



**МЕТОДИКА  
ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫХ  
РАБОТ  
В АКВАТОРИИ  
АЗОВСКОГО  
МОРЯ**

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
Институт геохимии и физики минералов

МЕТОДИКА ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ  
В АКВАТОРИИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Издательство "Наукова думка"  
Киев - 1974

## ВВЕДЕНИЕ

Ответственный редактор  
доктор геолого-минералогических наук Е.Ф.ШНЮКОВ

В сборнике приведены некоторые результаты работ по крупномасштабной комплексной геологической съемке в границах двух планшетов, включающих акваторию Азовского моря в районе Белосарайской косы.

Площадь опытных геологосъемочных работ составляет 342 км<sup>2</sup>. Северной границей служит отрезок береговой линии между г. Ждановым на востоке и с. Юрьевкой на западе. Восточная граница проходит примерно через меридиан г. Жданова, а западная - через меридиан с. Юрьевки. Южная граница расположена немного южнее Белосарайской косы - по параллели 46°50' северной широты. Максимальная глубина моря в пределах картируемого района - 10,4 м.

Белосарайская коса делит участок на две части, отличающиеся особенностями геологического строения и процессами современного осадконакопления.

Место выбора участка определялось не только особенностями его геологического строения, но и задачами оценки перспектив на рудные и нерудные полезные ископаемые (в первую очередь на железные руды, россыпи, строительные материалы). Опытные геологосъемочные работы проводились в комплексе с гидрогеологическими и инженерно-геологическими исследованиями.

В течение первого года опытных работ (1969) Институтом геохимии и физики минералов АН УССР в Белосарайском районе акватории выполнялись: геолокационная съемка - 46 пог.км, отбор трубками донных осадков - 435 точек, морское бурение - 9 скважин глубиной 24 - 47,5 м (рис. 1). Работы проводились под руководством д-ра геол.-минералог. наук Е.Ф.Шнюкова при участии младших научных сотрудников В.П.Усенко и А.В.Григорьева.

Картирование прибрежной части Белосарайского района осуществлялось согласно требованиям действующих инструкций на скважинах глу-

Редакция информационных изданий

0292 - 504

М 221 (04)-74

© Институт геохимии и физики минералов АН УССР, 1974 г.

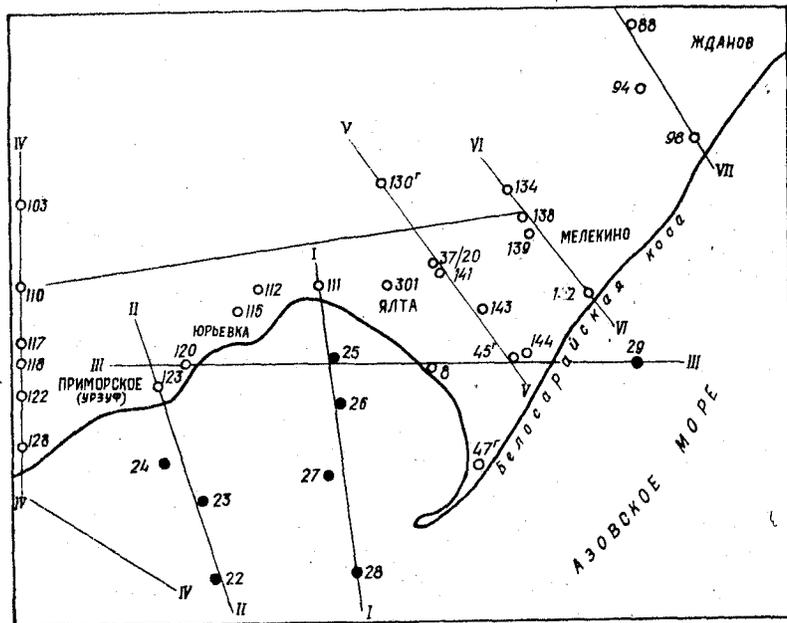


Рис. 1. Карта фактического материала:  
 I - УП - геологические разрезы по линиям; ● - скважины, пробуренные в 1969 г. ИГФМ в акватории Азовского моря; ○ - скважина, пробуренная вдоль побережья моря ГСР № 3 и Приазовской ГРЭ.

биной до 450 м. Работы выполнялись геологосъемочной партией № 3 треста "Артемгеология" под руководством Р.Н.Довганя.

В дальнейшем необходимо изучить геологический разрез и состав пород дна моря глубже 47,5 м. Отсутствие комплектации геологической съемки с гидрогеологическими исследованиями оставило открытым такой важный вопрос, как разгрузка подземных вод в пределах акватории Азовского моря, возможность их захоронения, накопление и незасоление под слоем морских илов и глин, перекрывающих водоносные горизонты в области акватории.

Наряду с начатыми работами по выяснению нефтегазоносности в структурах Черного моря необходимо продолжить начатое в 1969 г. комплексное картирование акватории Азовского моря.

В настоящем сборнике публикуются также материалы по исследованию геологии континентальной террасы Черного моря, выполненного коллективом сотрудников лаборатории морской геологии геологического факультета МГУ.

## МЕТОДИКА ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ

Методика работ определялась, с одной стороны, поставленными задачами, с другой - конкретными особенностями водоема и геологическими условиями изучаемого района. Комплекс исследований включал: 1) геолокационную съемку и профилирование; 2) отбор проб современных донных осадков; 3) морское бурение.

Отбору проб современных донных осадков геолокационная съемка предшествовала в тех случаях, когда необходимо было точки отбора проб привязать к элементам подводного рельефа дна (подводные валы в пределах подводного склона и др.).

Не всегда предшествовали геолокационные работы и морскому бурению. В районах акватории, где следовало ожидать подводных выходов или неглубокого залегания коренных пород под поверхностью дна моря, проводились их геолокационные поиски, и точки скважин выставлялись в зависимости от полученных результатов. В районах акватории, где заведомо развит мощный чехол современных донных осадков, точки скважин задавались исходя из общегеологических представлений о данном районе.

Геолокационная съемка и профилирование в акватории осуществлялись геолокатором ЗГЛ-1 конструкции ВНИИ методики и техники разведки (ВИТР).

В зависимости от поставленных задач и изучаемых объектов работы проводились с различных плавсредств: с сейнера типа СЧС-150, имеющего осадку 2,2 м; на фелюгах с осадкой 0,8 и 0,4 м; на лодках типа "Кафа" и "Прогресс" с подвесным мотором. При благоприятных геологических условиях на эхограмме в масштабе времени можно было получить непрерывный акустико-геологический разрез, а также информацию о глубине и рельефе дна водоема.

При работе в открытом море учитывалось два основных требования, обусловленные возможностями аппаратуры:

1) остойчивость судна не должна была превышать 20-25° и обеспечивать малый крен;

2) эксплуатационная скорость движения плавсредств не должна была превышать 10 км/ч (оптимальная - 6 км/ч).

Геолокационное изучение дна проводилось в основном на участках, где требовалось получить дополнительную информацию о подводном рельефе. Получение геолокационной информации во многих случаях предшествовало выбору точек скважин и направлений профилей при детальном изучении современных донных осадков или сгущении точек опробования на профилях. Геолокационные исследования также в значительной степени способствовали прослеживанию подводных выходов коренных пород.

Расположение геолокационных профилей аналогично расположению геологических: при изучении коренных пород - вкрест простирания структур; при изучении современных донных осадков - вкрест простирания элементов подводного рельефа, в основном отражающего процессы гранулометрической дифференциации и аккумуляции осадка.

Методика геолокационных исследований при использовании аппаратуры ЗГЛ-1 изложена в ряде работ (Дубов, 1965, и др.).

Так, метод звуковой геолокации применяется для получения акустико-геологического разреза слагающих дно акватории отложений. В воде возбуждается импульс упругих колебаний звукового диапазона частот, который достигает дна и отражается от него. В зависимости от величины давления импульса часть энергии может последовательно проникать в отличающиеся по физическим свойствам слои пород, частично от них отражаясь. Отраженные от дна и слоев импульсы регистрируются в порядке их поступления на эхограмме методом яркостной модуляции. Регистрация ведется поперек чувствительной (электротермической) ленты.

Геолокатор ЗГЛ-1 предназначен для изучения геологического строения и геоморфологии донных отложений в водоемах. С этой целью используется направленное излучение и прием акустических колебаний в геолокаторе. Работа геолокаторов основана на принципе измерения времени прохождения звуковых колебаний с момента отправки до момента приема отраженных сигналов от дна и поверхностей наслоения. Информация регистрируется самописцем, который обеспечивает получение эхограммы дна и придонных слоев. Эхограмма в первом

приближении является временным акустико-геологическим разрезом. Геолокатор ЗГЛ-1 в зависимости от геологических условий позволяет вести исследование по породам в интервале глубин от 0 до 20-25 м. Разрешающая способность его - 0,5 - 1 м; диапазон развертки для самописца - 0 - 20 или 0 - 40 м, что соответствует масштабу записи 1 или 2 м/см (скорость звука - 1500 м/сек). Запись ведется на электротермической бумаге типа ЭТБ-2 в прямоугольных координатах. По одной оси фиксируется время прохождения звуковых колебаний до лоцируемого объекта и обратно, по другой - путь по профилю. Отметка о наличии сигнала оставляет почернение различной степени (след профиля) на электротермической бумаге. Степень почернения дает возможность регистрировать интенсивность отраженного сигнала. Самописец имеет кнопку оперативной отметки, при нажатии которой поперек бумажной ленты остается черная линия прожига. Эта отметка помогает производить привязку эхограмм к профилям, проложенным на картах.

Геолокатор ЗГЛ-1 состоит из следующих блоков: а) генератора электрических импульсов; б) излучающего и приемного вибраторов; в) усилителя; г) самописца; д) преобразователя напряжений. В зависимости от подключенных вибраторов частота излучения составит 10 или 15 кгц, акустическая мощность - около 100 вт. Стабильность временной развертки самописца обеспечивается электродвигателем постоянного тока с автоматическим центробежным регулятором оборотов. При колебаниях питающего напряжения на ± 10% самописец сохраняет заданную точность. Аппаратура питается от источника постоянного тока или аккумуляторов с напряжением 12 в. Потребляемая мощность - не более 140 вт. Габариты и вес геолокатора: центральный прибор размерами 475x455x185 мм, вес 23,5 кг; блок питания размерами 386x282x282 мм, вес 13,5 кг; акустическая система с цилиндрическими вибраторами на 15 кгц размерами 830x400x216 мм, вес 27,2 кг. Объем геолокационных работ - 46 пог. км.

Отбор проб современных донных осадков осуществлялся трубкой ТГ-1, представляющей собой стальную трубу, внутрь которой вставляется разъемный вкладыш. С одной стороны на трубку навинчивается наконечник с острой кромкой для врезания в грунт, с другой - груз со стабилизатором (для лучшего врезания трубки в грунт и придания ей вертикального положения при падении в воде). В верхней части груза расположен клапан, открывающийся под давлением

воды при опускании и закрывающийся при подъеме трубки. К грузу прикреплен скоба с крюком, посредством которой труба крепится к тросу. Трубка врезается в грунт под действием собственного веса при свободном падении в воде. При благоприятных условиях в зоне распространения илов ею можно отбирать колонки грунта длиной до 1,5 м.

Работы трубкой велись с борта среднечерноморского сейнера типа СЧС-150. Легкий канат крепился к крюку в верхней части трубки и пропускался через блок подъемной стрелы, которая выносила за борт; канат в нужный момент отпускался и трубка при свободном падении достигала дна. Срывалась трубка вручную обычно одним человеком, реже двумя.

Пробы песчаных и ракушечных осадков трубкой не отбирались, так как, во-первых, описанная выше трубка в них почти не проникла, во-вторых, указанные осадки в ней не фиксировались, поскольку легко вымывались водой при подъеме. Поэтому пробы таких осадков отбирались аквалангистами. Кроме того, с поверхности дна аквалангистами собирались образцы крепких пород.

При выборе точек отбора проб современных донных осадков учитывались рельеф дна участка, близость к береговой линии, форма водоема и конфигурация берегов, направление течений и вдольбереговых потоков.

При отборе проб донных осадков площадь участка стремились покрыть точками опробования равномерно со сгущениями их у береговой линии.

В полосе подводного склона отбору донных осадков предшествовали геолокационные работы, которые при благоприятных условиях могли дать информацию о геологическом разрезе, рельефе дна и глубине водоема. Последующий отбор проб современных донных осадков осуществлялся вкрест простирания элементов подводного рельефа.

Всего на площади акватории проведены наблюдения в 435 точках, в которых отбирались пробы донных осадков.

**Морское бурение.** Из-за отсутствия специально оборудованного судна в 1966 г. на понтоне прямоугольного сечения была смонтирована буровая установка КМ-300, которой удалось пробурить пять скважин, однако она не удовлетворяла требованиям регистра СССР и оказалась непригодной для выхода в открытое море. Поэтому в течение 1967 г. была создана новая морская буровая платформа. Описание ее дано в работе А.С.Шрицы, И.С.Кханова, Г.Н.Орловского (1968).

Опыт работ ИГФМ АН УССР показывает, что на производительность бурения в пределах акватории Азовского моря значительно влияют метеорологические условия. Поэтому буровые работы могут вестись только в безветренные дни летнего сезона. В погодных условиях Азовского моря обеспечивалось бурение скважин глубиной до 70 м, в пределах Белосарайского участка - до 47,5 м.

Размещение скважин определялось следующими задачами:

- 1) решением общегеологических вопросов, касающихся строения участка и истории района, занятого бассейном Азовского моря;
- 2) изучением геологического разреза и выявлением возможных погребенных россыпей полезных ископаемых в Белосарайском районе.

**Методы привязки профилей и точек наблюдения** определялись заданной точностью работ и удалением объекта исследования от береговых ориентиров.

При работах в акватории Азовского моря использовались гидрографические карты и лоция Азовского моря. Привязка точек наблюдения осуществлялась вне видимости берегов по счислению (азимуту и скорости судна). Предварительно скорость судна выверялась по расстоянию между двумя сравнительно отдаленными друг от друга точками. В пределах видимости берегов привязка осуществлялась по ориентирам, обозначенным на карте, и по пеленгу.

На участках детальных работ по профилям выставлялись створы или буи, которые привязывались с берега прямой засечкой с помощью двух угломерных приборов (теодолиты, мензула) к ориентирам, обозначенным на гидрографических картах (вехи, буи).

Метод прямой засечки закоренных ориентиров дает ошибку  $\pm 1 - 1,5$  м, а метод движущегося судна обеспечил точность привязки не ниже  $\pm 6$  м.

#### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БЕЛОСАРАЙСКОГО УЧАСТКА

Резкая активизация тектонических движений на границе кры и мела способствовала изменению структурного плана Приазовского кристаллического массива в целом и его южного склона в особенности.

К началу нижнемеловой эпохи началось формирование Белосарайского грабена и выполнение его осадками элювиально-делювиального, аллювиального и в более поздний период морского происхождения.

В апт-альбское время южный склон Приазовского массива (по-ниженные участки), включая Белосарайский грабен, был охвачен морской трансгрессией. В пределах Белосарайской косы и к северу от нее многими картировочными скважинами (132, 136, 142, 143, 144 и др.) впервые были вскрыты нижнемеловые отложения, представленные осадками апт-альбского возраста. Мощность отложений непостоянная и изменяется от 2 м (скв. 98) в северной до 49 м (скв. 142) в южной частях грабена. Кровля и подошва отложений резко погружаются на юг в сторону акватории Азовского моря и на юге Белосарайской косы находятся на абсолютных отметках соответственно - 388,5 и -431 м. Залегают нижнемеловые отложения на коре выветривания кристаллических пород (рис. 2 - 4).

Нижнемеловые породы формировались в континентальных и прибрежно-морских условиях.

Континентальные отложения установлены в северной части грабена (северная ступень) и представлены песчано-глинистыми осадками. Наиболее полный и типичный разрез - по скв. 132. Здесь под отложениями верхнемелового возраста залегают:

1. Глина темно-серая, плотная, бескарбонатная, песчаная, с тонкими прослойками тонкозернистого кварцевого песка, иногда белой мучнистой кремнистой породы, с единичными зернами глауконита, обуглившимися, изредка пиритизированными остатками древесины. К концу интервала глина переходит в песок. Мощность 2,4 м.
2. Песок темно-серый, мелкозернистый, кварцевый, бескарбонатный, глинистый, с редкими остатками обуглившейся древесины, с налетами мучнистой кремнистой породы. Мощность 4,6 м.
3. Каолин вторичный от сизовато-серого до светло-серого цвета, в конце интервала пестроцветный, плотный, с пиритизированными остатками обуглившейся древесины, слабо песчанистый; в отдельных интервалах встречаются маломощные прослойки кварцевого песчаника на каолиновом цементе. Мощность 5 м.
4. Глина темно-серая, каолиновая, песчанистая, с мелкими остатками обуглившейся древесины. Мощность 2 м.
5. Песок темно-серый, мелкозернистый, кварцевый, глинистый, местами переходящий в глину, с большим количеством обуглившейся древесины, с резкими остроугольными обломками зерен кварца размером до 2 - 3 мм. Мощность 1,2 м.
6. Каолин вторичный светло-серый до сизовато-серого, с обилием обуглившихся и пиритизированных остатков древесины. Мощность 4 м.

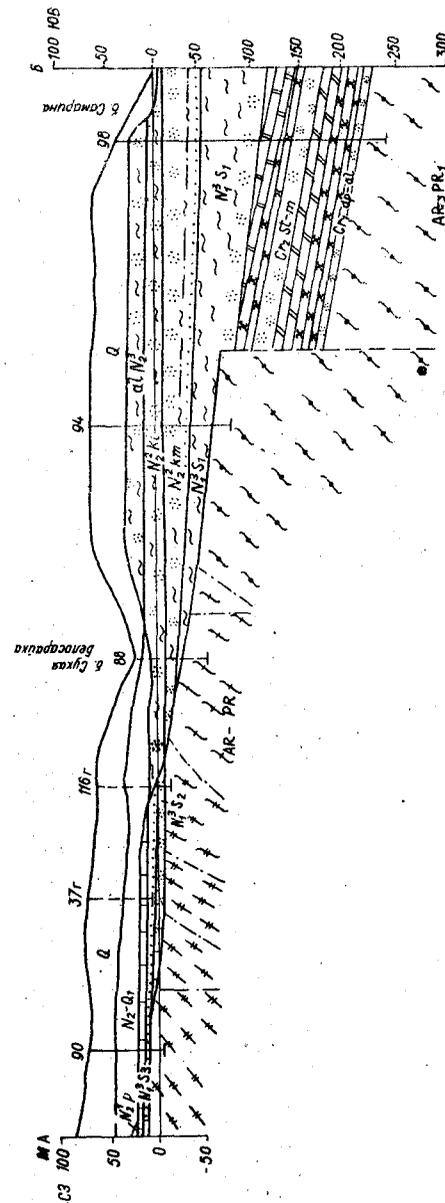


Рис. 2. Геологический разрез по линии УП-УП.

Условные обозначения к разрезам  
по линиям IУ-IУ, У-У, УI-УI, УП-УП (рис. 2-5)

Q	Четвертичные отложения
N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub>	Красно-бурые глины
al N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Верхний плиоцен. Аллювиальные глины и пески
D <sub>2</sub> <sup>2</sup> ki	Куяльницкий ярус. Глины, пески
N <sub>2</sub> <sup>2</sup> km	Киммерийский ярус. Пески, глины, песчаники
N <sub>2</sub> <sup>1</sup> p	Понтический ярус. Пески, глины, известняки
N <sub>2</sub> <sup>3</sup> S <sub>3</sub>	Верхнесарматский подъярус. Известняки, песчаники
N <sub>2</sub> <sup>3</sup> S <sub>2</sub>	Среднесарматский подъярус. Пески, известняки
N <sub>2</sub> <sup>3</sup> S <sub>1</sub>	Нижнесарматский подъярус. Глины, пески
Pg 1-2	Палеоцен-эоцен. Пески, глины
Cr <sub>2</sub> φ-m	Верхний мел. Кампанский - маастрихтский ярусы. Песчаники, опоки, трепел, мергели, пески
Cr <sub>2</sub> st	Сантонский ярус. Мергели, мел, опоки
Cr <sub>2</sub> cm	Сеноманский ярус. Пески
Cr <sub>2</sub> ap-al	Нижний мел. Аптский - альбский ярусы. Пески, глины, песчаники, алевролиты, известняки
AR: PR <sub>1</sub>	Архей - нижний протерозой. Гнейсы, мигматиты, граниты

Литолого-петрографический состав

⊗ ⊗	Пески	~ ~ ~	Мигматиты биотитовые
~ ~ ~	Глины	~ ~ ~	Мигматиты амфиболовые
⋯ ⋯ ⋯	Песчаники	~ ~ ~	Мигматиты гранат-биотитовые
— — —	Алевролиты	⊗	Граниты биотитовые
x, x, x	Трепела, опоки	~ ~ ~	Границы пород по геофизическим данным
	Мергели	⋯ ⋯ ⋯	Границы постепенного перехода пород
	Мел	— — —	Тектонические нарушения
	Известняки	— — —	Скважины и их номера
— — —	Гнейсы амфиболовые		
— — —	Гнейсы биотитовые		
— — —	Гнейсы пироксеновые		

7. Песчаник светло-серый до темного, среднелкозернистый, кварцевый, на каолиновом цементе, с остатками обуглившейся древесины. Мощность 3,5 м.

8. Песчаник серый, разнозернистый, преимущественно мелкозернистый, кварцевый (зерна плохой окатанности), на сульфидном цементе, с остатками обуглившейся древесины. Мощность 3,5 м.

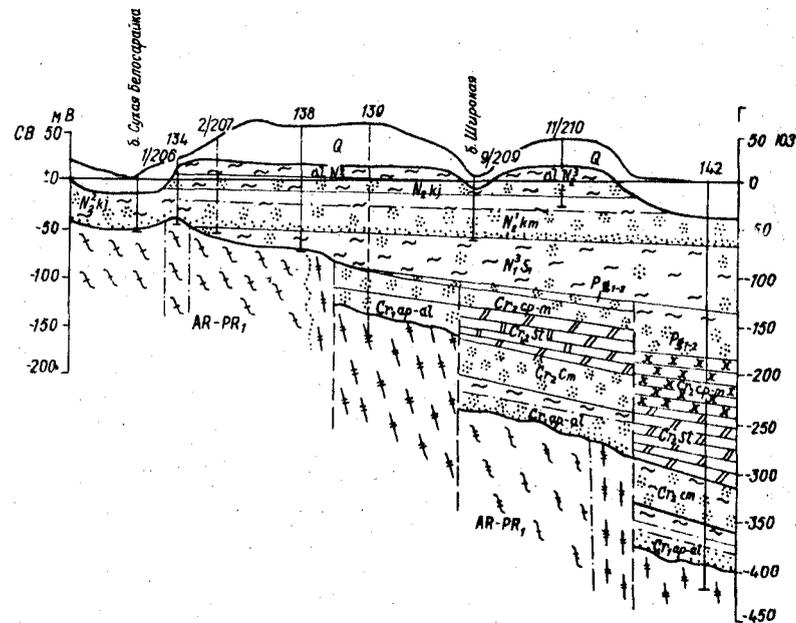


Рис. 3. Геологический разрез по линии UI-UI.

9. Каолин вторичный, светло-серый, плотный, песчаный, изредка с обуглившимися остатками растительности. Песчаный материал представлен неокатанными зернами кварца. Мощность 5 м.

10. Глина темно-серая каолинистая. Мощность 1 м.

11. Каолин, аналогичный слою 9. Мощность 2 м.

12. Песчаник серый, разнозернистый, кварцевый, на каолиновом цементе, с обуглившимися остатками древесины и листьев. Зерна кварца средней и плохой окатанности. Мощность 2 м.

Ниже залегает кора выветривания кристаллических пород. Отложения прибрежно-морской фации установлены в южной части грабена - на Белосарайской косе. Наиболее полный разрез вскрыт скв. 144. Под отложениями верхнего мела залегают:

1. Глина черная, песчаная, с включением обломков зерен кварца размером до 0,8 см, бескарбонатная, с тонкими прослойками мелкозернистого глауконито-кварцевого песка. Мощность 0,5 м.

2. Песок зеленовато-серый, тонкозернистый, глауконито-кварцевый, бескарбонатный, слабо слюдястый. Мощность 5 м.

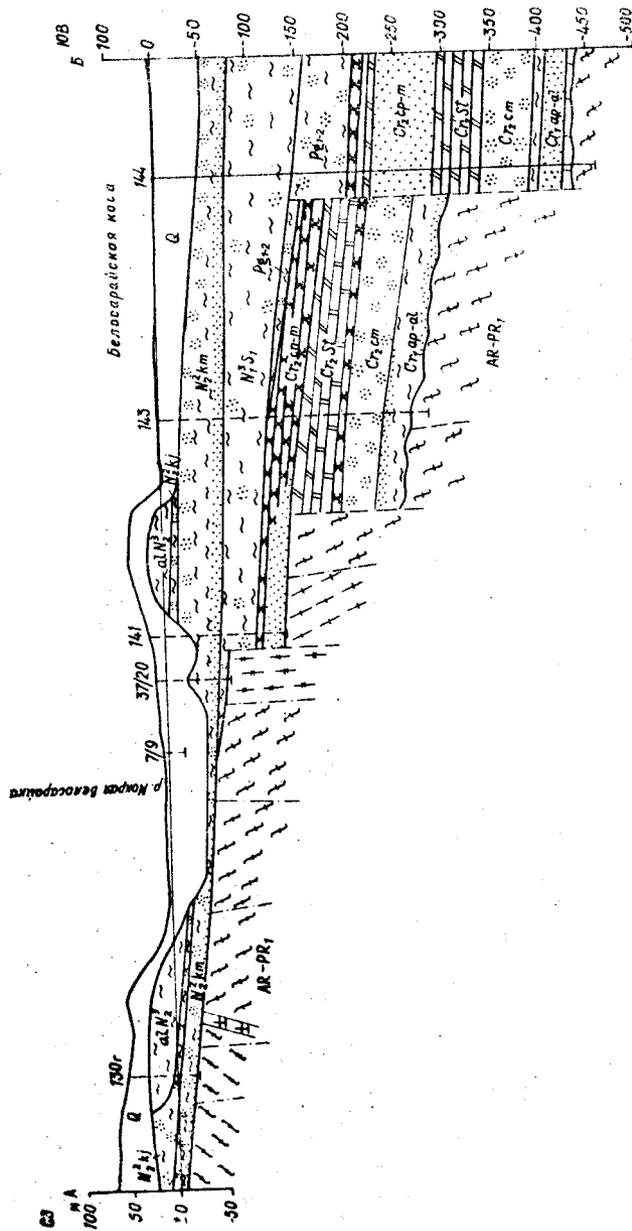


Рис. 4. Геологический разрез по линии У - У.

3. Песок темно-серый, мелкозернистый, алевритистый, с включением значительного количества обломков кварца размером до 1 см хорошей и удовлетворительной окатанности, с включением обуглившихся остатков растений, с примесью глауконита и слюды. Мощность 0,6 м.

4. Песчаник серый до светло-серого, мелкозернистый, глауконито-кварцевый, крепкий, с включением обуглившихся остатков растений, с примесью слюды. Мощность 4,8 м.

5. Спонголит темно-серый, плотный, тяжелый, с раковистым изломом, кавернозный. Каверны часто выполнены глауконито-кварцевым песком и обуглившимися остатками растений. Встречаются остатки, напоминающие мшанки. Мощность 5,1 м.

6. Глина темно-серая до черной, песчаная, с гнездами светло-серого песка и примесью глауконита, слюдяная, с включениями обуглившихся остатков растений и мелкокристаллического пирита. Мощность 1,8 м.

7. Спонголит серый с голубоватым оттенком, твердый, легкий, с раковистым изломом, трещиноватый, с включением мелких обуглившихся остатков растений. Мощность 1,8 м.

8. Глина темно-серая до черной, бескарбонатная, с включением обломков тонкостенных раковин моллюсков размером до 0,5 см. Мощность 2,7 м.

9. Известняк серый до темно-серого, глинистый, рыхлый (в отдельных интервалах плотный), с примесью песчано-гравийного материала, с большим количеством обломков и целых тонкостенных раковин моллюсков размером до 2 см, представленных брахиоподами, иноцеррами, остракодами. По всему интервалу встречаются обуглившиеся остатки растений. Мощность 3,5 м.

10. Глина темно-серая, карбонатная, с большим количеством обломков тонкостенных раковин моллюсков. Мощность 1 м.

11. Песчаник серый, среднезернистый на глинисто-известковистом цементе, с включением мелких обломков тонкостенных раковин моллюсков, обуглившихся остатков растений, с включениями мелкокристаллического пирита и слюды, с небольшими прослоями известняка и песка. Мощность 6 м.

12. Известняк светло-серый, крупнозернистый, плотный, кавернозный, с включением значительного количества зерен кварца, с обломками раковин моллюсков, сцементированных крупнокристаллическим кальцитом, с остатками обуглившейся древесины. Мощность 9,6 м.

Ниже залегает кора выветривания кристаллических пород. В прибортовых частях грабена известняки и спонголиты сменяются пеоками, песчаниками и конгломератами; уменьшается мощность пород.

Основные типы пород изучались под микроскопом. Известняки глинистые, разнозернистые, неслоистой текстуры, состоящие из обломков сильно перекристаллизованных брахиопод, пелеципод, остатков водорослей, цементированных крупнокристаллическим кальцитом, иногда выполненных глауконитом. Редко встречаются обломки кварца, микроклина и чешуйки биотита. Иногда в зернах кальцита обнаружены цеолиты призматической формы. Зерна кварца и микроклина имеют неправильную форму и корродированы карбонатом. В породе встречены редкие зерна пирита. Глинистая часть цемента представлена гидрослюдой.

Спонголиты имеют органогенную структуру, обусловленную присутствием большого количества спикул губок, диатомей, остракод и других органических остатков, сложенных опалом; встречаются единичные розетки халцедона, зерна глауконита, кварца, плагиоклаза и кальцита; текстура однородная. Есть обрывки обугленных растительных остатков. Единичные органические остатки фосфатизированы. Иногда встречаются единичные зерна циркона. По данным спектрального анализа, в спонголитах встречены в сотых долях стронций и в тысячных долях ванадий и цирконий.

Песчаники обычно глауконито-кварцевые с базальным глинисто-опаловым цементом, текстура неслоистая, структура псаммитовая, мелкозернистая. Кластический материал, составляющий около 50%, состоит из кварца и глауконита, в некоторых пластах преобладают обломки органических остатков. Кварц в виде угловатых, угловато-окатанных или уплощенных зерен. Глауконит встречается в виде зерен овальной, реже округлой формы. Иногда глауконит замещает биотит. Из аксессуарных минералов присутствует турмалин, циркон, из рудных — магнетит и пирит. В небольших количествах встречаются микроклин и плагиоклаз. Цементирующая часть представлена глинистым материалом гидрослюдистого состава. По данным спектрального анализа, в песчаниках обнаружены хром, ванадий, медь, никель с содержанием 0,001-0,003%, цирконий, стронций — 0,01-0,02%; в единичных пробах — цинк, кобальт, итрий, тантал, вольфрам в тысячных долях процента.

Аналогичные элементы с близкими содержаниями обнаружены в песках, глинах, вторичных каолинах.

Нижнемеловые отложения охарактеризованы палеонтологически. В каолинистой глине по скв. 139 (слой 192,4 м) встречены отпечатки папоротника *Coniopteris* sp. и листья *Sagenopteris* sp., которые, по данным Н.Е.Ереминой, встречаются от средней юры до нижнего мела.

Апт-альбский возраст прибрежно-морских отложений установлен по скв. 142, 143, 144. В глинах, алевролитах и известняках встречены моллюски *Amphiodonta* cf. *conia* (S o w.), *Chlamys* sp., *Plagiostoma* sp., *Nucula* sp., *Exogyra* sp., *Nerima* sp., *Arca* sp., *Camptonectes* sp., *Neithaea* ex gr. *quiquecostata* S o w. (определение Ю.И.Кац).

В спонголитах обнаружены моллюски *Plagiostoma* sp., *Nucula* sp., спикулы губок, что позволяет утверждать принадлежность данного комплекса к пограничным горизонтам нижнего — верхнего мела (альб — нижний сенман).

Нижнемеловые формы встречены в алевролитах по скв. 142. Здесь обнаружено большое количество фораминифер *Lenticulina* sp., *Nodosaria* sp., *Lamarckina* sp., *Arenobulin* sp. (определение А.П.Васютиной).

По скв. 143 (слой 236,4 и 239,4 м) Н.Г.Ереминой обнаружены споры папоротникообразных и пыльца голосеменных растений аптского возраста.

Верхнемеловые породы установлены на всей площади Белосарайского грабена. Они вскрываются скв. 144, 143, 142, 136, 141, 139, 132, 98. Наиболее полный разрез верхнего мела вскрыт скв. 144, расположенной на Белосарайской косе. В разрезе верхнего мела присутствуют осадки сенманского, сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов (см. рис. 2 — 4).

Сенманские отложения слагают южную ступень грабена, где вскрываются скв. 144, 143, 142 и 136. Мощность отложений меняется от 10 (скв. 136) до 45 м (скв. 143). Кровля резко погружается на юг и находится на абсолютных отметках от -186,7 (скв. 143) до -346 м (скв. 144).

Сложен сенманский ярус преимущественно песчаными осадками. Это пески от серовато- до темно-зеленых, местами желтовато-серые, разнозернистые, окатанные, кварцевые, кварц-глауконитовые, глинистые, преимущественно бескарбонатные. В основании яруса встречаются небольшие прослои кварцевых песчаников, иногда песчаных глин. В краевых частях грабена появляются глины серые, темно-серые,

слабопесчаные, бескарбонатные, с кремнями. Залегают сеноманские отложения на породах нижнего мела и перекрываются осадками сантонского яруса. В песках в небольших количествах (до 1 кг/т) встречены рудные минералы: ильменит, циркон, пирит, сидерит, фосфорит.

Сантонский ярус вскрыт скв. 144, 143, 142, 136, 98. Мощности отложений меняются от 43 (скв. 143) до 70,5 м (скв. 144). В строении сантонского яруса принимают участие главным образом мергелистые осадки.

По скв. 144 установлен следующий разрез:

1. Песчаник светло-серый, мелкозернистый, крепкий, кварцевый, в отдельных интервалах глинистый, карбонатный, с отпечатками створок раковин моллюсков. Редко встречаются обуглившиеся остатки растений. Мощность 12 м.

2. Мергель серый, пятнистый, с гнездами и включениями пирита, в отдельных интервалах с примесью глауконита и обуглившимися остатками растений. Встречаются белемниты размером до 4 см, спикулы губок, чешуя рыб. Иногда появляются желваки кремней. Мощность 58,5 м.

Ниже залегают пески сеноманского возраста. В прибортовых частях блока в основании яруса появляется горизонт опок.

Микрофаунистические определения, выполненные А.П. Васютиной, позволяют выделить в толще сантонского яруса верхний и нижний горизонты, литологическая граница между которыми нечеткая.

Кампан-маастрихтские отложения установлены на всей площади Белосарайского грабена (скважины 132, 139, 141, 142, 143, 136, 144). Мощность отложений меняется от 20 м в северной части грабена (скв. 141) до 80 м в южной части (скв. 144). Кровля пород находится на абсолютных отметках от 87,5 (скв. 132) до 194,5 м (скв. 144).

Нерасчлененные кампан-маастрихтские ярусы сложены песчаными, кремнистыми и в подчиненном количестве карбонатными осадками. Преимущественное развитие имеют опоки и тренелы.

Ниже приводятся разрезы отложений для северной прибортовой части грабена и опущенной части блока. По скв. 141 (прибортовая часть блока) имеется следующий разрез:

1. Опока белая с зеленоватым оттенком, сильно трещиноватая, легкая, массивная. Мощность 1,8 м.

2. Спонголит глинистый (опоковидная глина), белый, легкий, бескарбонатный, с тонкими песчано-алевритовыми прослойками, с примесью зерен кварца, глауконита, полевых шпатов, редких чешуек слюды, мелких скоплений пирита и единичных акцессорных минералов, среди которых преобладает циркон. Мощность 1,6 м.

3. Песчаник светло-серый, средне-крупнозернистый, кварцевый на глинистом цементе. Размер обломков до 1 см. Мощность 0,4 м.

4. Спонголит, участками напоминающий гез, светло-серый до серого с голубоватым оттенком, твердый, с неясной горизонтально-волнистой слоистостью. Под микроскопом структура породы органогенная, обусловленная присутствием большого количества спикул губок и радиоларий. Порода сложена опалом, халцедоном с подчиненным количеством зерен глауконита, кварца, единичных чешуек слюды, тяжелых минералов. Мощность 1 м.

5. Глина темно-серая, перемятая, с зернами скольжений, с тонкими прослойками песка и слюды. Мощность 1 м.

6. Песчаник серый, кварцевый, бескарбонатный, трещиноватый. Мощность 1 м.

7. Песчаник серый, кварцевый, глинистый, слюдястый, бескарбонатный, с большим количеством темноцветных минералов, пиритизирован; в конце интервала с желваками кремней, с обломками створок раковин моллюсков. Мощность 1,5 м.

8. Песчаник серый, кварцевый, мелкозернистый, пиритизированный, крепкий, местами глинистый, с хорошо сохранившимися ядрами и отпечатками створок раковин моллюсков. Мощность 0,8 м.

9. Глина серая до темно-серой, песчаная, слюдястая, с включениями пирита, с отпечатками створок раковин моллюсков. Мощность 1,7 м.

10. Детрит серый, состоящий из обломков тонкостенных раковин моллюсков, перемешанных с глинистым материалом. Мощность 1 м.

11. Песчаник серый, кварцевый, на известковистом цементе, сливной, с отпечатками и ядрами раковин моллюсков и остатками обуглившейся древесины, пиритизированными. Мощность 1,5 м.

12. Глина черная, комковатая, с включениями пирита, с обломками раковин моллюсков. Мощность 1,2 м.

13. Песчаник серый, кварцевый, крепкий, известковистый, с гнездами кальцита, с хорошо сохранившимися раковинами моллюсков и их обломками. Мощность 1,1 м.

14. Песок серый, кварцевый, глинистый, известковистый, с прослойками черной глины. Мощность 1,2 м.

15. Песчаник серый, среднезернистый, кварцевый, плотный, на известковистом цементе. Мощность 0,4 м.

16. Песчаник серый, кварцевый, разномзернистый, с большим количеством темноцветных минералов, с обломками раковин моллюсков, обуглившейся древесины и полукатанного кварца размером до 0,4 см. Мощность 0,6 м.

17. Известняк серый, песчаный, неравнозернистый, с крупными (до 0,5 - 1 см) серыми обособлениями кремнеземистого состава, изредка встречаются мелкие гравийные зерна (до 3 мм), состоящие из кварцита. По всему слою встречаются остатки обуглившейся древесины, а также разрушенные створки раковин моллюсков.

Под микроскопом структура органогенно-детритовая, обусловленная присутствием большого количества обломков фауны.

Основная масса породы сложена кальцитом, в небольших количествах встречаются зерна кварца, глауконита, полевого шпата, циркона, ильменита, сидерита, пирита. Мощность 2 м.

Ниже залегает кора выветривания кристаллических пород.

В центральной части грабена по скв. 144 разрез кампан-маастрихта следующий:

1. Трепел белый до светло-серого, легкий, с раковистым изломом, с редкими кремнистыми стяжениями размером до 4 см, с примесью темноцветных минералов. По всему слою встречаются отпечатки и ядра раковин моллюсков. Под микроскопом порода представляет собой однородную массу, состоящую из опала, среди которой рассеяны зерна терригенного кварца, полевых шпатов, глауконита, листочки слюды. Мощность 9,5 м.

2. Мергель светло-серый до белого с примесью зерен кварца и единичных зерен циркона. По всему интервалу встречаются ядра захороненной фауны. Под микроскопом основная масса породы представлена микрозернистым и пелитоморфным карбонатом с примесью глинистого вещества. Встречаются спикеры губок, выполненные карбонатом, глауконитом и опалом. Мощность 13 м.

3. Мергель серый, тонкозернистый, песчаный, массивный. Мощность 6,5 м.

4. Мергель серый, пористый, тонкозернистый, с отпечатками створок моллюсков. Порода состоит на 65% из карбонатов и на 25 - 30% из глинистого материала. Часто встречаются спикеры губок, нередко лустотелые, иногда выполненные кальцитом. Мощность 51 м.

Ниже залегают породы сантонского возраста. Палеогеновые от-

ложения установлены в юго-восточной части Белосарайского грабена (скважины 143, 144, 142, 136). Мощность отложений резко меняется - от 1 м в северной части косы до 49 м в южной. Кровля находится на абсолютных отметках от 104 (скв. 136) до 145,5 м (скв. 144), понижаясь постепенно на юг - юго-восток. В кровле обычно залегают отложения нижнего сармата, в подошве - верхнего мела. В строении палеогена Белосарайского участка принимают участие разномзернистые полевошпатово-кварцевые пески и глины. Характер осадков - прибрежно-морской.

Наиболее полный разрез палеогена представлен в скв. 142, где ниже конгломератов нижнего сармата залегают:

1. Песок светло-зеленый, разномзернистый, преимущественно кварцевый, глинистый, бескарбонатный, зерна угловатые и слабоокатанные. В основании слоя песок мелкозернистый, переходит в песчаную глину. Мощность 8 м.

2. Песок грязно-зеленовато-серый, разномзернистый, в отдельных интервалах крупнозернистый, кварцевый, глинистый, бескарбонатный, с включением угловатых обломков кварца размером до 0,5 см, с тонкими прослоями зеленовато-серых глин. Мощность 10 м.

3. Глина темно-серая с зеленоватым оттенком, бескарбонатная, жирная на ощупь, с обуглившимися остатками растений. В основании слоя глина черная, углистая, каолинистая, с включениями мелкокристаллического пирита. Мощность 1,7 м.

4. Глина черная, песчаная, углистая, с остатками древесины, бескарбонатная, переходит в глинистый песок. Песчаный материал представлен хорошо окатанными зёрнами кварца размером от 1,5 мм до 1 см. Мощность 15 м.

5. Песок зеленовато-серый, крупнозернистый до гравелистого, кварцевый, слабо глинистый. Мощность 1 м.

6. Песок зеленовато-светло-серый, мелкозернистый, кварцевый, с незначительной примесью глауконита, бескарбонатный, слабо глинистый. Мощность 6,3 м.

7. Песок темно-серый, крупнозернистый, кварцевый, слабо глинистый, бескарбонатный, с примесью глауконита, зерна кварца слабо окатаны. Мощность 4,6 м.

8. Песчаник зеленовато-серый, разномзернистый, кварцевый, бескарбонатный, крепкий. Мощность 1 м.

Ниже залегают образования верхнего мела. По данным минералогических анализов, в песчаных отложениях палеогенового возраста

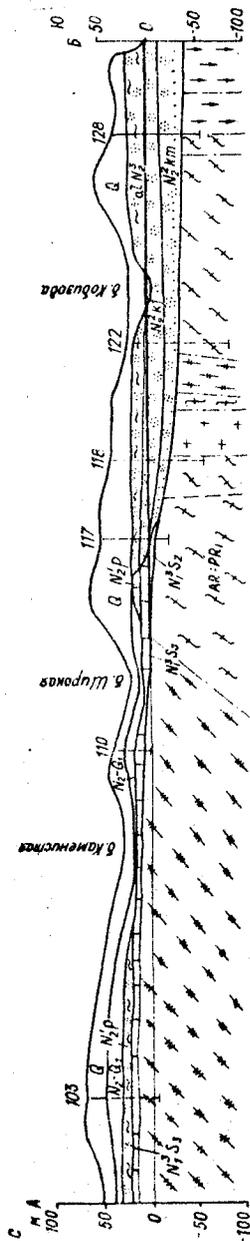


Рис. 5. Геологический разрез по линии IV-IV.

присутствуют ильменит - от I ( скв. I44) до 97 кг/т (скв. I42), сидерит - от 4,7 до 8,7 кг/т (скв. I44), циркон - от 100 - 300 г/т до 2 кг/т (скв. I43), глауконит - до 72 кг/т (скв. I44), рутил - до 400 г/т (скв. I43), пирит - до 3 кг/т (скв. I42), знаки корунда.

Ильменит представлен угловатыми зернами черного цвета, частично лейкоксенизирован, размер зерен 0,1 - 0,25 мм.

Сидерит образует кристаллы ромбоэдрического габитуса, а также грозде- и шаровидные образования, поверхность которых покрыта корочкой лимонита.

Циркон присутствует в виде хорошо сохранившихся кристаллов тетрагональной сингонии, реже обломков неправильной формы.

Глауконит встречается в виде зерен округлой формы зеленого цвета. Присутствует в тяжелой и легкой фракциях.

Возраст отложений предположительно принимается как палеоген - средний эоцен, по аналогии с палеогеновыми образованиями, установленными восточнее г. Жданова (Баранова и др., 1960).

Неогеновые отложения вдоль побережья Азовского моря представлены главным образом плиоценовыми породами.

Из образований миоцена развиты только отложения нижнего сармата, установленные в пределах Белосарайского грабена. В составе этих отложений широкое развитие имеют глины, реже пески и очень редко известняки.

Глины темно-серые до черных, алевритистые, тонкогоризонтально-слоистые, плитчатые, с тонкими прослойками кварцевого песка. По плоскостям напластования часто встречаются разрушенные и хорошо сохранившиеся тонкостенные створки раковин моллюсков размером до 1-2 см.

Пески встречаются чаще всего в нижней части разреза. По granulометрическому составу они неоднородные: от мелкозернистых, алевритистых до грубозернистых, мелкогравийных. Пески темно-серые, с неясной слоистостью, в более глинистых прослойках типа ряби мелководья. По составу песок кварцевый с примесью полевых шпатов, битой ракушки, угловато окатанных зерен глауконита. Цвет глауконита ярко-зеленый, что свидетельствует о прибрежно-морском образовании. Среди тяжелых минералов преобладает ильменит (до 8 кг/т), циркон (до 2,3 кг/т), рутил (до 1 кг/т), кианит, гранит, эпидот, сидерит, пирит.

Известняки залегают в основании разреза, иногда переходят в песчаники. Сложены кальцитом с небольшой примесью глинистого вещества, редко встречаются обломки кварца, зерна глауконита и пирита. Структура микрзернистая, текстура слоистая.

В разрезе плиоценовой толщи установлены осадки киммерийского и куяльницкого ярусов, а также надкуяльницкой верхнеплиоценовой террасы.

Отложения киммерийского яруса залегают на размытой, часто неровной поверхности докембрия (Юрьевский горст) и нижнего сармата (Белосарайский грабен, Ждановский горст). В кровле обычно присутствуют отложения куяльницкого, реже четвертичного (Белосарайская коса) возраста (рис. 5).

Мощность киммерийских пород непостоянна и изменяется от 5 - 35 м в пределах Юрьевского и Ждановского блоков до 30 - 45 м в границах Белосарайского грабена. В районе Ялты мощность отложений увеличивается до 50 м, образуя локальное понижение.

Кровля киммерийских образований находится на абсолютных отметках от -5 до -15 м в пределах Юрьевского и Ждановского горстов и от -20 до -55 м в пределах Белосарайского грабена, погружаясь в юго-восточном и юго-западном направлениях. В пределах Юрьевского блока в районе сел Юрьевки и Приморское установлено два пониженных локальных участка, где положение кровли осадков находится на абсолютных отметках - 25 - 30 м.

В разрезе киммерия присутствуют пески, песчаники, алевриты и глины. Резко отличается разрез в пределах Белосарайского грабена и Юрьевского горста. В основании разреза опущенного блока обычно присутствует горизонт железистого песчаника мощностью 3 - 6 м. На большей части Юрьевского горста в основании разреза присутствует песчаник мощностью 1-1,5 м. В средней части разреза появляется горизонт глин и алевритов мощностью 2,5 - 10 м. В кровле обычно залегают пески значительной мощности с небольшими прослоями (2-4 м) железистого песчаника. Таких прослоев обычно 2 - 3. Нижний горизонт железистых песчаников в пределах Белосарайского грабена имеет изменчивую мощность от 1 до 6 м, причем наиболее мощные прослои отмечены в прибортовой части блока. Содержание железа ( $FeO+Fe_2O_3$ ) колеблется от 18 до 26% и лишь в скв. 143 составляет 40,3%.

Песчаники серые с зеленовато-бурым или желтым оттенком, разнотонные, редко гравелистые (Юрьевский горст), железисто-кварцевые, кварцево-шамозито-железистые, шамозито-кварцевые. Зерна угловатые

и полуокатанные, цемент железисто-карбонатный, иногда глинисто-хлоритовый. Для песчаников характерна циркон-кианит-силлиманит-ильменитовая ассоциация.

Пески серые с зеленоватым оттенком, изредка охристые, нередко в верхней части белые, преимущественно мелкозернистые, иногда крупно-среднезернистые, реже алевритистые. Глинистая фракция незначительная - 4 - 20%. Обломочные зерна, представленные кварцем, угловатые, угловато окатанные, реже хорошо окатанные. По минералогическому составу пески кварцевые, слюдясто-кварцевые, иногда с глауконитом, шамозито-железисто-кварцевые. Глауконит имеет обломочное происхождение (восстановительная обстановка). Алевритистые пески откладывались в условиях пониженной динамики. Пески со слюдой и глауконитом характерны для средней и нижней частей разреза.

Пески характеризуются следующими минералогическими ассоциациями: эпидот-циркон-ильменитовая (нижняя часть разреза) и силлиманит-кианит-ильменитовая (верхняя часть разреза). Аутигенные минералы представлены пиритом, сидеритом и шамозитом.

Глины серые, темно-серые с зеленоватым оттенком, иногда "табачные", гидрослюдисто-монтмориллонитовые или каолинит-монтмориллонитовые.

Полный разрез куяльницких отложений обычно представлен двумя горизонтами: в нижней части песками, в верхней - глинами с резко подчиненными прослоями алевритов и песчаников. На Белосарайской косе и вдоль рек Белосарайки, Камышеватки и Зеленой куяльницкие отложения полностью размыты. На остальной части территории сохранился преимущественно нижний горизонт.

Мощность куяльницких отложений в пределах опущенного блока - 5 - 15 м, в поднятых блоках - 15 - 25 м, увеличиваясь на отдельных участках (Юрьевский блок) до 35 м.

Кровля отложений на Белосарайском грабене имеет отметки (+5) - (-2) м и в пределах горстов - (+20) - (+5) м. По р. Зеленой имеется локальный участок, где кровля куяльницких отложений находится на отметках -10 м.

В северной части Белосарайского грабена развиты кварцевые пески, а для Юрьевского и Ждановского блоков характерно переслаивание песков и глин.

Пески светло-серые до белых, мелко-тонкозернистые, а на поднятых блоках иногда от средне- до крупнозернистых, плохо сорти-

рованные, угловато окатанные, обычно кварцевые с примесью ильменита и глауконита.

Глины серые с зеленоватым оттенком, известковистые.

Вдоль северного побережья Азовского моря, исключая косы, на куяльницких отложениях лежит толща аллювиальных осадков верхнеплиоценового возраста, которая перекрывается красно-бурыми глинами или четвертичными суглинками. Представлены отложения зеленовато-серыми, пестроцветными карбонатными глинами, голубовато- и желтовато-серыми, иногда охристыми средне- крупнозернистыми полевошпатово-кварцевыми песками, местами галечниками и конгломератами, залегающими в виде небольших слоев и линз. Мощность 5-10, иногда до 15 м.

#### НЕОТЕКТОНИКА И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ В ПЛИОЦЕН-АНТРОПОГЕНОВОЕ ВРЕМЯ

Исследованиями побережья и акватории Азовского моря в Белосарайском районе установлены некоторые закономерности в проявлении неотектонических движений. На фоне блокового строения района фиксируются отдельные поднятия и опускания, что нашло свое отражение в характере осадконакопления и изменчивости мощностей (рис. 6).

В настоящее время трудно судить о плиоценовом периоде формирования территории в связи с вскрытием неполного разреза плиоценовых образований. Если учесть скважины, прооуренные на Белосарайской косе и вдоль побережья моря, то условия осадконакопления и тектонический режим в плиоценовое и антропогенное время в какой-то степени можно восстановить. Киммерийская и куяльницкая трансгрессии захватывали всю территорию исследований. Вдоль побережья моря в верхнем плиоцене шло формирование большой аллювиальной террасы (в пределах акватории она неизвестна).

Картировочными скважинами на косе и в акватории установлен разрыв верхнеплиоценовых и частично среднеплиоценовых (куяльницких) отложений мощной четвертичной (новоэвксинской) трансгрессией. От плиоценового до верхнечетвертичного времени вся прибрежная часть моря представляла собой сушу (в районе моря новоэвксинские отложения дожаты на плиоценовые). Некоторую неясность представляет район косы. Здесь по скважинам I44 и 45<sup>II</sup> ниже новоэвксинских отложений встречены мелко-среднезернистые до крупнозернистых кварцевые пески с галькой (скв. I44) явно четвертичного возраста.

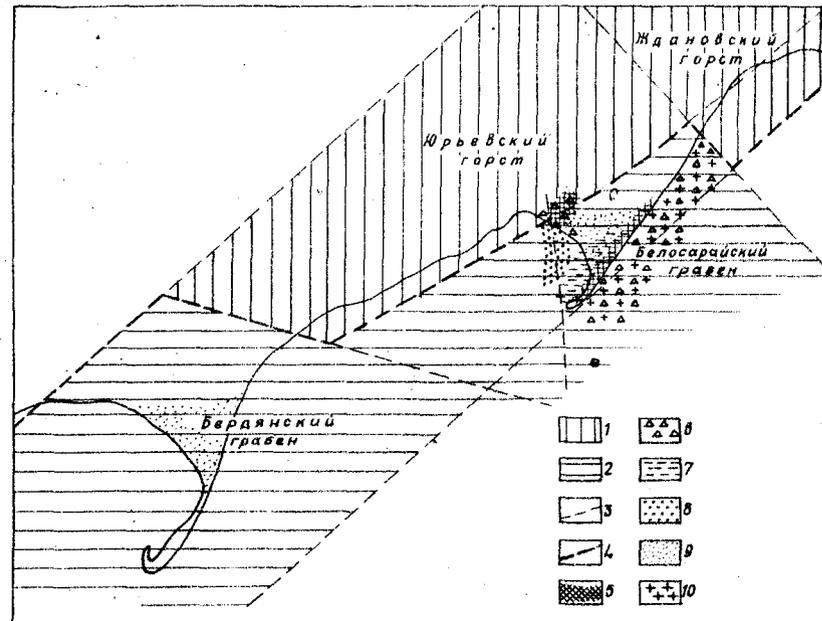


Рис. 6. Тектоническая схема Белосарайского участка:  
1 - поднятые блоки; 2 - опущенные блоки; 3 - тектонические нарушения типа сбросов, ограничивающие отдельные блоки; 4 - Бердянско-Мариупольская зона разломов, отделяющая Приазовский массив от Причерноморской впадины. Неотектонические движения: 5 - участки максимального размыва плиоценовых образований; 6 - участки полного размыва новоэвксинских отложений; 7 - участки максимального погружения в новоэвксинское время; 8 - участки максимального погружения в голоценовое время (образование лиманов); 9 - участки погружения в посленовоэвксинское время (образование и формирование кос); 10 - участки максимального поднятия в галценовое время.

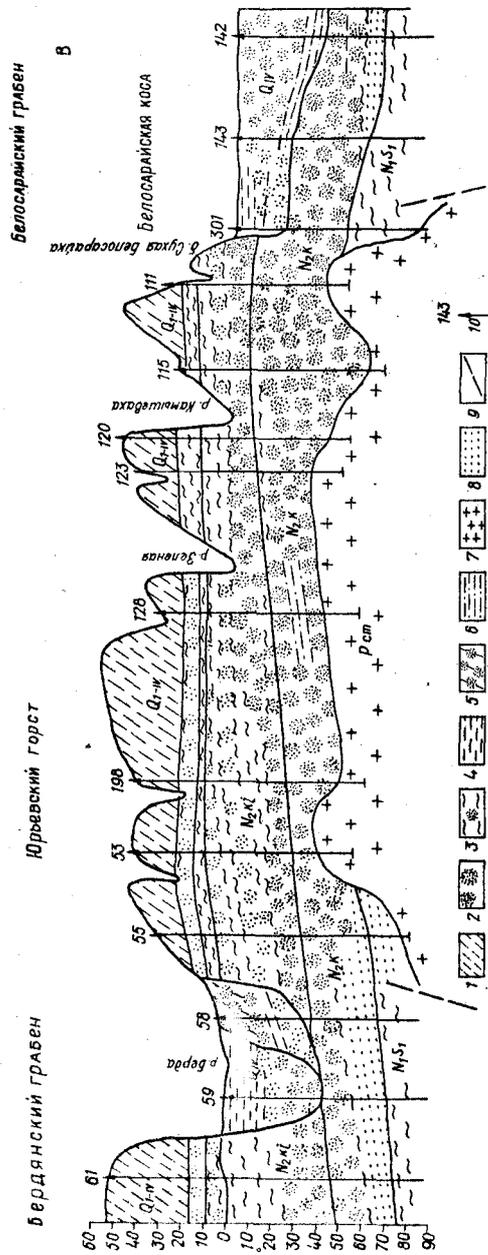


Рис. 7. Геологический разрез вдоль северного побережья Азовского моря:

1 - суглинки; 2 - пески; 3 - глины с прослойками песков; 4 - ил; 5 - сулеса; 6 - песчанники; 7 - алевроиты; 8 - кристаллические породы докембрия; 9 - разломы; 10 - скважины и их номера.

Судя по механическому и литологическому составу, пески аллювиальные и представляют, по-видимому, русловую фацию древней реки, возможно, Кальмиуса. Возраст песков предположительно  $Q_{III}$ . В пределах Белосарайской косы установлено два участка максимального размыва плиоценовых отложений - северо-западное и восточное побережья, представляющие древние русла рек, по-видимому, Белосарайки и Кальмиуса. Врез реки по скв. 144 - около 20 м (ниже эвксинских отложений). Врез реки по скв. 301 (устье р. Белосарайки) - более 40 м (с учетом лиманно-морских отложений).

В верхнечетвертичное время вся северная часть акватории опускалась. Произошла новоэвксинская трансгрессия, которая размывала часть плиоценовых и четвертичных отложений. Максимальное погружение испытывала южная оконечность косы.

В начале голоценового времени отдельные участки территории испытывают поднятие. Происходит формирование и рост кос. Продолжает существовать р. Белосарайка вследствие погружения устьевой части. В пределах ее устья в позднеплиоценовое время образуется лиман.

Восточнее Белосарайской косы происходит поднятие участка в субмеридиональном направлении (против устья р. Кальмиус) и полный размыв новоэвксинских отложений. Судя по характеру и мощности современных осадков, поднятие было длительным.

В современный период максимальное накопление осадков происходит в Белосарайском заливе (западная оконечность косы).

Вдоль побережья моря к западу и востоку от косы широкое развитие получили обвально-оползневые процессы. Происходит абразия моря (рис. 7).

Таким образом, анализируя неотектонические движения на исследуемой территории, можно констатировать, что часть их имеет явно унаследованный характер.

### ЛИТОЛОГИЯ НЕОГЕНОВЫХ И ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЙОНА БЕЛОСАРАЙСКОЙ КОСЫ

В акватории Азовского моря в исследуемом районе работ встречены лишь плиоценовые, предположительно киммерийские, и четвертичные отложения. Ниже приводится их литологическая характеристика.

Киммерийские отложения в пределах Северного Приазовья широко распространены и представлены тремя отделами: азовским, камыш-бурунским и пантикапейским. При буровых работах киммерийские отложения вскрыты в Белосарайском заливе Азовского моря.

В геоструктурном отношении работы проводились в стыковой зоне Юрьевского горста и Белосарайского гребена, осложненного системой тектонических нарушений второго порядка.

Пробуренными в акватории скважинами вскрыты только плиоценовые отложения, представленные в основном песками (рис. 8). Перекрыты они толщей глин, алевролитов и песков четвертичного возраста, суммарная мощность которых достигает 21 м. Скважиной 28, пробуренной на расстоянии 11 км к югу от пос. Ялта, также была вскрыта толща плиоценовых песков. Все скважины остановлены в песках, вскрытая максимальная мощность которых превышает 23,1 м (скв. 22). Поверхность плиоценовых песков слабо наклонена к центральной части Белосарайского залива от 14,2 (скв. 25) до - 26,5 м (скв. 27). Южнее абсолютные отметки поверхности плиоценовых отложений несколько повышаются до -23,65 (скв. 28) и - 21,2 м (скв. 22). Абсолютные отметки подошвы этих отложений неизвестны и, очевидно, залегают ниже абс. отм. - 47,5 м (скв. 24).

Возрастное расчленение вскрытых плиоценовых отложений во многом остается дискуссионным из-за отсутствия в песках палеонтологического материала. В скв. 25, в толще песков, залегающих под четвертичными отложениями, вскрыт пропласток железистого песчаника. Изучение контактов пород, сходство состава терригенных минералов песчаника и вмещающих песков, свежий, не окисленный характер хлоритов в песчанике убеждают в его коренном залегании и позволяют датировать возраст плиоценовых песков, хотя бы частично, как киммерийский.

Кроме того, в скв. 143, пробуренной на Белосарайской косе, под четвертичными глинами и песками установлено несколько пропластков (мощностью 0,2 - 0,3 м) табачных железистых песчаников. Ниже их залегает толща мощностью около 20 м светло-серых мелкозернистых кварцевых песков, содержащих большое количество мелких раковин двустворчатых моллюсков, относимых к *Dreissensia*. Ниже светло-серых залегает толща зеленовато-бурых песков и оолитовых песчаников достоверно киммерийского возраста.

Аналогичные отложения вскрыты на южной оконечности Белосарайской косы, где в скв. 45 на глубине 25,5 м встречен прослой железистого песчаника.

Таким образом, как в акватории моря, так и в пределах суши встречен сходный разрез, где под четвертичными отложениями в толще серых песков залегают небольшие прослои железистых песчаников, вероятнее всего киммерийского возраста. Об условиях залегания этих пород можно высказать два предположения: 1 - пропластки киммерийских песчаников перемещены сюда мощными подводными оползнями, возникшими, по-видимому, в позднекуяльницкое время, что трудно представить из-за мелководности бассейна и удаления береговой линии; 2 - пропластки табачных песчаников присутствуют в коренном залегании, и тогда нижележащие светлые пески с *Dreissensia* имеют также киммерийский возраст и представляют собой, по-видимому, дельтовую фацию.

В литологическом отношении плиоценовые породы, вскрытые скважинами в Белосарайском заливе, представлены светло-серыми мелкозернистыми кварцевыми песками. Гранулометрический состав песков характеризуется полным преобладанием фракции 0,1 - 0,25 мм и относительно незначительной степенью сортировки. Пески содержат примеси алевролитовых (до 8,74 %) и глинистых (до 18,88%) частиц, преимущественно в верхних частях разреза, на контакте с вышележа-

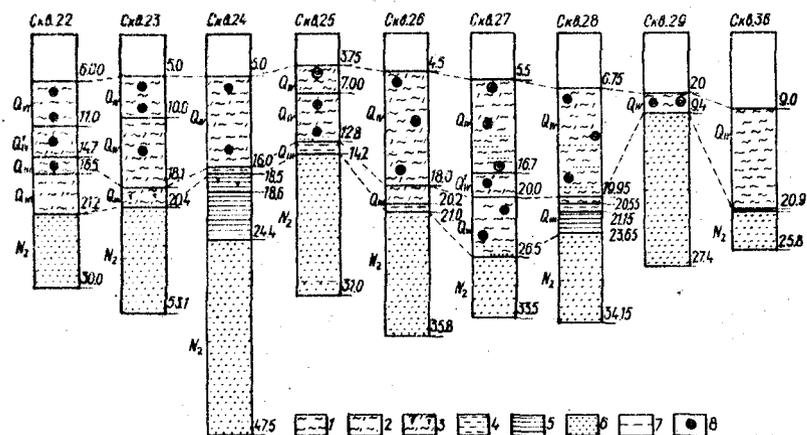


Рис. 8. Геологические колонки скважин:  
1 - глины алевролитистые с прослоями мелкозернистого песка; 2 - глины алевролитистые; 3 - глины геммо-серые с растительными остатками; 4 - алевролит серый; 5 - глины бурые с карбонатными включениями; 6 - песок серый мелкозернистый; 7 - песчаник оолитовый; 8 - фауна.

щими глинами четвертичного возраста (табл. I). Среди частиц песчаной размерности основная масса приходится на фракцию 0,1 - 0,25 мм. Фациальные изменения в составе песков в границах разбуренной полосы не фиксируются. Повсеместно это однородная толща мелкозернистых песков, установленная мощность которых превышает 23 м (скв. 24).

Как показали результаты минералогического изучения (табл. 2), состав плиоценовых песков Белосарайского залива довольно разнообразен. Легкая фракция содержит, как правило, 70 - 100% кварца, местами (скв. 27) в легкой фракции установлено до 15% кальцита, содержание которого с глубиной падает. Постоянно присутствует полевой шпат в количестве до 2 %, углистые частицы, изредка попадает-ся глауконит.

В тяжелой фракции, роль которой вообще невелика, всегда присутствует ильменит (20-52 %) и другие минералы титана - лейкоксен и рутил (редкие знаки - 3 %), изредка титанит, пирит (единичные знаки в скв. 27, до 40 % - в скв. 22); сидерит (до 45%), силлиманит, дистен, роговая обманка, ставролит (все в количествах не более 20%), турмалин, эпидот (единичные знаки - 2-3 %), единичные знаки магнетита, апатита, шпинели, граната, группы амфиболов.

Пески содержат, кроме породообразующих,  $Si$ ,  $Al$ ,  $Ca$ ,  $Fe$ , а также  $Mg$ ,  $Mn$ ,  $Ni$ ,  $Co$ ,  $Cr$ ,  $Cu$ ,  $Zr$ ,  $Sr$  в сотых - тысячных долях процента.

Прослой оолитового железистого песчаника (скв. 25, интервал 29 - 29,1 м), встреченный в толще песков, имеет типичный вид "табачных" песчаников Северного Приазовья. В шлифах - это оолитовый кварцевый песчаник на сидеритовом цементе. Порода характеризуется оолито-обломочной текстурой. Содержание оолитов достигает 25, обломков - 50%. Оолиты имеют округлую форму, размеры их изменяются от 0,5 до 1, реже до 1,5 мм в диаметре. Оолиты обычно безъядерные, лишь изредка в их центре установлены ядра - кварцевые песчинки. Число концентров невелико - 5 - 8. Чаще всего концентры сложены бурным, малопрозрачным, изотропным гидрогетитом. В оолитах наблюдаются трещины синерезиса, залеченные гидрогетитом, иногда сидеритом. В крупных оолитах внешние концентры сложены сидеритом или гидроферрихлоритом. Изредка в породе попадаются и псевдооолиты, представляющие собой окатанные обломки оолитов.

Среди терригенных минералов преобладает кварц; в небольших количествах присутствует плагиоклаз, обломки карбонатов. Зерна кварца нередко корродированы, но многие хорошо окатаны. Наиболее

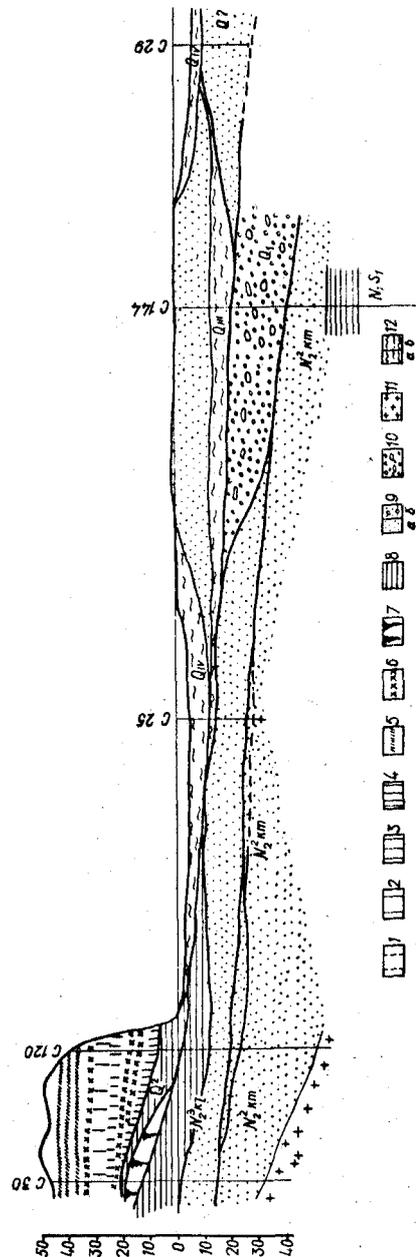


Рис. 9. Геологический разрез по линии Ш-Ш:

1 - лессовидные породы палево-серого цвета; 2 - серовато-желтые, лессовидные породы; 3 - лессовидные породы желто- и палево-бурого цвета; 4 - красновато- и коричнево-бурые лессовидные породы; 5 - погробенные серые почвы; 6 - погробенные красно-бурые; 7 - глины красно-бурые; 8 - глины серые и зеленовато-серые; 9 - пески серые и светло-серые; а) мелкозернистые; б) разноразмерные; 10 - пески грубозернистые с гравием и галькой; 11 - кристаллические породы; 12 - глины серые и темно-серые алевролиты и песчаные.

Механический состав плице

Номер скважины	Номер пробы	Глубина отбора, м		Навеска пробы на дозирание и отмучивание, г	Гранулометрический состав			
		от	до		0,5	0,5-0,4	0,4-0,315	0,315-0,25
22	17391	21,2	-30,0	44,60	0,20	0,20	0,50	1,40
23	17368	26,0	33,1	44,06	0,20	1,10	4,10	8,20
24	17360	24,4	29,0	42,40	0,90	0,40	0,80	1,30
	17361	29,0	36,0	46,50	0,20	0,01	0,20	0,61
25	17362	36,0	47,5	46,90	0,10	0,01	0,20	0,30
	17373	14,2	20,0	48,60	0,11	0,15	1,30	5,28
	17375	28,5	28,0	48,60	1,60	1,03	2,12	1,80
	17377	28,0	31,0	48,80	5,50	7,78	18,0	12,15
26	17384	21,0	29,0	45,80	0,73	0,53	1,30	3,40
	17397	23,6	25,7	47,20	0,20	0,60	4,20	9,00
28	17398	25,7	27,7	48,95	1,10	2,80	6,90	11,40
	17399	28,1	30,9	47,60	0,60	0,90	3,10	7,30
	17400	30,9	34,1	48,98?	0,80	0,80	7,50	14,70
	17403	9,4	12,5	40,70	0,80	0,50	1,40	5,10
29	17404	12,5	15,9	47,70	0,20	0,10	0,40	1,50
	17405	15,9	18,0	49,20	0,70	2,00	7,50	12,80
	17406	18,0	20,0	50,00	4,10	4,90	7,09	18,90
	17407	21,0	24,0	49,00	1,50	0,80	2,20	9,40

крупные обломки кварца соразмерны с величиной оолитов, основная масса зерен составляет 0,1 - 0,2 мм.

Цемент песчаника карбонатный, сидеритовый. Вокруг оолитов, обломков кварца и карбонатов фиксируется тонкая кайма буроватого сидерита, в основной массе цемент светлый, перекристаллизованный. По своему типу это чаще всего цемент соприкосновения. Химический состав изученного железистого песчаника характерен для киммерийских отложений Северного Приазовья. Песчаник содержит: SiO<sub>2</sub> - 30,17%; TiO<sub>2</sub> - 0,27%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,89%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 19,97%; FeO - 19,15%; MnO - 2,53%; MgO - 0,73%; CaO - 2,24%; Na<sub>2</sub>O - 0,35%; K<sub>2</sub>O - 0,29%; F<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1,70%; S - 0,44%; H<sub>2</sub>O - гирр. - 1,23%; п.п.п. - 6,04%; CO<sub>2</sub> - 12,74%; сумма - 100,67%, содержание железа общего - 29,4%; спектрально установлены Zn, Ti - сотые доли; V, Ni, Zr, Co, Mo - тысячные доли процента.

В песках и железистом песчанике не встречено фауны, позволяющей достоверно датировать их возраст. Однако приведенные данные минералогического, химического и гранулометрического состава песков и песчаника, геологические условия залегания, тесная

Т а б л и ц а I

новых песков Белосарайского залива Азовского моря

породы после дезинтеграции, г (размер фракции - в мм)										Суммарный вес, г
0,25-0,20	0,20-0,16	0,16-0,125	0,125-0,1	0,1-0,08	0,08-0,063	0,063-0,05	0,05-0,04	0,04		
2,50	4,40	5,80	19,70	5,80	5,70	0,40	2,30	0,20	44,10	
10,0	7,80	4,30	5,00	2,20	2,85	0,48	0,41	0,03	46,67	
1,80	4,30	8,90	17,90	4,50	1,20	0,01	0,20	0,01	42,02	
2,30	6,50	10,40	19,40	4,80	1,80	0,10	0,01	0,01	46,33	
1,20	4,60	9,00	18,60	7,20	4,60	0,30	0,30	0,10	48,50	
9,88	10,88	9,20	8,50	1,58	0,95	0,01	0,19	0,01	48,03	
1,30	2,65	11,36	23,71	1,75	0,45	0,03	0,03	0,01	47,93	
2,82	0,91	0,30	0,35	0,11	0,10	0,01	0,02	0,01	48,06	
6,92	11,10	3,00	7,25	2,85	1,78	0,01	0,50	0,01	44,48	
11,10	6,60	3,20	5,40	3,10	2,40	0,40	0,20	0,01	46,40	
8,30	3,40	0,80	0,70	0,30	0,30	0,01	0,10	Сл.	36,11	
9,50	7,10	4,50	6,80	3,60	3,30	0,40	0,30	0,10	47,50	
13,10	5,70	1,50	1,50	1,00	0,70	0,10	0,10	Сл.	47,50	
8,30	12,30	?	4,90	2,00	2,30	0,10	0,80	0,10	38,60	
5,20	11,20	8,80	10,30	4,20	4,50	0,60	0,40	0,10	47,50	
12,90	8,00	2,80	1,40	0,50	0,40	0,10	0,10	-	49,20	
13,00	8,16	2,59	0,35	0,21	0,10	0,01	0,01	-	49,94	
15,00	13,20	4,30	2,00	0,30	0,10	Сл.	0,10	Сл.	49,00	

литологическая связь этих отложений с киммерийскими образованиями, развитыми в пределах современной суши, позволяют датировать возраст этих отложений как киммерийский (рис.9).

Выявление скважинами плицевых отложений в прилегающей к берегу десятикилометровой полосе акватории Азовского моря представляет значительный интерес как показатель геологических различий существующих в плицевой палеогеографической ситуации. Так, выявленная мощность песков превышает 23 м; они характеризуются преимущественно кварцевым составом. Современные отложения прибрежной полосы маломощны, более грубозернисты, содержат высокий процент карбонатной составляющей. В этой связи можно предполагать, что образование плицевых отложений в изученной полосе протекало в несколько иных условиях и в формировании этих отложений в районе Белосарайской косы приняли участие аллювиальные процессы, вероятно, Палео-Кальмиуса и Палео-Дона.

Четвертичные отложения. Отложения верхнего кайнозоя широко распространены в пределах акватории Азовского моря и Северного Приазовья и отсутствуют лишь в глубоко врезанных в кристаллические по-



Номер скважины	Номер образца	Глубина, м	Вес тяжелой фракции, г	Вес легкой фракции, г	Фракция														
					Тяже														
					Ильменит	Лейкоксен	Силлиманит	Дистен	Андалузит	Стевролит									
29	I7403	9,4-12,5	0,01	4,98	40	Ед.зн.	Ред.зн.	Ред.зн.	-	Ред.зн.									
	I7404	12,5-15,9	0,01	4,98	30	60	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7405	15,9-18,0	0,01	4,97	27	Ред.зн.	-	23	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7406	18,0-20,0	Сл.	4,97	50	Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.	-	Зн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	I7397	23,6-25,7	0,04	-	45	2	3	7	-	Ед.зн. 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7398	25,7-27,7	0,02	-	60	3	5	7	-	Ред.зн. 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7399	28,1-30,9	0,03	-	40	3	3	3	-	Зн. 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7400	30,9-34,1	0,02	-	30	2	8	20	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	I7348	26,5-27,5	0,01	4,97	10	Ед.зн.	-	Ед.зн.	-	Ед.зн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7349	27,7-30,5	0,01	-	30	Зн.	10	15	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7350	30,5-32,5	0,01	-	40	-	-	Ед.зн. Ед.зн.	-	Зн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7352	32,5-33,5	-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	I7384	21,0-29,0	0,02	-	30	Ред.зн.	5	15	-	Ред.зн. 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7385	29,0-35,8	-	-	20	5	3	7	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	I7373	14,2-20,0	0,05	4,97	50	Ред.зн.	-	30	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7374	20,0-25,0	0,02	-	20	Зн.	7	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7375	25,0-26,0	-	-	52	-	Ред.зн.	10	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7376	26,5-28,0	0,01	-	3	2	-	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7377	28,0-31,0	0,15	-	25	5	2	3	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	I7360	24,4-29,0	0,04	-	2	Зн.	Зн.	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7361	29,0-36,0	0,01	-	20	-	-	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I7362	36,0-47,5	0,02	-	40	5	5	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	I7368	26,0-33,1	0,01	-	24	-	Ед.зн.	Зн.	-	Ред.зн. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	I7391	21,2-30,0	0,04	-	30	Зн.	Зн.	-	-	Зн.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

и в пределах Причерноморской впадины, сложены толщей красно-бурых, реже бурых глин и суглинков, плещеобразно перекрывающих морские и лиманно-морские отложения кувальницкого яруса, нивелируя неровности его палеорельефа. В сторону Азовского моря субаэральные красноцветные образования постепенно замещаются лиманно-морскими фациями. С подстилающими породами они нередко связаны постепенными переходами. Субаэральные красноцветные отложения нижнеэоплейстоценового возраста отсутствуют в низовьях рек Северного Приазовья.

Гипсометрически красноцветные образования залегают выше базиса эрозии и лишь в отдельных местах прибрежной полосы Азовского моря погружены ниже уровня мирового океана. Подошва субаквальных

0,25 - 0,1 мм

лая

Апатит	Турмалин	Амфибол	Хлоритонд	Эпидот	Гранат	Магнетит	Гидротит	Шпидель	Хромит	Кварц
Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.	-	Ед.зн.	Ред.зн.	-	Ед.зн.	-	-	60
Ед.зн.	15	5	-	Ред.зн.	10	-	Зн.	1зн.	-	-
Ред.зн.	Зн.	-	-	Зн.	Зн.	-	Зн.	-	-	-
Ед.зн.	2	5	-	Ед.зн.	8	-	5	-	-	15
2	3	5	-	Ред.зн.	5	-	2	-	-	30
-	Ед.зн.	-	-	-	5	-	Ред.зн.	-	Ед.зн.	-
-	15	10	-	10	Зн.	-	15	-	-	-
Ред.зн.	10	3	-	Ред.зн.	Зн.	-	60	-	-	-
-	2	5	Ед.зн.	5	3	-	Зн.	-	-	-
-	Ред.зн.	5	-	Ред.зн.	Ред.зн.	-	10	-	-	-
-	20	20	-	Ед.зн.	Зн.	-	Зн.	-	-	-
-	2	10	-	3	-	Ед.зн.	5	Ед.зн.	Ед.зн.	20
-	Ред.зн.	4	-	Ед.зн.	Ред.зн.	-	5	-	-	-
-	2	5	-	5	Зн.	-	5	-	-	50
-	Зн.	Зн.	-	3	-	-	5	-	-	-
Зн.	Ред.зн.	5	-	2	3	-	-	-	-	40
-	5	10	-	10	Зн.	12зн.	-	-	-	-
-	Ед.зн.	7	-	3	Ред.зн.	Ред.зн.	-	-	-	20
Зн.	5	Ред.зн.	-	Ед.зн.	Зн.	-	20	-	-	50
-	Ред.зн.	Зн.	-	Зн.	-	-	20	-	-	15

отложений этого же возраста повсеместно залегает ниже современного уровня Азовского моря. Абсолютные отметки поверхности нижнеэоплейстоценовых отложений колеблются в значительных пределах: в прибрежной части Азовского моря обычно не превышают 2-10 м; к северу резко повышаются, достигая 45-50 м; в местах, где кристаллические породы подходят близко к береговой полосе современного Азовского моря, повышаются до 60-70 м.

Более сложным является залегание подошвы субаэральных нижнеэоплейстоценовых образований. Как правило, максимальные абсолютные отметки подошвы приурочены к поднятиям кристаллического фундамента, где достигают 55 м и более. На участках развития недислоцированных осадочных пород верхнего плиоцена абсолютные отметки подошвы

не превышают 10-15 м. Мощность красноцветных образований не выдержана и колеблется от 2-3 до 25 м и более. Средняя мощность их 3 - 12 м.

Максимальные мощности приурочены к зонам резкого погружения кристаллических пород, где достигают 35 м. Мощности субквальных отложений этого этапа более стабильны и обычно не превышают 15-20 м.

На большей части исследуемой территории нижнеэоплейстоценовые отложения залегают на осадочных породах куяльницкого возраста. Севернее границы распространения куяльницких лиманно-морских отложений красноцветные континентальные образования залегают на осадочных породах неогенового возраста (понтических и сарматских), а еще севернее - на докембрийских породах и переходят в толщу нерасчлененных неоген-четвертичных красноцветных отложений.

Восточнее Бердянской косы гурийские отложения широко развиты и повсеместно залегают на осадках куяльницкого бассейна. Представлены они толщей субаэральных красноцветных образований мощностью 3 - 5 м.

При проведении буровых работ геологосъемочной партией треста "Артемгеология" в районе с.Бабах-Тарама под мощной пачкой лесовидных пород и аллювиально-лиманных отложений вскрыты красно-бурые глины, залегающие на известковистых отложениях понта и зеленовато-серых глинах куяльника.

На водоразделе балок Бабах-Тарама и Зеленой красноцветные образования вскрыты мощным береговым оползнем у юго-западной окраины с.Урзуф (Приморское). Они представлены горизонтами красно-бурых глин с включениями многочисленных крупных карбонатных конкреций, неслоистых, крупнопризматической текстуры с многочисленными налетами окислов железа и марганца. Мощность горизонта - 3 м. Ниже залегают желтовато-серая глина, неоднородно окрашенная, с многочисленными прожилками и пятнами красно-бурого цвета, с включениями крупных стяжений карбонатов. Мощность глин достигает 3,5 м. В толще красно-бурых глин были встречены остатки грызунов рода *Lagurodon*.

Эти отложения подстилаются песчано-глинистой толщей. У верхнего горизонта темно-серых глин собраны костные остатки крупной бесцементной *Mimomys* и *Mimomys stehlini* Корш., характерной для отложений верхнего плиоцена (определения А.И.Шевченко).

Перекрываются красно-бурые глины толщей лиманно-аллювиальных отложений. Абсолютная поверхность подошвы красно-бурых глин -

16-20 м. В низовьях р. Зеленой субаэральные красноцветные отложения нижнеэоплейстоценового времени встречены ниже уровня современного моря. Подошва их залегает на абсолютной отметке - 18 м. Представлены эти отложения толщей красно-бурых глин, местами сильно песчанистых, неслоистых, с крупными включениями карбонатов. Залегают они под осадками древнечетвертичной террасы и с эрозионным несогласием ложатся на желто-бурые и голубовато-серые глины куяльника.

Такое значительное колебание абсолютных отметок подошвы нижнеэоплейстоценовых отложений в этом районе (34-38 м на расстоянии 2,5 км) может быть объяснено следующим: 1) либо это результат опускания блоков кристаллического фундамента, к которым приурочена долина р. Зеленой после отложения осадков древнечетвертичной террасы (чаудинской); либо это тело крупного древнего оползня, базис эрозии которого был значительно ниже современного. В районе севернее сел Юрьевки и Ялты кристаллические породы подняты. Куяльницкие отложения здесь отсутствуют, и нерасчлененная толща красноцветов неоген-четвертичного возраста с эрозионным несогласием залегают на понтических отложениях. Южнее с.Ялты красноцветные образования залегают на лиманно-морских отложениях куяльника и часто связаны с ними постепенными переходами. Между пос. Приморское и с. Юрьевка красно-бурые глины нижнего эоплейстоцена залегают на зеленовато-серых глинах куяльника. В прибрежной полосе Азовского моря они срезаны осадками древнечетвертичной террасы.

В исследуемом районе (Белосарайский залив и коса) отложения нижнего эоплейстоцена отсутствуют, что объясняется размывом их последующими трансгрессиями.

Восточнее пос. Первомайское ложе осадочного чехла резко погружается, и осадки куяльницкого возраста прилегают к нижнесарматским отложениям. Выше залегают красно-бурые и бурые глины нижнего эоплейстоцена, местами переходящие в зеленовато- и сизовато-серые глины. Суммарная мощность этих образований достигает 22 м. Перекрывает данная толща буровато-серыми разнозернистыми, преимущественно мелкозернистыми, песками.

Восточнее с. Широкинское Ново-Азовского р-на красно-бурые глины залегают на аллювиальной толще, где в грубозернистых песках встречены костные остатки *Mimomys ex gr. reidii*, *M. ex gr. prachun-*

gaticus, бесцементные и цементные формы *Mimozua*, характерные для хапронских песков, рассматриваемые большинством исследователей как аллювиальные аналоги куяльнича.

Таким образом, субаэральные красноцветные образования широко распространены в пределах южных склонов Приазовского кристаллического массива и отсутствуют в северной части акватории Азовского моря.

Красноцветные образования в пределах развития куяльничских отложений повсеместно перекрывают лиманно-морские осадки куяльничского бассейна и часто связаны с ними постепенными переходами.

Субаквальные отложения этого возраста представлены в основном толщей глин различной окраски и мелко-тонкозернистыми песками. Мелкозернистость осадков свидетельствует о их накоплении в условиях стоячего либо слабопроточного озера или лимана (Лебедева, 1965).

Гипсометрическая поверхность образований и их субаквальных аналогов изменяется в значительных пределах и тесно связана с общими структурно-тектоническими и эрозионными формами рельефа.

Мощности субаэральных отложений не выдержаны по простиранию и тесно связаны с неотектоническими движениями кристаллического фундамента, нивелируя неровности куяльничского палеорельефа. Мощности субаквальных отложений более выдержаны, что, по-видимому, связано с некоторой стабилизацией процесса континентального осадконакопления.

Анализ условий залегания и фауна мелких млекопитающих позволяет отнести эти субаквальные и субаэральные отложения к нижним горизонтам эоплейстоцена.

**Среднеэоплейстоценовые (чаудинские?) отложения.** В Северном Приазовье стратиграфически выше нижнеэоплейстоценовых (гурийских) отложений залегает толща древнечетвертичных аллювиальных и аллювиально-лиманных образований, относимых нами к среднему эоплейстоцену и сопоставляемых с чаудинскими отложениями Понто-Каспия. Эти отложения широко распространены в пределах Приазовской низменности и четко выделяются в вертикальном стратиграфическом разрезе Северного Приазовья по характеру залегания, литофациальной и палеонтологической характеристике.

Среднеэоплейстоценовые отложения тесно связаны с последней стадией развития крупных замкнутых сильно опресненных бассейнов, существовавших в Северном Приазовье в недалеком прошлом. Условия

их залегания и распространение указывают на тесную зависимость формирования аллювиально-лиманных отложений от тектонических движений кристаллического фундамента в среднем эоплейстоцене. Северная граница их распространения совпадает с зоной резкого погружения кристаллических пород и проходит севернее с. Минзовки, затем резко поворачивает на юг и через 10-15 км - на Ново-Алексеевку, почти полностью совпадая с северной границей куяльничского бассейна; после этого по долине р. Зеленой поворачивает к Азовскому морю. Между селами Юрьевка и Мелекино отложения среднего эоплейстоцена сохранились узкой полоской вдоль берега Азовского моря. В районе с. Мелекино граница распространения отложений среднего эоплейстоцена ориентирована строго на север; юго-западнее с. Бердянского поворачивает на северо-запад и продолжается вдоль правого берега р. Кальчик. Восточнее долины р. Кальмиус аллювиальные отложения этого возраста проблематичны и прослеживаются узкой полосой вдоль северного побережья Азовского моря между с. Липино и западнее с. Широкино. Восточней этой территории субаквальные отложения среднего эоплейстоцена нам неизвестны.

Аллювиально-лиманные образования среднего эоплейстоцена представлены, как правило, песчано-глинистой толщей. Пески разнозернистые, преимущественно среднезернистые, кварцево-палеопатовые, часто сильно ожелезнены и омарганцованы, косо- и диагонально-слоистые. Окраска всей толщи весьма разнообразна: преобладают серые и буровато-серые, реже красно-бурные и зеленовато-серые тона. В основании разреза в большинстве случаев залегает базальный конгломерат, сложенный галькой пород кристаллических комплексов, окварцованных катышами глин и реже обломков известковистых пород, связанных известково-песчаным цементом. Базальный слой, как правило, ложится с эрозионным несогласием на подстилающие породы. Верхние горизонты толщи сложены глинами и обессованными супесями горизонтально-слоистыми и в большинстве случаев перекрыты красно-бурными суглинками и глинами субаэрального происхождения.

На севере, в пределах Приазовской возвышенности, субаквальным отложениям среднего эоплейстоцена, по-видимому, соответствуют верхние горизонты красноцветной нерасчлененной толщи неоген-четвертичного возраста. Субаквальные отложения среднего эоплейстоцена в Северном Приазовье слагают второй древнечетвертичный уровень, который наложен на континентальные и лиманно-морские осадки нижнего эоплейстоцена.

Аллювиальные и аллювиально-лиманные отложения среднего эоплейстоцена в прибрежной полосе срезаны береговым уступом Азовского моря и образуют прекрасные обнажения, прослеживающиеся на протяжении многих десятков километров. Многочисленный буровой материал позволяет сравнительно полно характеризовать условия их залегания и литолого-фациальный состав. Наиболее типичные отложения этого возраста развиты в береговом обрыве Азовского моря к востоку от пристани "Заготзерно" у пос. Приморское (Ногайск); у сел Луначарское и Урауф наблюдаются наиболее полные разрезы этих отложений.

Двадцатипятиметровая толща отложений, слагающих разрез восточнее пос. Ногайск (Приморское), представляет собой осадки трех разновозрастных циклов седиментации, имеющих определенную лито-фациальную и палеонтологические характеристики и позволяющие выделить здесь нижние горизонты Ногайска - нижний эоплейстоцен, средние - средний эоплейстоцен и верхние - верхний эоплейстоцен. Повсеместно восточнее Ногайска развиты отложения среднего эоплейстоцена, представленные горизонтами разнозернистых песков, залегающих с эрозионным несогласием на красноцветных образованиях нижнего эоплейстоцена.

Западнее с. Куликово в разрезе среднеэоплейстоценовых отложений преобладают песчаные фации. Пески серые, местами желтовато-серые, косо- и диагонально-слоистые, разнозернистые, книзу переходят в гравийно-галечниковые, местами образуют мелкогалечниковый конгломерат. Пески с эрозионным несогласием залегают на породах кувальника, сложенных зеленовато- и голубовато-серыми глинами. Мощность песков 2,5-3,5 м. Вверх по разрезу пески постепенно переходят в горизонтально-слоистые супеси бурого, буровато-серого и красновато-бурого цвета, местами зеленовато-серые, где встречены фрагментарные остатки мелких грызунов. Перекрывает эти отложения мощной пачкой красновато-бурых суглинков с двумя-тремя гумусовыми горизонтами. В толще суглинков встречены остатки мелких млекопитающих: *Lagurodon (Prolagurus) sp.*, *L. arancae K r e t z.*, (*Lagurodon*) *sp.*, *Microtinae gen.?*, *Allophajomys (?) sp.*, *Citellus sp.*

Выше залегает толща зеленовато-серых подовых суглинков мощностью до 3 м. В сторону с. Куликовой вся толща описанных выше отложений срезана более молодыми врезами и выполнена деллювиальными суглинками.

Наиболее типично обнажение, вскрывающее разрез среднеэоплейстоценовых отложений, наблюдается в береговом обрыве Азовского

моря в 1 км западнее с. Бабах-Тарама, осложненном оползневыми процессами. В рельефе - это водораздел между балками Бабах-Тарама и Куликовой. Здесь под современной почвой обнажаются:

1. Лессовидные породы серовато-палевого цвета с красновато-бурой погребенной почвой. Мощность 4 м.

2. Глина красновато-бурая с включением крупных друз гипса. Мощность 3,5 - 4 м.

3. Погребенная почва - глина серовато-темно-коричневая, крупно-призматической текстуры. Здесь встречена микротерриофауна: *Lagurodon arancae*, *Lagurodon sp.*, *Lagurus sp.*, *Microtinae gen.?* - некорнезубые, бесцементные формы. Мощность 1,5 м.

4. Глина красновато-бурая с многочисленными включениями стяжений карбонатов размером до 3-5 см. Мощность 1,7 м.

5. Глина сизовато-серая с коричневатым оттенком, неслоистая, напоминающая погребенную почву, книзу постепенно переходит в красно-бурую глину. Здесь собрана микротерриофауна, аналогичная фауне, встреченной в слое 3. Мощность 0,4 м.

6. Глина красно-бурая, книзу постепенно переходит в горизонтально-слоистую, с прослоями до 1 мм тонкозернистого песка. Мощность 2,5 м.

7. Супесь красновато-бурая, горизонтально-слоистая с прослоями мелко- и среднезернистого серого песка. Книзу количество грубозернистого материала резко увеличивается. Мощность 0,7 м.

В слоях 6 и 7 встречены обильные остатки мелких млекопитающих: *Mimomys praehungarius*, *M. lagurodontoides*, *M. ex gr. intermedius*, *Lagurodon arancae*, *L. pannonicus*, *L. (Prolagurus?)*, *Allophajomys ex gr. pliosaenicus-Laguroides*, а также многочисленные раковины пресноводных моллюсков, по видовому составу аналогичных с таковыми из обнажения у с. Урауф.

8. Глина желтовато-серая, в кровле слоя сизовато-серая с коричневатым оттенком, с массой бобовин пирролизита, с прослоями и линзами мелкозернистого желтовато-серого и грубозернистого кварцево-полевощпатового песка, где собраны остатки микротерриофауны: *Mimomys stehlini*, *M. pliosaenicus*, *M. praehungaricus*, *M. sp.* - бесцементная форма. Мощность 1,6 м.

9. Пески крупнозернистые, желтовато-серые, косо-слоистые. Видимая мощность 1,1 м.

Наиболее полный разрез покровной пачки, залегающей на среднеэоплейстоценовых обнажениях, вскрыт крупным оползнем у с. Урауф.

Здесь 4-ярусной серией лессовидных пород, разделенных комплексами коричневых, красно-бурых и серых погребенных почв и красно-бурыми суглинками, залегают:

1. Глина сизовато-серая, неслоистая, слабо песчаная, с большим количеством включений карбонатов. Мощность 2 м.

2. Глина буровато-коричневая, неслоистая, грубопесчанистая, с прослоями и линзами разнозернистого - кварцево-полевошпатового песка, с включениями мелкой гальки. Мощность 3 м.

Здесь собрана обильная малакофауна: *Unio (Polimnium) pseudochasaricus* T s c h e r., *Unio* sp., *Anodonta* sp., *Sphaerium rivicola* L., *Limnea stagnalis* L., *Planorbis planorbis* L., *Valvata antiqua* S o w., *V. piscinalis* M u l l., *V. nalicina* M., *Lithoglyphus* aff. *acutus* C o b., *L. neumayri* S a b., *Viviparus pseudoachetinooides* P a v l., *V. romanovi* C o b., *V. subcolina*, *V. ex gr. fasciata*, *Bithynia vucotinovici* B r., *B. labiata* N e u m., а также обильные остатки мелких млекопитающих: *Miomys reidi*, *M. newtoni*, *M. intermedius*, *M. sp.*, *Lagurodon arankae*, *L. pannonicus*, *Allophajomys ex gr. pliocenicus-laguroides*, *A. cf. laguroides*, *Microtinae* gen.? - некорнезубые бесцветные формы. Абсолютные отметки подошвы этих отложений - 18 м. Подстилаются эти отложения пачкой красно-бурых глин нижнего эоплейстоцена.

Обнажения берегового обрыва Азовского моря между селами Бабах-Тарама и Урзуф дают достаточно полное представление о геологическом строении четвертичных отложений Северного Приазовья и наиболее полно охарактеризованы палеонтологически. Остатки мелких млекопитающих собраны здесь в куняльницких, ниже- и среднеэоплейстоценовых субаквальных отложениях, а также в покровной пачке лессовых пород.

Отложения среднего эоплейстоцена также достаточно полно представлены в береговом обрыве Азовского моря между с. Мелекино и с. Самариной. Здесь под 23-25-метровой пачкой лессовых пород бурого, серовато- и светло-палевого, коричневатого-бурого цвета, разделенных двумя горизонтами серых погребенных почв (типа степных черноземов) и двумя-тремя горизонтами коричневатого-бурых погребенных почв, подстилающихся пачкой лессовых пород палео-желтых и коричневатого-бурых с лагуродонтной фауной залегают:

1. Погребенная почва коричневатого-бурого цвета. Мощность 2 м.

2. Глина красновато-бурая, с большим количеством карбонатных

стяжений, местами создающими сплошные прослои. На контакте с подстилающими породами глина коричневатого-бурая, аналогичная погребенной почве, описанной выше у с. Бабах-Тарама (слой 5). Мощность 2 м.

3. Глины сизовато-серые, сизовато-коричневые и зеленоватого-серые, книзу переходящие в толщу желтовато-бурых глин, в нижней части с прослоями карбонатных включений. Мощность 5 м.

4. Супесь бурая, горизонтально-косо-слоистая, по плоскостям наслонения с прослоями мелкозернистого песка. К подошве слоя количество песчаного материала и размер зерен увеличивается. Здесь встречены фрагментарные остатки *Microtinae* gen. без корней и без цемента и *Miomys* sp. Мощность 2 м.

5. Пески, в верхней части мелкозернистые, книзу грубозернистые, серые и желтовато-серые, кварцево-полевошпатовые, с большим количеством гравийно-галечникового материала кристаллических пород. Пески косо-диагонально-слоистые. Мощность 5 - 5,5 м.

Толща песков с эрозионным несогласием ложится на красно-бурые глины нижнего эоплейстоцена.

Условия залегания описанных выше песчано-глинистых отложений, абсолютные отметки подошвы (+150 м), палеонтологическая характеристика позволяют сопоставить эти образования со среднеэоплейстоценовыми отложениями, развитыми у пос. Ногайска (Приморское).

Аналогичные образования, распространенные восточнее на водораздельном плато между Азовским морем, Балкой Зинцовой и долиной р. Кальчик и залегающие на толще красно-бурых глин, П.К. Заморий (1961) и В.Г. Бондарчук (1959, 1961) относят к низам древне-четвертичного возраста.

В восточной части Белосарайской косы при проведении геологических работ партией № 3 треста "Артемгеология" в скв. 144 встречена своеобразная песчаная пачка мощностью более 20 м. Отсутствие палеолитологических характеристик этих отложений затрудняют их возрастную датировку. Залегают они на мелкозернистых песках киммерия и перекрыты глинистыми осадками новоэвксинского бассейна. Представлены они преимущественно грубозернистыми песками с многочисленными включениями мелких валунов, размер которых достигает 8 см в поперечнике. Механический состав песков резко отличается от песчаных отложений киммерийского и куняльницкого возрастов, развитых в этом регионе. Неясен контакт грубозернистых песков с мелкозернистыми верхнего плиоцена: либо они прислонены

к ним, либо в западном направлении происходит замещение грубозернистых песков на тонко-мелкозернистые плиоценовые. Характер седиментации грубозернистых песков дает возможность предположить, что их формирование происходит под действием мощного водного потока, возможно, древнего Кальчика или Кальмиуса. Аналогичные отложения встречены в долине р. Кальмиус у пос. Красная Волонтеровка, где на известняках неогена залегает пачка гравийно-галечниковых отложений с включениями крупных валунов кристаллических пород.

Субаэральные осадки нижнего и среднего эолейстоцена также представлены крупнотерригенным материалом, тогда как плиоценовые отложения сложены более мелкозернистым.

На основании изложенного выше можно предположить, что толща грубозернистых песков, развитых в восточной части Белосарайской косы, относится к осадкам послекуяльницкого времени.

**Новозёвксинские слои.** Новозёвксинские отложения широко развиты в акваториях Черного и Азовского морей и впадающих в них лиманов. За пределами современной береговой линии и в обнажениях они не встречаются. Новозёвксинские слои впервые были выделены Н.И. Андрусовым (1925, 1926) как слои с остатками фауны опресненного бассейна каспийского типа. А.Д. Архангельский (1928, 1932) эти отложения назвал новозёвксинскими. По данным Л.А. Невесской и Е.Н. Невесского (1960), между карангатскими и собственно новозёвксинскими отложениями существуют переходные слои, отражающие стадии опреснения Азово-Черноморского бассейна и названные ими тарханкутскими и каркинитскими.

В пределах исследуемой части Азовского моря новозёвксинские отложения встречены нами при проведении буровых работ в скв. 22, 23, 26, 27, 28, а также в скв. 14, 144, 142 и 143, пробуренных на Белосарайской косе при проведении геологосъемочных работ партией № 3 треста "Артемгеология" (см. рис. 4). Представлены они преимущественно алевритисто-глинистыми породами серого, темно- и зеленовато-серого цвета с солоноватоводной фауной: *Dreissensia polymorpha* P a l l., *Monodacna caspia* E i s c h w., среднеземноморскими видами *Cardium edule* L. и пресноводными *Unio tumidus*, *Viviparus fasciatus* и др.

Перекрываются они, как правило, древнеазовскими отложениями и современными осадками, суммарная мощность которых достигает 15 м. Подошва новозёвксинских отложений залегает на абсолютных отметках от -21 до -26 и от -16 до -19 м. В районе Белосарайской

косы подошва этих отложений залегает на отметках - 15 м (скв. 14), -21 м (скв. 144), -29 м (скв. 142), -22 м (скв. 143).

Новозёвксинские отложения залегают в пределах Белосарайского залива на песчаных отложениях верхнего плиоцена, а на Белосарайской косе - на песках древнечетвертичного возраста и алевритах верхнего плиоцена (скв. 142). Наиболее погружены новозёвксинские отложения в центральной части Белосарайского залива (рис. 10, 11). В сторону открытого моря и береговой линии новозёвксинские осадки несколько приподняты (рис. 12). Ближе к берегу на расстоянии 2 км новозёвксинские отложения отсутствуют. Скв. 24 под современными илами вскрыта алевритисто-глинистая пачка серого цвета с коричневатым оттенком, пронизанная многочисленными гумусированными ходами корней растений, местами сильно ожеженными. Порода пропитана точечными включениями карбонатного материала и железисто-марганцевыми. По внешнему виду она напоминает субаэральные образования, слагающие береговые уступы. Отсутствие палеонтологического материала затрудняет стратиграфическую датировку этих отложений. Подстилаются они (гл. 13,6-19,4 м) глиной зеленовато-серой с прослоями и линзами мелкозернистого песка, аналогичной куяльницким глинам, вскрытым скв. 123, ниже которых

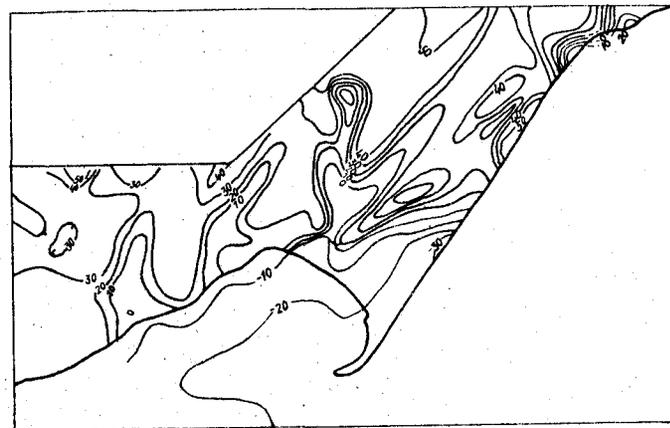


Рис. 10. Рельеф поверхности новозёвксинских отложений.

залегает плистоценовые пески. Возможно, отложения, развитые в скв. 24 на глубине 16,5-24,4 м, являются телом древнего оползня, погребенного под толщей современных морских осадков и отложениями новоэвксинского возраста.

В скв. 28 и 22 верхние горизонты новоэвксинских отложений представлены алевритистой глиной темно-серого до черного (скв. 28, гл. 19,95-20,55 м) цвета и темно-серыми с зеленоватым оттенком (скв. 22, гл. 14,7-16,5 м) глинами с включением большого количества растительных остатков, с сильным запахом сероводорода; там же были встречены пресноводные раковины *Planorbis* (две особи). Аналогич-

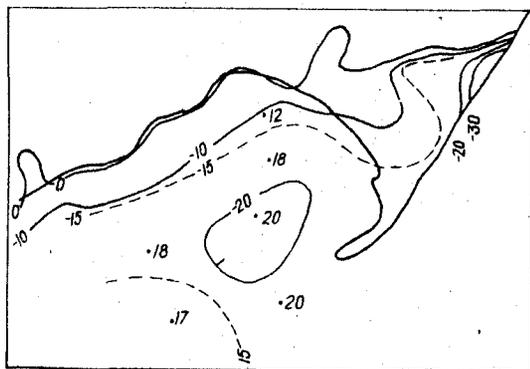


Рис. II. Рельеф подошвы новоэвксинских отложений.

ный разрез новоэвксинских отложений встречен в северо-западной части акватории Азовского моря, где под "бугазскими" слоями залегают темно-серые до черной углистые глины с массой пресноводных *Planorbis planorbis*. Наличие торфяников в новоэвксинских отложениях Черного моря отмечается и в работах А.Д. Архангельского и Н.М. Страхова.

Глины (скв. 22) местами чередуются с прослоями тонкозернистых алевритистых песков, что придает породе горизонтальную слоистость. Аналогичные отложения встречены в скв. 143 (гл. 17,5-18 м) и 144 (гл. 13,7-16,5 м), пробуренных на Белосарайской косе. Представлены они алевритом сизовато-серого до черного цвета (скв. 143) со следами корней растений и пятнами ожелезнения, с прослоями серой до темно-серой глины (скв. 144), слюдястой, слабо песчанистой, с растительными остатками, с включениями и налетами пирита.

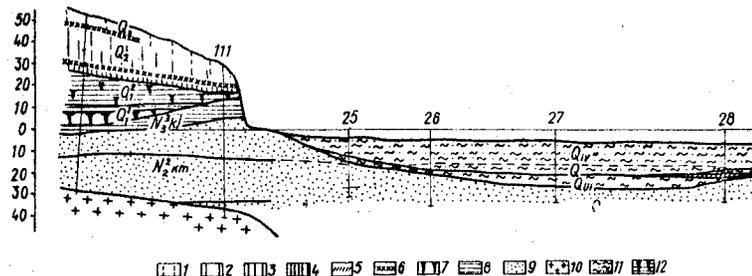


Рис. 12. Геологический разрез по линии I-I:  
1 - лессовидные породы палево-серого цвета; 2 - серовато-желтые лессовидные породы; 3 - лессовидные породы желто- и палево-бурого цвета; 4 - красновато- и коричневатобурые лессовидные породы; 5 - погребенные серые почвы; 6 - погребенные коричневые почвы; 7 - глины красно-бурые; 8 - глины серые и зеленовато-серые; 9 - пески серые и светло-серые мелкозернистые; 10 - кристаллические породы; 11 - глины серые и темно-серые; 12 - глины бурые и сизовато-бурые, переходящие в грубозернистые супеси.

Они подстилаются темно-серыми глинами и зеленовато-серыми алевритами, а в пределах Белосарайского залива - алевритовыми глинами зеленовато-серого цвета с прослоями зеленовато-серых тонкозернистых песков. Восточнее Белосарайской косы (скв. 36) новоэвксинские отложения представлены светло-серой алевритистой глиной мощностью 0,3 м. Максимальные мощности новоэвксинских отложений приурочены к центральным частям Белосарайской косы, где достигают свыше 8 м (скв. 144) и Белосарайского залива - более 6 м (скв. 27). К периферийным частям косы и залива мощность их постепенно уменьшается.

Новоэвксинские отложения Белосарайского залива литологически представлены:

1. Глинами алевритовыми.
2. Глинами песчанисто-алеvритовыми.
3. Алевритами песчанисто-пелитовыми.
4. Алевритисто-глинисто-песчанистыми породами.
5. Алевритисто-песчанисто-пелитовыми породами.
6. Смешанными породами: а) пелито-алеvритавыми; б) песчано-алеvритовыми.

Алевритовые глины встречены в низах разрезов новоэвксинских отложений в скв. 23, 27 и 28 и содержат фракции: < 0,01 мм -

54,44 - 76,36%; 0,1 - 0,01 мм - 14,90 - 44,42 и I - 0,1 мм - 0,92 - 8,74%, причем пелитовая составляющая увеличивается в сторону центральной части акватории Азовского моря.

Песчанисто-алевритовые глины встречаются в скв. 26 и содержат фракции: 0,01 мм - 55,8%; 0,1 - 0,01 мм - 29,8 и I - 0,1 мм - 14,88 %.

Ближе к берегу в разрезе новоэвксинских отложений преобладают песчанисто-пелитовые алевриты (скв. 24), алевритисто-глинисто-песчанистые и алевритисто-песчанисто-пелитовые породы. Содержание пелитовой фракции в первых - 27,98%, алевритовой - 51,44 и песчаной - 20,58%.

Алевритистые разности характеризуются следующим составом фракций: < 0,01 мм - II,2 (скв. 25) - 65,5 % (скв. 27); 0,1 - 0,01 мм - 14,54 (скв. 25) - 24,96% (скв. 27) и I - 0,1 мм - 9,56 (скв. 27) - 72,26% (скв. 25).

Таким образом, на основании данных гранулометрического состава пород устанавливается четкая зональная зависимость: с удалением от береговой полосы увеличивается пелитовая составляющая и уменьшается количество песчаного материала.

Алевриты в толще новоэвксинских отложений встречаются чаще всего на контакте с подстилающими песками и связаны с ними постепенными переходами, а также в виде линз и маломощных прослоев среди алевритистых глин.

Гранулометрический состав новоэвксинских отложений указывает, что седиментация их происходила в обстановке спокойного тектонического режима постепенно осолоняющегося морского бассейна, где отлагались в основном мелкозернистые и тонкодисперсные осадки. Источником питания являлся материал, поступающий в Азовское море за счет размыва берегов и выноса глинистых частиц речными артериями и абразивной деятельности новоэвксинского бассейна, размывающего и перерабатывающего прибрежные песчано-глинистые осадки верхнеплиоценового и четвертичного возрастов.

Минералогический состав новоэвксинских отложений характеризуется высоким содержанием минералов легкой фракции. Минералы тяжелой фракции встречаются в незначительных количествах (табл. 3).

Среди минералов легкой фракции преобладают кварц, кальцит, в небольших количествах содержатся полевые шпаты, мусковит, глауконит, углистые и органические частицы и др.

Состав тяжелой фракции колеблется как в качественном, так и в количественном отношении. Преобладают ильменит, содержание которого иногда достигает 99%, пирит, гидрогетит, амфиболы, гранаты, дистен, силлиманит и некоторые другие минералы. Данные полуколичественного спектрального анализа новоэвксинских отложений приведены в табл. 4.

Глинистые фракции новоэвксинских отложений представлены преимущественно гидрослюдами, монтмориллонитом, в небольших количествах каолинитом.

В юго-западной части (скв. 22) исследуемого участка акватории Белосарайского залива глинистая фракция новоэвксинских отложений представлена преимущественно гидрослюдами. По своим морфологическим особенностям гидрослюды из подошвы и кровли новоэвксинских отложений резко различаются.

Для кровли горизонта характерно наличие очень крупных по размеру индивидов гидрослюд (до 4-5 м), изометричных, неслоистых, с сильно корродированными краями. Гидрослюды в кровле новоэвксинских отложений юго-западной части акватории Белосарайского залива содержатся в количестве 60-65%. Отличительной чертой новоэвксинских отложений этого участка акватории является то, что в кровле горизонта в значительных количествах (до 20-25%) присутствуют остатки органики: кусочки древесины, остатки водорослей и др.

В подошве новоэвксинских отложений картина резко меняется. Они характеризуются значительным содержанием монтмориллонита, количество которого достигает 35-40%. Меняется облик кристаллов гидрослюд. Теперь это уже округленные неслоистые кристаллы средних и мелких размеров, не превышающие 0,5-0,7 м. Зональность незаметна. Совершенно исчезают элементы органики, присущие кровле слоя.

Несколько севернее (скв. 23), в западной части Белосарайского залива, новоэвксинские отложения представлены лишь маломощным (2 м) слоем морских отложений. Серые, зеленовато- или светло-серые глины новоэвксинского возраста на этом участке акватории залива характеризуются монтмориллонит-гидрослюдистым составом.

Количество монтмориллонита достигает 40%. Гидрослюды средних и мелких размеров в основном без зональности и слоистости, хотя изредка встречаются небольшие обломки слюд с хорошо заметной зональностью.

Слюды крупнее по размерам, слабо окатаны. Характерно присутствие субмикроскопических "катышей" глин.

Скважинами, пробуренными несколько севернее, встречены отложения, отношение которых к новому эвксину весьма проблематично.

Результаты минералогического  
Белосарайского

Номер скважины	Номер образца	Глубина, м	Литология	Вес тяжелой фракции	Вес легкой фракции	Фракция		
						Легкая		
						Глауконит	Кальцит	Коллофан
22	17388	14,7-16,5	Глина песчано-алеуритовая	-	-	2	Ред.зн.	-
	17389	16,5-21,2	Глина алеуритовая	0,01	-	Ед.зн.	42	Зн.
23	17365	18,7-19,8	Пелито-алеуритовая смешанная порода	0,01	2,67	1	10	Ред.зн.
	17366	19,8-20,4	Глина алеуритовая	0,4	-	3	1	-
24	17354	16,0-16,5	Алеурит песчанисто-пелитовый	0,01	-	Ед.зн.	40	-
25	17371	12,8-14,2	Песок алеуритово-пелитовый	0,01	-	Зн.	-	-
26	17381	18,0-19,5	Песчанисто-алеуритовая порода	Сл.	-	Ред.зн.	30	Ед.зн.
	17382	19,5-20,1	Глина песчанисто-алеуритовая	0,01	-	-	3	-
	17383	20,1-21,0	Песок алеуритово-глинистый	0,01	-	2	Зн.	-
27	17345	20,0-25,0	Песчанисто-алеуритовая порода	0,01	0,3	-	67	Ед.зн.
	17346	25,5-26,5	Глина алеуритовая	Сл.	-	Зн.	30	Ред.зн.
28	17347	25,5-26,5	Песчанисто-алеуритовая порода	0,01	5,0	5	45	Ед.зн.
	17394	19,95-20,55	Глина алеуритовая	-	-	0,5	17	Ред.зн.
	17395	20,55-21,15	Песчанисто-алеуритовая смешанная порода	Сл.	-	8	7	-
	17396	21,15-23,65	Глина песчанисто-алеуритовая	0,01	-	Ед.зн.	42	-

Т а б л и ц а 3

анализа (%) новоэвксинских отложений  
залива Азовского моря

0,25-0,1 мм												
Опал	Кварц	Полевой шпат	Мусковит	Группа слюды	Обломки пород	Глинистые комочки	Органические частички	Углистые частички	Гидрокислы железа	Тяжелая		
										Пирит	Целестин	Циркон
-	78	15	2	1	-	3	-	1	-	Ед.зн.	-	Зн.
Ед.зн.	55	-	-	Ед.зн.	-	-	-	3	-	-	-	-
-	74	15	-	Ред.зн.	-	-	-	-	-	70	-	Ед.зн.
-	89	Ред.зн.	-	5	-	-	-	2	-	50	-	-
-	55	Зн.	-	-	-	-	-	Зн.	5	2	30	Зн.
-	100	Зн.	-	-	-	Зн.	-	Ед.зн.	-	Зн.	-	2
Ед.зн.	60	Ред.зн.	Ед.зн.	-	-	10	-	-	-	Зн.	-	Ед.зн.
Ред.зн.	90	2	Ред.зн.	-	-	5	-	Зн.	-	-	-	-
-	98	Зн.	-	-	-	-	-	-	Ед.зн.	Зн.	-	Зн.
-	30	Ед.зн.	-	Ед.	-	-	-	3	Ред.зн.	17	-	-
-	50	Зн.	Зн.	-	-	20	-	-	-	-	-	-
-	50	Ед.зн.	-	Ед.зн.	-	Зн.	-	Ед.	-	Ед.зн.	-	-
-	66	3	Ред.зн.	-	0,5	5	8	-	70	-	-	-
Ред.зн.	80	3	-	Ед.зн.	-	-	-	2	-	Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.
-	58	Ед.зн.	-	-	-	-	-	-	85	-	-	Ед.зн.

Фракция 0,25- Тяже								
Номер сква- жины	Номер об- реза	Глубина, м	Литология	Рутыл	Анаказ	Ильменит	Дейноксен	Силлиманит
22	17388	14,7-16,5	Глина песчано- алевритовая	-	-	25	3	Ед.зн.
	17389	16,5-21,2	Глина алеври- товая	-	-	99	-	-
23	17365	18,7-19,8	Пелито-алеври- товая смешан- ная порода	Ед.зн.-	-	20	Ед.зн.-	-
	17366	19,3-20,4	Глина алеври- товая	-	-	-	-	Зн.
24	17354	16,0-16,5	Алеврит песча- нисто-пелито- вый	2	-	20	Зн.	1
25	17371	12,8-14,2	Песок алеври- тисто-пелито- вый	15	-	15	Зн.	Зн.
26	17381	18,0-19,5	Песчанисто-але- вритистая пелитовая порода	Ед.зн.	Ред.зн.	Зн.	Зн.	-
	17382	19,5-20,1	Глина песча- нисто-алеври- товая	-	-	-	-	-
	17383	20,1-21,0	Песок алеври- тисто-глини- стый	3	-	30	Зн.	Зн.
27	17345	20,0-25,0	Песчанисто- алевритистая пелитовая по- рода	-	-	Ред.зн.	"	"
	17346	25,5-26,5	Глина алеври- товая	-	-	-	-	-
	17347	25,5-26,5	Песчанисто- алевритистая пелитовая по- рода	-	-	50	-	-
28	17394	19,95- 20,55	Глина алеврити- стая	-	-	Ед.зн.	Ед.зн.	-
	17395	20,55- 21,15	Песчано-алеври- товая смешан- ная порода	Ед.зн.	Ед.зн.	"	3	-
	17396	21,15- 23,65	Глина песчани- сто-алеврити- стая	Ед.зн.-	-	15	Ед.зн.	Ед.зн.

0,1 мм лая										
Дистен	Андалузит	Ставролит	Апатит	Турмалин	Амфиболы	Эпидот	Громзит	Сфен Магнетит	Гидрогетит	Кварц
Ед.зн.	-	5	-	Зн.	Ед.зн.	Зн.	Ед.зн.	-	45	-
-	-	Ед.зн.-	-	-	-	-	Зн.	-	Зн.	-
10	-	Ед.зн.-	-	Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.	Ед.зн.-	-	Ед.зн.	-
Зн.	Зн.	Зн.	-	-	-	-	Зн.	-	-	50
2	-	5	2	Зн.	10	3	8	-	5	10
5	-	3	-	-	Ед.зн.	Ед.зн.-	-	-	-	60
Зн.	-	Зн.	Ед.зн.	Ед.зн.	Зн.	Зн.	Зн.	Ед.зн.	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	5	-	Ед.зн.	Зн.	Зн.	2	-	-	-
Ед.зн.	-	Зн.	-	-	Ред.зн.	Зн.	Ред.зн.	-	70	-
Зн.	-	"	-	Ед.зн.	"	"	Зн.	Зн.	-	Ед.зн.
-	-	"	-	Ед.зн.	"	"	-	Ед.зн.	Ед.зн.	30
-	-	5	-	Ед.зн.	"	"	Ред.зн.	2	-	-
Зн.	-	Ед.зн.-	-	-	-	-	Ед.зн.	Ед.зн.	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Результаты полуколичественного  
отло

Номер сква- жины	Результаты полуколичественного отло							
	Ba	Ca	Ga	V	Mi	Cu	Zr	Ti
27	0,01	0,003	-	0,005	0,001	0,001	0,010	Дес. д.
	-	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,005	Сот. д.
	-	0,002	-	0,002	-	0,002	0,010	" "
	-	-	-	0,001	-	0,001	0,003	Тыс. д.
23	-	0,002	0,001	0,004	Тыс. д.	0,001	0,005	Ед.
	-	0,001	-	0,003	-	-	0,003	Сот. д.
24	-	0,001	-	0,002	-	-	0,005	Дес. д.
25	-	0,002	-	0,003	-	-	0,005	Сот. д.
26	-	0,002	0,001	0,004	-	0,001	0,010	Дес. д.
	-	0,002	-	0,003	-	-	0,006	Сот. д.
22	-	0,003	-	0,004	-	-	0,010	Дес. д.
	-	0,002	-	0,003	-	-	0,010	" "
28	-	0,002	0,001	0,004	0,001	-	0,005	Сот. д.
	-	0,001	-	0,002	-	-	0,006	" "
	0,01	0,003	-	0,003	0,001	0,001	0,008	Дес. д.

На севере центрального участка несколько мористее устья р. М. Белосарайка новозвксинские отложения вскрываются скв. 26. В подошве новозвксинских отложений преобладают гидрослюды, индивиды которых преимущественно средние и крупнозернистые, полуокатанные, неслоистые, без заметной зональности, с сильно кородированными либо изломанными краями. Содержание гидрослюд - до 65-70%. Монтмориллонит содержится в количествах не более 10-15%.

Центральная часть разреза новозвксинских отложений характеризуется монтмориллонит-гидрослюдистым составом. Количество монтмориллонита достигает 40-45%. Гидрослюды средние и мелкозернистые, полуокатанные, максимальные размеры - 0,6 - 0,7 м. Слоистость и зональность незаметны. Постоянно присутствуют терригенные компоненты субмикроскопического размера в виде округлых частиц разного состава.

В кровле новозвксинских отложений, вскрытых скв. 26, широко распространен монтмориллонит и гидрослюды. Количество монтмориллонита не ниже 40-45%. Гидрослюды преимущественно средних и мел-

спектрального анализа новозвксинских  
жений

спектрального анализа новозвксинских гений					
Ca	Sr	Mg	Mn	Ca	γ
Тыс. д.	0,02	-	Сот. д.	-	0,003
" "	0,07	-	" "	-	-
" "	0,01	Дес. д.	" "	Дес. д.	-
" "	0,01	" "	Тыс. д.	Сот. д.	-
" "	0,01	" "	" "	" "	-
" "	0,01	" "	Сот. д.	Дес. д.	-
" "	0,01	" "	" "	" "	-
" "	0,02	" "	" "	-	0,005
" "	0,02	" "	" "	-	-
" "	0,02	" "	Тыс. д.	Сот. д.	-
" "	0,02	" "	" "	" "	-
Тыс. д.	0,01	" "	Сот. д.	Дес. д.	0,003
" "	0,01	" "	" "	" "	-
" "	0,01	-	" "	-	-
" "	0,01	Дес. д.	" "	-	-
" "	0,01	" "	Тыс. д.	Дес. д.	-
Тыс. д.	0,01	" "	Сот. д.	" "	-
" "	0,01	" "	" "	" "	0,003

ких размеров, хотя изредка встречаются довольно крупные остроугольные обломки (1,2-1,5 м); они неслоистые, без заметной зональности.

Несколько мористее в центральной части Белосарайского участка акватории Азовского моря скв. 27 вскрыт мощный горизонт новозвксинских отложений монтмориллонит-гидрослюдистого состава.

Количество монтмориллонита достигает 40%, присутствует в виде бесформенных, исключительно тонкодисперсных пылеватых скопленений.

Гидрослюды в основном средних и мелких размеров (до 0,6 - 0,8 м), слабо и полуокатанные, иногда остроугольные, неслоистые, без заметной зональности. Следов органики нет. Постоянно присутствуют субмикроскопические, окатанные терригенные минералы.

По содержанию компонентов и морфологии микрочастиц новозвксинские отложения, вскрытые скв. 27, близки к центральной части слоя новозвксинских отложений, вскрытых скв. 26, и новозвксинским отложениям, вступенным в скв. 23 - типичным отложениям мелководных участков открытых морских бассейнов.

В южной части Белосарайского участка акватории Азовского моря несколько мористее, на траверзе Белосарайской косы новоэвксинские отложения представлены тремя слоями, резко отличающимися по морфологии глинистых минералов.

В минералогическом составе подошвы новоэвксинских отложений впервые для Белосарайского участка акватории Азовского моря появляется дикцит.

Кристаллы диккита крупные (до 2-3  $\mu$ ), четырехугольные, с четкими гранями и резко очерченными углами; содержание - до 20-25 %.

Гидрослюды полу- и слабо окатанные, средних и мелких размеров, содержатся в количестве до 50-60%. Количество монтмориллонита - до 10%. В незначительном количестве присутствуют обломки полевых шпатов и кальцитов.

В среднем слое новоэвксинских отложений, вскрытых мористее Белосарайской косы, содержатся в значительном количестве гидрослюды (рис. 13) средних и крупных размеров. Здесь же наблюдается большое количество органики болотного типа - остатки водорослей и древесины.

В кровле новоэвксинских отложений южной части центрального участка вскрыты монтмориллонит-гидрослюдистые глины. Содержание монтмориллонита - до 40-45 %.

Гидрослюды слабо окатаны, без заметной слоистости и зональности, в незначительном количестве присутствуют субмикроскопические округлые частицы терригенных минералов. Это типичные отложения мелководных участков морских бассейнов.

Дифференциально-термический анализ кривых нагревания новоэвксинских отложений, отобранных на юго-западной окраине Белосарайского участка акватории Азовского моря, указывает на наличие глубоких эндоэффектов при 170<sup>0</sup>С, переходящих в экзоэффекты при 320<sup>0</sup>С. Далее в результате пологого спуска наблюдается появление эндоэффекта при температуре 550<sup>0</sup>С. Здесь же видны незначительные экзоэффекты при 600 и 690<sup>0</sup>С и эндоэффекты при 650 и 700<sup>0</sup>С. Затем следует пологий подъем кривой, переходящий в экзоэффект при 1000<sup>0</sup>С (рис. 14). Наличие комплекса различных по интенсивности эндо- и экзоэффектов в новоэвксинских отложениях юго-западной окраины Белосарайского участка акватории Азовского моря указывает на полиминеральный (гидрослюдисто-монтмориллонитовый с незначительной примесью галлузита) их состав.

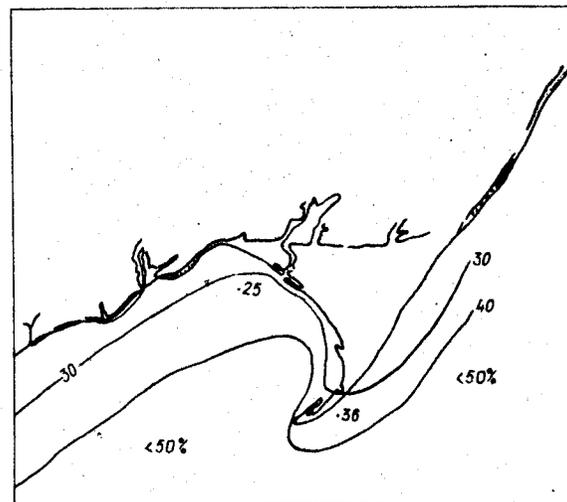


Рис. 13. Распространение гидрослюды в пелитовой фракции новоэвксинских отложений.

Анализ кривых нагревания новоэвксинских отложений западной части Белосарайского участка акватории Азовского моря (скв.23) позволяет установить присутствие на них эндоэффектов при температуре 150<sup>0</sup>С, полого переходящих в экзоэффекты при 420<sup>0</sup>С, а затем резкий эндоэффект при 550<sup>0</sup>С. Далее появляется небольшой экзоэффект при 580<sup>0</sup>С, переходящий в глубокий эндоэффект в интервале 650-780<sup>0</sup>С. Заканчиваются кривые резким подъемом и появлением сильных эндоэффектов при 1000<sup>0</sup>С. Наличие набора экзо- и эндоэффектов, соответствующих перечисленным выше температурным максимумам, характерно для глин смешанного монтмориллонит-гидрослюдистого состава.

Наиболее детально разрез новоэвксинских отложений был изучен методом дифференциально-термического анализа для центральной части Белосарайского участка акватории Азовского моря. Так, в скв. 26 методом дифференциально-термического анализа изучены подошва, середина и кровля новоэвксинских отложений.

По данным термического анализа, для подошвы новоэвксинских отложений характерны кривые нагревания, имеющие эндоэффекты при

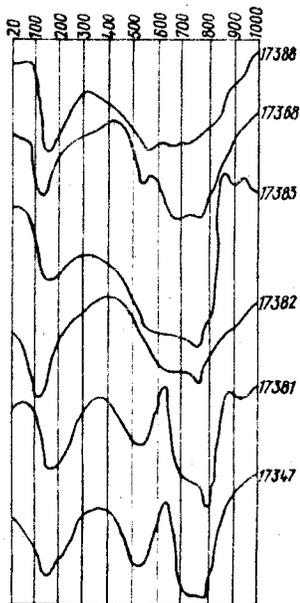


Рис. 14. Кривые нагревания пелитовой фракции новозовкинских отложений.

затем пологий глубокий спуск с осложняющими кривую незначительными эндоэффектами при 480 и 660 и экзоэффектом при 730°C, далее скачкообразный резкий и сильный эндоэффект при 770 и пологий сильный экзоэффект при 1000°C с незначительным осложнением и появлением эндоэффекта при 920°C. Кривая нагревания, подобная описанной выше, характерна для глин монтмориллонитового (преимущественно) состава с подчиненным количеством гидрослюдов и присутствием различного рода "примесей", возможно, терригенных минералов.

Кривые нагревания образцов, отобранных в кровле новозовкинских отложений, характеризуются тремя глубокими эндоэффектами при 170, 620 и 800°C. Если первых два эндоэффекта четкие, то эндоэффект при 800°C осложнен дуплетом незначительных эндоэффектов при 690 и экзоэффектов при 760°C.

150°C, впоследствии переходящие в незначительные экзоэффекты при 320°C, затем пологий переход в значительный эндоэффект в интервале 550<sup>0</sup>-870<sup>0</sup>C; далее следует скачкообразный экзоэффект при 850°C, незначительный эндоэффект при 900, не более интенсивный экзоэффект при 950 и далее пологий эндоэффект к 1000°C. Кривые нагревания для подошвы новозовкинских отложений указывают на значительное содержание гидрослюдов при незначительной примеси монтмориллонита.

В средней части новозовкинских отложений, по данным дифференциально-термического анализа, характерны кривые нагревания с набором эндо- и экзоэффектов. Первый при 130°C, очень сильный эндоэффект, указывающий на содержание в большом количестве межслоевой воды, потом пологий подъем и сильный экзоэффект при 410°C,

Первый пологий экзоэффект наблюдается при 360°C, затем плавно переходит в эндоэффект. Второй экзоэффект, очень резкий и сильный, наблюдается при 620°C, затем при 880°C - третий резкий экзоэффект, сменяющийся незначительным эндоэффектом при 930°C. Кривые нагревания, подобные описанным выше, характерны для глин монтмориллонит-гидрослюдистого состава, в которых эти два минерала содержатся в почти равных количествах. Наличие ряда мелких эндо- и экзоэффектов в интервалах 690, 760 и 930°C указывает на постоянное присутствие "примеси" терригенных минералов.

Новозовкинские отложения центральной части Белосарайского участка акватории Азовского моря, отобранные в скв. 27, после проведения дифференциально-термического анализа дали кривые нагревания глин с максимумами в трех эндоэффектах при 170 и 520°C и третий широкий, сильный эндоэффект в интервале 700-800°C. Кривые характеризуются также тремя экзоэффектами: первый, пологий, - при 360°C, второй, сильный, резкий, скачкообразный, - при 650 и третий, сильный и резкий, - при 1000°C. Кривая характерна для глин монтмориллонитового состава с примерно равным содержанием гидрослюды и монтмориллонита. Незначительные эндо- и экзоэффекты, осложняющие общую картину, могут принадлежать терригенным минералам.

Азово-Черноморские отложения широко распространены как в акватории Азовского моря, так и на побережье. Они слагают наиболее молодую четвертичную террасу, развитую на побережье Азовского моря, а также разнообразные прибрежные формы рельефа.

После новозовкинского времени устанавливается тесная связь Азово-Черноморского бассейна с Средиземноморским, которая в новозовкинское время в отдельных участках акватории, очевидно, периодически прекращалась. Проникновение средиземноморских иммигрантов шло постепенно.

П.В.Федоров (1963) считает, что азово-черноморские террасовые отложения образовались во время максимальной последледниковой трансгрессии, и береговая линия, очевидно, занимала более обширные площади, чем современное Азовское море. Нижние горизонты, возникшие в начале азово-черноморской трансгрессии, считаются древнеазовскими (древнечерноморскими). В Черноморском бассейне Н.А.Невесской для верхнечетвертичных отложений выделено несколько слоев: нижние - витязевские и верхние - каламитские, перекрывающиеся джемютинскими. Однако такое разделение, как отмечает Н.А.Невесская, "применимо только для открытой части моря, так

как в опресненных участках, где отсутствуют наиболее стеногалинные черноморские виды, провести границу между каламитскими и джеметинскими слоями нельзя, а в древних лиманах невозможно установить границу между всеми тремя верхними подразделениями".

В пределах Белосарайского залива акватории Азовского моря азово-черноморские отложения залегают повсеместно на новоэвксинских отложениях с комплексом смешанной фауны. Азово-черноморские отложения характеризуются более стеногалинными формами, чем новоэвксинские и современные отложения. Толща серых глин переполнена раковинами *Cardium edule*, *Mytilus galloprovincialis* L. m. k., *Dreissena lopymorpha* (P a l l.), *Nassa reticulata* (L.), *Teodochus* sp., *Corbula mediterranea* (C o a t a).

Азово-черноморские слои перекрываются слопми с *Cardium edule*, *Viviparus* sp. и другими видами, аналогичными современному фаунистическому комплексу.

Подшва азово-черноморских отложений залегают на абсолютных отметках от -12,8 (скв. 25) до -20 м (скв. 27). В пределах развития азово-черноморской террасы (Белосарайская коса) подшва этих отложений залегают на -13 м. Мощность азово-черноморских отложений колеблется от 4 до 9 м.

Наибольшая суммарная мощность азово-черноморских и современных отложений встречается в скв. 27, где достигает 14,5 м. В центральной части Азовского моря эти отложения вскрыты скв. 17, где мощность их увеличивается до 37 м, что свидетельствует о довольно интенсивном опускании центральной части акватории.

Литологически азово-черноморские и современные отложения Белосарайского участка представлены:

песками алевритисто-пелитовыми, пелито-алевритовыми смешанными породами, песчанисто-алевритовыми и алевритисто-песчанистыми пелитовыми породами;

глинами от алевритисто-песчанистых до алевритистых с включениями целых раковин и их детрита, местами создающими небольшие по мощности прослой ракушечника.

Наиболее тонкодисперсные осадки встречаются в скважинах 26, 27, 28, где представлены в основном серыми и темно-серыми глинами, иногда с зеленоватым оттенком. В толще глин наблюдаются линзы и небольшие прослойки алевритистых песков.

Алевритисто-песчанистые глины (скв. 28) содержат фракции 1-0,5 мм - 19,04%; 0,5-0,25 мм - 1,74%; 0,25-0,1 мм - 6,28%; 0,1-0,01 мм - 20,34%; 0,01 мм - 52,70%.

Глины песчанисто-алевритовые (скв. 28,27,26,22,23) содержат фракции 1-0,5 мм - 0,58 - 1,82%; 0,5-0,25 мм - 0,56 - 1,72%; 0,25-0,1 мм - 1,58 - 2,84%; 0,1 - 0,01 мм - 25,16 - 31; 0,01 мм - 52,8 - 65,92%.

Глина алевритистая встречается в скв. 27. Она имеет следующие гранулометрические характеристики: фракция 1 - 0,5 мм - 1,6%; 0,5 - 0,25 мм - 0,14; 0,25 - 0,1 мм - 0,34; 0,1 - 0,01 мм - 6,0; 0,01 мм - 91,92%.

Алевритисто-песчаные и песчанисто-алевритистые пелитовые породы встречаются в западной части Белосарайского залива в скважинах 22 и 23 и содержат 14,17-21,96% песчаной составляющей, 15,6 - 23,7% - алевролитовой и 56 - 70,26% - пелитовой составляющей. Пелито-алевритовые смешанные породы и пески встречаются в прибрежной части Белосарайского залива соответственно в скважинах 25 и 23. Первые содержат фракции 1 - 0,5 мм - 7,94 - 14,58%; 0,5 - 0,25 мм - 3,44 - 3,76; 0,25 - 0,1 мм - 5,84 - 9,90; 0,1 - 0,01 мм - 27,76 - 30,32; 0,01 - 47,92 мм - 48,14%, тогда как пески содержат фракции 1 - 0,5 мм - 42,54%; 0,5 - 0,25 мм - 2,84; 0,25 - 0,1 мм - 8,4; 0,1 - 0,01 мм - 16,6; 0,01 мм - 29,7%.

Исходя из приведенных данных гранулометрического состава пород устанавливается четкая зависимость механической дифференциации осадков: самые тонкодисперсные отложения развиты в наиболее погруженных частях Белосарайского залива и в открытой части акватории Азовского моря. Ближе к берегу количество терригенного материала увеличивается и зависит от абразионной деятельности моря и степени активного выноса речными системами.

Минералогический состав азово-черноморских и современных отложений характеризуется многообразием качественного состава и не выдержан количественно. В составе тяжелой фракции преобладают гидротит, количество которого колеблется от знаков до 100%, пирит, ильменит, лейкоксен. В знаках присутствуют циркон, рутил, редко титанит, дистен, ставролит, андалузит, апатит, турмалин, эпидот, гранат, магнетит. Количество минералов группы амфиболов значительно возрастает по сравнению с нижележащими образованиями и достигает 40% (скв. 28).

Минералы легкой фракции представлены в основном кварцем, количество которого колеблется от 15 до 80 %, кальцитом - 15 - 55 и коагулированными глинистыми комочками - 2-50%. Кроме них присутствуют глауконит, коллоидан, полевые шпаты, мусковит, углистые

частицы. Количество кварца восточнее Белосарайской косы несколько выше, чем в пределах Белосарайского залива. Повышается его содержание и в прибрежно-морских отложениях (табл. 5).

Минералогический состав тонкодисперсной фракции азово-черноморских и современных отложений характеризуется зональным распределением монтмориллонита, каолинита и гидрослюд (рис. 15-17).

Скважина 22 вскрыла серые алевритисто-песчанистые пелитовые породы на глубине 6 - 11 м. Минералогический состав этих глин представлен в основном гидрослюдами бесформенными с обломанными краями, неслоистыми, без видимой зональности, с размерами, не превышающими 0,7 - 0,8  $\mu$ . В незначительных количествах присутствует монтмориллонит. Скв. 23 вскрыты серые песчанисто-алевритистые пелитовые породы на глубине 5 - 18 м. Они представлены преимущественно изометричными зональными гидрослюдами с хорошо заметной слоистостью, а также слюдами второго морфологического типа, более округлыми, с кородированными краями, без признаков зональности и значительно меньших размеров. Здесь же встречены почти полностью утратившие свой первоначальный облик обломки кристаллов каолинита. По сравнению с более морской скв. 22, в этой скважине роль монтмориллонита как составной части серых глинистых пород повышается и достигает 15-20%.

Самой северной в этом профиле и наиболее приближенной к береговой линии скв. 24 вскрыты серые пески на глубине 5 - 16 м.

Минералогический состав тонкодисперсной части этих отложений характеризуется в первую очередь значительным преобладанием монтмориллонита, содержание которого достигает 50-60%.

Иногда присутствуют гидрослюды второго морфологического типа и огромные, почти не потерявшие первоначальной формы кристаллы каолинита.

На геологическом профиле, построенном через скважины 22, 23 и 24, отражены качественные и количественные изменения в минералогическом составе тонкодисперсной части азово-черноморских и современных отложений.

Количество гидрослюд резко уменьшается в сторону береговой линии при движении с юга на север, и в скв. 24, самой близкой от берега, содержание их сводится до минимума за счет повышения роли монтмориллонита. Каолинит совершенно отсутствует в скв. 22 и появляется в сильно разрушенном состоянии в скв. 23. В прибрежной же части (в скв. 24) - это огромные, хорошо сохранившиеся кристаллы.

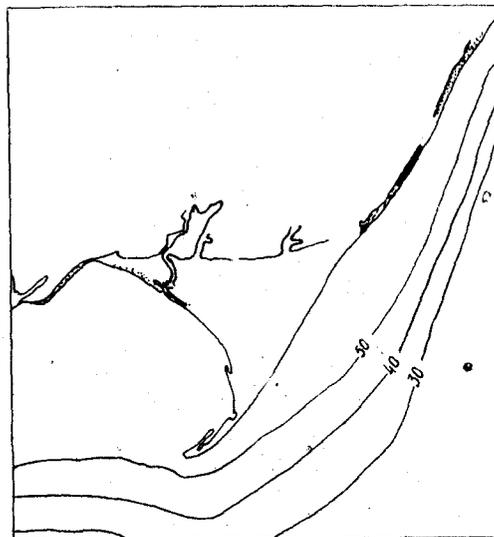


Рис. 15. Распределение монтмориллонита в пелитовой фракции азово-черноморских отложений (изолинии содержаний - в процентах).

Серые пелито-алевритовые смешанные породы вскрыты скв. 25 на глубине 3,75 - 7 м. Минералогический состав их характеризуется высоким (до 50-60%) содержанием монтмориллонита. Наряду с монтмориллонитом здесь же развиты и гидрослюды второго морфологического типа, овальные и полуовальные, неслоистые, без видимой зональности, несущие на себе следы интенсивной транспортировки. Южнее, в скв. 26, на глубине 4,5-18 м вскрыты серые, местами неоднородно окрашенные песчано-алевритовые глины с включениями небольших прослоев более алевритистых разностей. По своему минералогическому составу эти отложения являются преимущественно двухкомпонентными. Роль монтмориллонита по-прежнему очень значительная (до 50-60 %). Монтмориллонит является как бы обволакивающим материалом обломочных гидрослюд. Иногда встречаются крупные обломки фауны и зерна полевого шпата.

В скв. 27 на глубине 5,5-16,7 м вскрыты аналогичные серые глины. Минералогический состав этих глин представлен гидрослюдами, каолинитом и монтмориллонитом.

Результаты минералогического анализа (%)  
отложений Белосарайского залива

		Фракция 0,25 -							
		Дег							
Номер сква- жины	Номер образца	Глубина, м	Литология	Вес тяжелой фракции	Вес легкой фракции	Глауконит	Кальцит	Коллоиды	Кварц
22	17386		Алевритис- то-песча- нистая пели- товая порода	0,01	1,23	Ед.зн.	25	5	16
23	17387	11,0-14,7	То же	0,01	0,68	Ед.зн.	50	1	15
	17363	5,0-10,0	Песчанисто- алевритис- тая пелито- вая порода	Сл.	-	-	55	Зн.	20
24	17364	10,0-18,7	То же	0,01	-	Зн.	35	Ед.зн.	45
	17353	5,0-16,0	Песок	0,10	4,17	Ред.зн.	20	-	71
25	17369	3,75-7,0	Пелито-алев- ритовая сме- шанная по- рода	0,01	4,93	Ед.зн.	20	-	73
26	17370	7,0-12,8	То же	0,01	4,98	2	18	Ед.зн.	70
	17379	4,5-6,8	Глина	0,01	-	-	20	Зн.	45
	17380	6,3-18,0	"	Сл.	-	Ед.зн.	30	Ред.зн.	50
27	17342	5,5-16,7	"	0,01	-	Зн.	30	Зн.	40
	17344	16,7-20,0	"	Сл.	-	Зн.	40	Ед.зн.	60
28	17392	6,75-15,35	"	-	-	Ед.зн.	30	-	50
	17393	15,35- 19,95	"	0,01	3,10	Ед.зн.	20	Ред.зн.	65
29	17402	7,0-9,4	Глинисто- алевритис- тая песча- ная порода	0,10	4,93	Ед.зн.	15	Зн.	80

азово-черноморских и современных  
Азовского моря

		0,1 мм						
		кая						
Полевой шпат	Мусковит	Группа слыд	Глинистые комочки	Углистые частицы	Гидроксиды	Пирит	Циркон	
Ед.зн.	-	4	50	Ред.зн.	-	10	Ед.зн.	
Ед.зн.	-	Ед.зн.	35	Ред.зн.	-	Ед.зн.	Зн.	
Ед.зн.	Ед.зн.	-	25	-	-	Зн.	Зн.	
Зн.	-	-	-	-	-	Зн.	98	
2	-	-	7	-	-	15	7	
-	Ед.зн.	Ред.зн.	2	5	-	7	Ред.зн.	
2	-	1	4	3	-	60	Ред.зн.	
Ред.зн.	-	Ед.зн.	35	-	-	Ед.зн.	Ред.зн.	
Ред.зн.	-	-	20	-	-	-	-	
Зн.	-	-	30	-	-	Зн.	Зн.	
"	-	-	-	-	-	Ед.зн.	-	
"	Зн.	-	20	-	-	Зн.	Зн.	
8	-	Ед.зн.	5	2	-	Ед.зн.	-	
Ед.зн.	-	-	4	1	-	Ред.зн.	10	

Фракция 0,25-								
Номер скважины	Номер образца	Глубина, м	Литология	Рутыл	Ильменит	Делюксен Титанит	Саллемонит	Дистен
22	17386		Алевритисто-песчаная пелитовая порода	-	Ед.зн.-	-	-	Ед.зн.
23	17387	11,0-14,7	То же	Ед.зн.	З	Зн.	-	Ед.зн.
23	17363	5,0-10,0	Песчанисто-алевритистая пелитовая порода	Зн.	Зн.	-	-	Зн.
24	17364	10,0-18,7	То же	Ред.зн.	30	Ед.зн. 7	Ед.зн.	Ред.зн. 2
25	17369	3,75-7,0	Песок	Ред.зн.	30	7	Ед.зн.	2
			Пелито-алевритовая смешанная порода	Ред.зн.	-	-	-	-
26	17370	7,0-12,8	То же	Ед.зн.	21	5	-	Ред.зн. Ред.зн.
	17379	4,5-6,3	Глина	-	30	3	-	Ед.зн. 5
	17380	6,3-18,0	"	-	40	-	-	Ед.зн. Зн.
27	17342	5,5-16,7	"	Зн.	Зн.	Зн.	-	"
	17344	16,7-20,0	"	-	5	-	Зн.	"
28	17392	6,75-15,35	"	Зн.	Ед.зн.	-	-	"
	17393	15,35-19,95	"	-	25	Зн.	-	Зн.
29	17402	7,0-9,4	Глинисто-алевритистая песчаная порода	Ред.зн.	33	20	Ред.зн.	Ред.зн.

0,1 мм									
Тяжелая									
Андалузит	Ставролит	Апатит	Турмалин	Амфиболы	Хлоритовид	Эпидот	Гранат	Магнетит	Гидрогетит
-	Зн.	-	-	15	-	Ед.зн.	Ед.зн.	-	75
-	-	-	Ед.зн.	Ед.зн.	-	-	" "	-	97
-	Зн.	Зн.	-	-	-	Зн.	Зн.	Зн.	Зн.
-	Ред.зн.	-	-	Ед.зн.	-	Ед.зн.	Ред.зн.	Зн.	-
-	Ед.зн.	-	Ед.зн.	10	-	2	2	-	25
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зн.	-	Ред.зн.	12	10	-	8	-	-	15
-	2	-	Ед.зн.	-	-	-	Ед.зн.	-	-
-	10	-	Ед.зн.	30	Зн.	-	5	-	15
-	Зн.	-	Зн.	-	-	Зн.	Зн.	-	100
-	-	-	-	Зн.	-	-	-	-	95
-	Зн.	Зн.	Зн.	40	-	"	Ед.зн.	-	35
-	10	-	8	12	-	-	7	Ед.зн.	-

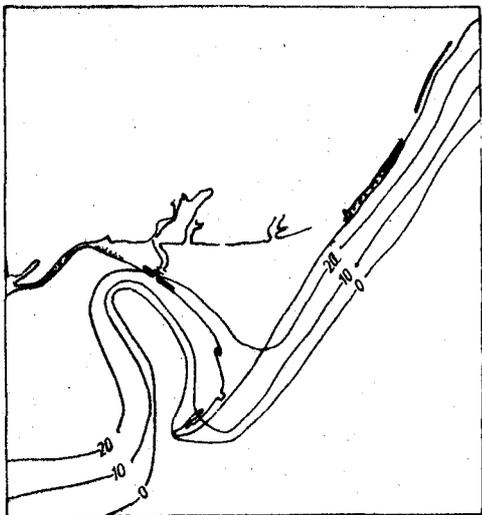


Рис. 16. Распределение каолинита в пелитовой фракции азово-черноморских отложений (изолинии содержания - в процентах).

Даже при беглом взгляде на фото вполне отчетливо улавливается, что кристаллы гидрослюд и каолинита обладают значительной массивностью. Кроме того, присутствие удлиненно-таблитчатых совершенных по форме без заметных следов переноса кристаллов гидрослюд свидетельствует об образовании ее *in situ*.

Более алевритистые разности серых глин наряду с гидрослюдами и монтмориллонитом содержат также кристаллы-гиганты каолинита. Монтмориллонит пылеватый, хлопьевидный, мелкочешуйчатый, содержится в количестве 50-60%.

Заканчивая описание серых глин, вскрытых скважинами этого профиля, мы считаем необходимым отметить почти полную идентичность минералогического состава и морфологии частиц пород скважин 27 и 24.

Геологический разрез, построенный по скв. 25, 26 и 27, приведен на рис. 18.

Серые глины вскрыты скв. 28 на глубине 6,75 - 19,95 м. Минералогический состав представлен гидрослюдами и монтмориллонитом, хотя роль монтмориллонита не превышает 30%.

Гидрослюды в основном второго морфологического типа небольшие, сильно деформированные кристаллы, без зональности и слоистости. Отмечается присутствие гидрослюд первого морфологического типа - кристаллы огромных размеров (более 10 $\mu$ ), удлиненной формы, с сильно деформированными и окатанными краями, без зональности и слоистости.

Термические исследования древнеазовских отложений, отобранных нами на глубине 6-11 м в скв. 22, показали, что кривые нагревания этих отложений характеризуются двумя глубокими и двумя средними эндотермическими эффектами (рис. 19). Первый глубокий эндотермический эффект характерен для температуры 180 $^{\circ}$ C. Второй очень сильный и широкий эндотермический эффект расположен в интервале температур 700-800 $^{\circ}$ C, достигая максимума при 780 $^{\circ}$ C. Два средних по своей интенсивности эндотермических эффекта расположены в пределах 450 и 550 $^{\circ}$ C. Кривая имеет также и свои температурные максимумы - два экзотермических эффекта при 320 и 640 $^{\circ}$ C.

Характер кривой указывает на наличие монтмориллонита и гидрослюд. Вызывает сомнение лишь эндотермический эффект при 450 $^{\circ}$ C, который, возможно, указывает на наличие еще некоторых глинистых минералов.

В этой же скважине в верхах древнеазовских отложений на глубине 11-14,7 м дифференциально-термические исследования дают еще более простую кривую нагревания, для которой характерны три глубоких эндотермических эффекта при температурах 140, 550 и 800 $^{\circ}$ C и два экзотермических эффекта при температурах 350 (плавный) и 640 $^{\circ}$ C (резкий, скачкообразный). Описанная кривая характерна для отложений гидрослюдисто-монтмориллонитового состава.

В этом же профиле несколько севернее, в скв. 23, дифференциально термическому анализу подвергались два образца древнеазовских отложений, отобранных на глубине 5 - 10 и 10 - 18,7 м. Кривые нагревания древнеазовских отложений с глубины 5 - 10 м при исследовании дифференциально-термическим анализом имели ряд эндотермических эффектов при 180 $^{\circ}$ C: широкий в интервале температур

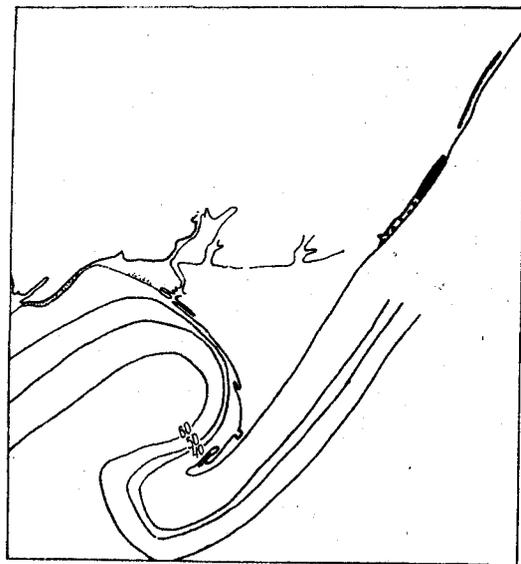


Рис. 17. Распределение гидрослюд в пелитовой фракции азово-черноморских отложений (изолинии содержаний - в процентах).

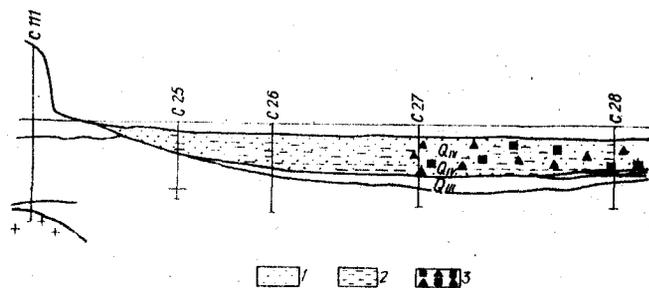


Рис. 18. Геологический разрез по скважинам 25, 26, 27: 1 - монтмориллонит; 2 - гидрослюда; 3 - каолинит.

490 - 530<sup>0</sup>С, резкий и глубокий - при 700, осложненный незначительным экзотермическим эффектом - при 750 и довольно резким эндотермическим (дуплетным) эффектом - при 770<sup>0</sup>С. Имеющиеся на кривой нагревания два экзотермических максимума неодинаковы по своей конфигурации. Первый экзотермический максимум характерен для 350<sup>0</sup>С и имеет ровные пологие склоны; второй характерен для 630<sup>0</sup>С и имеет резкий, скачкообразный характер. Кривая нагревания характерна для пород гидрослюдисто-монтмориллонитового состава с присутствием в небольших количествах каолинита.

Кривые нагревания пород, отобранных из этой же скважины на глубине 10,0-18,7 м, характеризуются менее сложной конфигурацией. Для них характерно наличие трех эндотермических максимумов при температурах 140, 550 и 800<sup>0</sup>С, причем лишь один из них (эндотермический) при 550<sup>0</sup>С осложнен небольшим дуплетным эндозэффектом; при 490<sup>0</sup>С из двух экзотермических эффектов первый более пологий при 310<sup>0</sup>С, второй несколько круче при 690<sup>0</sup>С. Более простая конфигурация кривой указывает на относительную "чистоту" глин и их монтмориллонито-гидрослюдистый состав.

Кривые нагревания древнеазовских отложений, отобранных поинтервально из скв. 25, характеризуются (для глубин 3,75-7 м) наличием четырех эндотермических эффектов с максимумами при 160, 490, 550 и 790<sup>0</sup>С и двух экзотермических эффектов с максимумами при 350 и 610<sup>0</sup>С. Анализ кривой указывает на совместное нахождение монтмориллонита (в значительных количествах) и гидрослюд в отложениях этого интервала.

Отобранные в этой скважине на глубине 7 - 12,8 м образцы, подвергнутые дифференциально-термическому анализу, дали кривые нагревания, полностью идентичные вышеописанной кривой. Состав древнеазовских отложений не изменялся с глубиной.

Дифференциально-термический анализ пород, отобранных на глубине 4,5-6,3 м скв. 26, показал наличие на кривых нагревания трех эндотермических эффектов с максимумами, расположенными в пределах 170 и 550<sup>0</sup>С с небольшим дуплетом при 490<sup>0</sup>С и третьим сильным эндозэффектом с максимумом при 780<sup>0</sup>С. Кривая имеет два экзотермических эффекта с максимумами при 320 и 650<sup>0</sup>С. Анализ кривой указывает на наличие значительного количества монтмориллонита, гидрослюд, а также, возможно, в незначительных количествах терригенных минералов.

Исследование образцов древнеазовских отложений, отобранных в скв. 27, указывает, что наряду с гидрослюдами и монтмориллонитом

в образцах присутствует также и каолинит. Как и в предыдущих образцах, для кривой нагревания характерно наличие эндоэффектов с максимумами при 180, 570 и 790°C.

Кривые нагревания пород, отобранных на глубине 6,75–15,85 м скв. 28, имеют два сильных глубоких эндоэффекта с максимумами при 160 и 750°C и один менее ярко выраженный эндоэффект с максимумом при 650°C, два экзотермических эффекта с максимумами 340 и 650°C и один очень незначительный дуплетный экзотермический эффект при температурах около 760°C. Анализ кривой указывает на гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав исследуемых пород с незначительными примесями, диагностика которых затруднительна.

#### СОВРЕМЕННЫЕ ДОННЫЕ ОСАДКИ БЕЛОСАРАЙСКОГО УЧАСТКА

Современные донные осадки Белосарайского участка являются результатом процесса седиментогенеза, имеющего место в данном районе Азовского моря в настоящее время.

Расположен этот участок в северо-восточной части акватории Азовского моря и занимает площадь 342 км<sup>2</sup>. Северной границей его является отрезок береговой линии протяженностью 44 км между г. Ждановым на востоке и с. Юрьевкой на западе. Восточная граница проходит примерно через меридиан г. Жданова (37°30' восточной долготы), западная – через меридиан с. Юрьевка (37°12' восточной долготы). Южная граница зафиксирована параллелью 46°50' северной широты. Участок прибрежный, наиболее удаленная от суши точка находится в 13,5 км от берега и расположена в юго-восточном углу. Максимальная глубина 10,4 м отмечена к юго-востоку от окончания Белосарайской косы.

Аккумулятивное тело делит участок на две части (восточную – большую и западную – меньшую), отличающиеся друг от друга процессом современного осадконакопления. Восточная часть лежит в предустьевой зоне Таганрогского, западная – преимущественно в кутовой части Белосарайского заливов.

**Гидрометеорология.** Белосарайский участок, как один из районов Азовского моря характеризуется с одной стороны, многими чертами, присущими морю в целом, с другой – обладает особенностями, обусловленными местоположением.

Формирование осадка в водоеме определяется рядом причин, и прежде всего его гидрометеорологическим режимом, источниками питания седиментационным материалом, рельефом дна, конфигурацией береговой линии.

Азовское море отличается сравнительно небольшими размерами и малыми глубинами. По данным "Гидрометеорологического справочника" (1962), площадь его акватории (без Сиваша) – 37802 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина – 14,4, средняя – 8,5 м; длина береговой линии – 2686 км, объем воды (без Сиваша) – 320 км<sup>3</sup>. Динамика вод Азовского моря определяется прежде всего ветрами, вследствие чего режим волнения, течений, уровня характеризуется большой изменчивостью. Ветровое волнение является преобладающим, быстро возникает и прекращается после уменьшения скорости ветра. Течения также обусловлены преимущественно ветром. Режим уровня зависит от огонно-нагонных колебаний.

Режим ветров определяется общими климатическими условиями. В холодный сезон года (с сентября по март) преобладают ветры северо-восточного и восточного направлений, в теплое время (с апреля по август) – юго-западного и западного; повторяемость их значительно меньше, чем у северо-восточных. Наибольшую скорость имеют северо-восточные ветры в холодное время года (рис. 20). Размеры и глубина бассейна влияют на параметры волн. Для Азовского моря характерны очень короткие и крутые волны: наиболее крупные волны при ветрах 9 баллов и более имеют длину 26, высоту 2,5 м, период 4,5 сек (волнение более 6 баллов). Волнение у побережья редко превышает 3 балла (рис. 21).

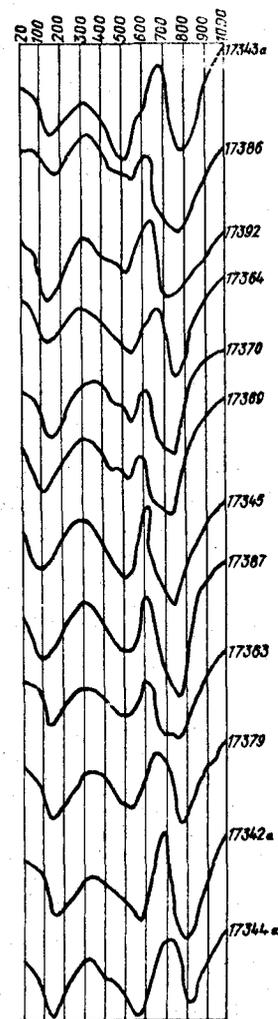


Рис. 19. Кривые нагревания пелитовой фракции азово-черноморских и современных отложений.

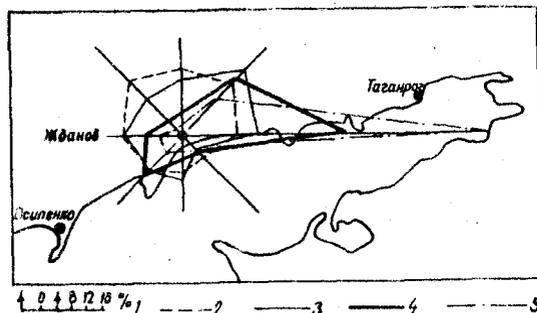


Рис. 20. Роза ветров в г. Жданове (по А. А. Аксенову, 1955):  
I - масштаб повторяемости; скорость ветра (м/сек): 2 - 1 - 3; 3 - 4 - 7; 4 - 8 - 14; 5 - более 15.

Месяц											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Лед	Лед	Лед	37/47	55/38	44/34	46/53	46/51	56/44	39/60	41/33	Лед
			45	58	239	184	311	208	63	40	

▽1   ▽2   ▾3

Рис. 21. Повторяемость степени волнения в районе Белосарайского участка (Лочия, 1968). Цифры внутри секторов - повторяемость степени волнения (% от числа наблюдений, указанного в кружках). Степень волнения (баллы): I - 0-I; 2 - II-III; 3 - IV-V.

Наиболее сильные и устойчивые штормы, часто продолжительностью в несколько суток, отмечаются преимущественно осенью и зимой и направляются с северо-востока. Редкие, но сильные штормы противоположного направления, вызываемые главным образом юго-западными ветрами, отмечаются в летнее время года.

Существует ряд схем течений Азовского моря. Наиболее логична схема Н. В. Белокурова и Д. К. Старова (1946), в которой указано два типа циркуляции водных масс в море в зависимости от северо-восточного или юго-западного ветра, причем схемы течений поверхностного (0-1 м) и навигационного (0-5 м) слоев при ветрах одного направления отличаются друг от друга (рис. 22).

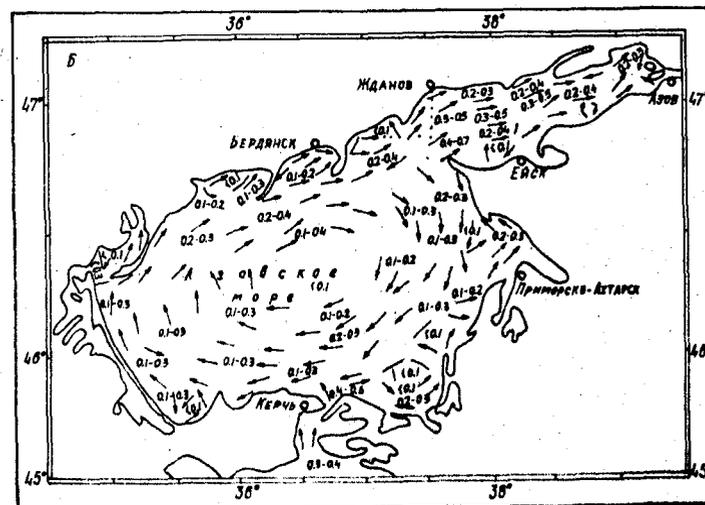
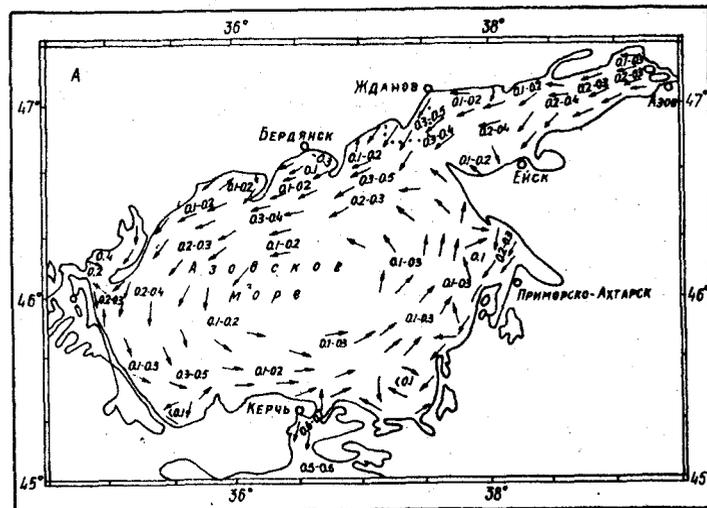


Рис. 22. Течение в навигационном слое (Лочия, 1968):  
А - при умеренных ветрах северо-восточной четверти горизонта;  
Б - при умеренных ветрах юго-западной четверти горизонта.

Сезонные колебания уровня моря, связанные с материковым стоком, незначительны. Наибольшее значение имеют стогно-нагонные явления, наблюдаемые в течение года. Однако в разных районах они проявляются по-разному. Сильные ветры от восток-северо-востока и запад-юго-запада составляют примерно 80% от общего количества штормов. Направление их совпадает с протяженностью моря, что ведет к максимальным колебаниям в Таганрогском заливе (амплитуда 5 м) и у Арбатской стрелки. Колебания уровня у г. Жданова иногда превышают 2 м.

Ледовый режим в разных участках моря несколько отличается. Самое раннее замерзание отмечается в северо-восточных районах, которые позже других освобождаются от льдов. Сплошной лед образуется в прибрежных районах. Устойчивый ледяной покров формируется у северного побережья к началу января и исчезает обычно в марте, вследствие чего северный берег в течение двух месяцев не подвергается воздействию волн (см. рис. 21).

**Морфология берега.** Современная береговая линия Белосарайского участка имеет протяженность около 44 км, а коренной берег — 30 км. Такое соотношение объясняется существованием крупного аккумулятивного тела, как бы насаженного на берег — Белосарайской косы. В пределах современного берега выделяются абразионные и аккумулятивные участки (рис. 23). На абразионную часть приходится 16 км (12 км к востоку от Белосарайской косы и 4 км к западу), аккумулятивную (окаймляющую тело Белосарайской косы) — примерно 28 км. Половина этого расстояния захватывает внешнюю (мористую) сторону косы, другая — внутреннюю, обращенную к заливу. Коса блокирует 14 км коренного берега, превращенного в отмерший клиф, и приключена к нему в месте крутого изгиба.

Отличительной чертой коренного берега Белосарайского участка является относительно большая высота берегового обрыва. Почти на всем протяжении она колеблется в пределах 40–50 м над уровнем моря.

Коренной берег к западу и востоку от основания косы подвергается интенсивной абразии, вследствие чего на некоторых участках развиты оползни и обвалы, образующие весьма сложный ступенчатый рельеф. Так, к западу от порта Жданов простирается высокий абразионный берег, причем у основания обрыва выходят слои мелкозернистого песка, легко размываемого волнами. Образующаяся при этом волноприбойная ниша создает благоприятные условия для отрыва и сползания крупных глыб лессовидного суглинка, которым слагается берего-

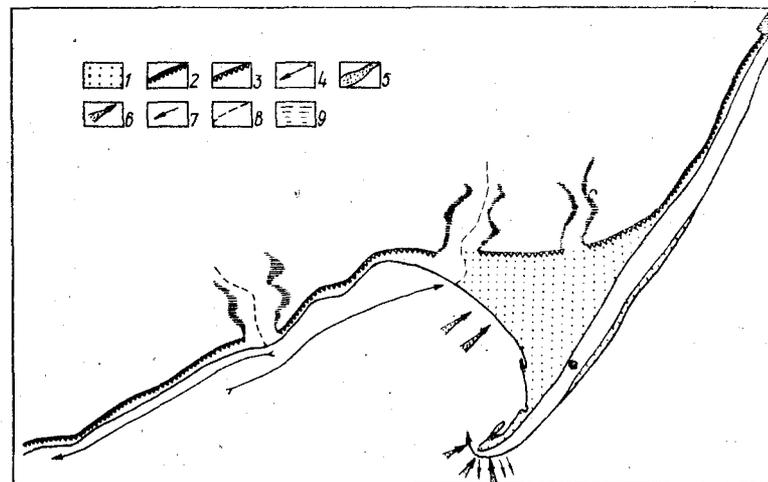


Рис. 23. Карта-схема морфологии и динамики берега Белосарайского участка (по В.П.Зенковичу, 1957):

1 — аккумулятивный берег; 2 — активный клиф; 3 — отмерший клиф; 4 — потоки наносов; 5 — потоки наносов различной мощности. Направление подачи материала: 6 — из водоема на берег; 7 — с берега в водоем; 8 — временные водотоки; 9 — склоны балок и оврагов.

вой обрыв. Однако на участке коренного берега, защищенном Белосарайской косой, нет оползней и обвалов, а склон его несколько выпо-

ложен. Берег сравнительно мало расчленен, хотя его и прорезают долины, не имеющие постоянных водотоков. Поперечный профиль их U-образный, а склоны, как правило, закреплены растительностью. Некоторые долины "висят", что указывает на определенное соотношение абразии и эрозии. Расположение овражно-балочной системы также свидетельствует о разрушении суши морем. Так, к западу от порта Жданов высокий берег под острым углом прорезан балкой Самарина так, что линия водораздела проходит в непосредственной близости к бровке берегового обрыва.

Аккумулятивное тело, Белосарайская коса, образует с общим направлением берега угол, равный приблизительно  $45^{\circ}$ , приключаясь к нему широким треугольным выступом. Коса отгораживает от моря

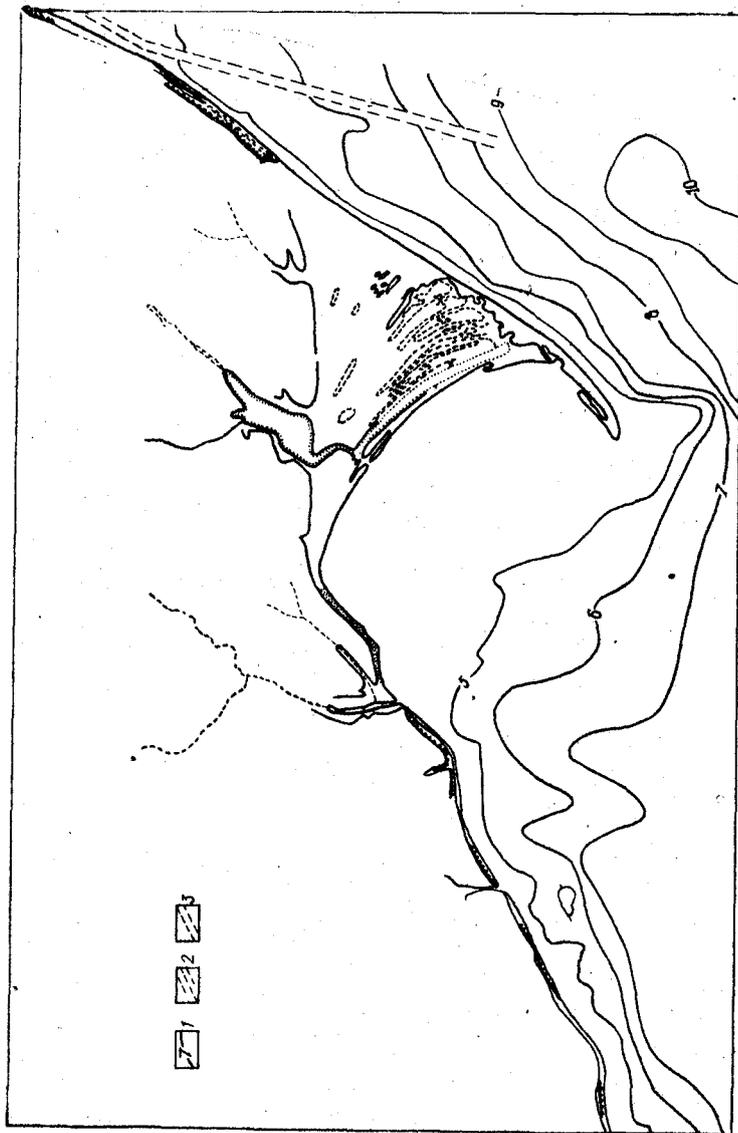


Рис. 24. Рельеф дна Азовского моря в районе Белосарайского участка:  
1 - изобаты (глубины в м); 2 - судовой канал; 3 - свалка глина.

залив одноименного названия, кутловая часть которого называется Тараньей бухтой. Восточный берег ее почти прямолинейный и приглубый, западный - отмелый и образует плавную кривую, вогнутую в сторону суши. Концевая часть косы длиной около 5 км изгибается к западу. Здесь расположено вытянутое озеро-лиман, отделенное от моря узкой полоской песчаного пляжа. К западу от основания косы находится небольшой участок аккумулятивного берега, служащего как бы ее продолжением.

Выравненный восточный берег косы имеет четко выраженный штормовой вал с относительной высотой до 1,5 м. За ним лежит полоса частично закрепленных растительностью песчаных бугров неправильной формы. Ширина полосы песчаных бугров не более 200 м. Далее на запад простирается почти идеальная равнина с характерными элементами микрорельефа. Это вытянутые в виде полого изогнутых дуг песчано-ракушечные валы с относительной высотой 20-30 см. Между валами располагаются обширные понижения, иногда овальной формы, но чаще вытянутые соответственно направлению валов (рис. 24).

Литологические особенности береговых отложений. Берег Белосарайского участка представлен абразионной и аккумулятивной частями. Абразионная часть приурочена к коренному берегу, в строении которого участвует комплекс легко разрушаемых песчано-глинистых отложений верхнеплиоценового и четвертичного возрастов. Аккумулятивная часть сложена продуктами разрушения коренного берега и ракушечным материалом.

Отложения коренного берега представлены (сверху вниз): мощной толщей лессовидных суглинков, красно-бурыми глинами, сравнительно мощным слоем песков, песчаников и конгломератов.

Конгломерат сложен галечным, нередко гравийно-галечным слабо сортированным материалом, связанным глинистым цементом. Состав гальки преимущественно кварцевый; ранее встречались граниты и гранито-гнейсы.

Песчаники состоят преимущественно из окатанных кварцевых зерен с глинистым цементом. По сравнению с конгломератом имеют большую плотность.

Ниже лежащие серые кварцевые пески с незначительной примесью темноцветных минералов характеризуются преобладанием фракции 0,5 - 1,0 мм.

Рельеф дна. В пределах участка дно постепенно понижается в сторону моря. Лишь к юго-востоку от окончания Белосарайской

косы отмечена очерченная изобатой 10 м ложбина с наибольшей глубиной в пределах участка 10,4 м (см. рис. 24).

Наибольшая густота изобат наблюдается к югу от дистального окончания Белосарайской косы. Отсюда на восток и запад они расходятся веером, постепенно отдаляясь от берега.

Существует ряд особенностей в строении подводного рельефа участка. Наиболее важной из них является различная крутизна подводных береговых склонов восточного и западного берегов аккумулятивного тела Белосарайской косы (Аксенов, 1955). С восточной стороны косы изобата 5 м проходит от берега на расстоянии 0,5 - 0,6 км, а с западной - на расстоянии 5-6 км.

В первом случае уклон в верхней части профиля подводного склона на глубинах 0 - 2 м 1:30, средний уклон на глубинах 2 - 4 м - 1:150; во втором уклон 1:35 соответствует глубинам 0 - 1,2 м, а ниже по профилю уклон не превышает 1:200 (рис.25).

Геолокационные профили, пройденные по нормали к береговой линии восточной части Белосарайского участка (рис. 26), почти повсеместно зафиксировали по два подводных вала, располагающихся в пределах двухсотметровой прибрежной полосы и простирающихся параллельно берегу (рис. 27). Они формируются в пределах подводного склона и являются формой динамического равновесия склон - наносы. Однако на профиле 9I, в районе абразионного оползневой берега, абразионным является и подводный склон. Дальше в сторону моря на дне отмечается гряда выпирания.

Обращает на себя внимание неравномерная густота изобат в различных интервалах, на различных участках дна, что свидетельствует о различной крутизне его склонов. Так, к югу от дистального окончания Белосарайской косы изобатой 5 м очерчен мысообразный выступ; его склон фиксируется в интервалах глубин 5-7 м.

Далее на северо-восток изобата 5 м стабильно удерживается на расстоянии 300-500 м вдоль всего тела Белосарайской косы, а затем, не доходя около 1 км до устья балки Самарина, - вдоль коренного берега. Далее она разворачивается к востоку, уходя от берега на значительное расстояние. Изобата 6 м отворачивает от берега на северо-восток у корневой части косы, а изобата 7 м - у ее юго-западной трети.

Динамика берега и подводного склона. Как указывал А.А.Аксенов (1955), главной особенностью динамики берега участка является существование серии потоков наносов (см.рис.25), которые фор-

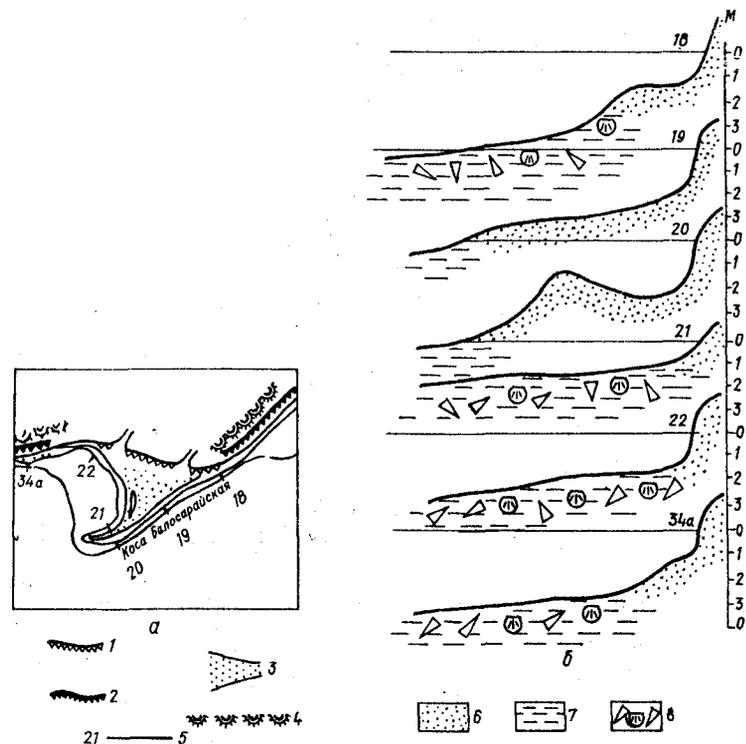


Рис. 25. Морфология берега и подводного склона Белосарайского участка (по А.А.Аксенову, 1955):

а - морфология берега; б - профили подводного склона; 1 - отмерший клиф; 2 - активный клиф; 3 - аккумулятивный берег; 4 - оползни; 5 - линии подводных профилей; 6 - песчаные отложения; 7 - илестые отложения; 8 - ракуша.

мируются преобладающим волнением. Там, где берег не защищен от восточных и северо-восточных штормов, потоки наносов обладают большей емкостью и при наличии крупнозернистого обломочного материала - соответственно большей мощностью. На участке берега, защищенном от преобладающего волнения аккумулятивным телом Белосарайской косы, потоки наносов имеют меньшее протяжение и направлены с запада на восток.

Деятельность человека оказывает значительное влияние на динамику прибрежной зоны. Так, на участке от устья р.Кальмиус до

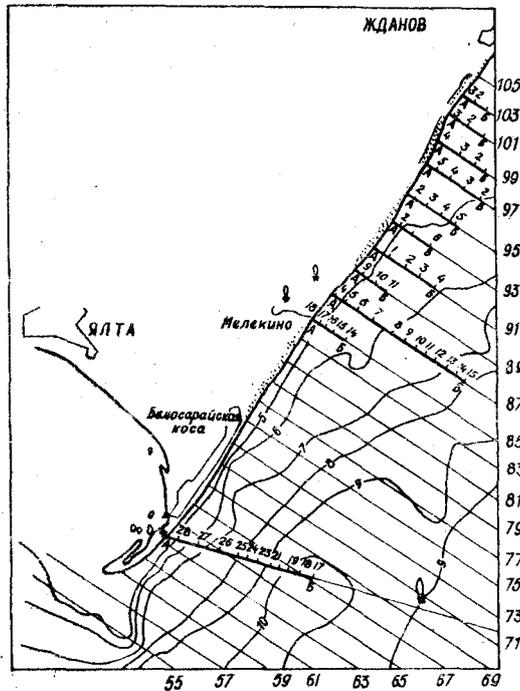


Рис. 26. Схема расположения геологических профилей в районе Белосарайского участка.

Белосарайской косы естественный режим сильно изменился после постройки порта Жданов. К западу от порта расположен аккумулятивный участок берега протяженностью около 1,5 км. Ширина пляжа здесь изменяется от 15 (у порта) до 2 м, что свидетельствует о движении наносов в основном с запада на восток. Далее на запад, до начала Белосарайской косы, расположен участок берега, интенсивно разрушаемый морем (скорость абразии примерно 1 м в год). Восточный берег косы также отступил после сооружения порта (за 1936-1955 гг. - у маяка на 10-15 м), так как вынос материала вдоль восточного берега косы превалирует над поступлением в связи с сокращением области питания потока наносов.

Постоянная выемка грунта и свалка его вдоль восточного абразивного берега участка также влияет на динамику берега, баланс и вещественный состав осадочного материала в пределах участков (см. рис. 24).

Таблица 6  
Особенности распределения раковин моллюсков отдельных видов в донных осадках Белосарайского участка

Вид	Преимущество: лентная со-хранность	Степень устой-чивости механи-ческому воздей-ствию	Среднее содержание в ассоциациях по участку, % (по 14 колонкам)	Частота встречаемости отдельных видов, % (по 36 колонкам)	Или: Смешан-ные осадки		
					Алев-риты	Или-осадки	По участ-ку
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Обломки	Хрупкие	3,0	30	3	3	36
<i>Cardium edule</i>	Удовлетво-рительная	Средней крепости	48,0	86	8	6	100
<i>Monodacna colorata</i>	Хорошая	Хрупкие	1,0	3	-	-	3
<i>Abra ovata</i>	Удовлетво-рительная	"	8,0	75	8	6	89
<i>Dreissena polymorpha</i>	Хорошая	"	1,0	3	-	-	3
<i>Corbula (Lentidium) mediterranea</i>	Удовлетво-рительная	Средней крепости	2,0	28	-	-	28
<i>Pholas (Barnea) candidus</i>	Обломки	Хрупкие	1,0	17	-	-	17
<i>Rissoa (Turboella) parva</i>	Удовлетво-рительная	Мягкая хорошему	1,0	19	-	6	19
<i>Hydrobia ventrosa</i>	Хорошая	тому устойчива	15,0	33	-	-	39
<i>Bittium reticulatum</i>	Удовлетво-рительная	прочная истирания	20,0	63	6	6	75
<i>Nassarius reticulatus</i>	Удовлетво-рительная	то же	1,9	8	-	5	8
<i>Ocostomia pallida</i>	"	"	1,0	28	-	-	39
<i>Retusa umbilicata</i>	"	"	2,0	19	-	-	22

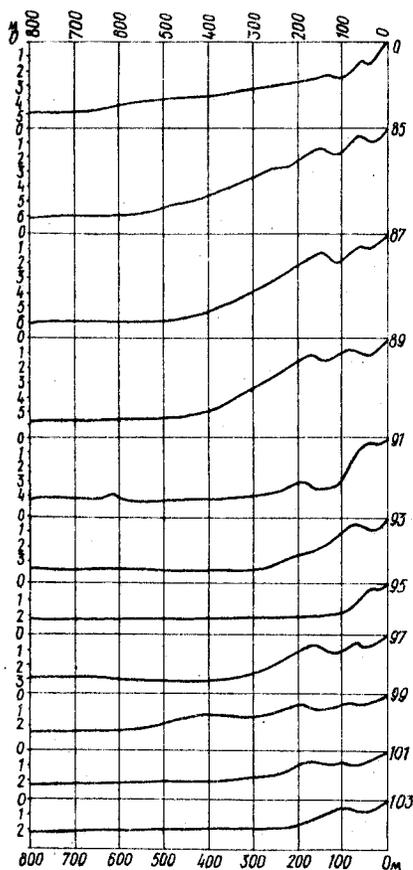


Рис. 27. Профили подводного склона по данным геолокационной съемки.

Согласно Д.Г.Панову и М.К.Спицак (1961), средняя годовая продуктивность раковин бентоса в Азовском море составляет примерно 25,5 млн. т. Половина этого количества остается в пределах бассейна, составляя около 24,3% (10 млн. т) осаждаемого в нем вещества. Другая половина участвует в строении надводных аккумулятивных тел.

На западный берег влияют в основном два разнонаправленных потока наносов, которые возникают под действием волнения от запада и юго-запада: первый направлен от оконечности косы на северо-запад и формируется из материала, который с востока "обтекает" окончание косы; второй формируется за счет абразии участка коренного берега в заливе, расположенного к западу от косы и защищенного от преобладающего восточного волнения, и направлен с запада на восток.

Краткая характеристика фауны донных осадков. Биогенный компонент играет значительную роль в поставке вещества в донные осадки Азовского моря. Благоприятные условия вызывают бурное развитие фауны моллюсков, а периодические заморные явления — массовую их гибель. Скелетные остатки моллюсков захоронятся на месте в осадке или под влиянием гидродинамического фактора перерабатываются, транспортируются и, подвергаясь гранулометрической дифференциации, вновь отлагаются в донный осадок, а также идут на формирование берегов.

Фауна моллюсков Белосарайского участка отбиралась из колонок донного грунта, поднятого ударной трубкой к юго-востоку от Белосарайской косы и в кутовой части одноименного залива. Всего было изучено 36 проб, что позволило определить видовой состав и отметить некоторые особенности распределения отдельных видов в осадках участка.

Моллюски исследуемой территории принадлежат к двум классам — двустворчатым *Lamellibranchiata* и брюхоногим *Brachiopoda*; среди них встречено 13 видов, однако содержание их в ассоциациях и частота встречаемости различны (табл. 6).

Двустворчатые представлены следующими видами: *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Monodacna colorata*, *Abra ovata*, *Dreissena polymorpha*, *Corbula (Lentidium) mediterranea*, *Pholas (Barnea) candidus*.

*Mytilus galloprovincialis*. Раковины установлены в донных осадках исключительно в виде обломков в небольшом количестве. В отдельных колонках количество раковин увеличивается, в других — отсутствует.

*Cardium edule* распространен повсеместно в преобладающем количестве. Створки кардиум в основном разрознены. Преобладают раковины средней хрупкости, толстостворчатые (массивные) встречаются редко. Створки преимущественно удовлетворительной сохранности, однако встречаются и обломки — от крупных до мельчайших. Нередки молодые особи кардиум, что указывает на их автохтонность.

*Monodacna colorata* встречена лишь в одной донной колонке (63/3). Раковина хорошей сохранности, тонкостенная, хрупкая.

*Abra ovata*. Небольшие хрупкие раковинки встречаются реже, чем раковины кардиум, хотя и установлены почти во всех донных пробах. Преобладают раковины удовлетворительной сохранности, створки разрозненные. В отдельных пробах установлена молодь.

*Dreissena polymorpha* отмечена лишь в одной из проб (63/3). Створка хорошей сохранности.

*Corbula (Lentidium) mediterranea*. Раковины встречаются очень редко. Сохранность раковин удовлетворительная. Попадают неразрозненные створки и молодь.

*Pholas (Barnea) candidus* — встречены в основном в виде обломков в незначительном количестве. В одной из проб установлено наличие молодки.

Брюхоногие представлены *Rissoa (Turboella) parva*, *Hydrobia ventrosa*, *Bittium reticulatum*, *Nassarius reticulatus*, *Odostomia pallida*, *Retusa umbilicata*.

*Rissoa* (*Turboella*) *parva* установлена в некоторых пробах. Сохранность раковин удовлетворительная и хорошая, преобладает молодь.

*Hydrobia ventrosa*. Раковины хорошей сохранности, встречаются иногда в большом количестве (наравне с молодью).

*Bittium reticulatum* установлен в большинстве колонок. Обычно тонкие башенковидные раковины всегда удовлетворительной сохранности. Отмечено наличие молодых особей.

*Nassarius reticulatus* встречен в нескольких пробах (71/1, 49/1, 69/1). Обычно раковина хорошей сохранности, попадает молодь.

*Odostomia pallida*. Раковины установлены в некоторых донных пробах в незначительном количестве.

*Retusa umbilicata*. Раковины хорошей сохранности, встречаются довольно часто. Установлена молодь этого вида.

Характер перечисленной фауны свидетельствует о том, что исследуемый участок приурочен к полосе активной гидродинамической обстановки прибрежной зоны. Отмечается транспортирующая и сортирующая роль вдольберегового течения (массивные створки кардиум иногда содержатся в илстых осадках, в которых обычно обитают моллюски с тонкой хрупкой раковиной). Раковины гастропод благодаря хорошей плавучести более устойчивы к воздействию волн. Этим объясняется небольшое количество их обломков. Раковины всех видов моллюсков принадлежат к одному тонаоценозу (молодь в осадке, неразрозненность створок). Местобитание их — мягкий, илстый грунт, в меньшей степени — смешанные осадки и алевриты (см. табл. 6):

Состав моллюсков донных отложений Белосарайского участка характерен для новоазовских осадков Азовского моря (Хрусталев, Вронский, 1971).

Фауна моллюсков Белосарайского участка, по данным В.П.Воробьева (1949), принадлежит к биоценозу *Cardium*, обитающему на илах с ракушечником на глубинах от 1–2 до 12 м. По происхождению это средиземноморский (азово-черноморский) биоценоз с эвригалинной фауной моллюсков. Здесь преобладает комплекс *Cardium*–*Hydrobia*. Однако, по нашим данным, в этом районе *Bittium* преобладает над *Hydrobia*. Остатки типично солоноватоводной фауны моллюсков (*Dreissena*, *Monodacna*) здесь крайне редки и, очевидно, являются иммигрантами из Таганрогского залива.

Вещественный состав донных осадков. Определяется источниками питания, перераспределением вещества в условиях водоема и размещением его в соответствии с законами осаждения.

На баланс осадочного материала в Азовском море существенно влияют твердый сток рек, абразия берегов и биогенный фактор; роль хемогенного осаждения незначительна (ведосов, 1952, 1961; Панов, Спичак, 1961). Хемогенная садка существенна лишь для карбоната кальция, тяготеет к мелководью (Цурикова, 1962) и в наибольших количествах отмечена у восточного побережья моря.

В целом для водоема характерна гранулометрическая дифференциация осаждаемого материала, а в связи с этим и гранулометрический контроль вещества в осадке.

Классификация и номенклатура. Существует значительное количество классификационных схем, составленных как для осадочных пород, так и для современных донных осадков океанов и морей. Основным лишь на широко применяемой советской океанологической школой классификации Института океанологии АН СССР, разработанной Л.П.Безруковым и А.П.Лисицыным (1960) и построенной по тем же принципам, что и классификация Н.М.Страхова (1953, 1954).

В основу классификации положено подразделение осадков по гранулометрическому (табл. 7) и вещественному составам (компоненты — карбонаты, аутигенный кремнезем, железо, марганец, органическое вещество). Составлена она для осадков морских водоемов нормальной солености. В качестве основных показателей гранулометрического состава приняты содержание преобладающей фракции и средний диаметр частиц осадков (*Md*).

Эта классификация универсальна для сравнительно однородных океанических осадков. В условиях прибрежного Белосарайского участка она не может дать полной характеристики осадка. С подобной ситуацией столкнулся Е.Н.Невесский (1967) при изучении прибрежных осадков Черного моря.

Поэтому нам пришлось воспользоваться несколько измененной гранулометрической классификацией Л.В.Пустовалова и др. (1944), в основу которой также был положен принцип преобладающей фракции, по которому давалось основное название осадка: псефиты, псаммиты, алевролиты, пелиты и смешанные. Преобладающая фракция должна составлять не менее 50%. В смешанных осадках каждая из фракций также не должна превышать 50%.

В табл. 8 установлено шесть градаций изменений каждого компонента (%): 100–95, 95–75, 75–50, 50–25, 25–5, 5–0.

Таблица 7

Классификация морских обломочных осадков по гранулометрическому составу (по П.Л.Везрукову и А.П.Лисицкину, 1960).

Группы осадков	Осадки	Размеры преобладающих частиц, мм	Md, мм
Грубообломочные осадки (псефиты)	Глыбы	1000	-
	Валуны		
	крупные	1000-500	-
	средние	500-250	-
	мелкие	250-100	-
	Галечники		
	крупные	100-50	-
Песчаные станции (псаммиты)	Гравий		
	крупный	10-5	-
	средний	5-2,5	-
	мелкий	2,5-1	-
	Пески		
	крупные	1-0,5	1,0-0,50
	средние	0,5-0,25	0,50-0,25
Алевритовые осадки (алевериты)	Алевериты		
	крупные	0,1-0,05	0,10-0,05
	мелкоалеверитовые илы	0,1-0,01	0,05-0,01
Глинистые осадки (пелиты)	Алеверито-глинистые илы	<0,01 (<70%)	<0,01-0,007
	Глинистые илы	<0,01 (<70%)	<0,007

Таблица 8

Классификация осадочных пород по гранулометрическому составу

Тип породы	Группа	Подгруппа	Порода	Содержание фракций, вес. %		
				Пески I-0,1 мм	Алевериты 0,1-0,01 мм	Пелиты <0,01 мм
Псаммиты	1	а	Песок	95-100	0-5	0-5
		б	алеверитистый	75-95	5-25	0-5
		в	глинистый	75-95	0-5	5-25
	2	а	алеверитисто-глинистый, глинисто-алеверитистый	75-95	5-25	5-25
			алеверитовый	50-75	25-50	0-5
		б	глинисто-алеверитовый	50-75	25-50	5-25
			пелитовый	50-75	0-5	25-50
	3	а	алеверитисто-пелитовый	50-75	5-25	25-50
			алеверитисто-глинисто-песчаная, глинисто-алеверитисто-песчаная	50-75	5-25	5-25
		б	песчаная, глинисто-алеверитовая	50-75	5-25	5-25
Алевериты	1	а	Алеверит	0-5	95-100	0-5
		б	песчаный	5-25	75-95	5-25
		в	глинистый	0-5	75-95	5-25
		г	песчанисто-глинистый, глинисто-песчанистый	5-25	75-95	5-25
	2	а	песчаный	25-50	50-75	0-5
		б	глинисто-песчаный	25-50	50-75	5-25
	3	а	пелитовый	0-5	50-75	25-50
		б	песчанисто-пелитовый	5-25	50-75	25-50
	4	а	Песчанисто-глинистая алеверитовая, глинисто-песчаная алеверитовая	5-25	50-75	5-25
			песчаная алеверитовая	5-25	50-75	5-25
Пелиты	1	а	Глина	0-5	0-5	95-100
		б	песчанистая	5-25	0-5	75-95
		в	алеверитистая	0-5	5-25	75-95
		г	песчанисто-алеверитистая, алеверитисто-песчанистая	5-25	5-25	75-95
	2	а	песчаная	25-50	0-5	50-75
		б	алеверитисто-песчаная	25-50	5-25	50-75
	3	а	алеверитовая	0-5	25-50	50-75
		б	песчанисто-алеверитовая	5-25	25-50	50-75
4	а	Песчанисто-алеверитистая, алеверитисто-песчанистая	5-25	5-25	50-75	
		пелитовая	5-25	5-25	50-75	
Углолиты (смешанные породы)	1	а	Песчано-алеверитовая, алеверитово-песчаная смешанная	25-50	25-50	5-25
		б	пелито-песчаная смешанная	25-50	5-25	25-50
	2	а	Песчано-пелитовая, пелито-песчаная смешанная	25-50	5-25	25-50
		б	Алеверито-пелитовая, пелито-алеверитовая смешанная	5-25	25-50	25-50
3	а	Песчано-алеверитово-пелитовая смешанная	25-50	25-50	25-50	
	б	алеверитово-пелитовая смешанная	25-50	25-50	25-50	

Осадки, содержащие не более 5% примеси одного из компонентов, считаются чистыми; содержание 5-25% примеси учитывается добавлением к основному названию осадка суффикса "ист" (песок алевритистый), 25-50% - добавлением прилагательного с суффиксом "ов" (песок алевритовый). При сложном гранулометрическом составе на первое место ставится прилагательное, указывающее на содержание меньшей примеси (песок глинисто-алевритовый).

При дальнейшем изложении материала к пелитовым осадкам применяется термин "ил", а не глина в связи с их литосвойствами; примесь тонкодисперсной части в осадке фиксируется прилагательным пелитовый (>25%) и глинистый (5-25%); примесь песчаного материала (>25%) - прилагательным песчаный.

Типы донных осадков. Одной из основных особенностей современных донных осадков Азовского моря, несмотря на малые глубины водоема, является их необычайная тонкозернистость. Это явление обусловлено характером материала, выносимого реками и поступающего в бассейн за счет абразии берегов. Однако прибрежное местоположение Белосарайского участка также сказывается на гранулометрическом составе развитых здесь осадков и определяет их пестроту.

Согласно принятой классификации (см. табл. 8), встречены следующие их типы: пески, алевриты, илы, смешанные осадки (табл. 9). Пространственное размещение донных осадков отражено на литологической карте участка (рис. 28). В осадках Азовского моря материал гравийно-галечной размерности представлен в основном ракушкой и ее створками. Ракушка и ее остатки в составе осадка может быть автохтонного и аллохтонного происхождения. В первом случае она захороняется на месте обитания и влияет на натуральный гранулометрический спектр осадка, не является итогом его формирования в результате гидродинамических причин, во втором ракушка или ее створки вовлекаются волнением или течениями в процессы гранулометрической дифференциации и накапливаются в соответствующих местах. Между этими крайними вариантами существует множество переходных, когда трудно определить, какого происхождения ракушка преобладает.

Основная масса аллохтонной ракушки формирует тело косы ближе к дистальному ее окончанию (Аксенов, 1955). Значительная часть ракушин в зоне активного гидродинамического прибрежного режима истирается, обогащая песчаную и алевритовую фракции. Остальная ракушка хотя и несет следы гидродинамического воздействия, все же в боль-

Т а б л и ц а 9  
Гранулометрическая характеристика (%) современных донных осадков  
Белосарайского участка

Тип осадка	Кол-во проб	Глубина распространения, м	Фракция, мм		M <sub>d</sub> , мм	Коэффициент сортировки
			>1	0,1-0,01		
Пески	35	0-6	(0-61,70)	0,02-34,40	0,14-0,66	1,21-4,51
			9,65	4,17	0,29	1,62
Алевриты	13	2,5-9,3	(0,13-35,24)	50,12-69,31	0,01-0,04	2,81-3,28
			6,29	2,77	0,02	3,09
Илы	221	0,5-10,2	(0-43,14)	7,80-48,98	0,07-0,10	1,55-5,14
			5,66	5,14	0,009	3,09
Фракция <0,01 мм >75%	10	6,5-10,0	(0-16,00)	75,00-95,54	0,006-0,009	1,54-1,91
			4,03	2,61	0,007	1,60
Смешанные осадки	50	0,5-9,7	(0-43,00)	18,28-55,21	0,008-0,093	2,25-10,6
			15,16	15,97	0,03	3,90

П р и м е ч а н и я. 1. Фракция >1 мм вычитается из навески и не входит в 100%, поэтому цифры помещены в скобках.

2. Числитель - минимальное и максимальное значение; знаменатель - среднее значение.

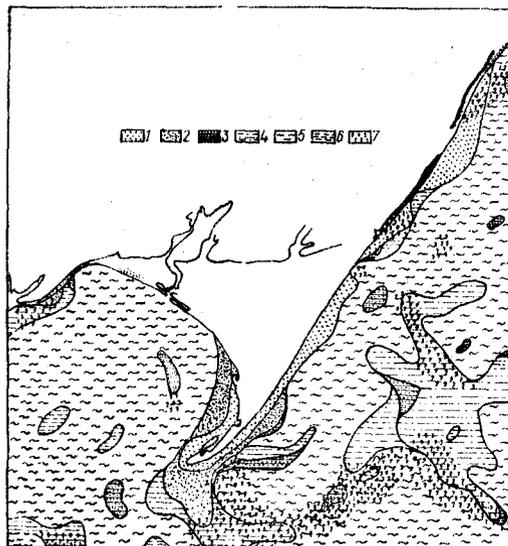


Рис. 28. Литологическая карта современных донных осадков Белосарайского участка.  
 Песок: 1 - фракция 1-0,1 мм >95%; 2 - фракция 1-0,1 мм <95%; 3 - алевриты; 4 - смешанные осадки; илы: 5 - фракция <0,01 мм <75%; 6 - фракция <0,01 мм >75%; 7 - участки с повышенным содержанием фракции >1 мм >25%.

динамикой прибрежной полосы. Цвет песков - желто- и темно-серый. Преобладают мелкозернистые пески. Средне- и крупнопесчаная фракции только в сумме могут превышать мелкопесчаную (см. табл. 9). Медианный диаметр частиц песков находится в пределах 0,14-0,66 мм, в среднем 0,29 мм. Коэффициент сортировки колеблется от хорошего (1,21) до плохого (4,51), в среднем хорошая сортировка (1,62). Содержание тяжелой фракции в песках неодинаково для восточной половины участка и Белосарайского залива: в первом случае составляет в среднем 8,3%, во втором - 0,8%. Пески преимущественно кварцевые. Содержание кварца в легкой фракции мелкопесчаного материала (0,25-0,1 мм) колеблется от 75 до 98%. Постоянно незначительное количество кальцита. Из тяжелых минералов основными являются роговая обманка и ильменит. Первая в большинстве случаев преобладает. Содержание роговой обманки в тяжелой фракции мелкопесчаного материала песков колеблется в восточной половине участка от 20 до 82, в среднем 53%; в Белосарайском заливе - от 35 до 85, в среднем 69%. Для ильменита эти величины колеблются соответственно от 12 до 60, в среднем 31% и ред. зн. - 15, в среднем 7%. Из остальных минералов для восточной половины участка характерны гранат, ставролит, дистен, содержания которых колеблются в пределах первого десятка процентов, а также силлиманит, турмалин, эпидот, рутил, гидрогетит, содержание которых не превышают знаки. В нескольких пробах встречен пирит.

Для Белосарайского залива второстепенные минералы тяжелой фракции представлены тем же комплексом, при этом возрастает роль дистена (пределы содержания - 2-40, в среднем 16%), силлиманита, турмалина. В одной из проб (47/2) встречен пирит, причем содержание его составило 20%.

Алевриты занимают небольшие удлиненные узкие пятна вдоль восточного побережья Белосарайского участка, а также образуют небольшие редкие локальные пятна в более морской части (рис. 28). Глубины их образования - 2,5 - 9,3 м. В прибрежной полосе алевриты приурочены к переходной зоне между песками и илами, в морской - преимущественно между илами и смешанными осадками. Визуально это темно-серые и черные осадки (цвет их определяется количеством при-

множестве представлена молодыми особями, что указывает на автохтонность.

Все это заставляет исключить фракцию >1 мм из навески при расчете гранулометрического состава осадков (см. табл. 9).

Гравийно-галечный материал в пределах участка может быть представлен также обломками пород, поступающих в водоем в связи с абразией берегов. В значительных количествах он занимает небольшие участки лишь вблизи источников питания. Для единообразия к характеристике распределения материала <1 мм в этом случае гравийно-галечный материал также был исключен при оценке гранулометрического состава осадка.

Пески прослежены почти непрерывной полосой шириной 0,5-1 км вдоль восточного берега Белосарайского участка, у дистального окончания косы, мысом выдвигаются на 2,5 км к юг - юго-востоку и, обтекая окончание косы, заходят в залив. Кроме того, небольшое пятно песков встречено у северного берега кутовой части Белосарайского залива. В пределах участка глубины их распространения изменяются от 0 до 6 м, что связано с крутизной подводного склона и гидро-

меси пелитового материала), часто илообразной консистенции, но в высушенном состоянии слабо связаны. Содержание алевритовой фракции в этих осадках колеблется от 50,12 до 69,31, в среднем 56,37% (см. табл.4). По сравнению с песками уменьшается содержание фракции >1 мм, примесь песчаного материала не превышает 5,7%, однако значительно возрастает количество пелитового материала, достигая 49,12% при средних значениях 40,66%. Средний медианный диаметр частиц осадка - 0,02 мм; средний коэффициент сортировки - 3,09. Содержание тяжелой фракции в алевритовом материале осадка для восточной половины участка колеблется от следов до 0,4%, составляя в среднем 0,2%. Такие же значения характерны и для Белосарайского залива.

Набор минералов алевритовой размерности мало отличается от мелкопесчаных. Легкая фракция представлена преимущественно кварцем и кальцитом, причем для восточной половины участка характерно преобладание первого над вторым (содержание кварца - 50-80, в среднем 69%, кальцита - 15-20, в среднем 18%); для Белосарайского залива, наоборот, отмечено незначительное преобладание кальцита над кварцем. Кроме того, в легкой фракции встречены глауконит и полевые шпаты (восточная половина участка), обломки пород и органические частицы (Белосарайский залив).

Тяжелые минералы в содержаниях более 1% от тяжелой фракции алевритового материала встречены лишь в восточной половине участка. Основными из них являются роговая обманка (ед.зн. - 65, в среднем 30%), ильменит (ед.зн. - 33, в среднем 13%). Из остальных - циркон (до 10%), эпидот (до 15%), гранат (до 7%), силлиманит, ставролит, дистен, апатит (1-3%). В одной из проб (63/4) встречен пирит (20%).

Более беден набор тяжелых минералов в Белосарайском заливе, к тому же их содержание не поднимается выше знаков.

Среди илов выделены два подтипа: илы со значительной примесью песчано-алевритового материала (содержание фракции <0,01 мм в них не превышает 75%) и илы чистые (содержание фракции <0,01 мм составляет в осадке >75%).

Илы со значительной примесью песчано-алевритового материала занимают большую часть площади участка. К востоку от Белосарайской косы они протягиваются сравнительно широкой полосой параллельно береговой линии и обтекают со всех сторон поле смешанных осадков. В Белосарайском заливе они занимают почти всю его пло-

щадь. Визуально осадок темно-серый и черный, часто желеподобный (в зависимости от примеси пелитового материала), нередко имеет запах сероводорода (особенно в Белосарайском заливе), в сухом состоянии преимущественно связан. На поверхности осадка обычно отмечается палевая, палево-серая желеподобная пленка.

Глубины распространения илов с примесью песчано-алевритового материала колеблются от 0,5 до 10,2 м. в восточной половине участка они залегают на большой глубине, в Белосарайском заливе почти достигают берега. Явление это связано с различной гидродинамической напряженностью.

Средние гранулометрические характеристики (см. табл.4) указывают на то, что пелитовая фракция в илах содержится в пределах 50,03-74,14%, в среднем составляя 59,35%. Значительно содержание алевритовой фракции (7,8-48,98, в среднем 34,5%), незначительно - песков (0,13-36,89, в среднем 5,14%). Отмечаются локальные накопления фракции >1 мм, связанные с более благоприятными условиями развития ракуши.

Медианный диаметр частиц илов с примесью песчано-алевритового материала колеблется в пределах 0,007-0,01 при среднем значении 0,009 мм. Коэффициент сортировки изменяется от хорошего (1,55) до плохого (5,14) при среднем (3,09), как и у алеврита.

Содержание тяжелых минералов в этом типе осадка невысокое и различное для восточной половины участка и Белосарайского залива. Так, в алевритовой фракции восточной половины участка количества их колеблются от следов до 1, в среднем составляя 0,26%. Несколько меньшие значения характерны для Белосарайского залива, однако в пробе 47/3 тяжелые минералы в алевритовой фракции содержатся в количестве 1,2% (при 0,6% в мелкопесчаной), что связано с выносом их в этот участок потоком наносов, идущим вдоль восточного побережья косы.

Сохраняя тенденцию больших накоплений тяжелых минералов в восточной половине участка, чем в западной, мелкопесчаная фракция характеризуется большими концентрациями, чем алевритовая (восточная половина участка - следы - 9,67, в среднем 1,21%; Белосарайский залив - следы - 7,14, в среднем 0,8%).

Мелкопесчано-алевритовая составляющая илов с примесью песчано-алевритового материала представлена набором минералов, характерных для этого участка. Пелитовая составляющая представлена гидрослюдой и монтмориллонитом.

Илы (фракция  $< 0,01$  мм,  $> 75\%$ ) образуют три небольших локальных пятна: первое, самое крупное, - в восточной половине участка; второе - в центральной кутовой части Белосарайского залива; третье - на южной рамке изучаемой площади, к югу от залива. Этот тип осадка формируется в наиболее глубоких затишных зонах участка, где влияние волнового поля и потоков наносов наименее сказывается и куда выносятся наиболее тонкодисперсный материал. Визуально ил желеподобен, преимущественно черного цвета, с запахом сероводорода. Содержание основной гранулометрической фракции колеблется от 75 до 95,54, в среднем 83,15% (см. табл. 9). Наиболее значительной примесью является алевритовый материал, присутствующий в осадке в количествах 3,79-24, в среднем 14,24%. Содержание песчаной фракции - 0,56-12,84, в среднем 2,61%. Наиболее низко из всех типов осадков содержание материала  $> 1$  мм (0-16, в среднем 4,03%). Последнее, вероятно, свидетельствует о неблагоприятных условиях для обитания ракушки, вызванных плохой вентиляцией придонных слоев и ведущих к заморным явлениям. Медианный диаметр частиц осадка лежит в пределах 0,006-0,009, в среднем составляя 0,007 мм. Коэффициент сортировки всегда хороший - 1,54-1,91, в среднем 1,6.

Эти илы отличаются наименьшим содержанием тяжелых минералов в мелкопесчаной и алевритовой фракциях по сравнению с другими типами осадка. Тем более трудно объяснить сравнительно высокие концентрации их в пробах 71/3 и 71/4 восточной половины участка: соответственно 2,44 и 4,8% - для мелкопесчаного материала и 0,4% - для алевритового. Очевидно, это явление связано с гидротехническими работами в районе судоходного канала.

Минералогическая характеристика описываемого подтипа илов почти не отличается от илов со значительной примесью песчано-алевритового материала.

Смешанные осадки сравнительно широко развиты в пределах участка, очерчивая основные полосы песков и алевритов и образуя отдельные пятна в мористой зоне. Наибольшее пятно смешанных осадков весьма сложной конфигурации расположено в восточной половине участка. Этот тип осадка встречается на глубинах 0,5 - 9,7 м. Цвет серый, темно-серый до черного. В сухом состоянии связан слабо и довольно легко рассыпается при нажатии пальцами. Судя по среднему гранулометрическому составу (см. табл. 9), в смешанных осадках наблюдается тенденция к повышению содержаний от песчаной фракции к пелитовой: песчаной - 15,97, алевритовой - 40,24, пелитовой - 43,79%, а суммарное

содержание алевритовой и пелитовой - 84%. Однако в конкретных случаях колебания содержаний отдельных фракций могут быть весьма существенны. Необходимо также отметить наиболее постоянное и высокое содержание ракушечного материала в этом типе осадка, колеблющееся в пределах 0 - 43 при среднем значении 15,16%.

Медианный диаметр частиц осадка колеблется в широких пределах: от 0,008 до 0,093 мм при среднем 0,03 мм, что указывает на возможные смешения доминирующих содержаний фракций. Широко колеблется и коэффициент сортировки - от среднего (2,25) до плохого (10,65) при среднем значении (3,90), указывающем на среднюю сортировку.

Тяжелые минералы в смешанных осадках образуют несколько повышенные концентрации в прибрежных участках и в зоне действия потока наносов (0,4-1,42% - для алевритового и 0,45-2,38% - для мелкопесчаного материала) и невысокие (порядка 0,2%) - в мористых участках. Отмечается тенденция к накоплению более высоких содержаний тяжелых минералов в восточной половине участка по сравнению с западной.

Минералогическая характеристика смешанных осадков отражает минералогические особенности мелкопесчано-алевритовой и пелитовой составляющих. При этом вблизи берега и в зоне влияния потока наносов в легкой фракции преобладает кварц, в мористых участках - кальцит.

#### Пространственное распределение гранулометрических фракций.

Для определения роли гранулометрического контроля вещественного состава осадков было составлено пять карт размещения гранулометрических фракций:  $> 0,5$  мм ; 0,25-0,1; 0,1 - 0,01; 0,25-0,01 и  $< 0,01$  мм. Кроме того, была построена карта распределения значений коэффициента сортировки ( $S_o$ ).

Фракция  $> 0,5$  мм, объединяющая материал песчаной и гравийно-галечной размерностей, в условиях участка характеризует преимущественно распределение биогенного карбоната кальция, представленного створками раковин, их обломками и детритом. Исключение составляют участки вблизи абразионных берегов, где накапливаются обломки (галька) крепких пород (рис.29).

Содержание фракции  $> 0,5$  мм в осадках участка колеблется от крайне редких нулевых значений до 45,4%. Значения менее 5% характерны для северной части восточной половины участка и цент-

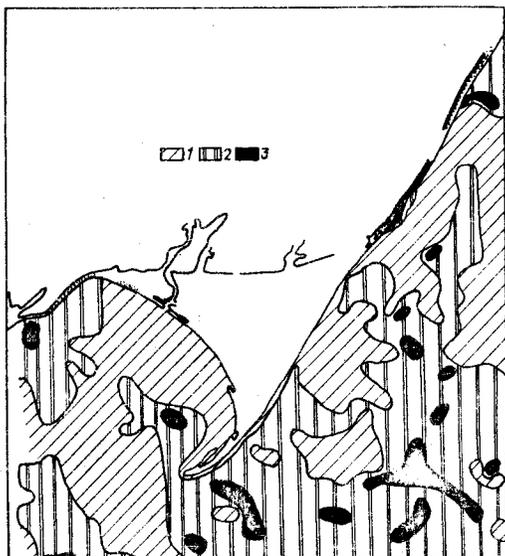


Рис. 29. Распределение фракции  $> 0,5$  мм (%):  
1 -  $<5$ ; 2 - 5-25;  
3 - 25-50.

ральной части Белосарайского залива. Остальное пространство характеризуется содержаниями 5-25%. Выделяются локальные пятна со значениями  $>25\%$ . Большинство из них расположено в восточной половине участка. На литологической карте (см. рис. 28) хорошо видно, что все эти участки совпадают с зонами развития ракуши.

Фракция 0,25-0,01 мм, включающая материал мелкопесчаной и алевритовой размерностей, представлена в основном терригенными и частично аутигенными минералами. Преобладающей является легкая фракция, состоящая преимущественно из кварца и кальцита, которые находятся в переменном соотношении. Кварц - типичный терригенный минерал. Происхождение кальцита двойное: значительное количество поступает в результате измельчения в прибрежной зоне створок раковин; другая, меньшая, часть накапливается в результате хемогенной садки, характерной для прибрежного мелководья (Цурикова, 1962).

Содержание фракции 0,25-0,01 мм в осадках колеблется от нескольких до 97,5%. Большая часть Белосарайского участка характеризуется значениями 25-50% (рис. 30). На основном фоне отмечены пятна повышенных и пониженных содержаний. Большая часть пятен повышенных содержаний расположена в восточной половине участка,

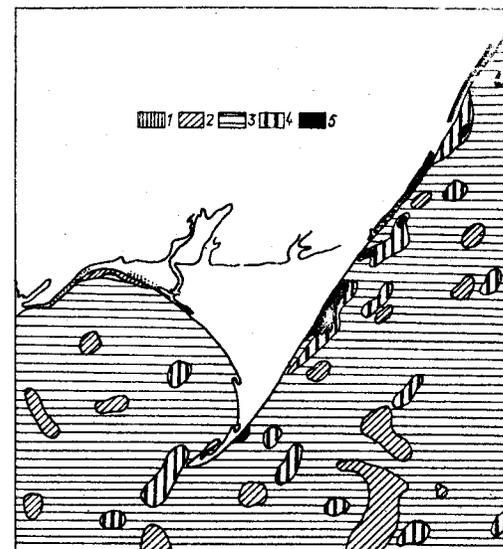


Рис. 30. Распределение фракции 0,25-0,01 мм (%):  
1 -  $<5$ ; 2 - 5-25;  
3 - 25-50; 4 - 50-75; 5 - 75-95.

причем наивысшие значения ( $>75\%$ ) характерны для прибрежной полосы восточного побережья. Локальные минимумы обусловлены зонами развития более тонкодисперсных осадков, в которых возрастает значение фракции  $<0,01$  мм.

Фракции 0,25-0,1 и 0,1-0,01 мм имеют различные рисунки распределения значений по площади участка.

Мелкопесчаный материал (рис. 31) имеет две зоны относительно высоких содержаний. Первая зона максимальных значений (до 88,76%) приурочена к узкой полосе, простирающейся вдоль восточного берега участка и образующей мысовидный раздув у дистального окончания косы. Небольшой вытянутый участок высоких значений (до 73,72%) прижат к берегу в северной кутовой части залива. Прибрежные максимумы объясняются близостью источников питания, представляющих терригенный мелкопесчаный материал, а также напряженной гидродинамической обстановкой и отмывом более мелких частиц. Раздув у дистального окончания косы обусловлен влиянием течений, возникающих при ветрах различных направлений. Несколько повышенные содержания (до 1,79%), характерные для прибрежной зоны кутовой части Белосарайского залива, связаны с размывом берега, а к

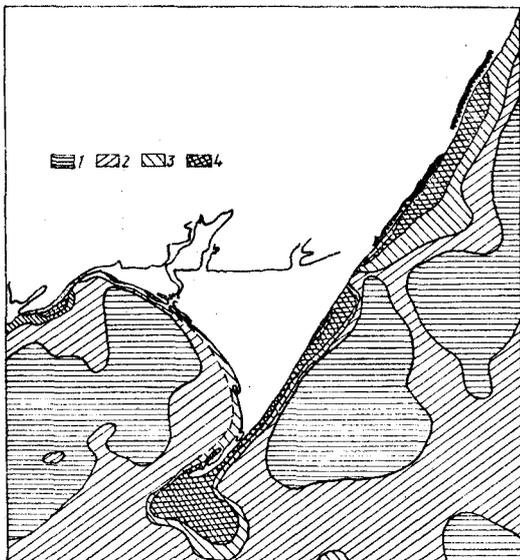


Рис. 31.  
Распределение  
фракции 0,25-  
0,1 мм (%):  
1 - <1; 2 -  
1-10; 3 -  
10-25; 4 -  
>25.

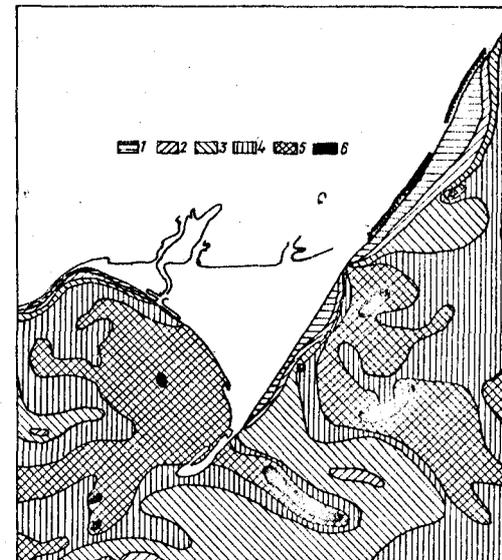
восток-юго-востоку от дистального окончания косы - с влиянием вдольберегового потока.

Минимальные значения (менее 1%) обычны для центральной части Белосарайского залива и широкой субпараллельной берегу прерывистой полосы, в которые мелкопесчаный материал не выносится.

Мористый относительный максимум, наблюдающийся в восточной половине Белосарайского участка, приурочен к ракушечным полям и возник, вероятно, за счет измельчения ракушки.

Распределение алевритового материала создает более пестрый рисунок. Его содержание в осадке достигает в отдельных случаях 69,31%. Материал алевритовой крупности отжат песками от берега дальше в море, где его концентрации составляют не менее 20% (рис. 32); как и песок, представлен в основном легкой фракцией, состоящей преимущественно кварцем и кальцитом. Однако, будучи генетически тройного происхождения (терригенный, продукт измельчения ракушки и продукт химического осаждения), а также обладая большей, чем песок, подвижностью, образует прибрежный минимум в зонах активного гидродинамического режима и весьма сложный рисунок распределения полей различных содержаний, объясняемый сочетанием или преобладанием трех генетических факторов, отмеченных выше.

Рис. 32.  
Распределение  
фракции 0,1-  
0,01 мм (%):  
1 - <10; 2 -  
10-20; 3 -  
20-30; 4 -  
30-40; 5 -  
40-50; 6 ->50.



Фракция < 0,01 мм преобладает в осадках на большей части Белосарайского участка, накапливаясь преимущественно в количествах 50-75% (рис. 33). Минимальные (<5%) значения приурочены к узкой прибрежной полосе восточной половины участка и северной кутовой части Белосарайского залива. Ее оконтуривает узкая зона, содержания пелитовой фракции в которой колеблются от 5 до 50%. Локальные раздувы и сужение ее связаны с активностью прибрежного гидродинамического режима и большим или меньшим выносом тонкодисперсного материала в более спокойные участки. Локальные пятна несколько пониженных содержаний (25-50%) фракции < 0,01 мм на остальной территории участка объясняются возрастанием в осадке роли алевритового материала.

Незначительно количество небольших локальных пятен, где пелитовый материал в осадке превышает 75% и в единичном случае достигает 95,5%. Развитие их приурочено к затишным участкам, местоположение которых определяется в первую очередь рельефом дна и схемой течений (см. рис. 23 и 24).

Гранулометрическая сортировка. Одной из гранулометрических характеристик осадка является коэффициент сортировки ( $S_0$ ). По его значениям определяется степень сортировки (Траск, 1932). Сор-

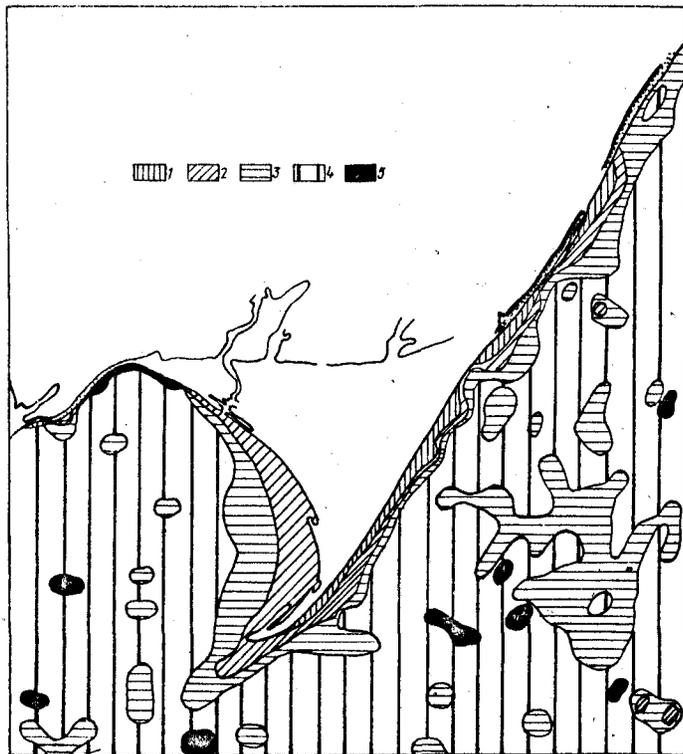


Рис. 33. Распределение фракции  $<0,01\text{ мм}$  (%):  
1 -  $<5$ ; 2 - 5-25; 3 - 25-50; 4 - 50-75; 5 - 75-95.

тировка считается хорошей при  $S_0 = 1 \pm 2$ , средней - при  $S_0 = 2 \pm 4$  и плохой - при  $S_0 > 4$ . Однако некоторые авторы (Лисицын, 1966) считают, что частицы разных размеров имеют неравномерную способность к сортировке, и это тесно связано с гидравлическими свойствами различных фракций осадков. Максимальна она у частиц с медианным диаметром 0,1 - 0,2 мм. Таким образом, коэффициент сортировки осадочного материала - результат взаимодействия двух факторов: гранулометрического состава осадочного материала и динамического воздействия на него воды; связанный переменной шкалой с медианным диа-

метром, он определяет степень сортировки согласно табл. 10 (по А.П.Лисицыну, 1966).

Таблица 10  
Изменение коэффициента сортировки в зависимости от изменения медианного диаметра

Фракции (по медианному диаметру)	Коэффициент сортировки		
	хороший	средний	плохой
Гравий и крупный песок	1,4-2,0	2,0-3,0	$>3,0$
Мелкий песок	1,0-1,5	1,5-2,0	$>2,0$
Алеврит	1,0-2,0	2,0-4,0	$>4,0$
Пелит	1,0-3,0	3,0-5,0	$>5,0$

Для Белосарайского участка степень сортировки осадков приведена в табл. 11.

Таблица 11  
Степень сортировки осадков Белосарайского участка

Гранулометрический тип осадка	$Md$ , мм	$S_0$	Степень сортировки
Песок	0,14-0,66	1,21-4,51	$x - n$
	0,29	1,62	$c$
Алеврит	0,01-0,04	2,81-3,28	$C-C$
	0,02	3,09	$c$
Ил (фракция $<0,01\text{ мм}$ , $<75\%$ )	0,007-0,010	1,55-5,14	$x - n$
	0,009	3,09	$c$
Ил (фракция $<0,01\text{ мм}$ , $>75\%$ )	0,006-0,009	1,54-1,91	$x - x$
	0,007	1,60	$x$
Смешанные осадки	0,008-0,093	2,25-10,65	$c - n$
	0,03	3,90	$c$

Примечание. Среднее и максимальное значения  $Md$  для песков завышены за счет нескольких проб с пляжа;  $x$ ,  $c$  и  $n$  обозначают соответственно хорошую, среднюю и плохую сортировку.

Площадное распределение значений  $S_0$  осадков Белосарайского участка имеет определенные закономерности (рис. 34), и рисунок полей различных величин его во многом сходен с рисунком размещения осадков различных гранулометрических типов (см. рис. 28). Наиболее хорошая сортировка ( $S_0$  - до 2) характерна для грану-

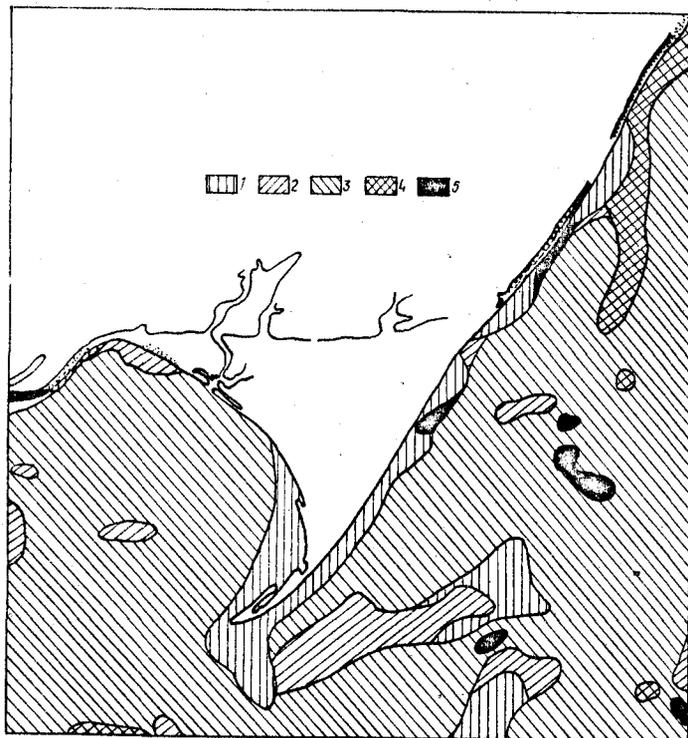


Рис. 34. Карта-схема значений  $S_0$  осадков:  
1 - 1-2; 2 - 2-3; 3 - 3-4; 4 - 4-5; 5 - >5.

лометрически однородных осадков: песков, отлагающихся в узкой прибрежной полосе восточной половины участка и в северной кутовой части Белосарайского залива, и небольших пятен илов в южной части восточной половины участка.

Большая часть площади участка покрыта осадками с коэффициентом сортировки 2 - 4, преимущественно 2-3, представленными в основном илами с содержанием фракции 50-75 % и смешанными осадками. Следовательно, степень сортировки осадков, развитых на большей части участка, хорошая. Ухудшение ее до средней и плохой связано с влия-

нием биогенного фактора (мористые участки) или интенсивным поступлением материала с абрадируемых берегов (прибрежные участки), а также влиянием гидротехнических работ (расчистка канала и свалка грунта в северо-восточном углу участка).

Мелкопесчаная и алевритовая составляющие. Комплекс минералов мелкопесчаной и алевритовой фракций наиболее показателен и представлен терригенными минералами, содержащимися в осадке. Их набор зависит прежде всего от источников питания, а распределение в гранулометрическом спектре - от дифференциации по гидравлической крупности и устойчивости к внешним воздействиям.

Белосарайский участок располагается на стыке двух терригенных минералогических провинций - Таганрогской циркон-ильменитовой и Бердянской гранат-амфиболовой (Логвиненко и др., 1964), прослеживающихся в сторону Азовской акватории (Шняков и др., 1970).

Мелкопесчано-алевритовый материал осадков участка по нашим данным представлен 38 минералами, 9 из которых встречено в легкой фракции и 29 - в тяжелой (табл. 12). Кроме того, в легкой фракции присутствуют обломки пород, глинистые комочки, углистые частицы.

Мелкопесчаный и алевритовый материал представлен в основном одинаковым набором минералов, за исключением окислов марганца, угля, целестина, встреченных только во фракции 0,25-0,1 мм, и брукита, титанита (сфена), хромита, ангидрита, обнаруженных лишь во фракции 0,1-0,01 мм.

Основными минералами легкой фракции являются повсеместно встречаемые кальцит и кварц. Часто в значительных количествах присутствуют обломки пород и глинистые комочки. Среди тяжелых минералов доминируют ильменит, роговая обманка, часто пирит (марказит) и гидрогетит.

Особенности распределения минералов тяжелой и легкой фракций. Соотношение тяжелой и легкой фракций в составе донных осадков указывает на преобладание второй над первой. Исключение составляют несколько проб из осадков приуроченной части восточного берега Белосарайской косы (пробы 75/23, 75/22, 85/2), где содержание тяжелой фракции возрастает до 50-60%, как в мелкопесчаном, так и в алевритовом материалах.

Тяжелая фракция. Набор и содержание тяжелых минералов в осадке прежде всего зависит от источника питания тяжелыми минералами (их содержания и размеров зерен), процессов естественного шлихования в прибрежной полосе и мелководье, разбавления содержаний тяжелых минералов в осадке биогенной составляющей.

Минералогическая характеристика  
донных осадков

Минерал	Фракция, мм	Восточная половина	
		Частота встре- чаемости, %	Пределы содержа- ний, %
Легкая			
Глауконит	0,25-0,1	26	0-ед.зн.
	0,1-0,01	40	0-ед.зн.
Кальцит	0,25-0,1	100	2-90
	0,1-0,01	95	0-100
Коллофан	0,25-0,01	87	0-7
	0,1-0,01	80	0-10
Кварц	0,25-0,1	100	Ед.зн.-95
	0,1-0,01	100	10-65
Полевые шпаты	0,25-0,1	39	0-13
	0,1-0,01	25	0-5
Мусковит	0,25-0,1	-	-
	0,1-0,01	-	-
Гидрослюда	0,25-0,1	26	0-ед.зн.
	0,1-0,01	45	0-2
Обломки пород	0,25-0,1	35	0-27
	0,1-0,01	50	0-70
Глинистые комочки	0,25-0,1	35	0-75
	0,1-0,01	35	0-80
Углистые частицы	0,25-0,1	90	0-10
	0,1-0,01	85	0-10
Тяжелая			
Пирит- марказит	0,25-0,1	42	0-50
	0,1-0,01	57	0-97
Сидерит	0,25-0,1	6	0-осн.
	0,1-0,01	4	0-ед.зн.
Целестин	0,25-0,1	6	0-2
	0,1-0,01	-	-
Циркон	0,25-0,1	48	0-ед.зн.
	0,1-0,01	70	0-18
Рутил	0,25-0,1	39	0-1
	0,1-0,01	56	0-6
Анализ	0,25-0,1	3	0-ед.зн.
	0,1-0,01	9	-
Брукит	0,25-0,1	-	-
	0,1-0,01	9	-
Ильменит	0,25-0,1	84	0-80
	0,1-0,01	100	Ед.зн.-78
Лейкоксен	0,25-0,1	37	0-2
	0,1-0,01	22	0-5
Силлиманит	0,25-0,1	50	0-1
	0,1-0,01	65	0-7
Дистен	0,25-0,1	66	0-13
	0,1-0,01	78	0-8

мелкопесчаной и алевроитовой составляющих  
Белосарайского участка

участка	Белосарайский залив		Среднее, %
	Частота встре- чаемости, %	Пределы содержа- ний, %	
Среднее, %			
Фракция			
Ед.зн.	41	0-2	Ед.зн.
"	80	0-3	0,6
47,0	100	2-90	36,0
45,0	100	2-27	15,0
2,0	79	0-7	1,9
0,6	40	0-ед.зн.	Ед.зн.
39,0	100	5-98	52
29,0	100	50-90	68
0,4	31	0-10	0,5
Ед.зн.	-	-	-
"	3	0-ед.зн.	Ед.зн.
"	-	-	-
"	0-62	0-6	0,4
"	80	0-ед.зн.	Ед.зн.
2,0	41	0-55	5,0
13,0	40	0-48	16,0
6,0	28	0-25	1,9
8,0	-	-	-
2,0	69	0-ред.зн.	2,2
1,4	60	0-ед.зн.	Ед.зн.
Фракция			
3,0	39	0-20	0,7
18,0	60	0-70	16,0
Ед.зн.	39	0-ед.зн.	Ед.зн.
"	20	"	"
"	-	-	-
"	46	0-5	0,2
1,2	60	0-ед.зн.	Ед.зн.
Ед.зн.	36	0-2	"
0,3	20	0-ед.зн.	"
Ед.зн.	3	"	"
"	-	-	-
"	-	-	-
20,0	93	0-80	21,0
17,0	100	Ед.зн.-60	33,0
Ед.зн.	57	0,1	Ед.зн.
0,2	20	0-ед.зн.	"
Ед.зн.(0,1)	68	0-6	1,3
1,0	60	0-2	0,6
2,0	71	0-40	3,0
1,4	80	0-3	1,8

Минерал	Фракция, мм	Восточная половина	
		Частота встречаемости, %	Пределы содержания, %
Ставролит	0,25-0,1	81	0-8
	0,1-0,01	78	0-12
Апатит	0,25-0,1	22	0-ед.зн.
	0,1-0,01	17	0-3
Турмалин	0,25-0,1	59	0-5
	0,1-0,01	65	0-ед.зн.
Роговая обманка	0,25-0,1	91	0-82
	0,1-0,01	87	0-50
Биотит	0,25-0,1	13	0-ед.зн.
	0,1-0,01	-	-
Эпидот	0,25-0,1	70	0-ед.зн.-3
	0,1-0,01	65	0-12
Гранат	0,25-0,1	67	0-10
	0,1-0,01	83	0-6
Пироксен	0,25-0,1	13	0-25
	0,1-0,01	22	0-8
Корунд	0,25-0,1	3	0-18
	0,1-0,01	4	С-ред.зн.
Магнетит	0,25-0,1	13	0-ед.зн.
	0,1-0,01	4	-
Гидрогетит	0,25-0,1	63	0-60
	0,1-0,01	61	0-80
Топаз	0,25-0,1	10	0-ед.зн.
	0,1-0,01	9	-
Гематит	0,25-0,1	10	0-50
	0,1-0,01	-	-
Титанит	0,25-0,1	-	-
	0,1-0,01	4	0-ед.зн.

участка	Белосарайский залив		
	Среднее, %	Частота встречаемости, %	Пределы содержания, %
1,8	78	0-5	0,8
1,7	80	0-2	Ед.зн.
Ед.зн.	46	0-5	-
-	40	0-ед.зн.	-
0,5	71	0-5	0,9
Ед.зн.	100	Ед.зн.-1	Ед.зн.
27,0	96	0-80	0,9
11,0	80	0-50	23,0
Ед.зн.	3,5	0-ед.зн.	Ед.зн.
Ед.зн.	-	-	-
-	75	0-10	0,6
0,7	100	Ед.зн.-1	Ед.зн.
1,6	89	0-8	1,3
2,0	80	0-ред.зн.	Ед.зн.
0,8	3	0-ед.зн.	-
0,8	-	-	-
0,6	11	0-4	Ред.зн.
Ред.зн.	-	-	-
-	-	-	-
Ед.зн.	-	-	-
7,0	50	0-50	2,0
8,0	60	0-ед.зн.	Ед.зн.
Ед.зн.	-	-	-
-	-	-	-
2,0	3	0-ед.зн.	Ед.зн.
-	-	-	-
-	-	-	-
Ед.зн.	-	-	-

Различие в содержании тяжелых минералов в мелкопесчаной и алевритовой фракциях современных донных осадков участка колеблется для фракции 0,25-0,1 мм от следов до 56%, а для фракции 0,1-0,01 мм - от следов до 60%. Однако если отбросить единичные максимальные значения, характерные для приурезовой зоны, то станут заметны почти постоянные более высокие содержания тяжелых минералов в мелкопесчаном материале (преимущественно от 0,4 до нескольких процентов), чем в алевритовом (преимущественно 0,2 - 0,4%). Для мелкопесчаного материала отмечается также большая пестрота значений содержаний тяжелых минералов.

В связи с этим для выяснения распределений тяжелой фракции по типам осадков была исследована фракция мелкого песка.

Как отмечалось выше, Белосарайский участок делится одноименной косой на две части, различающиеся гидродинамическими условиями и интенсивностью питания абразионным материалом. Распределение тяжелой фракции по типам осадков отражает эти особенности (табл. 13, рис. 35).

Кривая распределения средних содержаний тяжелой фракции мелкопесчаного материала по типам осадков в восточной половине участка имеет два максимума - относительно высокий в песках (8,3%) и

довольно высокий в чистых илах (3,62%), близкие невысокие значения в алевритах и илах с примесью песчано-алевритового материала (соответственно 1,18 и 1,21%) и минимум в смешанных осадках (0,57%).

Такое распределение средних содержаний тяжелой фракции по типам осадков объясняется следующими причинами. Высокие значения для песков вызваны процессами естественного шликования, проходящими в гидродинамически напряженной прибрежной полосе, где пески имеют основное развитие. Сравнительно невысокие значения для алевритов и илов с примесью песчано-алевритового материала обусловлены поступлением в зону их развития, более отдаленную от берега, значительного количества легких минералов. Трудно объяснить относительно высокое содержание тяжелых минералов (3,62%) в мелкопесчаной фракции чистых илов. Закономерно уменьшение содержаний тяжелых минералов в смешанных осадках, отличающихся повышенным количеством биогенного карбоната, играющего роль разбавителя.

Белосарайский залив характеризуется меньшими содержаниями тяжелых минералов во всех типах осадков. Особенно это сказывается на песках, в которых количество тяжелых минералов снижается до 0,8%. Такие же содержания сохраняются в алевритах и илах с примесью песчано-алевритового материала (соответственно 0,85 и 0,8%); закономерное снижение до 0,08% фиксируется в чистых илах, где примесь песчано-алевритового материала практически отсутствует; в смешанных осадках за счет карбонатного разбавителя содержание минералов невысокое (0,43%).

Карты площадного распределения тяжелой фракции в мелкопесчаном и алевритовом материалах осадка (рис. 36 и 37) в общем сходны между собой, что указывает на пропорциональное повышение концентраций тяжелых минералов в этих гранулометрических компонентах осадка. Карты также подтверждают ранее выявленную закономерность распределения средних содержаний тяжелой фракции по типам осадка (см. рис. 35).

При рассмотрении карты распределения тяжелых минералов фракции 0,25-0,1 мм видно, что большая половина площади участка занята осадками с содержанием тяжелых минералов менее 1%. Полоса наиболее высоких содержаний (до 10%) приурочена к восточному прибрежному участку Белосарайской косы. Эта полоса (при уменьшении значений до 1-2%) имеет продолжение на запад, что связано с влиянием вдольберегового потока наносов. Такие же содержания тяжелых минера-

Т а б л и ц а 13  
Содержание тяжелой фракции (%) мелкопесчаной  
размерности (0,25-0,1 мм) в современных донных осадках  
Белосарайского участка

Тип осадка	Количество пробы	Пределы содержания, %	Среднее, %
Внешняя часть участка (к востоку от косы)			
Песок	10	Сл. - 56,0	8,30
Алеврит	5	Сл. - 3,44	1,18
Илы			
фракция < 0,01 мм < 75%	35	Сл. - 9,67	1,21
фракция < 0,01 мм > 75%	2	2,44-4,80	3,62
Смешанные	9	Сл. - 2,38	0,57
Белосарайский залив			
Песок	2	0,6 - 1,0	0,80
Алеврит	2	0,75-1,16	0,85
Илы			
фракция < 0,01 мм < 75%	19	Сл. - 7,14	0,80
фракция < 0,01 мм > 75%	2	Сл. - 0,16	0,08
Смешанные	5	0,2 - 0,6	0,43
Среднее по участку			
Песок	12	Сл. - 56,0	7,00
Алеврит	7	Сл. - 3,44	1,11
Илы			
фракция < 0,01 мм < 75%	54	Сл. - 9,67	1,07
фракция < 0,01 мм > 75%	4	Сл. - 4,80	1,85
Смешанные	14	Сл. - 2,38	0,52

лов характерны и для кутовой части Белосарайского залива, куда поступает песчаный материал при разгрузке потока наносов и влиянии волнового поля Азовского моря при ветрах от юго-запада и запада. При ветрах от юго-запада нарастает и подводный выступ дельты стального окончания косы, повернутый к юго-юго-востоку. Здесь содержание тяжелых минералов возрастает до 5%. Локальные пятна относительно повышенных содержаний тяжелой фракции связаны с конкретными условиями распределения типов осадка в пределах участка.

В табл. 12 перечислены тяжелые минералы, встречающиеся в районе Белосарайского участка, и отмечены наиболее распространенные. Часть из них (ильменит, лейкоксен, циркон, группа амфиболов, пироксены, ставролит, турмалин, группа гранатов, группа эпидот-цоизита, магнетит, гидрогетит, хромит, корунд) описаны более подробно, а для ильменита и циркона построены карты площадного распределения содержаний этих минералов во фракциях 0,25-0,1 и 0,1-0,01 мм.

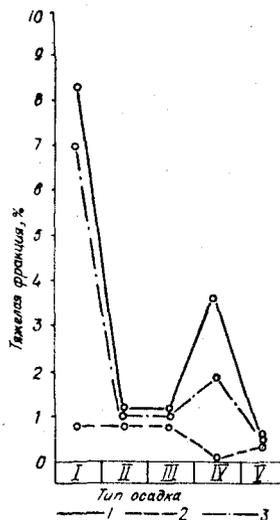


Рис. 35. Распределение тяжелой фракции по типам осадка:

I - песок; II - алеврит; III - смешанные; IV - илил (фракция < 0,01 мм < 75%); V - илил (фракция < 0,01 мм > 75%); 1 - восточная часть участка; 2 - Белосарайский залив; 3 - среднее по участку.

Зерна ильменита буровато-желтые или белесоватые плотные примазки и скопления. Нередко наблюдаются почти полные псевдоморфозы лейкоксенана по ильмениту с реликтами незамещенного минерала. В таких случаях зерна подсчитывались как лейкоксен.

Минералогически индивиды ильменита изометрично-округлой или изометрично-угловатой формы характеризуются буроватым цветом, очень слабой анизотропией, обычной для ильменита, отсутствием двойников. Изредка зерна содержат вросстки пирротина иногда нерудных минералов. Реже с ильменитом ассоциирует магнетит, частично или полностью мартитизированный.

Микротвердость минерала замерена на микротвердометре ПМТ-3. Пределы ее - 519-683 кг/мм<sup>2</sup>. Средняя микротвердость - 584 кг/мм<sup>2</sup>.

**Ильменит** - широко распространенный минерал по всей акватории Азовского моря, однако самые значительные скопления этого минерала сосредоточены на северном побережье, в районе Таганрогской циркон-ильменитовой минералогической провинции, куда входит и участок Белосарайской косы.

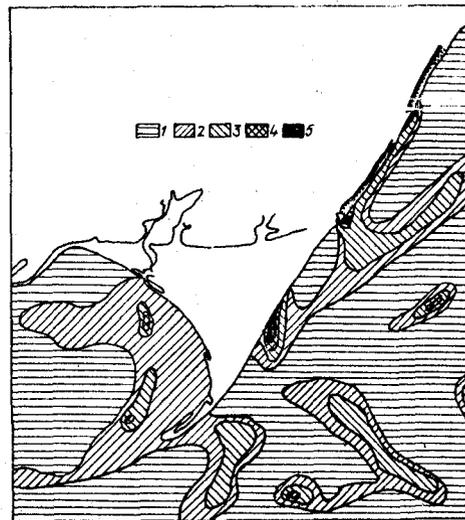
Чаще всего ильменит встречается в виде обломков кристаллов правильных очертаний, имеющих иногда уплощенную форму с ямчатой скульптурой поверхности, нередко совершенно окатанные зерна дискоидальной формы.

Некоторые пробы, отобранные из прибрежных песков и алевритов, содержат зерна ильменита, совершенно неокатанные с поверхности, остроугольные, со смолистым блеском и раковистым изломом (пробы 71/7, O/27 и др.).

Цвет минерала повсеместно железобуровато- и матово-черный. Блеск полуметаллический; спайность отсутствует.

Под микроскопом непрозрачен. В отраженном свете стально-серый, блеск металлоидный. Часто замещается лейкоксеном, образующим на поверхности ильменита буровато-желтые или белесоватые плотные примазки и скопления.

Рис. 36. Распределение тяжелых минералов (%) в мелкопесчаной фракции (0,25-0,1 мм):  
1 - < 1; 2 - 1-2;  
3 - 2-5; 4 - 4-10;  
5 - > 10.



Такие показатели микротвердости характерны для ильменита с резким преобладанием FeO над Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, что свойственно основным породам.

Для исследуемого минерала спектрально определены обычные содержания Cr (0,003%), Zr (0,002%), Sc (0,001%), значительные Nb (0,05%), V (0,01) и незначительные - Cu и Pb. Все эти элементы входят в состав минерала как изоморфные примеси.

**Лейкоксен** встречается во всех пробах, содержащих ильменит, но в значительно меньших количествах (обычно знаки, редко - до нескольких процентов). Зерна иногда неправильной формы, чаще окатаны, вплоть до совершенно округлых или лепешковидных. Цвет преимущественно коричневый или кремзово-желтый, иногда белесоватый, серый. Немагнитен, непрозрачен, в отраженном свете бледный.

Площадное распределение содержаний ильменита в донных осадках отражено на карте (рис. 38 и 39). Наиболее высокие содержания его, превышающие 50% тяжелых минералов мелкопесчаной фракции, отмечены в узкой полосе, тянущейся вдоль восточного берега участка,

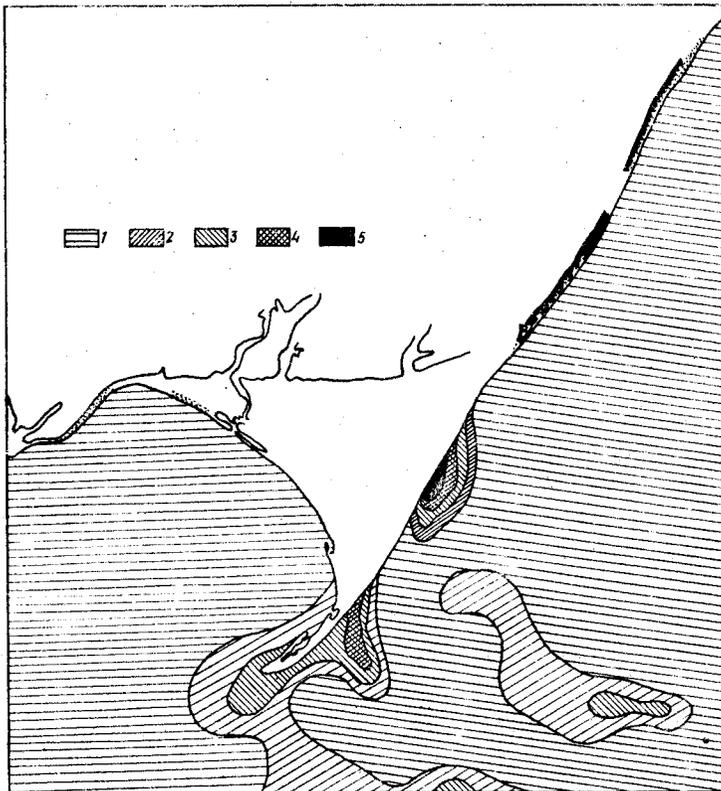


Рис. 37. Распределение тяжелых минералов (%) в элювированной фракции (0,1-0,01 мм):  
1 - <0,25; 2 - 0,25-0,5; 3 - 0,5 - 1,0; 4 - 1,0-2,0;  
5 - >2,0.

и в северной части Белосарайского залива. Связано это явление с абразией берега и постоянством питания участка ильменитом.

Мористее прослеживается полоса относительно пониженных содержаний, что связано с общей картиной распределения типов осадков. Именно в этой полосе увеличиваются глубины и осадки становятся более тонкозернистыми. Еще мористее, там, где наблюдаются некоторое уменьшение глубин, содержания ильменита вновь возрастают. Аналогичные тенденции размещения характерны и для фракции 0,1-0,01 мм.

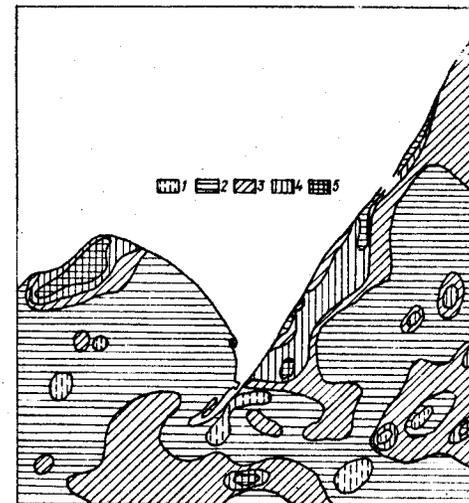


Рис. 38. Распределение ильменита (%) в тяжелой фракции мелкопесчаного материала:  
1 - пусто; 2 - ед.зн.-1; 3 - 1-25;  
4 - 25-50; 5 - >50.

Циркон встречается почти повсеместно, но наиболее значительные его скопления приурочены к мелкой фракции (0,1-0,01 мм). Содержание его - от знаков до нескольких процентов.

Форма зерен разнообразная. В большинстве случаев это призматические дипирамидальные кристаллы с четкими гранями дитетрагональных призм и с хорошо развитыми в основаниях дипирамидами. Реже встречаются другие морфологические формы кристаллов циркона. Части цирконы в виде обломков кристаллов, неправильных и угловатых зерен различной степени окатанности: овалов, округло-цилиндрических и даже совершенно округлых шаровидных частиц.

Окраска циркона розовая, меловато-розовая, лиловая, бледно-розовая, коричневатая. Нередко окраска имеет зональное распределение, характеризующееся постепенным ослаблением интенсивности от центра к периферии. Изредка встречаются зерна бурые, коричневые и молочно-белые, почти изотропные.

Обычно прозрачен, но в темной разности непрозрачен или слабо просвечивает в краях. В порошке бесцветен. Блеск сильный, алмазовидный, иногда жирный. Твердость значительная. Излом раковистый.

Под микроскопом прозрачен. Часто наблюдается зональное распределение интерференционной окраски. Зерна содержат массу разнообразных включений. Иногда это газообразные пузырьки, но чаще твердые включения других минералов. Закономерности в распределе-

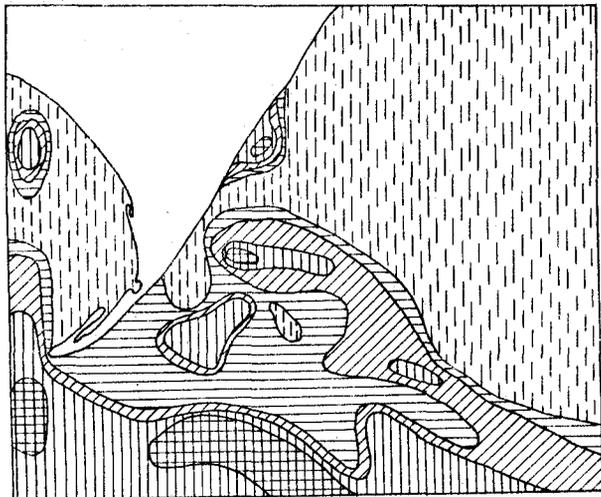


Рис.39. Распределение ильменита (%) в тяжелой фракции алевритового материала. Условные обозначения те же, что на рис.38.

нии включений проследить не удалось. В ультрафиолетовом свете люминисцирует золотистым цветом. В кислотах нерастворим.

Пространственное размещение содержаний циркона показано на рис. 40 и 41. Особенности распределения, отмеченные для ильменита, здесь проступают еще четче.

**Группа амфиболов и пироксенов.** Эта минеральная группа является одной из наиболее распространенных в районе Белосарайской копы. Содержание амфиболов в отдельных случаях достигает 70%. Среди амфиболов чаще всего встречается роговая обманка, а среди пироксенов – гиперстен и диопсид.

Амфиболы представлены удлинёнными остроугольными или угловато окатанными частицами, нередко обладающими ступенчатой или грубо штрихованной поверхностью. Некоторые имеют тонковолокнистое строение и хорошо окатаны.

Цвет обычно темно-зеленый, реже светло-зеленый, иногда с буроватым оттенком. Распределение окраски изредка неравномерное, пятнистое.

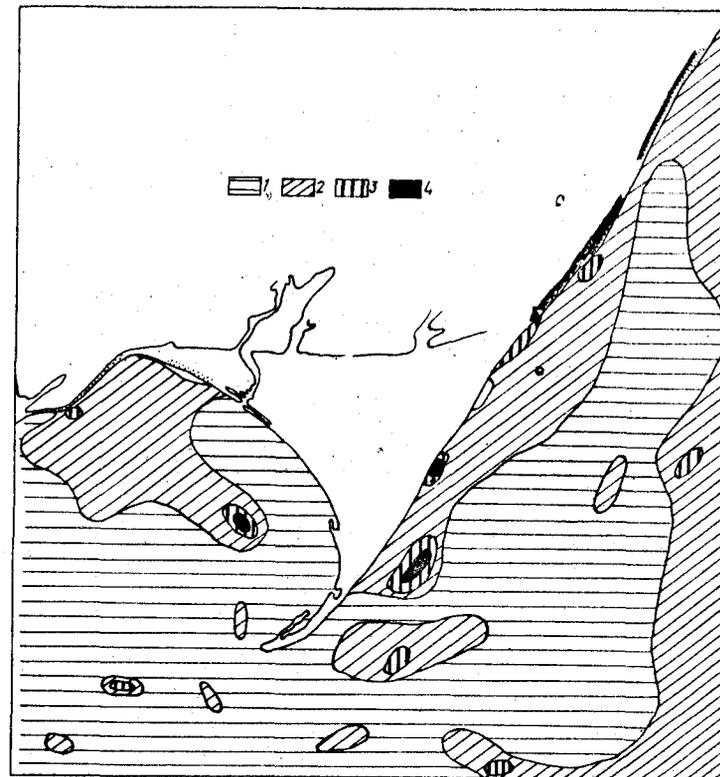


Рис. 40. Распределение циркона (%) в тяжелой фракции мелкопесчаного материала (0,25-0,1 мм):  
1 - пусто; 2 - бд.зн.; 3 - зн.; 4 ->I.

Зерна амфиболов прозрачны или просвечивают в краях. Блеск стеклянный, иногда матовый, реже смолистый. Спайность совершенная. Легко раздавливаются, распадаясь по спайности на тончайшие иголочки. Электромагнитны. Излом занозистый. Под микроскопом светлые разности почти бесцветны или окрашены в бледно-зеленый цвет. Темные разности – густо-зеленые или буроватые с характерным четким плеохроизмом. Показатели преломления в пределах  $n = 1,620-1,635$ .

Интерференционная окраска низкая. Удлинение положительное. Погасание неполное. В кислотах нерастворимы.

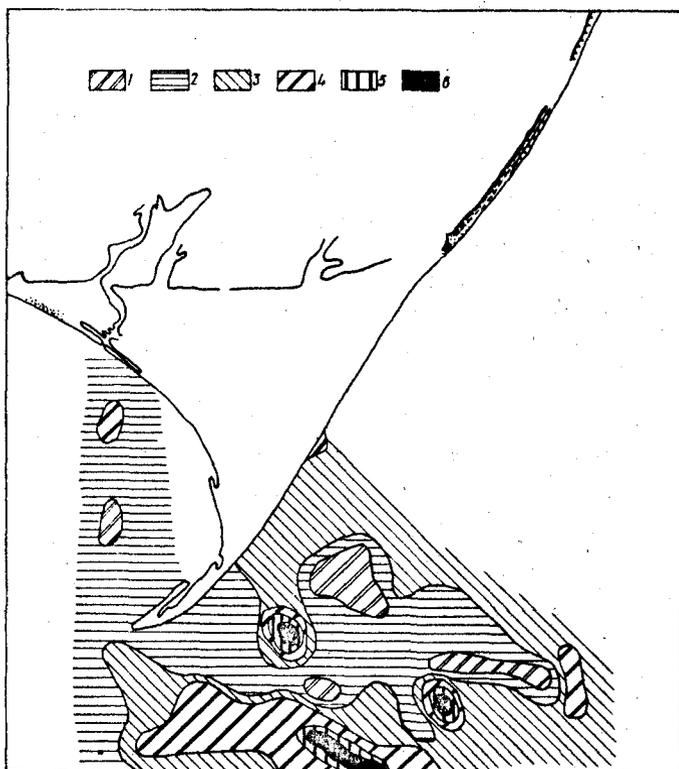


Рис. 41. Распределение циркона (%) в тяжелой фракции алевритового материала (0,1-0,01 мм):  
 1 - пусто; 2 - зн.; 3 - 1-10; 4 - 10-20; 5 - 20-30;  
 6 - 30-40.

Пироксены встречаются значительно реже в виде удлиненных зерен грязно-зеленоватого или серого цвета, редко бесцветны. Разности их прозрачны. Блеск слабый, перламутровый. Излом ступенчатый. Твердость - до 5.

По микроскопом вполне прозрачны, бесцветны, редко слабо плеохроируют в розоватых тонах. Показатели преломления высокие ( $n = 1,664-1,692$ ). В спайных обломках погасание прямое, удлинение положительное.

Ставролит встречается довольно часто, но в единичных знаках в виде угловато окатанных и окатанных зерен. Поверхность зерен неровная, шагреневая.

Цвет желто-коричневый. Просвечивает, часто прозрачен. Порошок бесцветный. Блеск стеклянный, в окатанных зернах иногда жирный. Спайность не наблюдалась, излом неровный, мелкокорковистый. Твердость высокая. Раздавливается с трудом. с

Под микроскопом в иммерсионном препарате прозрачен, окрашен в желтые и коричневые тона, хорошо плеохроирует от желто-коричневого до бесцветного. Показатель преломления довольно высокий ( $n \approx 1,74$ ). Погасание прямое. Удлинение положительное. В кислотах не растворяется.

Турмалин встречается повсеместно от единичных знаков до 2% в виде обломков призматических кристаллов, угловато окатанных, а нередко и хорошо окатанных зерен.

Цвет коричнево-бурый, синий, голубой, черный, розовый, редко бесцветный. В порошке бесцветный. В большинстве случаев прозрачный или ясно просвечивает. У темноокрашенных разностей наблюдается дихроизм, что является важным диагностическим признаком. Зерна, кажущиеся непрозрачными под бинокулярным микроскопом, при повороте иглой на  $90^\circ$  резко просветляются и становятся прозрачными.

Блеск стеклянный, спайность не выражена. Излом типичный. Раковистый. Твердость высокая, раздавливаются при значительном усилии. Под микроскопом в иммерсионном препарате ( $n = 1,63$ ) почти не имеет рельефа, хорошо плеохроирует в индигово-синих, серых, темных и светлых тонах. Удлинение отрицательное, угасание прямое. В кислотах нерастворим.

Группа гранатов. Минералогическая дифференциация этой группы минералов не производилась. В незначительных количествах гранаты встречаются довольно часто, наибольшие содержания зафиксированы в прибрежных песках.

Форма зерен неправильная, угловатая или угловато окатанная. Кристаллы чаще всего имеют форму ромбододекаэдров. Иногда наблюдались более сложные формы многогранников. Поверхность мелкокорковистая, шероховатая или чистая, блестящая на гранях кристаллов.

Цвет бледно- или красновато-розовый, реже мелово-розовый, коричневатый. Блеск стеклянный, алмазовидный. Обычно прозрачен. Раздавливается с трудом.

Под микроскопом прозрачен, очень редко окрашен в бледно-розовый цвет, чаще всего бесцветный, изотропен. Показатель преломления не выше  $n = 1,785$ . В кислотах нерастворим.

Группа энидот-поизита. Минералы этой группы встречаются почти во всех пробах, нередко в незначительных количествах.

Характерны две формы: кристаллы и их обломки и частицы темно-зернистого агрегатного сложения. Кристаллы иногда сохраняют призматическую форму, но чаще это обломки неправильной, удлиненно-угловатой, чаще угловато окатанной формы.

Цвет желтоватый, зеленовато-серый, оливково-зеленый или зеленовато-белый. Прозрачен, иногда просвечивает. Блеск слабый, стеклянный, с перламутровым отливом. Спайность неотчетливая. Хрупок. Излом неровный, раковистый.

Под микроскопом прозрачен и бесцветен; если содержит включения, просвечивает в отдельных участках зерен. Минералы этой группы слабомагнитны. В кислотах нерастворимы, не люминесцируют.

Магнетит обнаружен в четырех пробах, приуроченных к восточной части Белосарайского участка. Встречается в виде единичных частиц, реже содержание его достигает 5 или 10%.

Наблюдается в виде плотных тонкозернистых агрегатов, чаще в виде игольчатых образований, иногда округлых, шариковых, каплевидных частиц с гладкой блестящей поверхностью.

Зерна игольчатые, вследствие сильной магнитности агрегируются хлопьями, что характерно только для магнетита; диагностика минерала сомнений не вызывает.

Магнитные шарики исследовались рентгенографически, и полученные дебаграммы подтверждают, что исследуемые образования относятся к магнетиту. Однако по макроскопическому определению их можно отнести к метеоритным частицам, нередко встречающимся в россыпях самого различного возраста.

К гидрогетиту относим разновидности гидроокислов железа, встречаемые на данном участке.

Содержания гидрогетита колеблются в широких пределах: от единичных знаков до 70%. Иногда этот минерал является преобладающей частью тяжелой фракции, что характерно для восточной половины участка.

Обычно наблюдаются зерна неправильной или округлой формы, в виде оолитов, иногда охристые, землистые агрегаты, часто отмечаются псевдоморфозы по пириту, органическим остаткам, глинистым и карбонатным образованиям.

Цвет бурый, буровато- и темно-коричневый, коричневый, коричневато-желтый, красновато-коричневый и даже черный. Блеск слабый, жирный, матовый, на гладких поверхностях псевдоморфоз землистый.

Твердость различная. Светлоокрашенные разновидности имеют небольшую твердость (до 2). Темные зерна хрупкие, оставляют царапины на стекле - твердость < 5. Излом неправильный, для плотных разновидностей - раковистый. Железистые оолиты в изломе часто обнаруживают концентрическое строение. Под микроскопом в иммерсионном препарате просвечивают только светлые разновидности. Разлагается кислотами, окрашивая их в бурый цвет.

Хромит встречается в редких пробах в единичных знаках. Форма зерен - правильные октаэдры или их обломки. Цвет черный, редко буроватый.

Под микроскопом в проходящем свете в тонких срезах окрашен в темно-красный, иногда зеленоватый цвет. В некоторых зернах наблюдаются непрозрачные включения, в толстых зернах непрозрачен. В отраженном свете - черный с металлическим блеском. Полированная поверхность изотропна.

Наиболее значительное количество корунда встречено в пробах 37/II; 33/4; 85/14 (до 4%). В других пробах встречается в единичных знаках или отсутствует.

Повсеместно зерна корунда неправильной формы, остроугольных очертаний с хорошо наблюдаемым раковистым изломом. Цвет самый разнообразный: розовый, голубой, серый, синий, желтовато-бурый, темно-синий. Часто окраска распределяется пятнами и в одном зерне наблюдаются и голубая и розовая, а также всевозможные оттенки одного цвета.

Блеск стеклянный, сильный, алмазовидный. Спайность отсутствует. Твердость высокая, и даже очень мелкие зерна оставляют царапины на стекле; раздавливается с трудом.

Под микроскопом прозрачен, сильно окрашенные разновидности слабо плеохроируют. Люминесцируют в катодных лучах голубоватым цветом. В кислотах нерастворим.

Легкая фракция. Характерными и наиболее распространенными минералами легкой фракции являются кварц и кальцит, которые присутствуют повсеместно во всех пробах. Содержание для кварца колеблется от знаков до 80-90%. Увеличение количества одного из компонентов вызывает уменьшение количества другого.

Эти два минерала легкой фракции имеют различное происхождение. Кварц поступает в бассейн в результате абразии берегов, его размещение в пределах участка контролируется источниками питания, транспортирующей деятельностью течений и гранулометрической дифференциацией.

Кальцит является продуктом измельчения биогенного карбонатного материала, преципуруемого морем, и частично хемогенного осажде-ния, имеющего место в мелководной прибрежной зоне, где развиты факушечные поля.

Отмечая особенности минералогии мелкопесчано-алевритовой фракции, следует указать, что доминирующее влияние на состав тяжелых минералов оказывает материал, поступивший за счет абразии древнезавксинской и куяльницкой террас (Логвиненко и др., 1964). Состав легкой фракции в большей мере определяется кальцитом, преципуруемым морем (биогенным или хемогенным).

Пелитовая составляющая современных илов Белосарайского залива. В лаборатории электронной микроскопии отдела осадочного рудообразования проводились электронномикроскопические исследования тонких современных илов Белосарайского залива по 105 профилям.

Электронномикроскопический анализ илов, отобранных в точке 10 профиля 33, указывает на двухкомпонентный монтмориллонито-гидрослюдистый состав: гидрослюды и монтмориллонит примерно в равных количествах. Гидрослюды второго морфологического типа бесформенные, хорошо окатанные, с сильно кородированными краями, средних размеров.

В том же профиле несколько южнее отобрана проба 20, минералогический состав которой почти на 90% представлен мелкочешуйчатым пылеватым монтмориллонитом. Гидрослюды, являясь далеко не равноправным компонентом (их удельный вес в общем составе не превышает 10%), — исключительно мелкие и бесформенные.

Отобранные в соседнем профиле в точках 20, II и 35 современные илы почти полностью представлены монтмориллонитом. Содержание слюды в более южной точке II не превышает 10%. Гидрослюды третьего морфологического типа — мелкозернистые и бесформенные.

В точке 10 профиля 39 содержание гидрослюд повышается до 30-40%. Гидрослюды в основном третьего морфологического типа, однако встречаются значительно в меньшем количестве гидрослюды второго морфологического типа — изометричные, с закругленными краями, лепешкообразные.

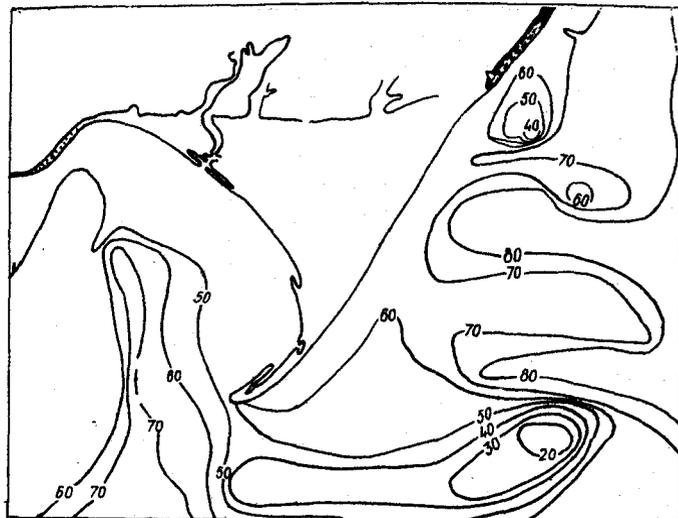


Рис. 42. Распределение гидрослюд в пелитовой фракции ( $< 0,001$  мм) (изолинии содержаний — в процентах).

В профиле 4I (точка 22) содержание монтмориллонита достигает 90%, остальные 10% — гидрослюды третьего морфологического типа. В этом же профиле в точке 10, расположенной ближе к берегу и несколько севернее, минералогический состав резко меняется; более чем на 70% он представлен гидрослюдами в основном второго морфологического типа, однако встречаются и огромные кристаллы гигантослюд прямоугольной формы, с четкими контурами граней и исключительно развитой (возможно, набухшей) третьей осью.

Для пробы, отобранной в центре профиля 43 в точке 12, характерно наличие гидрослюд второго морфологического типа (65-70%). Слюды средних размеров, с закругленными краями, иногда зональные. Отобранные в точке 22 профиля 45 проба илов очень интересна по своему минералогическому составу. Гидрослюды здесь крупные, хорошо окатанные, без заметной слоистости и зональности в количестве 60%, монтмориллонит — 10%. Наряду с монтмориллонитом в илах этой точки присутствуют хорошо ограненные (не менее 10%) дипирамидальные и удлиненно-призматические с совершенно четкими и свежими гранями кристаллы терригенных минералов (возможно, цирконы).

Минералогические исследования тонкодисперсной части современных отложений Белосарайского участка экватории Азовского моря, проведенные по ряду точек профилей, расположенных северо-вос-

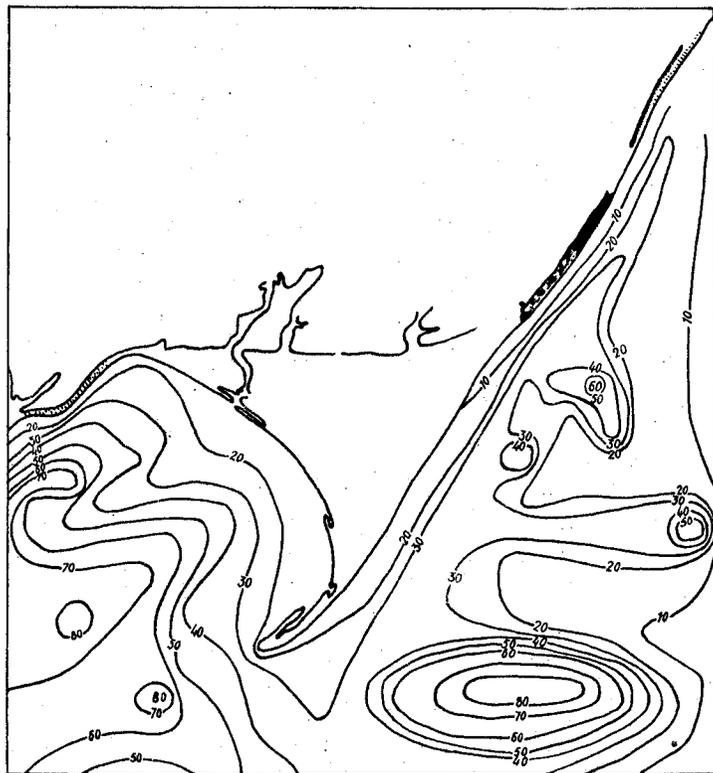


Рис. 43. Распределение монтмориллонита в пелитовой фракции ( $< 0,001 \text{ мм}$ ) (изолинии содержаний - в процентах).

точнее окончания Белосарайской косы, указывают на преимущественно двухкомпонентный монтмориллонито-гидрослюдистый или гидрослюдисто-монтмориллонитовый их состав.

Распределение глинистых минералов в современных илах Белосарайского участка акватории Азовского моря представлено на рис. 42 и 43.

Дифференциальный термический анализ современных илов Белосарайского участка акватории Азовского моря указывает на большую однородность минералогического состава (рис. 44).

Кривые нагревания илов характеризуются наличием первого глубокого эндотермического эффекта в пределах температур  $140-150^{\circ}\text{C}$ , связанного с выделением гидроскопической воды. Далее следует большой экзотермический эффект с максимумом при  $300-310^{\circ}\text{C}$ . При темпе-

ратуре около  $500^{\circ}\text{C}$  на кривых отмечается небольшой эндотермический эффект, затем расплывчатый большой эндотермический эффект в широком интервале температур -  $550 - 950^{\circ}\text{C}$ . Анализ кривых нагревания указывает на монтмориллонито-гидрослюдистый состав илов. Наличие экзотермических эффектов может быть объяснено присутствием органики.

По данным рентгеноструктурного анализа, проведенного в лаборатории рентгеноструктурного анализа ИГиЛ АН УССР, современные или Белосарайского участка акватории Азовского моря характеризуются полиминеральным составом. Основными минералами илов являются гидрослюды и монтмориллонит, характеризующиеся набором рефлексов, отвечающим межплоскостным расстояниям: для гидрослюды ( $9,9; 4,9; 4,45; 3,69; 3,35; 2,54; 2,45; 2,23; 19,8\text{Å}$ ) и монтмориллонита ( $15,3; 5,09; 4,45; 4,24; 2,54; 2,44; 2,23; 1,67\text{Å}$ ).

Кроме того, в современных илах Белосарайского участка акватории Азовского моря присутствует и каолинит. Основные линии каолинита, соответствующие межплоскостным расстояниям ( $7,11; 4,46; 3,54; 2,54\text{Å}$  и т.д.), выражены чрезвычайно слабо, что свидетельствует об очень незначительных его содержаниях.

Постоянно присутствует в современных отложениях Белосарайского участка акватории Азовского моря кварц. Его рефлексы на дифрактограммах соответствуют межплоскостным расстояниям  $4,23; 3,33; 2,27; 2,44; 2,23; 2,12; 1,98; 1,81 \text{ Å}$  и т.д.

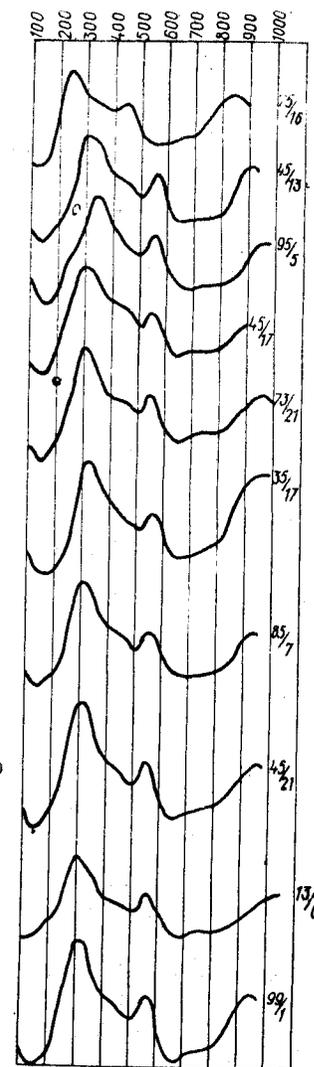


Рис. 44. Кривые нагревания пелитовой составляющей донных осадков Белосарайского участка.

Несколько реже отмечено наличие в современных отложениях кальцита, основные линии на рентгенограммах у которого соответствуют плоскостным расстояниям 3,029; 2,49; 2,28; 2,09, 1,91 Å.

Химизм. Преобладание процессов гранулометрической дифференциации вещества в пределах участка в значительной мере определяет различие химических характеристик литологических типов осадка.

Одним из факторов, формирующих геохимические особенности донных осадков, является количество и реакционная способность  $C_{орг}$ , общее содержание которого в осадках Азовского моря достигает 2,91% и находится в прямой зависимости от наличия фракции <0,01 мм (Горшкова, 1954). Исключение составляют локальные участки интенсивного развития органики, где эта закономерность может нарушаться.

Источником органического вещества примерно на 1/3 является водоем Азовского моря, которому свойственна высокая биологическая продуктивность, в частности фитопланктона (в основном синезеленых водорослей). В осадках сохраняется сравнительно невысокий процент довольно стойкого органического вещества. Главная масса отмершего планктона распадается в толще воды благодаря высокой температуре, малой глубине и сильному взмучиванию осадка.  $C_{орг}$  грунта является довольно стойким и распад его происходит медленно. Постепенный распад органического вещества осадков и минерализация биогенных компонентов обуславливают отдачу биогенных элементов из грунта в воду.

Зафиксированные анализом (табл.14) содержания  $C_{орг}$  в осадках участка колеблются в пределах 0 - 2,56%. Очевидно, в Белосарайском заливе, где существуют благоприятные условия для развития органики, есть участки с более высокими содержаниями  $C_{орг}$ .

Т а б л и ц а 14

Содержание  $C_{орг}$  (%) в осадках Белосарайского участка

Тип осадка	Количество анализов	Пределы содержания	Среднее
Песок	2	0,00 - 0,27	0,14
Алеврит	2	0,35 - 1,56	0,96
Смешанный	2	0,51 - 0,55	0,43
Илы			
фракция <0,01 мм			
<75%	5	0,58 - 1,47	0,99
фракция <0,01 мм			
>75%	2	0,45 - 0,86	0,66

Отмеченное в табл.14 распределение  $C_{орг}$  по типам осадка сохраняет закономерность, характерную для бассейна в целом. Отклонение от нее отмечается лишь для участков повышенного развития органики. Так, максимальные значения  $C_{орг}$  для алевритов составили 1,56%.

Химический состав осадков литологических типов различен (см. табл. 15): от песков к илам наблюдается уменьшение содержания  $SiO_2$  и увеличение содержания  $Al_2O_3$ , что связано с изменением количеств основных осадкообразующих компонентов.

Пески в целом кварцевые с высоким содержанием  $SiO_2$  и низким содержанием других компонентов.

Алевриты также характеризуются значительным содержанием кремнезема. Однако для них отмечаются значительные колебания состава в зависимости от местоположения взятой на анализ пробы и изменения роли в осадке кварцевого, карбонатного или глинистого вещества.

Химический состав смешанных осадков обнаруживает наиболее значительные колебания, что связано с изменением литолого-минералогической характеристики в различных местах участка.

Отличительной чертой химизма илов по сравнению с песками, алевритами и смешанными осадками является отсутствие резких колебаний химического состава. Это, очевидно, обусловлено тем, что основным минеральным компонентом их являются глинистые минералы, состоящие из смеси близких по химическому составу монтмориллонита и гидрослюда. Количество  $SiO_2$  в осадках данного типа уменьшается по сравнению с описанными выше, а  $Al_2O_3$  - увеличивается. Характерно некоторое колебание содержания  $CaO$  и  $CO_2$ , вызванное различными количествами ракуши.

Приведенные данные свидетельствуют о связи химизма осадков с общими закономерностями процессов осадкообразования, обусловившими характер и разнотипность их в пределах Белосарайского участка.

Важным и интересным вопросом при изучении химизма осадков является выяснение закономерностей распределения в них малых элементов. Определены  $Fe_2O_3$  (химический анализ),  $Mg, Ca, Fe, Mn, Co, Ni, Ti, V, Cr, Zr, Cu, Pb, Ba, Be, Sc, La, Zn, Sr, Ba, Y, Yb, Au$  (спектральный анализ). Для  $Fe_2O_3$  и  $Au$  были построены карты распределений (рис.45 и 46).

Результаты анализов указывают на некоторые отличительные особенности распределения и накопления различных элементов по типам осадка. Определенное влияние оказывают характерные особенности осадкообразования в различных районах - Белосарайском заливе и восточной половине участка.

Таблица 15

Химический состав донных осадков Белосарайского участка

Ком- по- нент	Алев- рит	Смешанные осадки					Фракция < 0,01 мм < 75 %			Фракция > 0,01 мм > 75 %	
		63/2	37/26	55/1	71/3	85/15	43/7	43/19	73/21	Фракция	
										85/13	73/14
SiO <sub>2</sub>	51,61	10,13	48,35	37,55	60,65	52,32	54,04	52,78	52,20	49,83	
TiO <sub>2</sub>	0,55	-	0,53	0,38	0,61	0,61	0,61	0,64	0,58	0,60	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,32	1,09	11,77	9,10	11,53	14,31	13,60	13,40	13,42	14,69	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,44	0,13	4,08	2,65	2,44	2,81	4,16	1,14	4,13	1,15	
FeO	0,86	0,32	1,40	0,86	1,40	2,87	1,29	4,93	1,14	4,78	
MnO	0,07	0,07	0,09	0,09	0,11	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	
MgO	2,26	0,36	2,35	1,81	1,99	2,71	2,62	2,00	2,35	2,64	
CaO	7,28	46,80	8,92	2,44	5,11	3,64	3,50	4,37	3,78	3,65	
Na <sub>2</sub> O	1,50	0,60	1,50	1,30	1,60	1,70	1,60	1,66	1,70	1,77	
K <sub>2</sub> O	2,20	0,30	2,10	1,60	2,10	2,40	2,30	1,94	2,30	2,40	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,06	0,07	0,03	0,07	0,10	0,11	0,08	0,12	0,09	
SO <sub>3</sub>	0,34	0,20	0,27	0,17	0,82	0,54	0,54	0,24	0,34	0,63	
H <sub>2</sub> O тигр	4,00	0,41	4,15	2,86	3,50	4,61	3,81	2,16	4,00	3,79	
П.п.п.	5,15	7,03	5,66	3,90	4,04	7,25	7,23	9,62	5,15	9,33	
CO <sub>2</sub>	5,73	32,76	7,02	16,72	4,03	2,90	2,76	3,47	5,73	2,88	
C орг	0,45	0,04	0,52	0,47	0,08	0,07	0,50	0,18	0,45	0,54	
С орг	1,00	-	1,20	-	0,20	1,40	1,13	1,25	1,00	1,13	
В с е -											
г о	99,86	100,35	99,98	99,93	100,28	100,34	99,90	99,99	99,86	99,99	

Всего спектральному анализу подвергалось 110 проб натурального осадка. Из них 67 проб из восточной половины участка и 43 - из западной (табл. 16 и 17). Пределы содержаний малых элементов и их средние значения по типам осадка приведены отдельно для восточной и западной половин Белосарайского залива. Рассчитаны также средние содержания элементов по этим двум районам и вычислены кларки концентраций.

Средние содержания элементов в осадках (доли %): Mg, Ca, Fe, Ti - десятые; Mn, Sr, Ba, для Белосарайского залива Zn - сотые; Ni, V, Cr, Pb, Sc, La, для восточной половины участка Zr, Ga - тысячные; Co, Cu, для восточной половины участка Be, для Белосарайского залива Ga, Yb - десятитысячные; для восточной половины участка Yb - соты тысячные; Zn в восточной половине участка не обнаружен.

Высокие содержания Ca и Mg в осадках объясняются прежде всего их концентрацией в створках раковин моллюсков и присутствием раковинного детрита в осадках, а также содержанием этих элементов

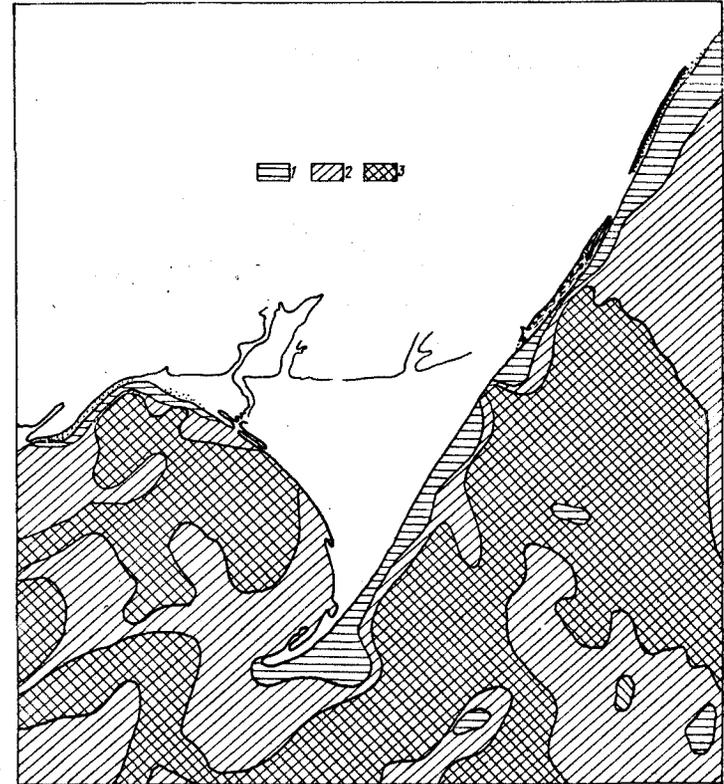


Рис. 45. Распределение железа в донных осадках Белосарайского участка (в % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):

1 - < 3; 2 3 - 5; 3 - > 5.

в составе амфиболов. Последние могут накапливаться в значительном количестве в тяжелой фракции мелкопесчаной алевритовой размерности. Кроме того, с ракушечным материалом связаны Sr и Ba, которые входят изоморфно в решетку минералов карбоната кальция.

Для Fe и Mn характерны относительно повышенные средние содержания в алевритах и илах, что связано с их тяготением к пелитовой части и благоприятной геохимической обстановкой для накопления. Подтверждением может служить карта-схема распределения же-

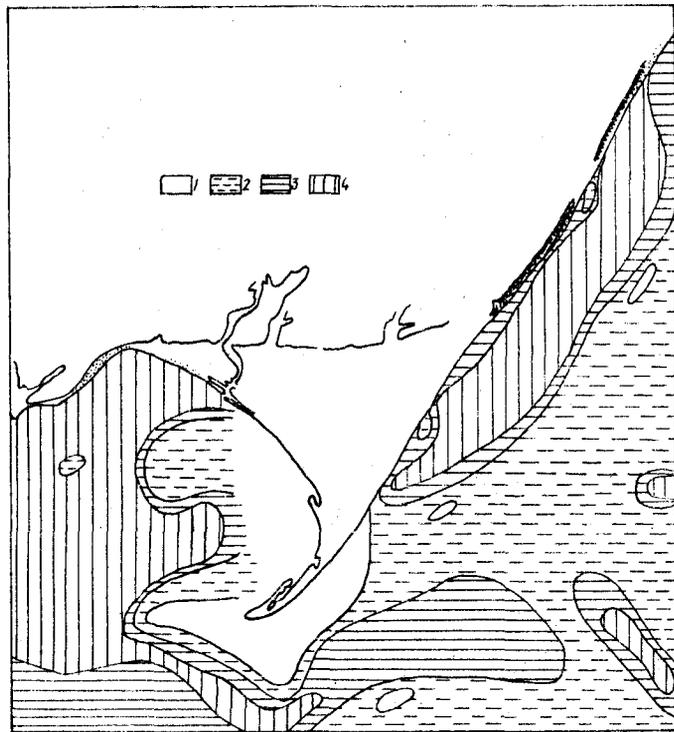


Рис. 46. Распределение золота (г/т) в донных осадках Белосарайского участка:  
 1 - не установлено; 2 - 0,0015; 3 - 0,0015-0,007;  
 4 - 0,007-0,01.

железа в донных осадках Белосарайского участка (см. рис. 45). Прослеживается прибрежный минимум, особенно четко проявленный в восточной половине участка, и повышенные содержания в зонах развития тонкодисперсных осадков.

Характерной особенностью накопления  $Ti$  в различных типах осадков как для западной, так и для восточной частей Белосарайского участка являются его относительно повышенные содержания в илах и алевритах. Такой несколько необычный характер распределения  $Ti$  обусловлен глубоким разложением титансодержащих кластогенных

минералов и концентрацией его в осадке в виде лейкоксона, тяготеющего к дисперсной части осадка.

Накопление  $Cr$  и  $Zr$  в песках и алевритах связано с присутствием в них кластогенных циркона и хромита.

$V, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Sc, La$  обнаруживают тенденцию к накоплению в илах, что, очевидно, объясняется сорбционными способностями глинистого вещества и благоприятной геохимической обстановкой, более четко проявленной в условиях Белосарайского залива.

Относительно повышенные содержания  $Y$  и  $Yb$  в песках обусловлены наличием кластогенных циркона, в состав которого он входит в виде примеси.

Распределение золота различается в Белосарайском заливе и восточной половине участка: в первом его повышенные содержания приурочены к зоне развития илов и обусловлены миграцией и перетолжением этого элемента в связи с органическими соединениями, которыми обогащены илы залива; во втором - к прибрежной полосе, что обусловлено миграцией и перетолжением этого элемента в связи с кластогенным материалом, поступающим вследствие абразии берега.

Для ряда одних и тех же элементов как восточной, так и западной половин Белосарайского участка (кроме  $Zn$ ) кларки концентраций превышают единицу и соответственно составляют:  $Pb$  - 1,8-1,2;  $Sc$  - 1,0-1,0;  $La$  - 1,4-1,03;  $Zn$  - 0-1,2;  $Yb$  - 2,1-3,02.

Отмечены различия в кларках концентраций некоторых элементов для Белосарайского залива и восточной половины участка:  $V$  - 0,44-0,22;  $Cr$  - 0,96-0,48;  $Zr$  - 0,60-0,47;  $Zn$  - 1,2-0;  $Y$  - 0,7-0,34.

Анализируя характер распределения малых и рассеянных элементов в пределах Белосарайского участка, необходимо отметить следующее:

1. Для некоторых элементов существует благоприятная обстановка накопления в определенных типах осадка.

2. Для Белосарайского участка отмечена геохимическая обстановка, способствующая накоплению  $Pb, Sc, La, Zn, Yb$ , для которых кларк концентраций превышает единицу.

3. Для Белосарайского залива и восточной половины участка имеет место определенное различие геохимических условий, которые вызваны в основном различной гидродинамической активностью водных масс и проявляются в пониженных (в 2 раза) значениях кларков концентраций для  $V, Cr, Zn, Y$  и отсутствии  $Zn$  в восточной половине участка.

Таблица 16

Содержание элементов (%) в донных  
по данным

Тип осадка	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co
Пески								
минимум	-	-	0,1	0,01	-	0,001	-	-
максимум	-	-	0,2	0,20	-	0,020	-	-
среднее	-	-	0,2	0,10	-	0,008	-	-
количество проб	-	-	6	6	-	6	-	-
Смешанные								
минимум >	5,0	1,0	0,1	0,1	0,2	0,01	-	-
максимум	5,0	5,0	0,3	0,2	0,8	0,08	0,0020	0,001
среднее >	5,0	3,0	0,2	0,2	0,5	0,03	0,0009	0,004
количество проб	5	5	10	5	5	10	10	10
Алевриты								
минимум >	5,0	1,0	0,1	0,1	0,4	0,01	0,001	-
максимум	5,0	5,0	0,2	0,2	1,0	0,10	0,003	0,0010
среднее >	5,0	3,0	0,2	0,2	0,8	0,07	0,002	0,0005
количество проб	3	3	4	1	3	4	3	3
Илы								
минимум >	5,0	1,0	0,06	0,1	0,3	0,01	0,001	-
максимум	5,0	5,0	0,50	0,2	0,8	0,10	0,006	0,0010
среднее >	5,0	5,0	0,20	0,2	0,4	0,05	0,001	0,0005
количество проб	33	3	47	14	33	47	47	47
Всего по участку								
минимум >	5,0	1,0	0,06	0,1	0,2	0,001	-	-
максимум	5,0	5,0	0,50	0,2	1,0	0,100	0,0060	0,0010
среднее >	5,0	3,0	0,20	0,2	0,5	0,040	0,0010	0,0005
количество проб	41	11	67	26	41	67	60	60
Кларк по А.Г.Виноградову	29,0	8,05	1,87	2,96	4,65	0,10	0,0058	0,0018
Кларк концент- рации	0,17	0,37	0,10	0,07	0,10	0,40	0,17	0,27

осадках восточной части Белосарайского участка  
спектрального анализа

Ti	V	Cr	Zr	Cu	Pb	La	Be
0,01	0,001	-	0,004	-	-	-	-
0,20	0,002	0,001	0,010	0,0010	-	0,001	-
0,04	0,001	0,001	0,008	0,0005	-	0,001	-
6	6	6	6	6	-	1	-
0,08	0,001	0,001	0,002	-	0,002	-	-
0,40	0,006	0,006	0,010	0,0010	0,004	0,002	0,0001
0,20	0,003	0,003	0,007	0,0005	0,003	0,001	0,0001
10	10	10	10	10	5	10	5
0,1	0,001	0,001	0,006	0,0005	0,001	-	-
0,2	0,005	0,020	0,010	0,0010	0,005	0,001	0,0001
0,2	0,002	0,007	0,008	0,0007	0,003	0,001	0,0001
4	4	4	4	4	5	3	3
0,01	0,001	0,001	0,002	0,0003	0,001	-	0,0001
0,25	0,005	0,010	0,050	0,0020	0,005	0,0020	-
0,20	0,003	0,005	0,008	0,0006	0,002	0,0009	0,0001
47	47	47	47	47	34	47	33
0,01	0,001	-	0,002	-	0,001	-	-
0,40	0,006	0,002	0,050	0,0020	0,005	0,002	0,0001
0,20	0,002	0,004	0,008	0,0006	0,003	0,001	0,0001
67	67	67	67	67	44	61	41
0,45	0,009	0,0083	0,017	0,0047	0,0016	0,0019	0,00038
0,44	0,22	0,48	0,47	0,12	1,80	0,53	0,16

Продолжение табл.16

Тип осадка	Sc	La	Zn	Sr	Ba	Y	Yb
Пески							
минимум	-	-	-	0,01	-	-	-
максимум	-	-	-	0,04	0,02	0,003	-
среднее	-	-	-	0,02	0,02	0,003	-
количество проб	-	-	-	6	2	1	-
Смешанные							
минимум >	0,001	0,003	-	0,001	0,01	-	-
максимум	0,002	0,006	-	0,060	0,03	0,0030	0,0001
среднее >	0,001	0,004	-	0,030	0,01	0,0009	-
количество проб	5	5	-	10	5	10	5
Алевриты							
минимум >	0,001	0,003	-	0,01	0,01	0,0010	-
максимум	0,002	-	-	0,03	0,03	0,0030	0,0001
среднее >	0,002	0,003	-	0,02	0,02	0,0009	0,0001
количество проб	3	3	-	4	3	4	3
Илы							
минимум >	0,001	0,003	-	0,01	0,01	-	0,0001
максимум	0,002	0,006	-	0,10	0,03	0,003	-
среднее >	0,001	0,004	-	0,02	0,02	0,001	0,0001
количество проб	33	33	-	47	33	47	33
Всего по участку							
минимум >	0,001	0,003	-	0,001	-	-	-
максимум	0,002	0,006	-	0,060	0,03	0,003	0,0001
среднее >	0,001	0,004	-	0,020	0,02	0,001	0,0007
количество проб	41	41	-	61	43	62	41
Кларк по А.Г.Виноградову	0,001	0,0029	0,0083	0,034	0,065	0,0029	0,0033
Кларк концентрации	1,0	1,40	-	0,60	0,30	0,34	2,12

Малые элементы в раковинах из донных осадков Белосарайского участка. Широко известна способность организмов накапливать химические элементы в различных частях тела (Вернадский, 1923). Характерные особенности концентрации отдельных элементов отмечаются и в карбонатных створках раковин, химический состав которых, с одной стороны, дает информацию о геохимической обстановке осадконакопления, с другой — указывает источники обогащения осадка рядом элементов в местах захоронения скелетных остатков.

Объектом изучения были выбраны раковины *Cardium*, так как этот вид наиболее распространен в современных осадках Азовского моря, в частности Белосарайского участка (табл. 18).

Работы охватывали район, расположенный к югу от дистального окончания Белосарайской косы и выполнялись по следующей методике. Анализу подвергались раковины, которые отбирались из колонок длиной до 1 м современных донных осадков, полученных при помощи ударной трубки, по всей длине колонок в 3-5 точках, затем тщательно отмывались и очищались от терригенных частиц. Каждая колонка была представлена усредненной пробой. Всего опробовано 39 колонок.

Определение малых элементов выполнялось методом эмиссионного спектрального анализа в угольной дуге на приборе марки СТЭ-1. Расшифровка спектров производилась визуально при помощи стандартов, приготовленных на карбонатной основе.

Одновременно с раковинами отбирались пробы вмещающих осадков, также исследованные спектрально. Расшифровка спектров производилась при помощи стандартов, приготовленных на силикатной основе.

Скелетные остатки *Cardium* и вмещающие их осадки подвергались анализу на выявление 20 элементов (Si, Al, Mg, Ca, Fe, Mn, Ni, Ti, V, Cr, Mo, Zr, Cu, Pb, Be, Y, Na, Sr, Ba) — для первых и 24 (Si, Al, Mg, Ca, Fe, Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Zr, Zn, Cu, Pb, Ga, Be, Sc, La, Y, Yb, Na, Sr, Ba) — для вторых. По данным анализов, общими для раковин *Cardium* и осадков являются 19 элементов (Si, Al, Mg, Ca, Fe, Mn, Ni, Ti, V, Cr, Zr, Cu, Pb, Be, La, Y, Na, Sr, Ba). Кроме того, в раковинах присутствуют Zn, Ga, Sc, Yb, Ni, Cr, Mo, а в осадках — Co. Раковины двустворчатых на 95-97% состоят из CaCO<sub>3</sub> (Виноградов, 1937). Карбонатный скелет *Cardium* представлен арагонитом (Бессонов, Галатина, 1969), что влияет на концентрацию отдельных элементов в его составе. Так, по данным А.П.Виноградова (1937), стронция больше в раковинах арагонитового состава, чем кальцитового. В раковинах наибольшее со-

Содержание элементов (%) в донных  
участка по даннымосадках западной части Белосарайского  
спектрального анализа

Тип осадка	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Ti
Пески									
минимум >	5,0	1,0	0,06	-	0,3	0,02	0,001	0,001	0,1
максимум	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
среднее >	5,0	3,0	0,06	-	0,3	0,02	0,001	0,001	0,1
количество проб	1	1	1	-	1	1	1	1	1
Смешанные									
минимум	-	-	0,1	0,1	-	0,01	-	-	0,1
максимум	-	-	0,2	0,2	-	0,02	0,001	0,001	0,2
среднее	-	-	0,2	0,2	-	0,02	0,0004	0,0002	0,2
количество проб	-	-	-	II	-	II	II	II	II
Алевриты									
минимум >	5,0	1,0	0,2	-	1,0	0,06	0,002	0,001	0,3
максимум	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
среднее >	5,0	3,0	0,2	-	1,0	0,06	0,002	0,001	0,3
количество проб	1	1	1	-	1	1	1	1	1
Илы									
минимум >	5,0	1,0	0,1	0,1	0,3	0,002	-	-	0,02
максимум	5,0	5,0	0,2	0,2	1,0	0,02	0,001	0,001	0,2
среднее >	5,0	3,0	0,2	0,2	0,5	0,02	0,0007	0,001	0,2
количество проб	5	5	30	26	5	30	30	5	30
Всего по участку									
минимум >	5,0	1,0	0,06	0,1	0,3	0,01	-	-	0,02
максимум	5,0	5,0	0,20	0,2	1,0	0,06	0,002	0,001	0,3
среднее >	5,0	3,0	0,20	0,2	0,6	0,03	0,001	0,0006	0,2
количество проб	7	7	43	37	7	43	43	18	43
Кларк по А.П.Виноградову (1962)	29,0	8,05	1,87	2,96	4,65	0,10	0,0058	0,0018	0,45
Кларк концентрации	0,17	0,37	0,10	0,07	0,13	0,30	0,17	0,33	0,44

V	Cr	Zr	Cu	Pb	Ba	Be	Sc
0,001	0,001	0,02	0,0004	0,001	0,001	0,0001	0,001
0,001	0,001	0,02	0,0004	0,001	0,001	0,0001	0,001
I	I	I	I	I	I	I	I
0,004	0,001	0,006	-	-	-	-	-
0,006	0,003	0,080	0,0010	0,0010	0,0010	-	-
0,005	0,001	0,010	0,0005	0,0002	0,0004	-	-
II	II	II	II	II	II	-	-
0,006	0,03	0,02	0,001	0,002	0,001	0,0001	0,001
0,006	0,03	0,02	0,001	0,002	0,001	0,0001	0,001
I	I	I	I	I	I	I	I
0,001	0,001	0,001	0,0003	0,0003	0,0010	0,0010	0,001
0,006	0,006	0,020	0,0040	0,0030	0,0020	0,0001	0,001
0,004	0,002	0,007	0,0009	0,0010	0,0007	0,0001	0,001
30	30	30	30	9	30	4	4
0,001	0,001	0,006	-	-	-	-	0,001
0,006	0,030	0,080	0,0040	0,003	0,0020	0,0010	-
0,004	0,008	0,010	0,0007	0,002	0,0008	0,00007	0,001
43	43	43	43	43	43	43	43
0,009	0,0083	0,017	0,0047	0,0016	0,0019	0,00038	0,001
0,44	0,96	0,60	0,15	1,20	0,42	0,18	1,0

Продолжение табл.17

Тип осадка	La	Zn	Sr	Ba	Y	Yb
<b>Пески</b>						
минимум >	0,003	-	0,03	0,03	0,01	0,0001
максимум >	0,003	-	0,03	0,03	0,01	0,0001
среднее количество проб	1	-	1	1	1	1
<b>Смешанные</b>						
минимум	-	0,004	0,01	-	-	-
максимум	-	0,010	0,02	-	0,003	-
среднее количество проб	-	0,002	0,01	-	0,003	-
II	II	II	II	II	II	II
<b>Алевриты</b>						
минимум >	0,003	-	0,01	0,03	0,001	0,0001
максимум >	0,003	-	0,01	0,03	0,001	0,0001
среднее количество проб	1	1	1	1	1	1
<b>Илы</b>						
минимум >	0,003	0,001	0,01	0,02	0,001	0,0001
максимум >	0,003	0,010	0,06	0,03	0,003	-
среднее количество проб	0,003	0,010	0,01	0,02	0,002	0,0001
4	4	30	5	30	4	
<b>Всего по участку</b>						
минимум >	0,003	-	0,01	0,02	-	0,0001
максимум >	0,003	0,010	0,06	0,03	0,010	-
среднее количество проб	0,003	0,010	0,02	0,03	0,002	0,0001
43	43	43	43	43	43	43
<b>Кларк по А.П.Виноградову (1962)</b>						
0,0029	0,0083	0,034	0,065	0,0029	0,000033	
<b>Кларк концентрации</b>						
1,03	1,20	0,60	0,46	0,70	3,03	

держание после Ca имеют Si, Al, Mg, Fe, Na, Sr (в среднем по участку - десятые доли процента). В меньших количествах содержатся Mn, La, Ba (сотые доли процента), Ti, Cr, Zr (тысячные доли процента), Ni, V, Mo, Cu (десяти тысячные доли процента).

Значительный интерес представляет распределение средних содержаний малых элементов в раковинах Cardium из различных типов вмещающих осадков (см. табл. 18 и 19). Так, для Al, Mg, Fe, Ni, V, Cr, Cu максимумы накоплений характерны у раковин, отобранных из алевритов. Та же тенденция, но в меньшей мере, отмечается для Si и Mn. Наоборот, накопление Sr и Mo в раковинах из алевритов минимально и повышается в раковинах из смешанных осадков и илов. Распределение средних содержаний Ti и Zr в раковинах из различных типов осадков колебаний не испытывает, так же незначительны они для La и Y, у которых тенденция к увеличению значений средних содержаний наблюдается лишь в смешанных осадках.

Сравнение кривых распределения средних содержаний малых элементов в раковинах из различных типов осадков и во вмещающих осадках подобны для Fe, Mn, Cr, La, Y, Si, Ni, V что, очевидно, объясняется прямой зависимостью содержаний малых элементов от содержаний их во вмещающих осадках (рис. 47).

Соотношение как фоновых, так и кларковых содержаний различных микроэлементов неодинаково. Неодинаково оно и для раковин из разных типов осадков. Наивысшие коэффициенты биологического накопления малых элементов отмечены для Fe, La, Sr и Ba, содержание которых в раковинах превышает содержание этих элементов в осадках соответственно в среднем в 1,2; 3,75; 14,4 и 5,7 раз. В раковинах из алевритов содержание Mg и Sr соответственно в 2 и 25 раз выше, чем в осадках; La и Ba в раковинах из смешанных осадков содержатся соответственно в 5 и 20 раз больше, чем в осадках (табл. 20).

Железа в раковинах из илов (фракция < 0,01 мм > 75%) содержится в 1,5 больше, чем в илах (фракция < 0,01 мм < 75%) с примесью песчано-алееритового материала. Содержание Mn, Ti, V, Cr, Zr в осадках гораздо выше, чем содержание их в раковинах.

Повышенные содержания ряда микроэлементов (Fe, Mn, Ni, Sr) в раковинах зависят от диагенетических процессов, происходящих в скелетных остатках под действием сульфатредуцирующих бактерий (Кивельштейн, Бессонов, 1969). По данным спектрального анализа раковин были построены карты-схемы распределения Fe, Mn, Ti, Cr

Содержание малых элементов (%) в раковинах  
Белосарайского участка по данным

Тип осадка	Количество проб	Si	Al	Mg	Fe	Mn	Ni	Ti
Смешанные	2	0,06	0,06	0,03	0,10	0,01	-	0,004
		0,20	0,10	0,05	0,80	0,02	0,00010	0,010
		0,13	0,08	0,04	0,45	0,02	0,00005	0,007
Алевриты	4	0,08	0,01	0,04	0,3	0,01	0,0001	0,005
		0,10	0,50	2,00	2,0	0,02	0,0050	0,008
		0,17	0,25	0,40	0,9	0,02	0,0020	0,006
Илы (фракция < 0,01 мм < 75%)	30	0,03	0,01	0,02	0,1	0,008	0,0001	0,003
		0,30	0,50	2,00	2,0	0,040	0,0050	0,010
		0,12	0,09	0,12	0,6	0,010	0,0006	0,005
Илы (фракция < 0,01 мм > 75%)	8	0,1	0,08	0,04	0,3	0,01	0,0001	0,004
		0,2	0,20	0,10	0,6	0,02	0,0010	0,086
		0,2	0,10	0,07	0,4	0,01	0,0007	0,005
Всего по участку	39	0,05	0,01	0,02	0,1	0,008	0,0006	0,003
		0,30	0,50	2,00	2,0	0,040	0,0060	0,010
		0,15	0,13	0,15	0,6	0,020	0,0007	0,006
Кларк для осадочных пород (по А.П.Виноградову, 1962)		29,00	8,05	1,87	4,65	0,10	0,0058	0,45
Коэффициент оседоимического накопления по отношению к осадочным породам		0,005	0,02	0,08	0,10	0,20	0,10	0,01

Раковины *Cardium edule* из донных осадков южной части  
спектрального анализа

V	Cr	Mo	Zr	Cu	La	Y	Na	Sr	Ba
-	-	-	-	-	0,01	0,0004	-	-	0,04
0,0001	0,0010	0,0001	0,001	0,0002	0,02	0,0006	0,1-0,5	0,3	0,30
0,0001	0,0005	0,0001	0,001	0,0002	0,02	0,0005	0,1-0,5	0,3	0,20
0,0001	0,0006	-	-	0,0003	0,01	0,0003	-	0,20	0,01
0,0006	0,0100	0,00030	0,001	0,0006	0,02	0,0006	0,1-0,5	0,40	0,03
0,0004	0,0050	0,00007	0,001	0,0005	0,01	0,0004	0,1-0,5	0,25	0,02
0,0001	0,0003	0,0001	0,001	0,0002	0,006	0,0003	-	0,20	0,01
0,0006	0,0060	0,0005	0,002	0,0010	0,040	0,0006	0,1-0,5	0,40	0,04
0,0002	0,0020	0,0001	0,001	0,0004	0,010	0,0004	0,1-0,5	0,25	0,02
0,0001	0,0006	-	-	0,0003	0,01	0,0003	-	0,3	0,01
0,0003	0,0020	0,0004	0,001	0,0003	0,02	0,0004	0,1-0,5	-	0,03
0,0002	0,0010	0,0001	0,001	0,0005	0,01	0,0004	0,1-0,5	0,3	0,02
0,0001	0,0006	0,0001	-	0,0002	0,006	0,0003	-	0,20	0,01
0,0006	0,0100	0,0005	0,001	0,0010	0,040	0,0006	0,1-0,5	0,40	0,04
0,0002	0,0020	0,0001	0,001	0,0004	0,015	0,0004	0,1-0,5	0,25	0,02
0,009	0,0083	0,00011	0,017	0,0047	0,0029	0,0029	2,50	0,034	0,065
0,02	0,20	0,90	0,06	0,08	5,10	0,10	0,10	7,30	0,30

Содержание малых элементов (%) в  
данным спектрального

Тип осадка	Количество проб	Mg	Fe	Mn	Ni	Co	Ti	V	Cr	
Смешанные	5	минимум	0,10	0,20	0,02	0,001	-	0,08	0,001	0,001
		максимум	0,20	0,60	0,08	0,002	0,0010	0,20	0,003	0,006
		среднее	0,17	0,40	0,06	0,001	0,0002	0,14	0,002	0,003
Алевриты	4	минимум	0,20	0,40	0,06	0,001	-	0,15	0,001	0,002
		максимум	-	1,00	0,10	0,003	0,0010	0,30	0,006	0,030
		среднее	0,20	0,70	0,07	0,002	0,0005	0,20	0,003	0,010
Илы (фракция < 0,01 < 75%)	30	минимум	0,06	0,30	0,02	0,001	-	0,10	0,001	0,001
		максимум	0,50	0,80	0,08	0,002	0,0010	0,30	0,006	0,040
		среднее	0,20	0,40	0,07	0,001	0,0005	0,17	0,003	0,006
Илы (фракция < 0,01 > 75%)	4	минимум	0,20	0,40	0,06	0,001	-	0,10	0,002	0,002
		максимум	0,30	0,50	0,08	0,006	0,0010	0,30	0,003	0,006
		среднее	0,30	0,45	0,06	0,003	0,0007	0,16	0,002	0,004
Всего по участку	43	минимум	0,10	0,20	0,02	0,001	0,0010	0,08	0,001	0,001
		максимум	0,50	1,00	0,10	0,006	0,0010	0,30	0,006	0,040
		среднее	0,20	0,50	0,06	0,002	0,0005	0,20	0,003	0,006
Кларк для осадочных пород (по А.П.Винogradову, 1962)		1,87	4,65	0,10	0,0058	0,0018	0,45	0,009	0,0083	
Кларк концентратации		0,11	0,10	0,60	0,34	0,30	0,44	0,33	0,72	

донных осадках южной части Белосарайского участка по  
анализа

Zr	Cu	Pb	Ga	Be	Sc	La	Sr	Ba	Y	Yb
0,004	0,0001	0,002	0,001	-	0,001	0,003	0,01	-	-	-
0,020	0,0008	0,005	0,002	0,0001	0,002	0,006	0,04	0,001	0,001	0,0001
0,009	0,0005	0,003	0,001	0,0001	0,001	0,004	0,03	0,010	0,001	0,0001
0,006	0,0005	0,001	-	-	0,001	-	0,01	-	-	-
0,020	0,0010	0,005	0,001	0,0001	0,002	0,003	0,01	0,03	0,001	0,0001
0,007	0,0006	0,003	0,001	0,0001	0,001	0,003	0,01	0,02	0,001	0,0001
0,003	0,0003	0,001	0,001	-	0,001	0,003	0,01	0,01	-	-
0,050	0,0020	0,005	0,002	0,0001	0,002	0,006	0,05	0,03	0,001	0,0001
0,009	0,0006	0,002	0,001	0,0001	0,001	0,003	0,02	0,02	0,001	0,0001
0,006	0,0003	0,001	-	-	0,001	-	0,01	0,01	-	-
0,010	0,0006	0,002	0,001	0,0001	0,002	0,003	0,06	0,03	0,001	0,0001
0,007	0,0005	0,002	0,001	0,0001	0,001	0,003	0,03	0,02	0,001	0,0001
0,003	0,0001	0,001	0,001	-	0,001	0,003	0,01	0,01	-	-
0,050	0,0020	0,005	0,002	0,0001	0,002	0,006	0,06	0,03	0,001	0,0001
0,008	0,0006	0,002	0,001	0,0001	0,001	0,003	0,02	0,02	0,001	0,0001
0,017	0,0047	0,0016	0,0019	0,00038	0,001	0,0029	0,034	0,065	0,0029	0,00003
0,50	0,12	1,20	0,52	0,26	1,0	1,0	0,60	0,30	0,34	3,30

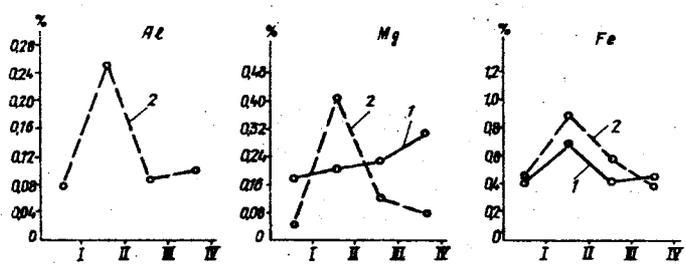
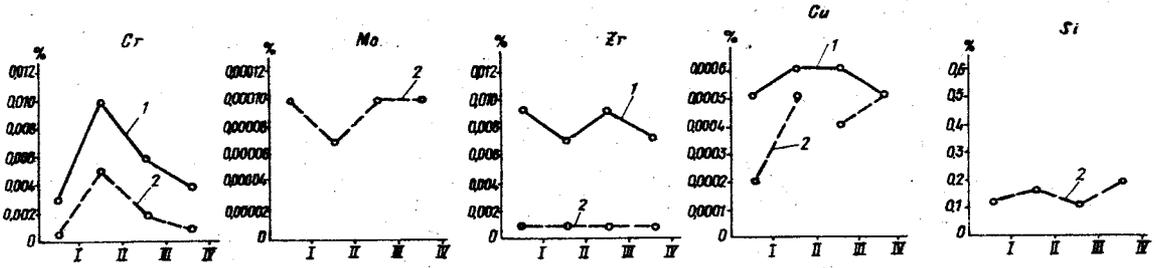
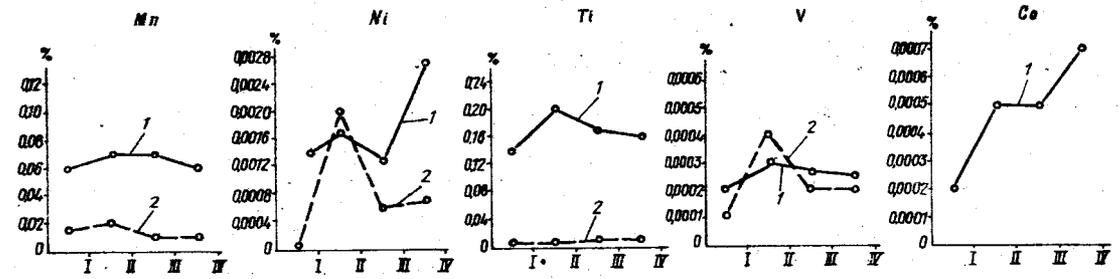
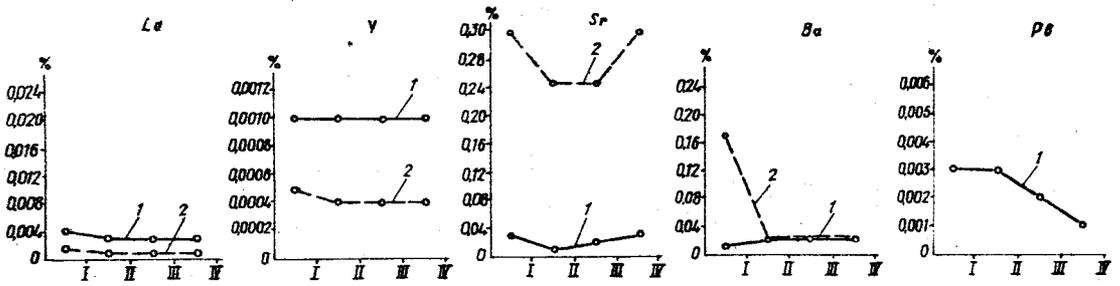


Рис. 47. Кривые распределения малых элементов в донных осадках и раковинах *Cardium edule* южнее Белосарайской косы (по данным спектрального анализа):  
 I - смешанные осадки; II - алевро-глин; III - фракция <math>0,01 \text{ мм} < 75\%</math>; IV - фракция <math>0,01 \text{ мм} > 75\%</math>; 1 - содержание элементов в осадках; 2 - содержание элементов в раковинах *Cardium edule*.

Таблица 20

Коэффициенты биологического накопления\* малых элементов в раковинах *Cardium edule* Белосарайского участка

Элемент	Тип осадка				Среднее по участку
	Смешанные	Алевриты	Илы		
			Фракция < 0,01 мм < 75%	Фракция < 0,01 мм > 75%	
Mg	0,20	2,00	0,60	0,20	0,80
Fe	1,10	1,30	1,50	0,90	1,20
Mn	0,30	0,30	0,10	0,20	0,20
Ni	0,05	1,00	0,60	0,20	0,50
Ti	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04
V	0,05	0,13	0,07	0,10	0,09
Cr	0,17	0,50	0,30	0,25	0,30
Zr	0,11	0,14	0,11	0,14	0,12
Cu	0,40	0,83	0,70	1,00	0,73
La	5,00	3,33	3,33	3,33	3,75
Y	0,50	0,40	0,40	0,40	0,42
Sr	10,00	25,00	12,50	10,00	14,40
Ba	20,00	1,00	1,00	1,00	5,70

\* Отношение содержаний элементов *Cardium edule* - осадок.

(рис. 48 - 51). Площадное распределение железа, марганца, титана и хрома в створках *Cardium* в основном сходны. Едоль берега вытягиваются непрерывные полосы или локальные пятна повышенных концентраций этих элементов, что связано, по-видимому, с характером распределения перечисленных элементов по типам осадков, размещение которых контролируется гранулометрической дифференциацией в прибрежной зоне.

Результаты изучения распределений микроэлементов в раковинах подтверждают картину распределения литологических типов донных осадков и связанных с ними микроэлементов. Это позволяет использовать биогеохимические исследования для поисков повышенных накопленных полезных элементов.

Особенности современного осадкообразования в районе Белосарайского участка. Анализ условий современного осадкообразования в пределах Белосарайского участка (ветровой и гидрологический режимы, особенности строения берега, рельеф дна, источники питания осадочным материалом, вещественный состав донных осадков и распределение компонентов, их слагающих) позволили выявить основные особенности современного осадкообразования.

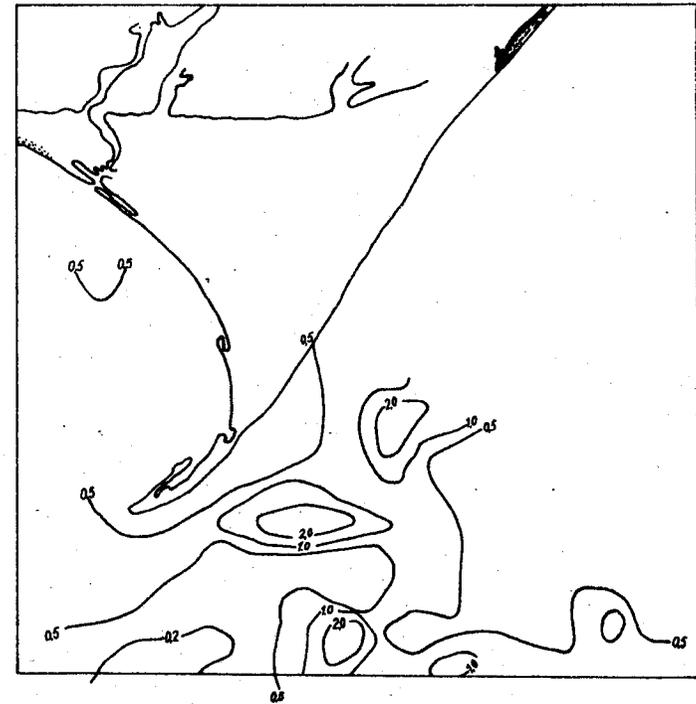


Рис. 48. Распределение железа (%) в раковинах *Cardium edule* из донных осадков Белосарайского участка.

Белосарайский участок прибрежный и аккумулятивный. Для него отмечены три основные источника материала, идущего на формирование осадка:

- продукты абразии коренных берегов участка;
  - биогенный материал, продуцируемый морем в районе участка;
  - материал, поступающий в Азовский водоем в результате абразии берегов и стока рек из более отдаленных районов побережья.
- Определенную роль играют временные водотоки изученного района.

Абрадируемые коренные берега участка сложены легко разрушаемыми песчано-глинистыми отложениями верхнеплиоценового и четвертичного возрастов. Песчаный материал имеет преимущественно кварцевый

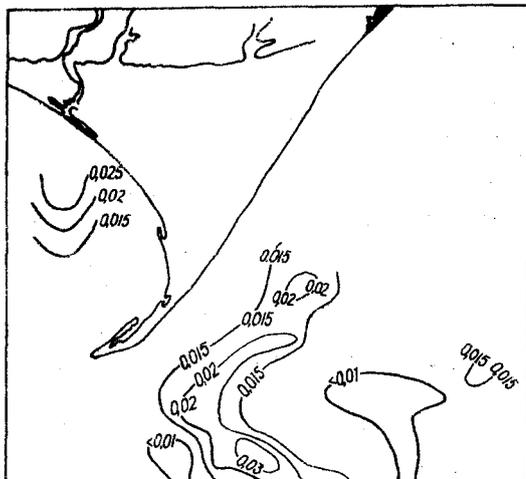


Рис. 49. Распределение марганца (%) в раковинах из донных осадков Белосарайского участка.

состав, примесь темноцветных невелика. Глинистые минералы представлены гидрослюдой и монтмориллонитом с незначительной примесью каолинита.

Биогенный материал, продуцируемый морем и осаждаемый в пределах участка, в первую очередь состоит из скелетных остатков раковин моллюсков, представленных карбонатом кальция. Материал, поступающий в пределы участка из более отдаленных областей моря, в основном тонкодисперсный и характеризуется сложным составом, поскольку для моря характерно постоянное взмучивание, перемешивание и естественное усреднение осаждаемого дисперсного вещества.

Продукты выноса временных водотоков участка в основном идентичны продуктам абразии коренных берегов.

В результате гидродинамической деятельности моря поступающий в пределы участка материал подвергается гранулометрической дифференциации; параллельно формируется также вещественный состав определенных гранулометрических фракций и осадка в целом.

Соотношение песчаной, алевритовой и иллитовой фракций определяет гранулометрический тип осадка. Вещественная характеристика осадка зависит в первую очередь от комбинации трех основных гранулометрических фракций ( $> 0,5$ ;  $0,25-0,01$ ;  $< 0,01$  мм).

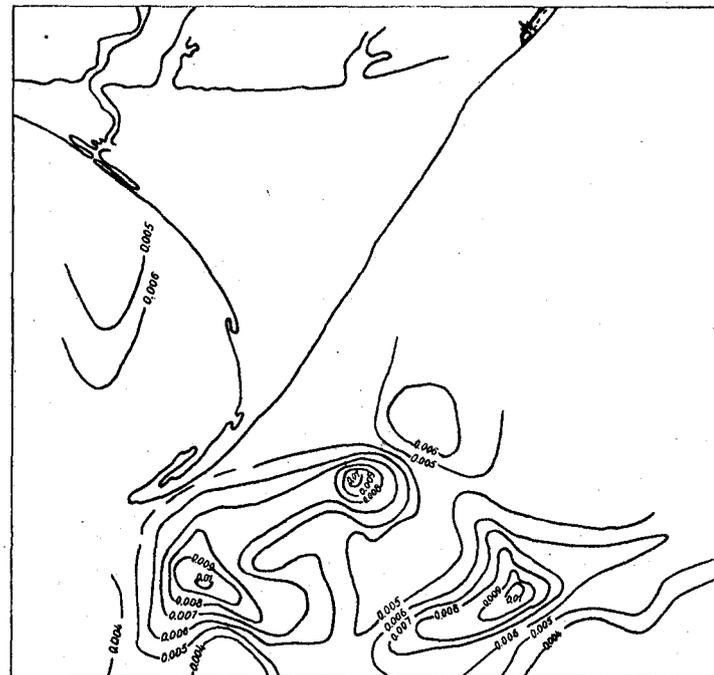


Рис. 50. Распределение титана (%) в раковинах *Cordium edule* из донных осадков Белосарайского участка.

Фракция  $> 0,5$  мм представлена скелетными остатками раковин (кальцит-арагонит). Лишь вблизи абразионных берегов в ее составе значительное место занимает гравийно-галечный материал.

Фракция  $0,25-0,01$  мм имеет в основном кварцево-кальцитовый (арагонитовый) состав. Соотношение кварца и кальцита, а также содержание и состав тяжелых минералов в этой фракции изменяются в зависимости от местоположения в зоне осадконакопления.

Фракция  $< 0,01$  мм складывается преимущественно минералами глин - гидрослюдой и монтмориллонитом. Отмечается примесь каолинита. В незначительных количествах присутствуют кварц, полевой шпат, кальцит, органические вещества.

Фракция среднего песка ( $0,25-0,5$  мм) присутствует в осадке в наименьших количествах и складывается смесью раковинного детрита и терригенных минералов.



Рис. 51. Распределение хрома (%) в раковинах из донных осадков Белосарайского участка.

На размещение типов донных осадков значительное влияние оказывает гидрологический режим (направленное движение водных масс), на который в свою очередь влияют ветровой режим, глубина бассейна, а вблизи берега, в большей мере, — конфигурация береговой линии.

Особенностью рисунка береговой линии Белосарайского участка является Белосарайская коса, аккумулятивное тело которой далеко выступает от коренного берега в море и делит участок на две половины (восточную, открытую для преобладающих ветров и волнений, и западную, Белосарайский залив, закрытую для всех ветров и волнений, кроме юго-западных и южных).

Гидрологический режим восточной и западной половин участка существенно отличается, что находит свое отражение в размещении типов донных осадков и их химизме.

Для Азовского моря наиболее характерны ветры от северо-восточной и юго-западной четвертой горизонта, причем первые преобладают.

Ветры от северо-востока создают в море течение (поток шириной по нормали от берега порядка 35 км) против часовой стрелки. В северных заливах возникают местные круговые течения, направленные по часовой стрелке.

В прибрежной гидродинамически активной полосе подводного склона возникают потоки наносов — результат массового перемещения наносов вдоль берега в течение длительного периода времени, сохраняющего (суммарно) одно и то же направление; они оказывают громадное влияние на размещение вещества в пределах подводного склона, где создают два подводных вала, простирающихся параллельно берегу и являющихся формой динамического равновесия "подводный склон — поток наносов". Материал, вовлекаемый в движение потоками наносов, поступает за счет абразии берегов и со дна моря за счет подачи ракуши и раковинного детрита.

Для Белосарайского участка характерны два потока наносов, которые осуществляют транспорт и дифференциацию преимущественно песчано-алевритового материала. Тонкодисперсный материал выносится в более гидродинамически спокойные места.

Сравнение условий современного осадконакопления в восточной половине участка и Белосарайском заливе дает следующую картину. Подводный склон восточной половины участка более крутой, и коренной берег размывается более активно, чем в заливе, вдольбереговой поток наносов транспортирует материал в юго-западном направлении. Материал, влекаемый этим потоком наносов, частично идет на формирование подводных валов, частично на строительство Белосарайской косы.

У дистальной оконечности косы поток наносов, не экранируемый берегом, разрушается. Часть материала, влекаемого им, под действием волнового поля моря огибает дистальную оконечность косы и заходит в залив, образуя небольшие вторичные причлененные к основному телу косы. Часть материала, влекаемая продолжением потока наносов на запад, осаждается в этой полосе вблизи и к западу от дистальной оконечности косы.

В Белосарайском заливе поток наносов характеризуется значительно меньшей емкостью и мощностью, направлен с запада на восток. Разгрузка его происходит у корневой части косы в заливе.

Сочетание всех факторов гидродинамической обстановки значительно влияет на распределение и пространственное размещение осаждаемого материала в пределах участка, осуществляя гранулометриче-

ский контроль вещественного состава осадка. Определенную корректуру вносит ракушечный материал, присутствующий в значительных количествах в районах развития моллюсков.

Фракция  $>0,5$  мм, слагающаяся в основном за счет ракуши и раковинного детрита, приурочена к полям развития ракушек. Для последней более благоприятные условия существуют в восточной половине участка (лучшая аэрация придонного слоя), что определяет довольно высокие содержания (5-25%) натурального сухого осадка ракушечного материала в осадке к востоку от Белосарайской косы при отдельных локальных пятнах его более высокого содержания ( $>25\%$ ). В кутовой части Белосарайского залива значительное поле характеризуется значениями  $<5\%$  фракции  $>0,5$  мм.

Фракция 0,25-0,01 мм характеризуется наиболее равномерным площадным распределением в осадках при узкой прерывистой полосе максимальных значений у восточного берега участка. Однако в границах этой фракции распределение мелкопесчаного (0,25-0,1 мм) и алевритового (0,1-0,01 мм) материалов существенно отличается: мелкопесчаный образует прибрежный максимум вдоль восточного берега участка; рисунок распределения алевритового материала более сложен. Полоса вдоль восточного берега участка характеризуется минимальными значениями. Области накопления алевритового материала сдвинуты мористее. Для кутовой части Белосарайского залива характерны высокие содержания алевритовой фракции. Фракция  $<0,01$  мм определяет основную особенность осадков участка, их тонкодисперсность. Для большей площади содержание фракции  $<0,01$  мм составляет  $>50\%$ , что характеризует осадки как илы. Минимум содержаний характерен для узкой прибрежной полосы вдоль восточного берега участка. В Белосарайском заливе осадки с значительным содержанием пелитовой фракции отмечены на меньших глубинах и подступают к берегу гораздо ближе.

Минералогический состав фракции 0,25-0,01 мм позволяет также отметить некоторые особенности осадконакопления в пределах участка. Встречено всего 38 минералов - 9 в легкой и 29 в тяжелой фракциях. Наблюдается закономерное уменьшение от единиц до десятых долей процента количества тяжелых минералов в ряду песок - алеврит - смешанный осадок - ил. Исключение составляет несколько проб из приурезовой прибрежной части на восточной половине участка (Белосарайская коса), где содержание тяжелой фракции возросло до 56%.

Белосарайский залив характеризуется меньшими содержаниями тяжелых минералов во всех типах осадка по сравнению с восточной половиной участка.

В легкой фракции повсеместно преобладают кальцит и кварц, однако средние содержания их в осадках восточной половины участка и Белосарайском заливе характеризуются обратной зависимостью. Соответственно соотношение этих компонентов составляют: для кальцита - 1,3:1 (фракция 0,25-0,1 мм) и 3:1 (фракция 0,1-0,01 мм); для кварца - 1:1,3 (фракция 0,25-0,1 мм) и 1:2,4 (фракция 0,1-0,01 мм). Это явление закономерно, во-первых, потому, что в восточной половине ракушечные поля пользуются большим распространением; во-вторых, потому, что в прибрежной зоне развития песчаного материала его источниками почти в равной степени являются продукты абразии береговых отложений (кварц) и измельченный ракушечный материал (кальцит). В более мористой зоне развития алевритового материала явно преобладает второй источник питания и, возможно, частично хемогенный. Из тяжелых минералов, наибольшим развитием характеризуются циркон, ильменит, силлиманит, дистен, ставролит, турмалин, роговая обманка, эпидот, гранат. Однако концентрации их в тяжелой фракции незначительны и наблюдаются от нуля до единиц процентов, за исключением ильменита и роговой обманки, для которых среднее содержание составляют первые десятки процентов. Частота встречаемости, пределы колебаний и средние содержания многих тяжелых минералов мелкопесчаной и алевритовой фракций отличаются друг от друга. Отличны они и для восточной и западной половин участка (см. табл. 7). Причиной является не только сортировка по гидравлической крупности, но и особенности источников питания. Так, целестин, брукит, пироксен, магнетит, топаз, титанит встречаются в значительно больших количествах в восточной половине участка, турмалин, эпидот, сидерит и апатит - в западной.

Следует отметить аутигенные пирит (марказит) и, очевидно в большей мере, производный от него гидрогетит. Сульфид железа встречается в значительном количестве проб, чаще в алевритовой фракции, где и отмечаются его более высокие концентрации. Гидрогетит развит также широко, однако чаще всего встречается в пробах восточной половины участка (лучшая аэрация придонных слоев). Для залива характерны его относительно повышенные накопления в песчаной фракции по сравнению с алевритовой, что также свидетель-

ствует о его развитии в зоне более интенсивного перемешивания вод.

Дифференциация терригенных минералов по гидравлической крупности при переносе под воздействием течений и волнового поля ведет к дальнейшему перераспределению осаждающегося вещества и формированию вещественного состава осадка.

Большое влияние на геохимические особенности осадка оказывает органическое вещество (его количество и реакционная способность), распределение которого по типам осадка участка сохраняет закономерности, характерные для моря в целом;  $C_{орг}$  накапливается в тонкодисперсной части осадка, и его количество возрастает от песков к илам.

Соотношения гранулометрических фракций  $>0,5$ ;  $0,25 - 0,01$  и  $<0,01$  мм в большей мере определяют не только гранулометрический тип осадка, его минералогию, но и химический состав. Первый компонент представлен преимущественно биогенным  $CaCO_3$ , второй —  $SiO_2$  или  $CaCO_3$ , либо их смесью; в незначительном количестве могут присутствовать класитические силикаты, а также сульфиды и гидроокислы железа. Третий компонент представлен преимущественно алюмосиликатами близкого химического состава.

Пески, алевроиты, смешанные осадки в связи с существенным изменением соотношений перечисленных слагающих испытывают значительные колебания химического состава основных осадкообразующих компонентов ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ). Для илов характерен наиболее стабильный химический состав в связи с однородностью их минералогии (в основном гидрослюда и монтмориллонит) и уменьшение содержаний  $SiO_2$  и  $CaO$  при увеличении содержаний  $Al_2O_3$ .

Распределение малых и рассеянных элементов в осадках участка позволяет проследить не только их приуроченность к определенным типам осадка и говорить о формах миграции этих элементов, но и отметить определенные геохимические отличия восточной и западной половин участка. Так, в Белосарайском заливе кларки концентраций для V, Cr, Zr, Y примерно в два раза выше, чем для восточной половины участка. В Белосарайском заливе спектральными анализами отмечен также цинк.

Эти обстоятельства связаны прежде всего с более восстановительными условиями, характеризующими осадок Белосарайского залива, что объясняется менее активной гидродинамической обстановкой, более тонкодисперсным осадком, благоприятной обстановкой в кутовой части залива для бурного развития и накопления органики.

Следует также отметить влияние гидротехнических работ на процесс осадкообразования в пределах Белосарайского участка, особенно восточной его части. Постоянная расчистка судоходного канала и свалка грунта вдоль восточного берега участка в определенной мере нарушают естественный баланс вещества. Если коснуться количественной и качественной сторон этого явления, то окажется, что раз врезанная в дно на несколько метров траншея канала впоследствии систематически заполнялась современными илами, от которых периодически она очищалась. Илы выгружались на свалке грунта. Эти операции не влияли (и не влияют) на качественный состав компонентов слагающих осадков. Однако в результате дополнительных "перелопачиваний" осадка мог происходить отмыл легких частиц и увеличение концентраций более тяжелых компонентов, как это отмечалось нами для илов восточной половины участка (повышенное содержание тяжелой фракции).

Таким образом, на основании изложенного выше можно сделать следующие выводы о процессах осадкообразования в пределах Белосарайского участка.

1. Вещество, участвующее в осадкообразовании, поставляется в основном в результате абразии берегов (суша) и биогенного фактора (море).

2. Близость источников питания в определенной мере влияет на состав и количественное соотношение минералов песчано-алевритовой части осадка, определяя некоторые различия между восточной половиной участка и Белосарайским заливом.

3. На распределение вещества в пределах участка основное влияние оказывает гидродинамическая обстановка, что проявляется в формировании естественных типов осадка и гранулометрическом контроле распределения основных осадкообразующих компонентов.

4. Различие гидродинамической обстановки в восточной половине участка и Белосарайском заливе обуславливает различие геохимических условий (что связано прежде всего с количеством  $C_{орг}$  в осадке) и проявляется в характере накопления и распределения аутигенных сульфидов и гидроокислов железа, а также ряда малых элементов.

5. Высокие концентрации полезных минералов (ильменита, циркона) в прибрежных осадках подводного склона не отмечены, однако постоянное питание потока наносов, идущего вдоль восточного берега Белосарайской косы, материалом, содержащим эти минералы, и ак-

тивная дифференциация по гидравлической крупности в зоне волно-прибойного потока постоянно обогащает пляжевые отложения Белосарайской косы, в определенной мере регенерируя пляжевую россыпь.

6. Уменьшение мощности Белосарайского потока наносов (в результате прекращения абразии коренного берега на северо-востоке участка или каких-либо других причин) повлечет размыв тела Белосарайской косы с востока.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Комплексная геологическая съемка акваторий Украинской ССР имеет большое научное и практическое значение, однако до настоящего времени в СССР нет достаточного опыта и рекомендаций по методике, технике и экономике ее организации и проведения.

Геологическая съемка прибрежных участков Белосарайского района осуществлялась геологосъемочной партией треста "Артемуглеразведка" согласно действующих инструкций. Бурение картировочных скважин глубиной до 400 м, использование геофизических данных и материалов аэрофотосъемки дали возможность изучить геологический разрез до поверхности кристаллического фундамента, впервые выявив в районе отложения нижнего мела (апт - альб). Структурный анализ данных картирования позволил установить сложное блоковое строение района, фиксируемое отдельными поднятиями и опусканиями, определяющими состав и мощность пород.

Предполагается, что формирование структур района началось в нижнемеловое время и продолжалось в антропогене.

Геологическая съемка участков акватории Белосарайского района осуществлялась с применением геолокации, площадного отбора донных проб и морского бурения скважин. Геолокационной съемкой была покрыта вся площадь восточного участка и часть западного (см. рис. 26). Как правило, она предшествовала отбору донных проб, обеспечивая изучение рельефа дна моря и его батиметрии. Этими работами установлено постепенное понижение дна в сторону моря, выявлены важные особенности в строении подводного рельефа и различные крутизны подводных склонов восточного и западного берегов Белосарайской косы (см. рис. 27). Зафиксировано два параллельных берегу подводных вада, расположенных в двухсотметровой прибрежной полосе.

Геолокационная съемка позволила сделать выводы о топографии морского дна и донных осадков, что имеет большое значение для организации судоходства и инженерно-геологических работ в прибрежной зоне и в акватории.

Отбор и изучение современных донных осадков был проведен на всей площади участка опытных работ; при размещении профилей и точек отбора проб учитывались данные геолокации. Глубина отбора донных проб достигала 1,5 м от поверхности морского дна. Всего было отобрано 435 донных проб, изученных по обширной программе.

Морское бурение скважин в первый год опытного картирования акватории было сосредоточено на двух профилях, по которым пробурено 9 скважин глубиной 35 - 47,5 м (см. рис. 48). В результате бурения морских скважин изучены разрезы четвертичных и плиоценовых отложений, определены площади их распространения в акватории, мощность, состав и условия залегания илов и песков.

Лабораторные анализы и исследования материалов морского картирования позволили заключить следующее: в пределах Белосарайского района состав вещества определяется процессами абразии берега и биогенным фактором; на распределение вещества существенно влияет гидродинамическая обстановка, проявляясь в формировании типов осадков и гранулометрическом контроле; установлены факторы, влияющие на размещение геохимических условий, что обуславливает особенности накопления и распределения аутигенных сульфидов, гидроокислов железа, малых элементов; изучена дифференциация различных компонентов осадков по гранулометрическим типам и т.д.

Результаты лабораторных анализов и исследований сведены в таблицы, характеризующие особенности распределения моллюсков отдельных видов донных осадков Белосарайского участка (табл. 6), гранулометрическую характеристику современных донных осадков (табл. 9), минералогическую характеристику мелкопесчаной и алевритовой составляющих (табл. 12), химический состав донных осадков (табл. 15), содержание микроэлементов в донных осадках (табл. 16 и 17) и др.

Результаты изучения и обобщения фактического материала представлены многочисленными картами, схемами и рисунками, которые могут быть использованы при разработке методических положений по комплексному картированию акватории Азовского моря:

рельеф дна Азовского моря в районе Белосарайского участка (рис. 24);

морфология берега и подводных склонов (рис. 25);

литологическая карта современных донных осадков на участке (рис. 28);

серия карт распределения осадков по фракциям (рис. 29-33);

карта распределения на участке тяжелых минералов в мелкопесчаной и алевроитовой фракциях (рис. 35 - 37);

карта распределения в тяжелой фракции ильменита и циркона (рис. 38-41);

карта распределения в донных осадках железа (рис. 45), золота (рис. 46) и др.

Считая бесспорно важным скорейшее возобновление картирования акватории Азовского моря, используя опыт работ 1969 г., а также тех исследований, которые проведены Институтом геохимии и физики минералов с 1962 г., можно рекомендовать:

1. Завершение проекта опытных работ с учетом результатов 1969 г. в комплексе с программой гидрогеологических и инженерно-геологических исследований и разработкой проекта методических и технико-экономических положений по организации и проведению комплексного картирования акватории Азовского моря.

2. Составление плана комплексного картирования Азовского моря.

3. Подготовку и апробацию морских буровых установок для бурения скважин глубиной до 300 м с обеспечением максимального входа керна и проведения гидрогеологических исследований.

Комплексное картирование акватории Азовского моря необходимо для решения важных народнохозяйственных задач:

водоснабжение прибрежных районов с охраной и освоение береговой зоны Азовского моря;

изучение условий освоения нефтегазовых месторождений;

изучение гидрогеологических условий в породах разреза до глубины максимального морского картирования;

изучение условий образования и концентрации ильменита, циркона, золота;

изучение условий накопления, размещения и эксплуатации месторождений бетонных и строительных песков в акватории;

обеспечение необходимыми данными проектов развития судоходства, инженерного строительства в акватории и прибрежной зоне.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИИ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ТЕРРАСЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

До настоящего времени указанные исследования были сосредоточены в северо-западной части Черного моря. В этом районе было пройдено около 3000 км сейсмоакустических профилей и взято около

70 колонок донных осадков длиной до 7 м. В ближайшие годы планируется продолжать исследование континентальной террасы в других структурно-геологических и климатических условиях - в районах, прилегающих к Южному Крыму и Кавказскому побережью.

По результатам геофизических исследований составлены структурная схема поверхности отложений майкопской серии для всей территории северо-запада Черного моря, также более детальные структурные карты для районов Каркинитского и Каламитского заливов (рис. 52). В этих районах выявлены новые структуры, из которых некоторые (особенно в Каркинитском заливе), по-видимому, перспективны на нефть и газ. Такой структурой является, например, крупная складка, названная нами межводненской-морской. Построенные карты позволяют уточнить конфигурацию и размеры западного продолжения Альминской депрессии. Здесь вырисовывается крупное поднятие, являющееся продолжением Новоселовского и занимающее значительную часть дна Каламитского залива.

Новые данные по структуре верхней части осадочного чехла этой области позволяют также более уверенно проводить границу

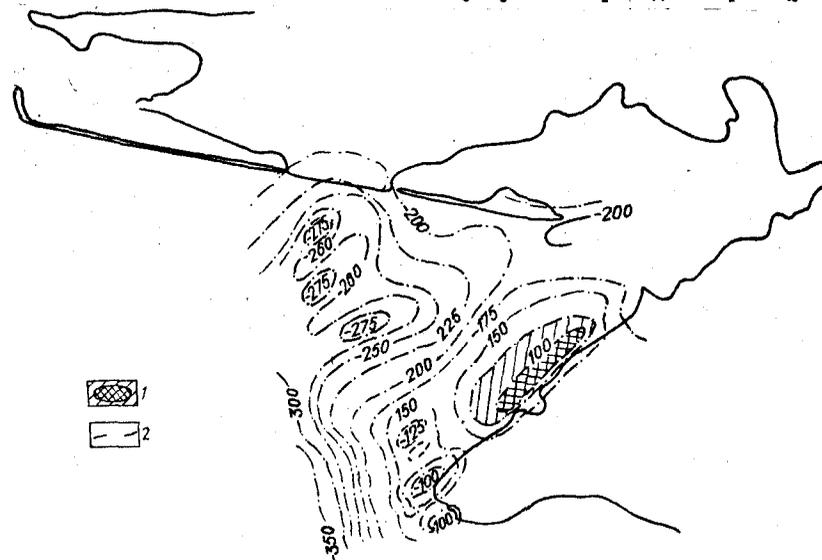


Рис. 52. Структурная карта дна Каркинитского залива, построенная по кровле отложений майкопской серии:

1 - поднятие межводненское-морское; 2 - глубины залегания кровли майкопа, м.

Восточно-Европейской плиты и Скифской платформы, намечая ее к северу от поднятия Голицина и о-ва Змеиного.

В настоящее время проведено стратиграфическое расчленение отложений всего шельфа и континентального склона северо-западной части Черного моря, а также литологическое исследование этих осадков. В колонках выделены верхнеплейстоценовые, в том числе и новоэвксинские, отложения и голоценовые, среди которых выявляются два, а местами и три горизонта. В целом они соответствуют схеме, предложенной Б.Н. и Л.А. Невесскими (1961).

Среди отложений собственно шельфа резко преобладают биогенно-карбонатные осадки, главным образом различные песчаные, алевритовые или глинистые ракушечники или раковинные илы. Эти осадки распространены значительно шире, чем считалось ранее. Существенно карбонатными биогенными осадками покрыты вся центральная и западная части шельфа. Восточная прикрымская часть является областью распространения относительно более терригенных отложений, в основном раковинных илов.

Мощности морских отложений на большей части шельфа, как это следует из карты (рис. 53), очень невелики, местами не превышают 20 см. Они с разрывом залегают на различных континентальных породах четвертичного, а местами, вероятно, и неогенового возраста (рис. 54). В центральной части шельфа можно наметить грубоширотный план распределения мощностей. В западной, Одесско-Дунайской, части шельфа этот план существенно различается. Здесь выделяется ряд вытянутых субмеридионально сравнительно узких прогибов со значительными мощностями голоценовых отложений. Выделяется также и восточная прикрымская часть шельфа, где порядок мощностей голоценовых осадков существенно выше.

Анализ колонок отложений шельфа позволяет говорить о том, что уровень Черного моря во время максимальной регрессии позднего плейстоцена был на 70-80 м ниже современного. Этот уровень фиксируется в виде полосы распространения прибрежно-морских осадков, представленных в основном чистыми, местами песчаными, а иногда песчано-галечными ракушечниками.

Таким образом, практически вся территория дна северо-западной части Черного моря в верхнем плейстоцене была сушей. Это была озерно-аллювиальная равнина, так как фации этого типа вскрываются под морскими осадками на большой площади в средней части шельфа.

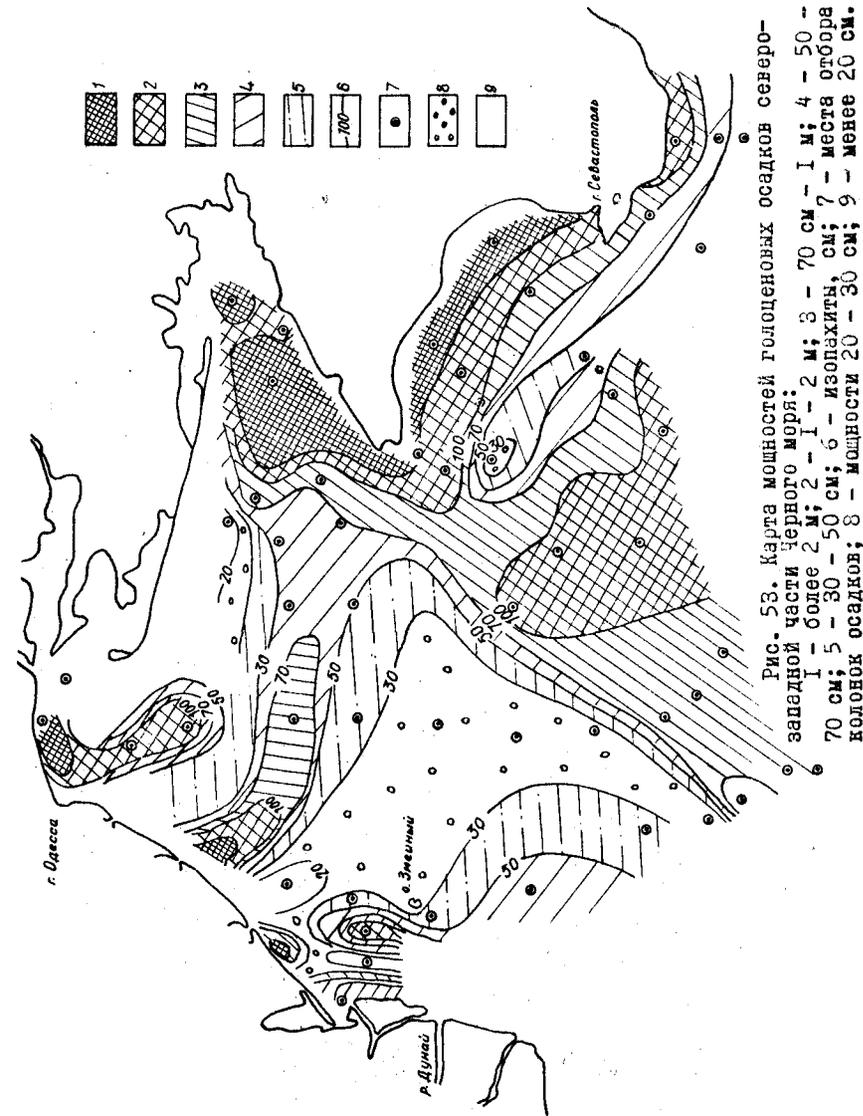


Рис. 53. Карта мощностей голоценовых осадков северо-западной части Черного моря: 1 - более 2 м; 2 - 1 - 2 м; 3 - 70 см - 1 м; 4 - 50 - 70 см; 5 - 30 - 50 см; 6 - изопакиты, см; 7 - места отбора колонок осадков; 8 - мощности 20 - 30 см; 9 - менее 20 см.

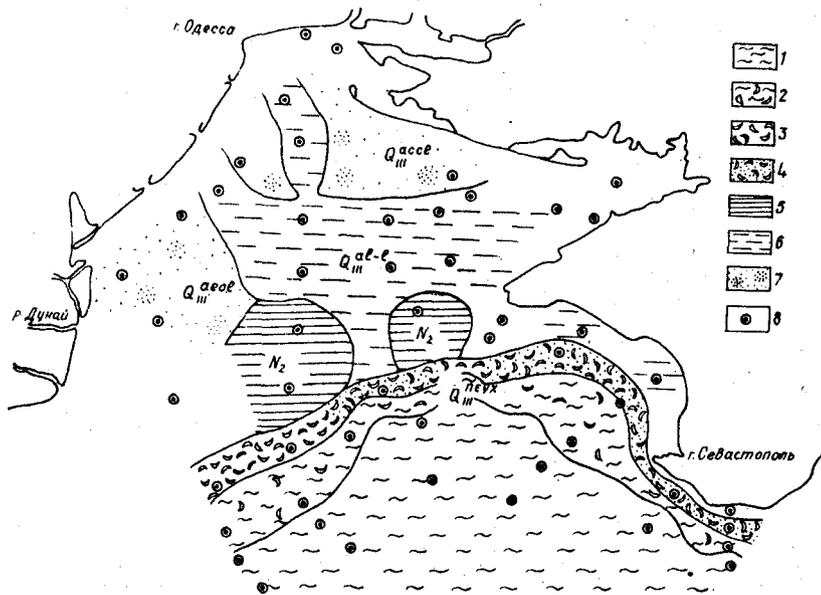


Рис. 54. Литолого-палеогеографическая карта дна северо-западной части Черного моря для времени максимальной регрессии позднего плейстоцена:

1 - глинистые илы; 2 - глинисто-алевритовые или с ракушкой; 3 - ракушечники; 4 - ракушечники песчаные; 5 - глины верхнеэоценового возраста; 6 - аллювиально-озерные отложения верхнего плейстоцена; 7 - лессовидные суглинки; 8 - места отбора колонок донных осадков.

Исследованиями колонки осадков континентального склона и его подножия удалось установить широкое региональное распространение во всем этом районе разреза, основные черты которого отмечались еще А.Д.Архангельским и Н.М.Страховым (1938). Наиболее молодые (жеметинские, по Е.Н.Невесскому, 1967) слои представлены глинисто-карбонатными отложениями, в составе которых большую роль играют остатки кокколитов. Под этими осадками залегают существенно органогенные сапропелеподобные отложения, относящиеся к верхнедревнечерноморскому (каламитскому) времени. Такой вывод основывается на том, что эти обогащенные органическим веществом образования прослеживаются и на шельфе, где они четко связаны с фаунистически охарактеризованными отложениями упомянутого горизонта. Сапропелеподобные слои подстилаются терригенным и тонкодисперсными илами, обогащенными гидротроиллитом. Его скопления в нижней

части горизонта образуют четкий регионально прослеживаемый прослой, характеризующийся резким уплотнением.

Можно предполагать, что возникновение этого слоя отвечает началу сероводородного заражения, вызванного вторжением средиземноморских вод в связи с послеледниковой трансгрессией. Есть основания полагать, что эти события совпадают с началом интенсивного накопления органического вещества, отмечаемого прежде всего в юго-западной части глубоководной котловины Черного моря. На это указывают данные американской экспедиции на судне "Атлантик II" (1969). Такое резкое изменение условий произошло, несомненно, где-то на границе голоцена и плейстоцена (по американским определениям абсолютного возраста - около 7000 лет). Переработкой в новых, резко восстановительных условиях верхнего слоя богатых железом нижележащих новозэксинских отложений и объясняется возникновение описанного выше горизонта. Именно поэтому мы и считаем его маркирующим границу голоцена и плейстоцена.

В нижней части колонок осадков подножия континентального склона залегают бурные, так называемые окисленные чисто терригенные глинистые илы, накопление которых относится ко времени максимальной регрессии верхнего плейстоцена, времени отсутствия сероводородного заражения в Черном море.

Изучение литологии осадков континентальной террасы сопровождалось исследованием их физико-механических свойств в связи с процессами диагенеза и преобразования органического вещества. Отложения шельфа характеризуются в общем слабым развитием процессов диагенеза; органическое вещество здесь быстро окисляется и не особенно активно влияет на эти процессы. Физико-механические свойства осадков определяются литологией и условиями седиментации. Это сказывается на невысокой пластичности, степени агрегированности, пористости отложений, что связано с присутствием терригенного обломочного и раковинного материала. Осадки континентального склона и его подножия характеризуются высокой напряженностью диагенетических процессов, связанных с постепенным, но глубоким преобразованием органического вещества, его глубокой восстановленностью. Процессы уплотнения осадков связаны здесь в первую очередь с восстановлением железа, образованием водных сульфидов, легко теряющих воду и переходящих в безводные моносульфиды и пирит, что резко повышает прочностные свойства осадка, и прежде всего пластическую прочность, снижает пористость и содержание иловых вод.

## Л и т е р а т у р а

- Аксенов А.А. Морфология и динамика северного берега Азовского моря. - Труды Государственного океанографического института, вып. 29 (41), 1955.
- Андрусов Н.И. Послетретичная тирренская терраса в области Черного моря. Прага, 1925.
- Андрусов Н.И. Палеогеографические карты Черноморской области в верхнеплиоценовую, плиоценовую и послетретичную эпохи. - Бюл. МОИП, отд. геологии, т.4 (3-4), 1926.
- Архангельский А.Д. Карты и разрезы осадков дна Черного моря. - Бюл. МОИП, отд. геологии, т.6, № 1, 1928.
- Архангельский А.Д. Краткий очерк геологической истории Черного моря. Путеводитель экскурсии II четвертичной конференции, 1932.
- Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическая история Черного моря. - Бюл.МОИП, отд. геологии, т.10, № 1, 1932.
- Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. Изд-во АН СССР, Л., 1938.
- Безруков П.Л., Лисицын А.П. Классификация осадков современных морских водоемов. - Труды Института океанологии, т.32, 1960.
- Бессонов О.А., Галазина В.И. Геохимические исследования современных и ископаемых раковин *Cardium edula* и *Mytilus galloprovincialis* Азовского моря. - Тезисы докладов I Всесоюзного совещания палеобиохимии и палеоэкологии, 1969.
- Бондарчук В.Г. Геология Украины. Вид-во АН УРСР, К., 1959.
- Бондарчук В.Г. Основные вопросы тектоноогенеза. - Труды Института геологических наук. Изд-во АН УССР, К., 1961.
- Бондарчук В.Г. Строение четвертичных (антропогенных) отложений и проблемы геологии квартара Украины. - Четвертичный период, вып.13,14,15. Изд-во АН УССР, К., 1961.
- Велокурова Н.И., Старов Д.К. Гидрометеорологическая характеристика Азовского моря. - ГИМЗ, М.-Л., 1947.
- Виноградов А.П. Химический состав организмов моря. Изд-во АН СССР, М., 1944.
- Горшкова Т.И. Химический состав грунтовых растворов и органического вещества осадков Азовского моря. - Бюл.МОИП, отд. геологии, т.29, № 3, 1954.
- Горутт В.Е. Южный склон *Archidiskodon meridionalis* (N e e t i) из плиоцена северного побережья Азовского моря. - Труды Комиссии по изучению четвертичного периода, 1954.
- Григор'єв О.В. Пізньокайнозойські червоноколірні утворення Північного Приазов'я. - ДАН УРСР, № 1, 1964.

Заморій П.К. Четвертинні відклади Української РСР. Вид-во КДУ, 1961.

Лебедева Н.А. Геологические условия местонахождения мелких млекопитающихся в антропогене Приазовья. Стратиграфическое значение антропогенной фауны мелких млекопитающихся. "Наука", М., 1965.

Логвиненко Н.В. Некоторые особенности накопления и терригенно-минералогическое районирование современных отложений береговой зоны Азовского моря. - ДАН СССР, т.159, № 3, 1964.

Малякко Г.И. Неоген півдня України. Вид-во АН УРСР, К., 1960.

Невесский Е.Н., Невеская Л.А. О составе фауны и особенностях развития Азово-Черноморского бассейна в позднечетвертичное время. - ДАН СССР, т. 136, № 5, 1961.

Невесский Е.Н. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. "Наука", М., 1967.

Панов Д.Г., Спичак М.И. Скорость осадконакопления в Азовском море. - ДАН СССР, т. 137, № 5, 1961.

Пустовалов Л.В. и др. О методике лабораторных исследований, классификации и номенклатуре осадочных пород. - Изв. Азерб. филиала АН СССР, № II, 1944.

Соколов Н.Л. Способ и время образования лиманов южной России. - Труды Санкт-Петербургского об-ва естествоиспытателей, т.22, № 2, 1899.

Тмачевский В.А. Насекомоядные и грызуны ногайской позднплиоценовой фауны. "Наукова думка", К., 1965.

Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. - Труды Геологического института, вып. 88. Изд-во АН СССР, М., 1963.

Федосеев М.В. Интенсивность осадкообразования в Азовском море. - ДАН СССР, т. 84, № 3, 1952.

Федосеев М.В. Некоторые характеристики осадкообразования в Азовском море. - В кн.: Современные осадки морей и океанов. Изд-во АН СССР, М., 1961.

Хрусталева Ю.П., Вронский В.А. К биостратиграфии позднечетвертичных осадков Азовского моря. - Океанология, вып. 1, 1971.

Цурикова А.П. Карбонатно-кальциевое равновесие и углекислота в Азовском море. - Труды Государственного океанографического института, вып. 68, 1962.

С о д е р ж а н и е

Введение (Е.Ф.Шнюков, В.А.Нечаев) .....	3
Методика геологосъемочных работ (Е.Ф.Шнюков, В.П.Усенко, А.В.Григорьев) .....	5
Геологическое строение Белосарайского участка (Р.Н.Довгань) .....	9
Неотектоника и история развития территории в плицен- антропогенное время (Р.Н.Довгань) .....	26
Литология неогеновых и четвертичных отложений района Бело- сарайской косы (Е.Ф.Шнюков, А.В.Григорьев, С.И.Рыбалко) .....	29
Современные донные осадки Белосарайского участка (В.П.Усенко, С.И.Рыбалко, Г.А.Корвацкий, О.П.Бердник, И.А.Францева) .....	76
Результаты и рекомендации (Е.Ф.Шнюков, Р.Н.Довгань, В.А.Не- чаев) .....	160
Исследование геологии континентальной террасы Черного мо- ря (П.Н.Куприн, Ф.А.Щербakov, Ю.Г.Моргунов) .....	162
Литература .....	168

МЕТОДИКА ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ  
В АКВАТОРИИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Печатается по постановлению ученого совета  
Института геохимии и физики минералов АН УССР

Редактор Д.П.Блажевич  
Художественный редактор И.П.Савицкая  
Технический редактор А.А.Якубенко

БФ 07160. Зак. № 4-173. Изд. № 363И. Тираж 500. Бумага офс. № 2,  
60x84 1/16. Печ. физ. листов 10,75. Учетно-издат. листов 9,73. Усл.  
печ. листов 10,0. Подписано в печать 29.XII 1973г. Цена 58 коп.

Издательство "Наукова думка", Киев, Репина, 3.  
Киевская книжная типография научной книги Республиканского  
производственного объединения "Полиграфкнига" Госкомиздата УССР,  
Киев, Репина, 4.