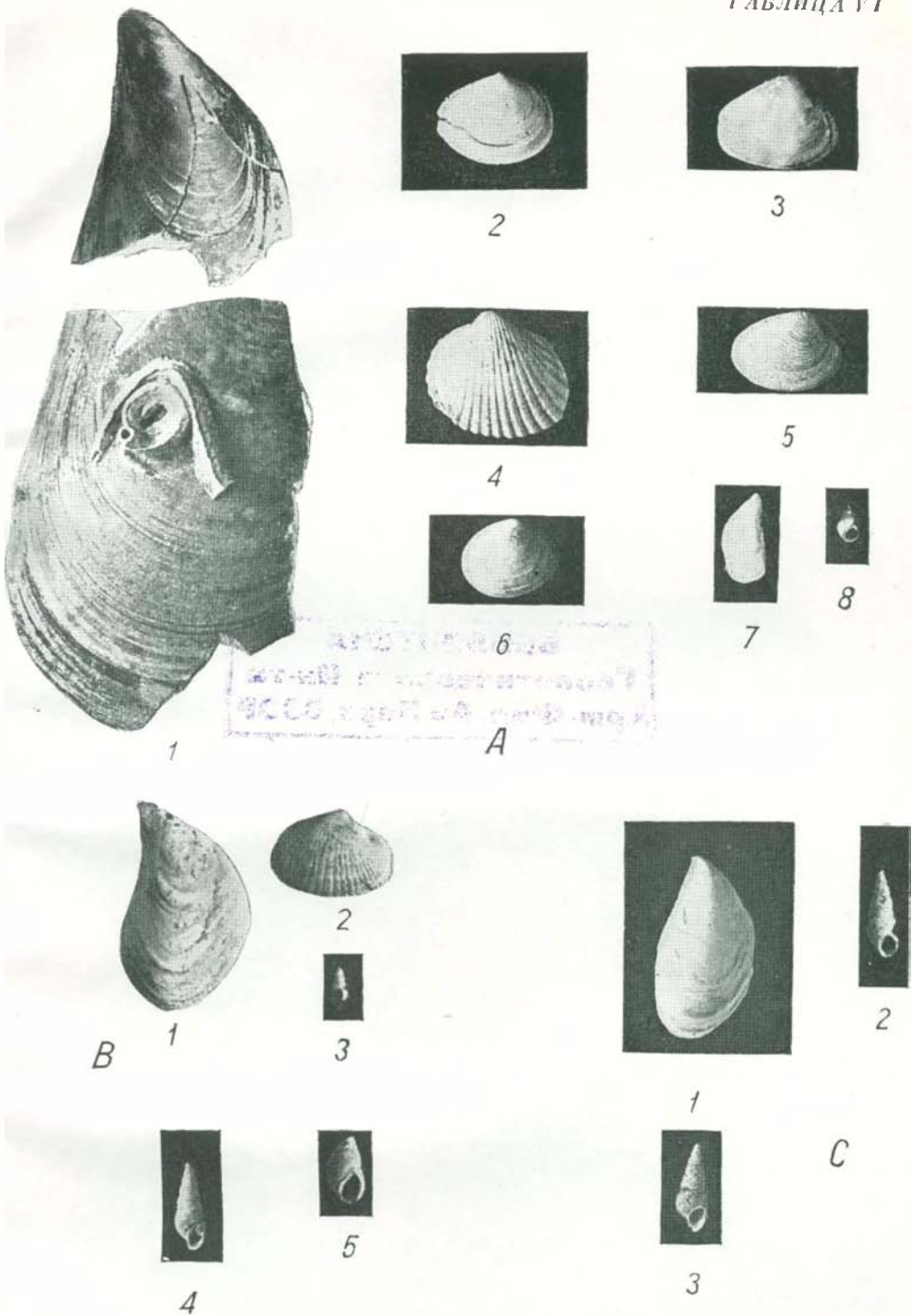
B

A — современный мидиевый биоценоз ($\times 12/10$).

1 — *Mytilus galloprovincialis* Lam.; 2 — *Cardium paucicostatum* Sow. var. *impedia* Mil.; 3 — *Tapes proclivis* Mil.; 4 — *Tapes discrepans* Mil.; 5 — *Syndesmya ovata* Phil.; 6 — *Mactra subtruncata* var. *triangula* Ren.; 7 — *Cardium edule* L.; 8 — *Cardium simile* Mil.; 9 — *Cardium exiguum* Gm. var. *ovata* Mil.; 10 — *Goukia minima* Mtg.; 11 — *Calyptrea chinensis* L. var. *polii* Sc.; 12 — *Meretrix rudis* Poli; var. *simplex* Mil.; 13 — *Nassa reticulata* L. var. *modesta* Mil.; 14 — *Cerithidium submamillatum* R. et P.; 15 — *Cerithidium reticulatum* Da Costa.; 16 — *Hydrobia ventrosa* Mtg.; 17 — *Bisforina perversa* var. *adversa*, Mtg.

B — фазеолиновый биоценоз ($\times 5/10$).

1 — *Modiola phaseolina* Phil.; 2 — *Mytilus galloprovincialis* Lam.; 3 — *Cardium edule* L.; 4 — *Meretrix rudis* Poli var. *simplex* Mil.; 5 — *Syndesmya ovata* Phil.; 6 — *Cardium simile* Mil.; 7 — *Cardium exiguum* Gm. var. *ovata* Mil.; 8 — *Mactra subtruncata* var. *triangula* Ren.; 9 — *Calyptrea chinensis* L. var. *polii* Sc.; 10 — *Trophonopsis breviusculus* Jeffr.; 11 — *Rissoia venusta* Phil.; 12 — *Cylichnina variabilis* Mil.

А — древнемидневный биоценоз ($\times 11/10$).

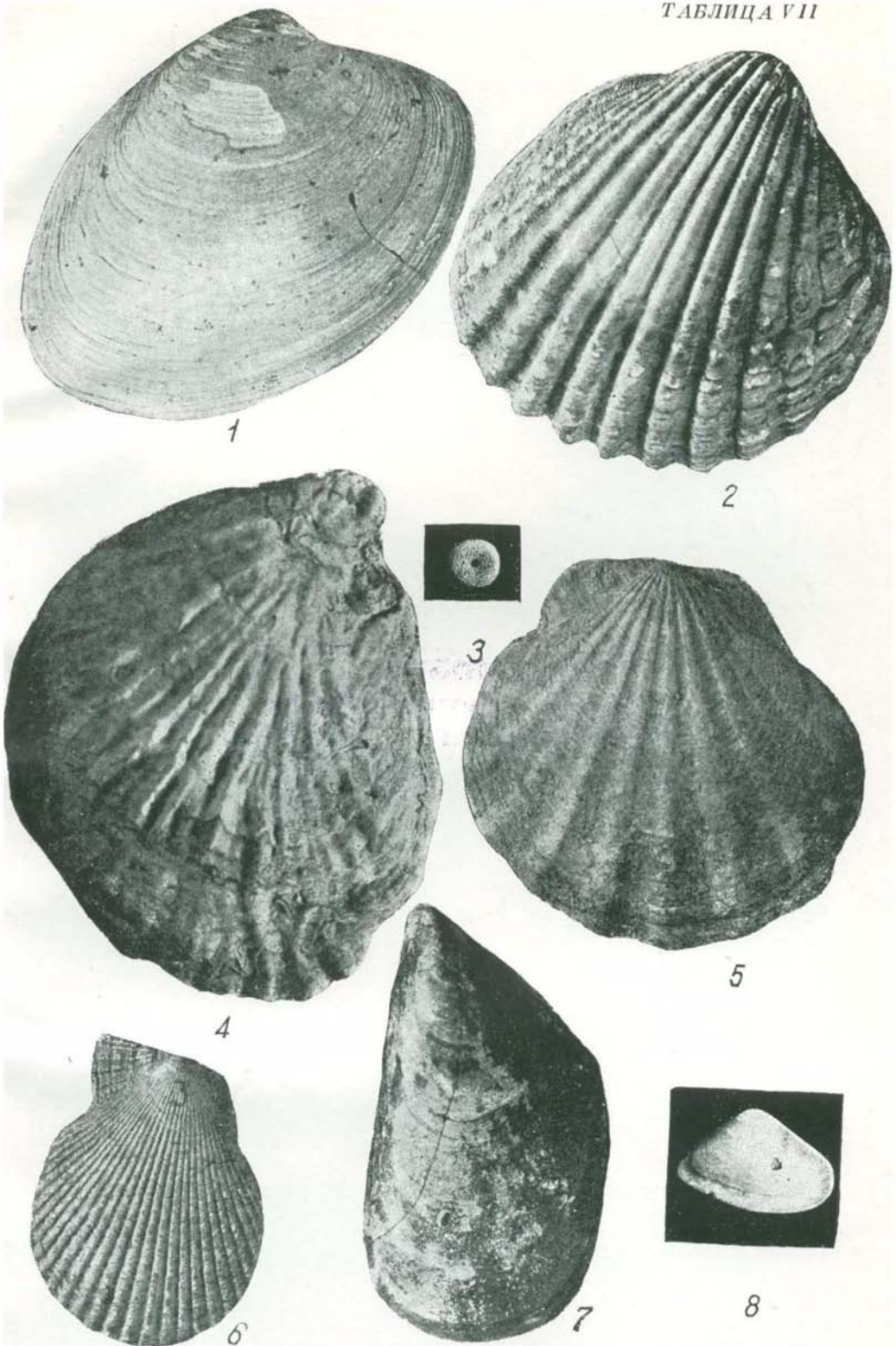
1 — *Mytilus galloprovincialis* Lam.; 2 — *Synthesmya ovata* Phil.; 3 — *Macra subtruncata* var. *triangularis* Ren.; 4 — *Cardium edule* L.; 5 — *Venus gallina* L.; 6 — *Meretrix rudis* Poli var. *simplex* Mil.; 7 — *Mytilaster lineatus* Gm. var. *pontica* Mil.; 8 — *Hydrobia ventrosa* Mtg.

В — новоевксинский биоценоз с *Dreissensia ponto-caspia* var. *tschudae* ($\times 20/10$).

1 — *Dreissensia ponto-caspia* var. *tschudae*; 2 — *Monodonta pontica* Eichw.; 3 — *Hydrobia* sp.; 4 — *Micromelania caspia* Eichw.; 5 — *Hydrobia* sp.

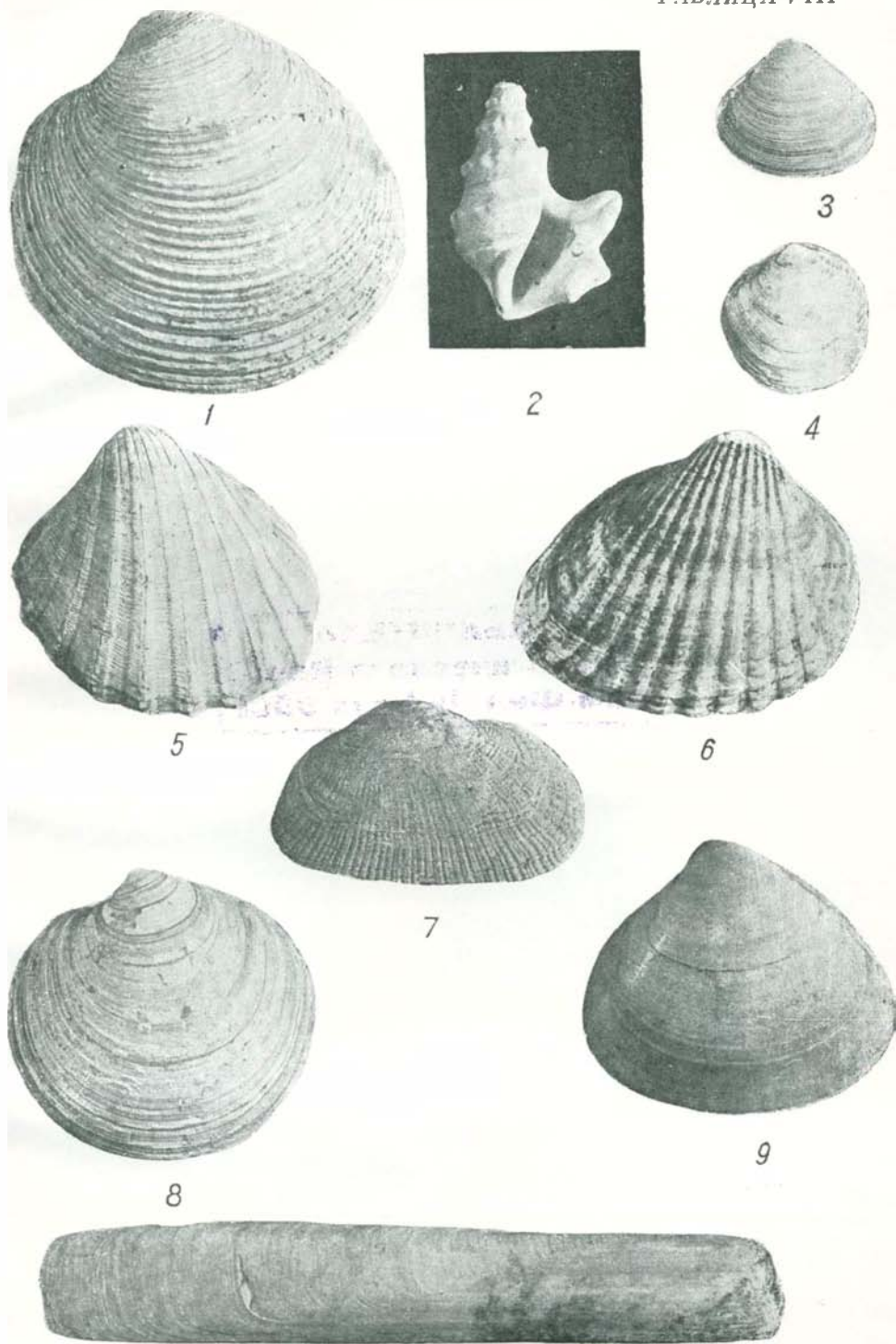
С — новоевксинский биоценоз с *Dreissensia rostriformis* var. *distincta* Andr. ($\times 17/10$).

1 — *Dreissensia rostriformis* var. *distincta* Andr.; 2 — *Micromelania caspia* Eichw.; 3 — *Micromelania* sp.



Карангатская (тирренская) фауна ($\times 12/10$).

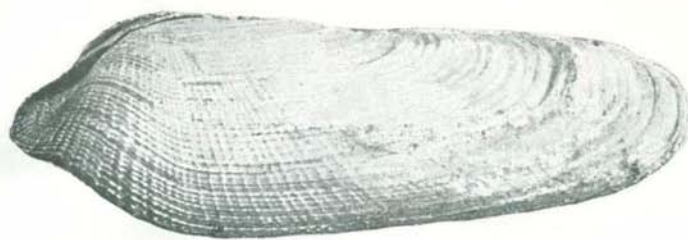
1 — *Tapes calverti* Nent.; 2 — *Cardium tuberculatum* L.; 3 — *Echinocyamus pusillus*; 4 — *Ostrea taurica* Kryn.; 5 — *Pecten ponticus* Mil.; 6 — *Pecten varius* L.; 7 — *Modiola adriatica* Lam.; 8 — *Donax venustus* Poli.



10

Карангатская (тирренская) фауна (продолжение) ($\times 12/10$).

1 — *Venus verrucosa* L.; 2 — *Aporrhais pes pelicani* L.; 3 — *Macra subtruncata* Da-Costa.; 4 — *Loripes lacteus*; 5 — *Cardium paucicostatum* Sow.; 6 — *Cardium edule* L.; 7 — *Arca barbata* L. 8 — *Dosinia exoleta* var. *nova* Sok.; 9 — *Macra corallina* L.; 10 — *Solen marginatus* Penn.



1



2



3



4



5



6



7



8

A



1



2



4



3



5

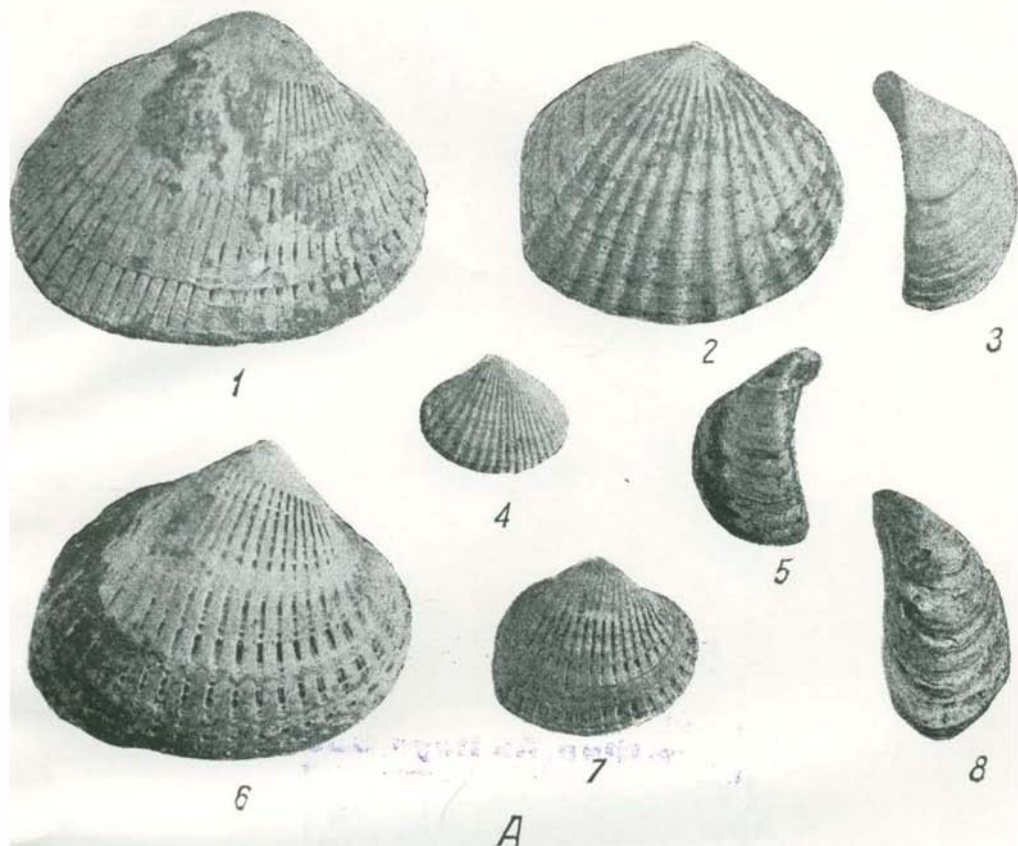
B

A — карангатская (тирренская) фауна (окончание $\times 12/10$).

1 — *Pholas dactylus* L.; 2 — *Cardium exiguum* Gm.; 3 — *Psammobia lucina* Sok.; 4 — *Scrobicularia plana* Da-Costa.; 5 — *Donax variegatus* Gm. var. *scythica*; 6 — *Donax julianae* Krynn.; 7 — *Meretrix rudis* Poli; 8 — *Venus gallina* L.

B — древнеевксинская фауна ($\times 12/10$).

1 — *Didacna ponto-caspia* var. *elongata* Pavl.; 2 — *Didacna ponto-caspia* var. *media* Pavl.; 3 — *Didacna ponto-caspia* var. *elongata* Pavl.; 4 — *Dreissensia* sp.; 5 — *Adacna plicata* Pall.

А — чаудинская фауна ($\times 12/10$).

1 — *Didacna cazecae* Andrus.; 2 — *Didacna tschadae* Andrus.; 3 — *Dreissensia polymorpha* Pall. var. *curvirostris* Andr.; 4 — *Monodacna subcolorata* Andrus.; 5 — *Dreissensia polymorpha* Pall. var. *latior* Andr.; 6 — *Didacna pseudocrassa* Pavl.; 7 — *Didacna baeri-crassa* Pavl.; 8 — *Dreissensia polymorpha* Pall. var. *tschadae* Andr.

В — фауна древнеевксинских ракушечников.

1 — ракушечник с *Pahudina (Vintpara) fasciata* L.; 2 — ракушечник с *Monodonta* и пр. кардидами.