

МАТЕРИАЛЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ СКВАЖИНЫ МГУ-02 (КОСА ТУЗЛА)

¹Свиточ А.А., ²Дикарёв В.А., ³Янина Т.А., ⁴Арсланов Х.А.,
⁵Бадюкова Е.Н., ⁶Казарина Г.Х., ⁷Кайтамба М., ⁸Каревская И.А.
⁹Косоруков В.А., ¹⁰Ростовцева Ю.В., ¹¹Седаева Г.М., ¹²Степанова А.Ю.,
¹³Хусид Т.А., ¹⁴Чеховская М.П.

^{1,2,3,5,8} *Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, географический факультет*

⁴ *Санкт-Петербургский государственный университет,
факультет географии и геоэкологии*

^{6, 13, 14} *Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН
⁷ Абхазский университет*

^{9,10,11} *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
геологический факультет*

¹² *Палеонтологический институт РАН*

Скважина МГУ-02 была пробурена осенью 2009 года в коренной части косы Тузла (Таманский полуостров); координаты точки устья скважины, взятые по GPS Garmin 12 – 45°12'39,6'' северной широты 36°36'25,0'' восточной долготы (рис. 1). Бурение было осуществлено инженерно-геологическим бюро ЗАО «ГРИС», полевые описания и отбор керн выполнены А.А. Свиточем и В.А. Дикарёвым.

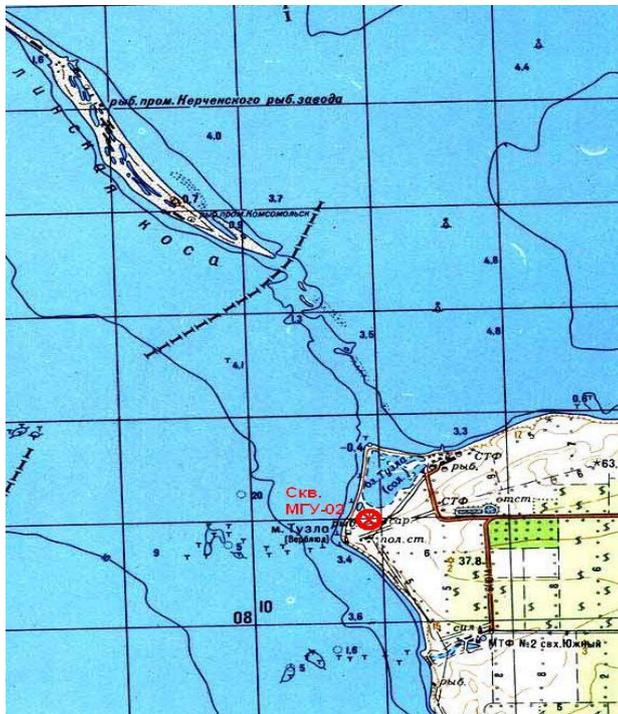


Рис.1. Обзорная схема

В основании косы представляет крупную аккумулятивную форму, вытянутую в тыловой части в северо-северо-западном направлении, с системой боковых дистальных кос второго порядка, разделяющих лагуну на полуизолированные мелководные сектора. Ширина косы порядка 30-40 м, высота 0,5-1,5 м. На мористой стороне расположен узкий (3-4 м) песчаный пляж с большим количеством раковин *Cardium edule*, *Mytilaster lineatus*, *Chione gallina* и других черноморских моллюсков. Пляж ограничен низким (0,5 м) береговым песчаным валом, за

ним располагается межгрядовая ложбина (10-15м), частично заполненная водой и заросшая, и далее второй, более крупный вал (ширина 7м, высота 1,5 м). Обширная мелководная лагуна покрыта серым и темно-серым илом, содержащим комплекс моллюсков *Cerastoderma glaucum*, *Monodacna caspia* и др. Пониженные участки дна лагуны заполнены водой, а обсыхающие периодически заросли - солянковой растительностью. Скважина расположена на узком песчаном «аппендиксе» - косе второго порядка в 50 м к востоку от основного «тела» косы.

При камеральной обработке керна был использован комплексный метод с применением разных видов анализа и участием многих специалистов: Х.А. Арсланова (радиоуглеродный анализ), М.Д. Кайтамба и И.А. Каревской (палинологический анализ), Ю.В. Ростовцевой и В.А. Косорукова (анализ глинистых минералов), Г.М. Седаевой и Е.Н. Бадюковой (минералогический и гранулометрический анализ), А.Ю. Степановой, М.П. Чеховской и Т.А. Хусид (анализ микрофауны), Г.Х. Казариной (диатомовый анализ), Т.А. Яниной (анализ малакофауны). Написание заключительных разделов работы выполнено А.А. Свиточем и В.А. Дикарёвым. За материалы по гранулометрическому анализу авторы благодарны И.В. Рыбкиной.

Материалы комплексного анализа

Описание разреза скважины (сверху вниз) (рис. 2):

1. Песок желто-коричневый, в верхней части слабо ожелезненный, разномерный, с большим количеством мелкого детрита раковин. Инт. 0.0-1.5 м.
2. Песок серый и темно-серый, разномерный, с детритом, редкими раковинами моллюсков. Инт. 1.5-1.8 м.
3. Ил песчаный и алевроитистый, темно-серый и сизо-серый, вязкий (пластичный), с детритом, редкими раковинами моллюсков. Инт. 1.8-4.1 м.
4. Ил темно-серый до черного, прослоями песчаный, с множеством раковин моллюсков, часто образующих прослойки с илистым заполнителем. Инт. 4.1-4.9 м.
5. Алеврит серый и темно-серый, местами сизо-серый, в верхней части илистый, с прослоями алевроита песчаного, с множеством раковин моллюсков, концентрирующихся на глубинах 4.9; 6.8; 9.5; 11.0 м. Инт. 4.9-11.4 м.
6. Песок алевроитистый темно-серый до ракушняка (*Cardium*, *Abra*) с песчаным заполнителем. Инт. 11.4-11.8 м.
7. Глина (алевроит) темно-серая до черной, плотная, местами с раковинистым изломом, оскольчатой отдельностью, иногда с тонкой и полосчатой слоистостью и тонкой плитчатой отдельностью. В нижней части алевроит темно-серый, распадающийся при ударе на остроугольные обломки, с редкими обломками тонкостенных раковин моллюсков, с прослоями алевроита серого, на плоскостях отдельностей с присыпками мучнистого материала. Инт. 11.8-22.2 м.

Время	Предполагаемое стратиграфическое положение			Интервал гл. в метрах	Образцы и глубина отбора	Литологическая колонка	Состав и даты С14	
	Горизонт и подгоризонт	Слой	Пачка					
НЕОГЕН	МЕОТИС	Новочерноморский	Джеметинский	Нимфейский	1	0.0 - 1.5	0л - 0,1м 1д - 1,2м 1п - 1,2м 1ф - 1,2 м 1м - 1,2 м	Песок разнозернистый с детритом раковин
				Фанагорийский	2	1.5 - 1.8	2длмф - 1,6 м 3дм - 2,0м	Песок серый
					3	1.8 - 4.1	4пл - 2,3м 5дм - 3,1м 6пл - 3,4 м	Ил песчанистый
					4	4.1 - 4.9	7дм - 4,8 м 8ф - 4,7м	Ил с прослоями раковин
					5	4.9 - 11.4	9дм - 6,8м	Алеврит илистый с раковинами, возраст: 2730±100 (к. 2870±100)
				10пл - 7,2м 11ф - 7,3м 12ф - 7,6 м				
							13дм - 8,7м 14пл - 9,3м 15ф - 9,6м 16дм - 10,0 м 17пл - 10,5 м 18дм - 10,9м 19ф - 11,0 м 20пл - 11,4 м	Алеврит с множеством раковин, возраст: 3030±80 (к. 3220±110)
			6	11.4 - 11.8	21дм - 11,6 м	Песок и ракушняк		
			7	11.8 - 22.2	22д - 11,8м 23м - 12,3м	Глина плитчатая		

Рис. 2. Скважина МГУ-02

Гранулометрический анализ

Гранулометрический анализ выполнялся для образцов, отобранных по всему голоценовому разрезу скважины (табл. 1):

Таблица 1. Таблица образцов на гранулометрический анализ

Номер образца	Глубина отбора (м)	Описание образца
1	1,2	Песок желто-коричневый, разнозернистый
4	2,3	Ил темно-сизо-серый
6	3,4	Ил алевритистый сизо-серый
10	7,2	Алеврит илистый темно-серый
14	9,3	Алеврит илистый с раковинами
17	10,5	Алеврит илистый темно-серый
20	11.4	Алеврит песчанистый с раковинами

Исследованные образцы представлены песком (от коричнево-рыжего до светло-серого цвета) разнозернистым, заиленным, плохо сортированным, с включениями гравийно-галечного материала и раковин. В крупной песчаной фракции присутствует детрит раковин моллюсков.

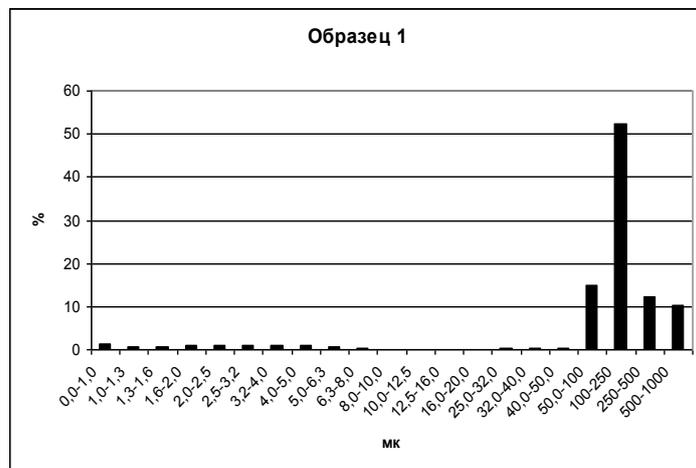
Каждый образец анализировался двумя разными методами гранулометрического анализа. Предварительно проводилось детальное описание образца, затем отбиралась навеска в 100 г., из образца выбирались отдельные крупные гальки и раковины, так как их присутствие существенно усложняло бы полученные графики. Основное внимание уделялось анализу песчаного и глинистого материала. Образцы просеивались в виброгрохоте Fritsch analysette 3 PRO, при этом использовались сита с размерностью ячеек 1-0.5, 0.5-0.25, 0.25-0.1, 0.1-0.05. После просева оставалась часть более мелкозернистого осадка. Эта часть обрабатывалась в лазерном анализаторе Lasere Klasse 1, Fritsch analysette 22, позволяющем выявлять содержание тонкодисперсных глинистых частиц по отдельным фракциям. В дальнейшем проводилось построение графиков суммарного гранулометрического состава для всех исследуемых образцов.

На представленных гистограммах (рис.3-5) в образцах 1, 6, 14 и 20 доминирует фракция 0.25-01, составляя 52%, 34%, 42% и 36% соответственно. Несколько меньший процент этой фракции содержится в образце 14 – 26%.

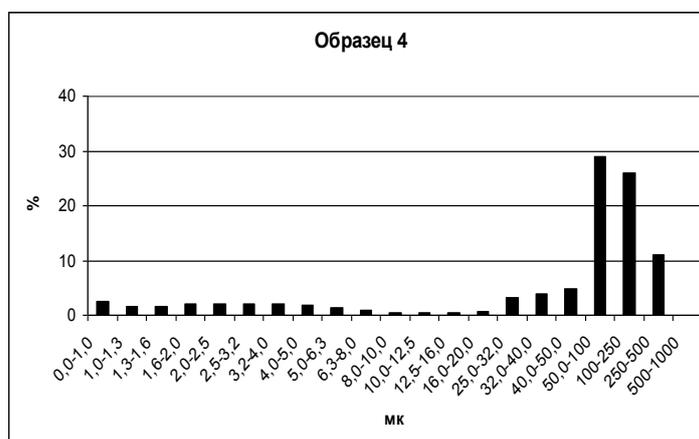
Более мелкая фракция (0.1-0.05) резко преобладает в образцах 10 и 17, причем в последнем образце совсем нет крупнозернистого песка (1-0.5). Песок этой же размерности отсутствует в образце 4.

Глинистые тонкодисперсные частицы в образцах распределяются следующим образом. Во всех образцах, за исключением № 6, тонкодисперсные частицы почти исчезают либо отсутствуют в интервале 20.0-16.0 – 8.0-10.0 мк, а затем вновь присутствуют в еще более мелких фракциях. При этом на гистограмме их процентное содержание в этих фракциях находит отражение в виде слабовыпуклой дуги (рис.3-5). Вероятно, это можно объяснить характером гидродинамической обстановки в береговой зоне – происходило вы-

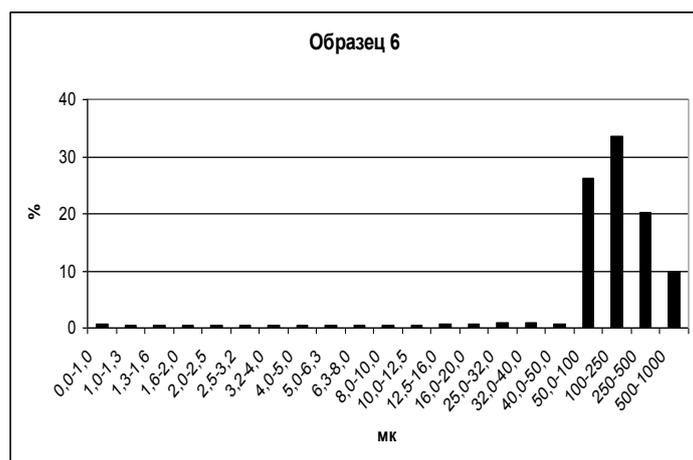
мывание илстых частиц, а более мелкие «прилипали» к крупным песчаным частицам.



1

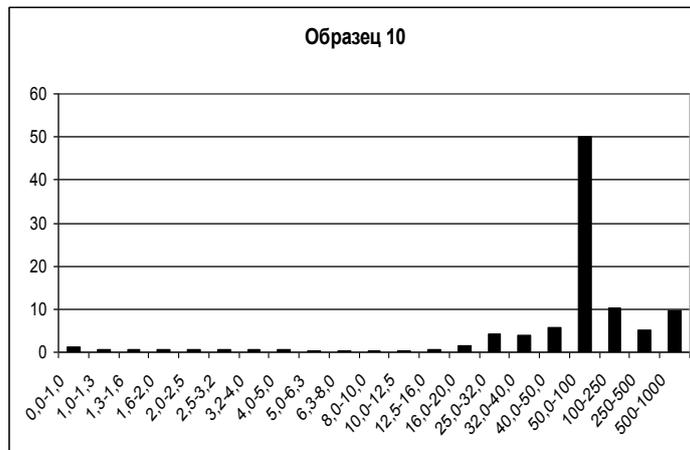


2

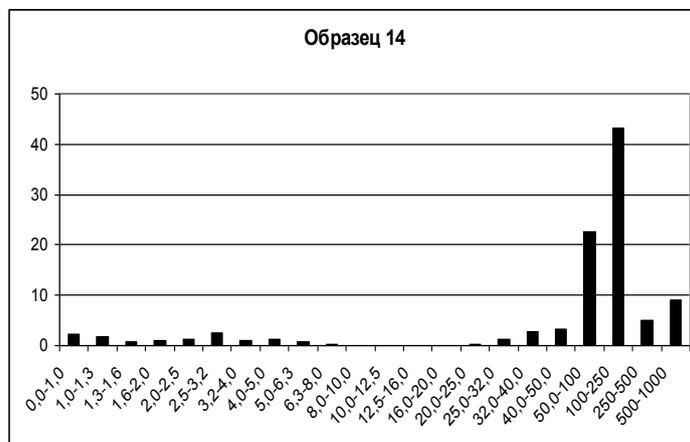


3

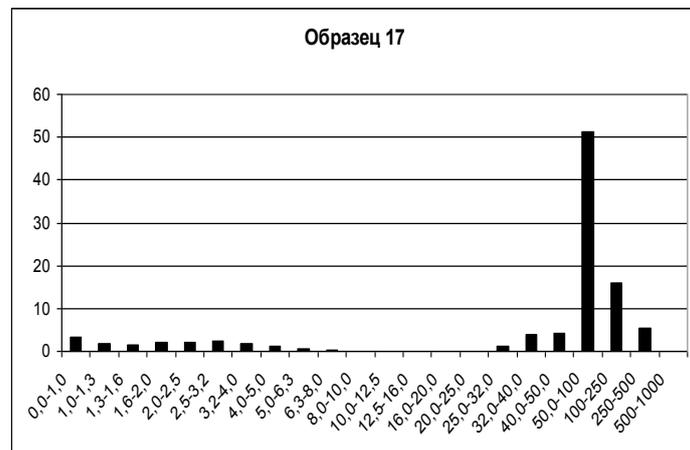
Рис. 3. Гистограммы гранулометрического анализа



1



2



3

Рис. 4. Гистограммы гранулометрического анализа

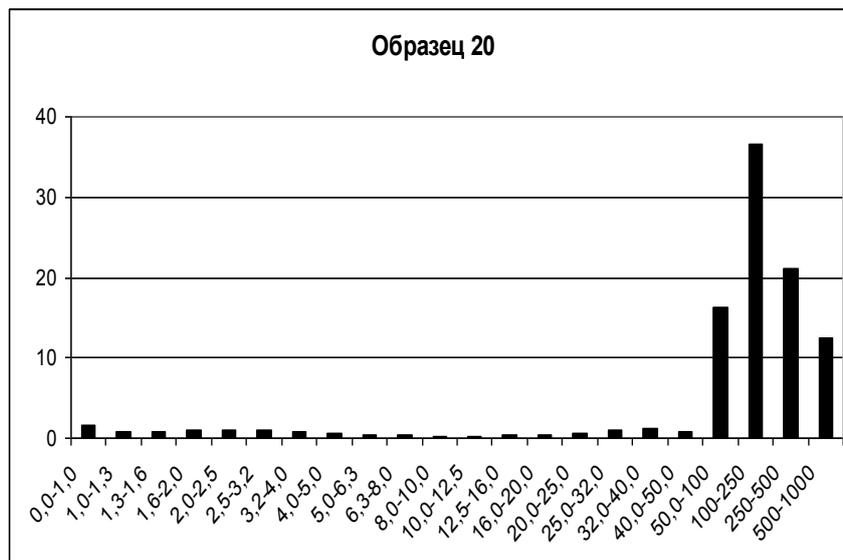


Рис.5.1

Характер распределения исследуемых образцов по фракциям хорошо иллюстрируется на рис.5/2, где приводятся графики суммарного гранулометрического состава. Отмечается резкий переход песчаного материала в тонкодисперсные илы в образцах 1, 6, 20, и, наоборот, постепенное уменьшение размерности частиц в образцах 4, 10, 14, 17.

Литолого-минералогический анализ выполнен по осадкам слоя 1. Они представлены песком темновато-рыжевато-коричневого цвета, преимущественно, средне (13,6%)-крупно (18,4%)-грубозернистым (23,;%) с обилием гравия (41,;%), плохо и среднесортированным, с очень редкой (2%) мелкой галькой сидерита и известняков, со значительной примесью раковинных остатков ребристых двустворок и единично целых их створок вместе с крайне редкими фитокластами (фрагментами стеблей растений) и корневыми остатками (рис. 6).

Структурно-морфологические исследования на основании данных гранулометрического анализа и изучения отдельных фракций под бинокуляром показали следующее (рис.7). Гравийная фракция (2- 10мм) почти целиком сложена биокластами, представленными угловато-окатанными (38%) и окатанными (62%) створками раковин двустворок со слабо и умеренно сглаженными ребрами. Разная степень окатанности створок указывает об эпизодическом поступлении раковинного материала в зону волнового воздействия, где происходила их абразия. В качестве незначительной примеси присутствуют мелкие образования лимонита (2%) – гидроксидов железа, петрографически представляющего собой алевро-песчаник мелко-тонкозернистый с обильным железистым цементом. Эти породы можно рассматривать как автохтонные образования (накапливавшиеся *in situ* в бассейне седиментации), но вероятнее, они являются аллохтонными, привнесенными извне мыса Тузла.

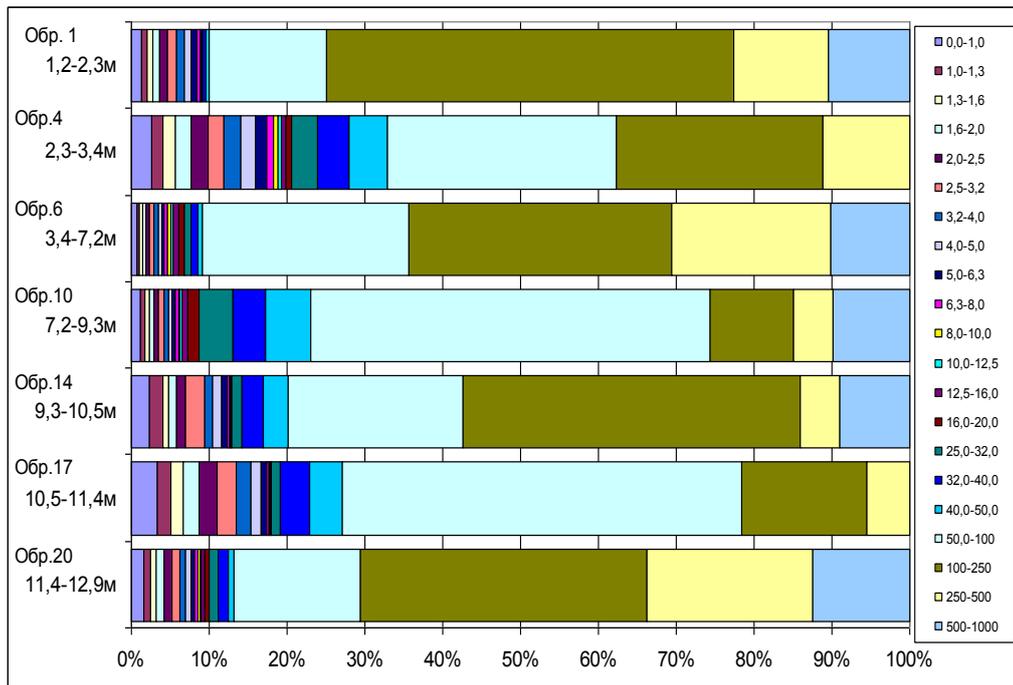


Рис.5.2

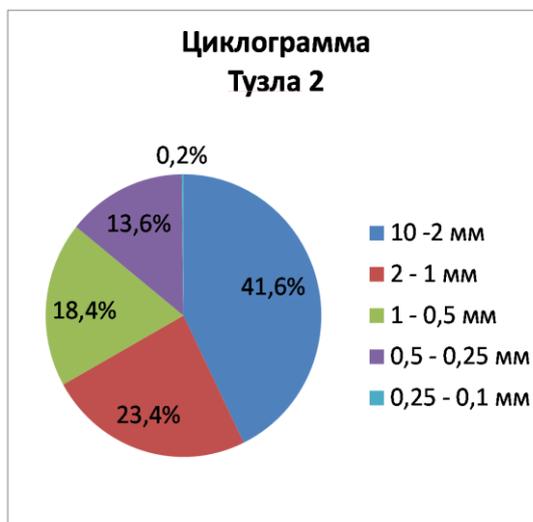


Рис. 6. Циклограмма Тузла 2

Грубо - и крупнозернистая фракции также сложены преимущественно биокластами разной степени окатанности. В грубой (2-1мм) фракции резко преобладают окатанные (70%) над угловато-окатанными (29%) биокластами, в то время как в крупной (1-0,5мм) фракции увеличивается содержание угловато-окатанных (55%) обломков над окатанными, количество которых составляет 40%.

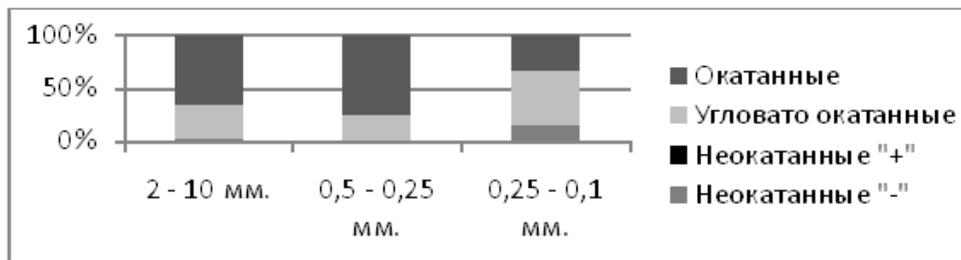


Рис. 7. Столбчатая диаграмма. Окатанность.

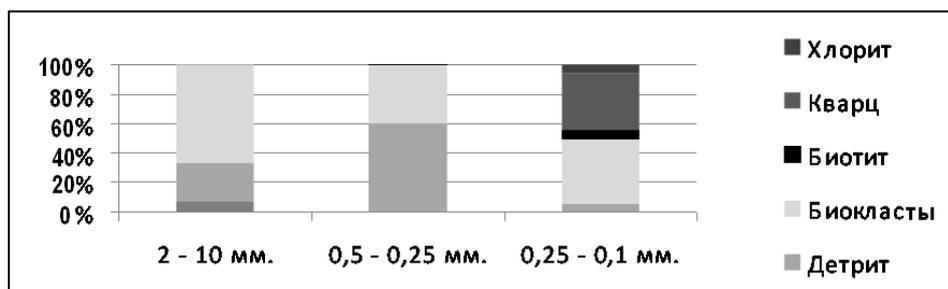


Рис.8 Столбчатая диаграмма. Минерально-петрографическая характеристика

В крупосаммитовой фракции изредка встречаются неокатанные створки раковин с угловато-криволинейными очертаниями (1%), в крупной фракции их количество несколько увеличивается (5%) не только за счет присутствия неокатанных створок, но и за счет появления песчаного материала - кварца остроугольной формы, удлиненных пластинок биотита, а также лимонита с угловато-неправильным очертанием. Неокатанные, остроугольной формы обломки кварца и свежий облик некоторых пластинок биотита косвенно говорит о пирокластической природе и о ветровом агенте переноса.

Минерально-петрографические исследования (рис. 8) показали, что во всех изученных (гравийной, грубой и крупной) фракциях присутствуют биокласты двустворок, составляющие соответственно 100%, 95% и 70%, указывая, что основным источником обломочного материала являлись раковинные остатки двустворок, поступавшие в бассейн седиментации, вероятнее всего, при размыве карангатских ракушняков. Терригенно-обломочный материал отмечается крайне редко в мелкогалечной (угловато-окатанные обломки сидерита и известняков), отчасти в грубой, и в достаточном количестве крупной фракциях. В крупосаммитовой фракции он представлен в основном угловато-окатанными и неокатанными зернами кварца (20%), лимонита (7%) и биотита (3%). Из резко дефицитной среднепесчаной фракции, составляющей всего 0,2%, была выделена тяжелая фракция, в составе которой преобладают непрозрачные минералы - ожелезненный биотит (48%) и лимонит (45,6%), представляющий собой алевритовый тонкозернистый песчаник с обильным железистым цементом. Из прозрачных минералов присутствуют роговая об-

манка (2,3%) и свежий, невыветрелый биотит (4,0%), для которых характерны округленные, как бы оплавленные, края, указывая о пепловой их природе.

Высокая доля крупнопсаммитовых фракций и гравия и достаточно хорошая степень окатанности обломочного материала указывает, что накопление обломочного материала происходило в прибрежной полосе морского бассейна, либо, по-видимому, в самой отмелой его части, в зоне проявления активной гидродинамики. Поступление обломочного материала было прерывистым, о чем косвенно свидетельствует разная степень его окатанности. В основном обломки поступали водным путем и крайне незначительно - эоловым. Основным источником обломочного материала – биогенный, поступавший в бассейн седиментации при размыве ракушняков карангатских отложений близлежащего мыса Тузла, поставлявших раковинные обломки, которые в дальнейшем, под воздействием волн, окатывались и образовывали скопления биокластов.

Реже в водоём поступал терригенный материал, возможно, под воздействием сильных штормов, с близлежащей суши, в строении которой участвовали плотные карбонатные породы, глинистые отложения с сидеритом. Мелкие фракции, вероятно, были вынесены под влиянием волн на более удаленные от берега и углубленные участки морского бассейна, что подтверждается отсутствием мелко-тонкопесчаной, алевритовой и глинистой фракций, а среднеспаммитовая фракция резко дефицитная. Временами эоловым путем поступал в бассейн седиментации пирокластический материал, на присутствие которого указывает наличие остроугольных обломков кварца, свежего биотита и отчасти роговой обманки. Наличие в значительном количестве ожелезненных пластинок биотита (48%), а также максимальное содержание рудных компонентов в составе тяжелой фракции, косвенно свидетельствуют о господстве гумидного теплого влажного климата и о формировании рыхлых гравийно-песчаных пород в верхней части пляжа, морской отмели или дна.

Анализ глинистых минералов (образец 27), отобранных из подошвы голоценовых отложений с глубины 13.8 м, был изучен в образце, в шлифе и рентгеноструктурным методом. Макроскопически это глина серо-зеленая, неяснослоистая, достаточно однородная, слабо известковистая (слабая реакция с 5% HCl). Микроскопически это глина, тонкочешуйчатая, с незначительной известковой примесью (около 10% представленной тонкозернистым рассеянным кальцитом), содержащая обломочные зерна алевритовой, реже тонкопесчаной размерности, в основном кварца и чешуек гидрослюды, обычно хаотично расположенных в породе, местами образующих тонкие (мм) скопления, с единичными раковинами остракод, с обилием вторичных выделений окисных соединений железа. Рентгено-структурный анализ в тонкодисперсной фракции образца установил наличие следующих глинистых минералов: гидрослюды ($K=0,39$) 40%, смектита 34%, смешанослойных 2%, каолинита 10%, хлорита 14%.

Сравнение составов глин разного возраста, обнажающихся в опорном разрезе мыса Тузла и изучаемого образца, показано на соответствующей диаграмме (рис. 9) Исследованный образец по макро- и микроскопическим осо-

бенностям строения, а также составу глинистых минералов, в большей степени, отвечает отложениям мэотиса (кровле нижнего или верхнего мэотиса). Во многом сходного строения глины встречаются в отложениях мэотиса, вскрытых в береговом обнажении мыса Тузла. Это заключение также подтверждается особенностями геологического строения Тузлинского района, характеризующегося наличием брахиантиклинальных складок, в результате развития которых породы неогена подходят близко либо выходят на дневную поверхность в основании береговых обрывов. Более точное подтверждение возраста возможно путем определения присутствующих в данной глине раковин остракод.

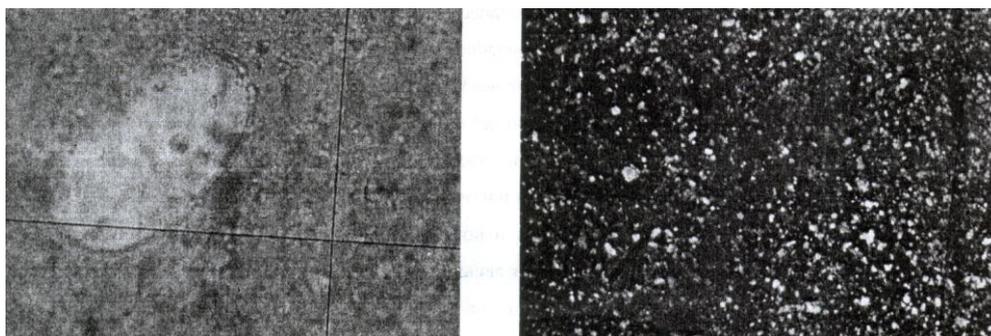


Рис. 9. Микрофотографии глины обр. 27 (слева - раковина остракоды (без анализатора), справа - основная масса породы (с анализатором)).

Радиоуглеродный анализ

По карбонату раковин моллюсков были получены 2 даты:

1-я с глубины 7.3 м (обр. 11) 2730 ± 100 лет (ЛГУ-6248), календарный возраст 2870 ± 100

2-я с глубины 9.6 м (обр. 15) 3030 ± 80 лет (ЛГУ-6250), календарный возраст 3220 ± 110 .

Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы "CalPal" Кёлинского университета 2006 года, авторы В.Weninger, О.Joris, U.Danzeglocke (сайт www.calpal.de). Судя по датам, отложения слоя 5 относятся к осадкам позднеджеметинской трансгрессии Черного моря.

Малакологический анализ

По разрезу скважины определена фауна образцов с глубины 1,2; 4,7; 7,3; 7,6; 9,6 и 11,0 м (рис. 10)

Обр. 1., глуб. 1,2 м. Образец содержит в основном обломки раковин, многие из которых имеют признаки окатанности. Среди обломков определены *Ostrea*, *Chione*, *Solen*.

Обр. 8, глуб. 4,7 м. Встречаются редкие раковины *Cardium edule*, но в общей массе ракушечного материала они преобладают; единичны *Chione gallina*, *Abra ovata*, *Nassa reticulata*, *Paphia rugata*, *Loripes lacteus*. Все раковины мелкие, хрупкие.

Обр. 11, глуб. 7,3 м. Среди раковинного материала преобладают *Paphia discrepans*, встречаются редкие обломки раковин *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Abra ovata*, *Gastrana fragilis*, *Chione gallina*, *Mytilaster lineatus*, *Ostrea*.

Обр. 12, глуб. 7,6 м. В составе раковинного материала преобладают обломки *Ostrea edulis*; сравнительно многочисленны раковины *Paphia discrepans*; редко встречаются *Cardium edule*, *Mytilaster lineatus*, *Cardium exiguum*, *Chione gallina*, *Bittium reticulatum*; единичны *Spisula subtruncata*.

Обр. 15, глуб. 9,6 м. В образце много обломков, многие из них не окатанные. Встречаются редкие целые раковины *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Mytilaster lineatus*, *Nassa reticulata*, *Bittium reticulatum*, *Paphia rugata*, *Paphia discrepans*; единичные целые раковины и обломки *Mytilus galloprovincialis*; редкие обломки *Solen vagina*; единичные очень мелкие раковины *Chione gallina*.

Обр. 19, глуб. 11,0 м. Господствуют раковины *Cardium edule* - как крупные, так и мелкие; встречена одна мелкая раковина *Abra ovata*.

Виды	глубина (м)	МГУ-2. Тузла						
		1,2	1,6	4,7	7,3	7,6	9,6	11,0
<i>Cardium exiguum</i>								
<i>Cardium edule</i>				■	■	■	■	■
<i>Solen vagina</i>		■					■	
<i>Chione gallina</i>		■			■	■	■	
<i>Mytilaster lineatus</i>					■	■	■	
<i>Nassa reticulata</i>				■			■	
<i>Bittium reticulatum</i>						■	■	
<i>Paphia rugata</i>				■			■	
<i>Paphia discrepans</i>					■	■	■	
<i>Spisula subtruncata</i>						■		
<i>Ostrea edulis</i>		■			■	■		
<i>Abra ovata</i>				■	■			■
<i>Loripes lacteus</i>				■				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>					■		■	
<i>Gastrana fragilis</i>					■			

Рис. 10. Распределение малакофауны по разрезу скважины

Вся фауна принадлежит к средиземноморским формам; среди них установлены 15 видов и 13 родов двустворчатых моллюсков. Наиболее богатый комплекс (*Paphia discrepans* - *Ostrea edulis*), содержащий многочисленную стеногалинную средиземноморскую фауну, отражает наиболее благоприятную обстановку обитания, существовавшую во время накопления песчаных илов слоя 5. Разнообразный, но менее количественно обильный, комплекс (*Mytilus* – *Cardium*) определён в подстилающих слой 5 алевролитах. Ещё более бедный состав из редких и единичных мелких раковин черноморских

моллюсков установлен в перекрывающем слое 4. В базальном горизонте (слой 6) разреза резко преобладают многочисленные *Cardium edule*.

Анализ фораминифер

Исследованы 10 образцов, осадки промывались через сито с ячейёй 0,05 мм. Освобожденные от пелитовой части образцы высушивались и делились на фракции >0,5 мм, 0,5-0,25 мм, 0,25-0,125 мм, 0,125-0,05 мм. В каждой из них определялось общее число фораминифер и число раковин всех видов, а также их относительное содержание. В зависимости от количества фораминифер в отмытках подсчитывалось от 70-100 до 400-450 экземпляров, которые затем пересчитывались на 1 грамм сухого осадка.

Слой 6, обр-21, глубина 11,6м. Численность раковин фораминифер невысокая, порядка 60 экземпляров в грамме осадка. Раковины встречены во всех фракциях осадка. Доминирует вид *Ammonia compacta*, составляя 72 % в суммарном числе экземпляров. Большинство встреченных раковин имеют окатанный облик, часто встречаются фрагменты раковин. Многие окатанные раковины имеют желтую стенку, что, по-видимому, связано с образованием железисто-марганцевой пленки в восстановительных условиях диагенеза (Демина и др., 2006). Реже раковины *Ammonia compacta* имеют вполне хорошую сохранность, что говорит об их инситуном залегании.

О распространении и экологии фораминифер на черноморском шельфе известно из работ (Долгопольской, Паули 1931; Михалёвич, 1968; Янко, Троицкой, 1987). Судя по работам, вид *Ammonia compacta* обитает в Черном море на глубине от 13 до 180 м, при солёности выше 18-19 ‰ и предпочитает относительно холодную воду. Накопление осадков образца 21 возможно происходило активной гидродинамической обстановке.

Слой 5, обр. 13,16, 18, глубина 8,7-10,9 м. Численность фораминифер в этом интервале меняется от 66 до 250 экз/г, наибольшая отмечена на глубине колонки 10,0 м, и снижается до 66 и 84 экз/г на глубинах 8,7 и 10,9 (соответственно). Сохранность раковин всех встреченных видов в основном хорошая, некоторые раковины отличаются от типичных прозрачных желтым цветом, что, по-видимому, связано с химическим замещением минерального состава раковины в процессе диагенеза. Видовой состав фораминифер постоянен на протяжении всего интервала – доминирует *Ammonia ammoniformis* (53-57 %, Относительная роль второстепенных видов меняется – в нижней части интервала, на глубине 10,9 м заметную роль играет вид *Ammonia compacta* (21 %), который доминировал в вышележащем слое, выше заметную роль играют *Rosalina catesbyana* (17 %) и *Elphidium ponticum* (12 - 32%).

Доминирование *Ammonia ammoniformis* свидетельствует об изменении придонной обстановки, этот вид отличается от *Ammonia compacta* большей эвригалинностью (выдерживает больший диапазон изменений солёности - от 11-12 до 18-19‰) и предпочитает более теплую воду (Янко, Троицкая 1987). Судя по составу фораминифер, осадки слоя 5 формировались в более теплых придонных водах. Продуктивность бассейна заметно возрастала. Хорошая сохранность фораминифер обеспечивалась спокойной гидрологической обстановкой на дне водоёма. По-видимому, такие условия существовали только

при накоплении осадков верхней части слоя. Ранее на глубине 10,9 м придонная циркуляция была активной.

Слой 4, обр. 5, 7, 9, глубина 3,1-6,8 м. Численность раковин фораминифер составляет от 94 до 154 экземпляров в грамме осадка, наибольшая отмечена в интервале 4,8 -6,8м. По видовому составу фауна фораминифер верхней и нижней частей слоя значительно различается. В нижней части (ниже 4 м) ведущую роль играет вид *Ammonia ammoniformis* (47 %), небольшую долю составляют - *Ammonia compacta*, а также *Porosonion martcobi*, *Elphidium ponticum* (по 10-19 % - каждый). В верхней части слоя доминирует *Ammonia compacta* (68 %), заметную долю составляют виды: *Porosonion subgranosus* и *Quinqueloculina seminula* (по 9 % - каждый). И в нижней, и в верхней частях интервала присутствуют только известковые виды. Фораминиферы обнаружены во всех фракциях осадка. Сохранность раковин, в основном, хорошая, хотя некоторые несут следы разрушения, иногда бывает обломана последняя камера. Обстановка в бассейне во время накопления осадков данного интервала оставалась близкой предыдущему интервалу (слой 5) с высокой продуктивностью, на дне существовали спокойные условия. Позднее, во время формирования осадков с глубины 3,1 м (обр. 5) отмечены некоторые изменения, свидетельствующие о похолодании придонных вод.

Слой 1-2, обр. 1, 2, 3, глубина 1,2-2,0 м. Число фораминифер по сравнению с нижележащим слоем значительно ниже и составляет - 5,9-14,5 экз/г. Все виды - известковые, они обнаружены не только в мелкой (0,25-0,125 мм) но и в крупной фракции (0,5-0,25 мм). Доминирование *Ammonia compacta* высокое - до 78-85%. этот вид преобладает в обеих фракциях осадка. Размер раковин остальных видов меньше, они обнаружены только в более мелкой фракции. Заметную долю в суммарном числе раковин составляет *Porosonion subgranosus* - до 17%. Этот вид в Черном море обитает в лиманах и на западном шельфе до глубины 25-28 м и выдерживает большой диапазон колебаний солености от 5 ‰ и до 19 ‰ (Янко, Троицкая, 1987). Большая часть раковин *Ammonia compacta* в разной степени окатаны, на некоторых очевидны следы разрушения, отсутствуют последние камеры, и только немногие имеют свежий вид. Сохранность раковин остальных видов хорошая, они имеют вполне свежий вид. Установленные виды характерны для восточного шельфа Черного моря, выдерживают изменения солёности от 11-12 и до 18-19 ‰.

Верхний слой 1, обр. 1 глубина 1,2м Численность фораминифер снижается до 4,6 экземпляров на грамм осадка. Почти все раковины несут следы разрушения, много их фрагментов, и только иногда встречаются целые раковины. Большинство раковин обнаружено в фракции осадка 0,25-0,125 мм и принадлежит известковым видам: *Ammonia compacta* (63%), *Elphidium ponticum* (14%), *Quinqueloculina seminulum* (4%). Шестнадцать процентов от общей численности составляет агглютинирующий вид *Trochammina inflata*, два процента - *Miliammina fusca* (агглютинирующий вид). Сохранность раковин известковых видов, характеризующихся крупной пористостью, - *Ammonia compacta* и *Elphidium ponticum* довольно плохая, хуже, чем плотных раковин агглютинирующего вида *Trochammina inflata*, хотя и у этого вида начальные камеры, имеющие очень тон-

кую стенку, почти всегда бывают разрушены. О присутствии *Trochammina inflata* в Черном море в литературе не известно, но есть сведения, что этот вид является постоянным обитателем морского шельфа, часто встречается на дне лагун, живет на поверхности илистого грунта, иногда на камнях и гальках, а также между ризоидами водорослей (Саидова, 1975; Фурсенко, Фурсенко, 1968, 1972). Количественный и видовой состав фораминифер облик раковин, указывает что гидродинамическая обстановка во время накопления верхнего слоя была активной и ещё больше в заключительный этап формирования осадков. Возможно, это были условия прибойной зоны.

Анализ остракод

В нижней части слоя 5 (интервал 10.0-11,6 м) доминирует *Cyprideis torosa*, найдено много крупных взрослых форм вида, что говорит об активной придонной динамике вод (Whatley, 1983). В настоящее время этот вид распространен в Северном Каспии в прибрежной зоне на глубине от 0.5-20 м, наибольшее количество особей приходится на глубину 3-5 м где составляет более 50-60% (Гофман, 1966). В значительных количествах встречены мелководные виды, предпочитающие глубины от 0 до 5 м и слабосоленые воды (3-7 до 12-13‰): *Leptocythere lopatici*, *Tyrrhenocythere amnicola donetziensis*, *Loxoconcha lepida*, а также *Amnicythere (Leptocythere) cymbula*, *Xestoleberis aurantia*. Численность створок остракод выше в интервале 10.0 и 10.9 м, более 10 экз./ г, а в 11.6 м - 2.6 экз./ г. Данный комплекс, вероятно, существовал в условиях прибрежной мелководной зоны с варьирующей соленостью. Фракция меньше 0,05 мм слоев 10.0, 10.9 м составляет более 64 и 34% соответственно, слоя 11.6 м около 14 %, т.е. самый нижний слой представлен более грубыми осадками.

Слой 4 и верхи слоя 5 (инт. 6.8 и 8.7 м) охарактеризованы высокой численностью и разнообразием, особенно в пробах из 4.8 м (62 экз/гр и 16 видов) и 8.7 м. Основную часть в этих осадках составляют *Pontocythere tchernjawkii*, *Leptocythere devexa*, *Semicytherura virgata* и *Loxoconcha sp.* Присутствие многочисленных ювенильных форм предполагает автохтонность захоронения (Whatley, 1983). Процентное содержание *Cyprideis torosa* составляет 15-25%, вид представлен в основном личиночными створками, что может говорить о низкой гидродинамике (Whatley, 1983). Представители вида *Cyprideis torosa* относятся к гладким его формам, что свидетельствует о том, что донная соленость была выше 8‰ (Carbonel, 1988)

По гранулометрии осадок этих трех проб гораздо более тонкий чем в остальном разрезе, весовая часть фракции меньше 0.05 мм составляет около 70-90%. Во время формирования этих отложений остракоды обитали на илистом грунте в условиях большей глубины и солености, чем верхний и нижний комплексы. Предполагаемая глубина, возможно, около или более 15-20 м, соленость более 11 ‰, около 18-20‰.

Верхи слоя 3 (инт. 3,1 м) сложены относительно терригенным материалом. С множеством окатанных обломков раковин во фракции больше 0,25 мм. В интервале 2 м найдено всего 9 створок остракод (0,07 экз/г). В интервале 3,1 м остракоды более многочисленны (11,27 экз/г), представлены мелководными эвригаллиными видами, преобладают представители: *Cyprideis torosa*, *Xestoleberis*

aurantia, *Pontocythere bacescoi*, *loxoconcha* sp. Доминируют представители *Loxoconcha* G.O.Sars (1866), чаще всего населяющие мелководные прибрежные зоны.

Слой 1 представлен грубыми осадками, фракция больше 0.5 мм составляет 45 и 50%, а тонкий осадок фракции меньше 0.05 мм 13 и 7 % соответственно, значительную часть представлена окатанными обломками раковин моллюсков. Створки остракод не встречены.

Всего по разрезу скважины выделено три комплекса остракод: (1) инт. 11.6-10м прибрежно-мелководный с соленостью и активной динамикой вод; (2) инт. 8,7-4,8м отвечает условиям увеличивавшейся солености и глубины, более спокойной гидродинамики, предполагаемая глубина около или более 15-20 м, соленость около 18-20‰; (3) 3,1-2м сходен с комплексом 1, но содержание *C.torosa* гораздо ниже, что говорит о вторичном обмелении, но в более стабильной обстановке.

Табл. 2. Сводная таблица экологических характеристик установленных остракод

<i>Ammicythere (Leptocythere) cymbula</i> (Livental, 1929)	опресненный, эвритермный, встречается на песчаных илах на глубине от 1 до 27 м, при солености 8-10,5‰
<i>Cyprideis torosa</i> (Jones, 1850)	эвригалинный вид, массовое развитие дает в мейомезогалинной зоне в водах с соленостью от 3 до 7‰, выносит значительные колебания солености, в Черном море многочислен в эстуариях на глубине 0-1 5м.
<i>Leptocythere devexa</i> Schornikov, 1966	эвритермный вид, чаще встречается на заиленном песке и ракуше на глубине 20-30 м, при солености 1 1-33‰
<i>Leptocythere lopatici</i> Schornikov, 1964	пресноводный до 12,5‰, мелководный 0-5 м
<i>Leptocythere multipunctata</i> (Seguenza, 1884)	эвритермный вид, обитает при солености 1 1-13‰, встречен на глубине 0-1 00м
<i>Loxoconcha</i> G.O.Sars, 1866	встречаются в Черном море в прибойной зоне, лиманах, на глубине 0-100 м (чаще мелководные до 50 м), солоноватоводные и эвригалинные
<i>Pontocythere bacescoi</i> (Caraiion, 1960)	эвритермный, 11-33‰, обитает на глубине от 0 до 25 м преимущественно на мелком песке, илистом песке
<i>Pontocythere tchernjawsckii</i> Dubowsky, 1939	теплолюбивый вид, предпочитает соленость 18-22‰, грунт илистый песок, глубину 10-25 м
<i>Semicytherura virgata</i> Schornikov, 1970	распространен на глубине 0-20 м, в водах с соленостью 11-33‰, в прибрежной зоне найден в закрытых бухтах среди зостеры, хары и нитчатки, открытых берегов с интенсивным волнением избегает
<i>Tyrrhenocythere ammicola donetziensis</i> (Dubowsky, 1926)	эврибионтный вид, в массовых количествах распространен в прибрежной зоне, в пресных и солоноватоводных водоемах Черного моря, с соленостью и от 1 до 13,56‰ не выдерживает значительного осолонения.
<i>Xestoleberis aurantia</i> (Baird 1836)	эвритермный, эвригалинный, мелководный, 0-5 м, распространен в лиманах

Палинологический анализ

Из исследованной толщи на палинологический анализ было отобрано и проанализировано 8 образцов (см. рис. 11). Спорово-пыльцевой материал характеризовался хорошей концентрацией и сохранностью пыльцевых зёрен и спор. Исключение составляет образец №10 с гл. 7,2 м из илистых отложений, характеризующийся крайне низкой концентрацией пыльцевых зёрен и спор, что не позволяет использовать данный материал для палинологического анализа. Большинство образцов содержало высокое количество переотложенных палиноморф.

В общем составе спектров преобладает пыльца двух групп растений: древесно-кустарниковые (28%-50%) и травянисто-кустарничковые (35%-49%) формы; на долю спор приходится от 6% до 15%. Среди микрофоссилий древесно-кустарниковой растительности доминирует пыльца *Pinus* sp. – от 21% до 51%, в двух верхних образцах – 68% - 72%; субдоминанты – пыльцевые зёрна разнообразных умеренно теплолюбивых широколиственных и темнохвойных таксонов: *Corylus*, *Alnus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*, *Abies*, *Picea*. Единично встречаются пыльцевые зёрна термофильных широколиственных растений – *Juglans*, *Castanea*, *Fraxinus*. В сумме пыльца широколиственных пород в спектрах составляет от 6% в верхних образцах до 35%-49% по всему разрезу.

Травы и кустарнички представлены в основном зёрнами *Poaceae* (20%-25%; в двух верхних образцах – до 40%), *Artemisia* (10%-26%), *Chenopodiaceae* от 8% (в верхнем образце) до 23%; значительно меньше доля *Asteraceae*, *Cichoriaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Fabaceae*, *Polygonaceae*. Среди спор доминируют *Polypodiaceae* (38%-49%), *Bryales* (21%-38%); обращает на себя внимание постоянное присутствие *Lycopodium* (3%-18%).

При интерпретации описанных ископаемых спектров учитывалась специфика формирования спорово-пыльцевых спектров осадков морского генезиса. Они зависят от значительно большего количества спектрообразующих факторов по сравнению со спектрами континентальных образований. Кроме факторов, общих для всех генетических типов осадков (закономерности продуцирования пыльцы и спор материнскими растениями, особенности переноса микрофоссилий воздушным и водным путём и т.д.), на формирование спорово-пыльцевых спектров донных осадков влияет речной привнос большого количества пыльцы и спор с прилегающих территорий.

Особенно резко это проявляется, если реки текут в гористой местности и пересекают высотные растительные пояса. Немаловажную роль в формировании морских спектров играет перераспределение микрофоссилий морскими течениями, в том числе – приливно-отливными, глубина бассейна, рельеф дна и др. Спектры прибрежных частей акватории, сформированные в одном зональном типе растительности, зачастую имеют резкие различия в количественном соотношении доминантов растительного покрова и в характере палинофлоры.

Радиоуглеродное датирование раковинного материала из вмещающей толщи голоценовых отложений определило абсолютный возраст на глубине 7,3 – 2730±100 лет (календарный возраст: 2870±100 лет) и на глубине 9,6 м – 3030±80 лет (календарный возраст: 3220±110 лет).

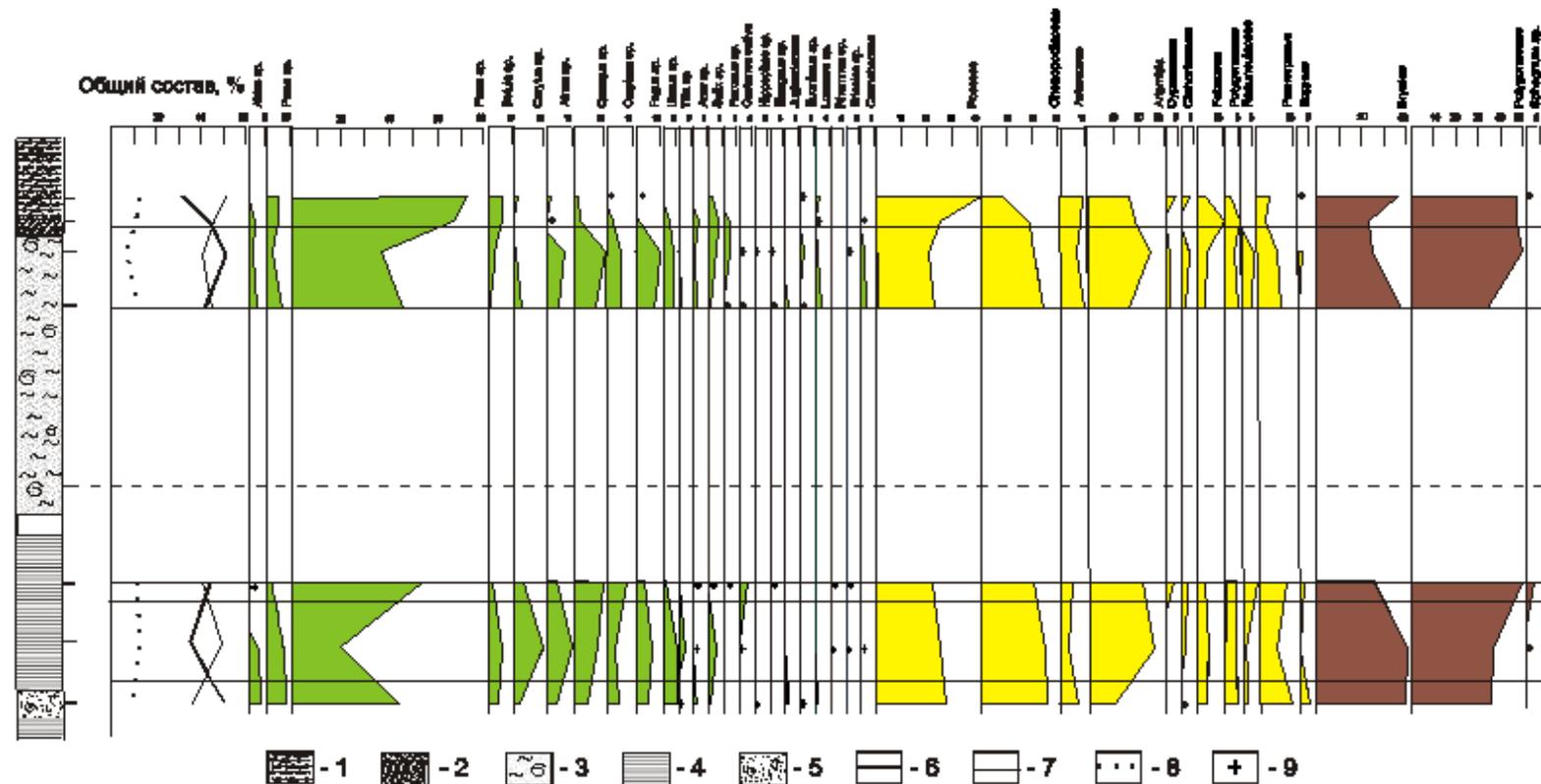


Рис. 11. Спорво-пыльцевая диаграмма разреза скв. МГУ-02. Рис. 11. **Условные знаки:** 1 - песок желто-коричневый в верхней части слабожелезённый, разнозернистый с большим количеством мелкого детрита раковин, 2 - песок серый и темно-серый разнозернистый с детритом, редкими раковинами моллюсков, 3 - ил песчаный и алевритовый темно-серый и сизо-серый, вязкий (пластичный) с детритом, редкими раковинами моллюсков, 4 - алеврит, серый и темно-серый местами сизо-серый в верхней части илистый с прослоями алеврита песчаного с раковинами, 5 - песок алевритовый темно-серый до ракушняка с песчаным заполнителем, 6 – пыльца деревьев и кустарников, 7 – пыльца трав и кустарничков, 8 – споры, 9 – единичные пыльцевые зерна.

На основании результатов палинологического анализа и радиоуглеродного датирования, вскрытых скважиной МГУ – 02 на мысе Тузла, было выделено 5 палинозон, характеризующие 5 фаз развития растительности и климата полуострова на протяжении суббореального и субатлантического периодов голоцена.

Палинозона 1 характеризует песчано-алевритовые отложения, исследованные на глубине 11,4 м. В реконструируемую первую климато – фитоценотическую фазу господствовали лесостепные ландшафты. В составе лесных ландшафтов преобладали широколиственные и хвойно-широколиственные формации. В составе древесной и кустарниковой растительности наибольшее присутствие имеет пыльца сосны обыкновенной (44,1 %), что, вероятно, частично является результатом заноса. Из хвойных растений также произрастали ель и пихта. Более благоприятные местообитания полуострова занимали широколиственные буково-грабово-дубовые и вязовые леса. Основными эдификаторами являлись дуб черешчатый (*Quercus robur*), дуб пушистый (*Q. petraea*), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), граб кавказский (*C. caucasica*), бук восточный (*Fagus orientalis*), в качестве примеси выступали клен и липа. В подлеске произрастали орешник, бересклет, орех грецкий, жасмин, облепиха, жимолость. В составе лесных формаций участие принимала береза. Наиболее влажные низменные участки были заняты ольховниками и ивняками.

Открытые участки ландшафтов занимали разнотравно-злаковые и марево-полынные группировки. Среди разнотравной растительности присутствовали представители семейств астровых, гречишных, бобовых, свинчатковых, мокричных, лютиковых, молочайных и др. Прибрежная и прибрежно-водная растительность представлена рдестом, ежеголовником и рогозом. Споровые растения характеризовались господством мхов (*Bryales*), папоротников семейства *Polygonaceae* и плаунов (*Lycopodium sp.*)

Палинозона 2 (гл. 9,6 – 11,0 м). Вторая фаза развития растительности и климата на Таманском полуострове отражает смену лесостепных ландшафтов степными. В составе степной растительности преобладали полынно – маревые и злаковые и злаково – разнотравные группировки. Лесные ландшафты значительно сократили свои площади. В наиболее влажных местах произрастала лесная растительность из грабово-буково-дубовых формаций с примесью вяза, липы, клена, каштана, ореха медвежьего, лещины, а также ольшаники и ивняки. В состав лесов также входила береза. Споровые в данных ландшафтах характеризовались преобладанием папоротников семейства *Polygonaceae*, мхов (*Bryales*), плаунов (*Lycopodium sp.*) и уховниковых.

Палинозона 3 (гл. 9,6 – 8,7 м). Реконструируемая фаза характеризует смену степных ландшафтов лесостепными. В процентном соотношении пыльца деревьев и кустарниковых от общего состава составляет 46,7%, пыльца травянистых и кустарничковых растений – 40,5 %, а на долю споровых приходится – 12,7 %. Лесные ландшафты характеризовались доминированием широколиственных и хвойно-широколиственных формации. Спорово-пыльцевая диаграмма отражает увеличение процентного содержания (до 46%) в составе древесных и кустарников сосны обыкновенной (*Pinus*

sylvestris). В широколиственных лесах распространение имели дуб (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*), бук восточный (*Fagus orientalis*), граб (*Carpinus caucasica*), вяз (*Ulmus sp.*), а также каштан посевной (*Castanea sativa*), липа (*Tilia sp.*), ясень (*Fraxinus sp.*), подлеске произрастали грабинник (*Carpinus orientalis*), лещина (*Corylus avellana*) и др. Незначительно в палиноспектре присутствует пыльца жасмина, крушины, лоха, представителей семейства вересковых и ивы. Травяной покров, занимавший открытые пространства был представлен злаковыми, полынно-маревыми и разнотравно-злаковыми (с участием представителей семейств *Ranunculaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Plumbaginaceae*, *Cichoriaceae*, *Dipsacaceae*, и др.) группировки. В составе прибрежно-водной и водной растительности преобладали ежеголовник, рдест и сальвиния плавающая. В составе споровых преобладали папоротники и зеленые мхи, также произрастали плауны и уховниковые.

Палинозона 4 характеризует илистые отложения, исследованные на глубине 3,4 – 2,0 м. В четвертую фазу изменения палеоландшафтов на Таманском полуострове в субатлантическом периоде голоцена в условиях нарастающей гумидизации климата значительно увеличилась роль лесной растительности. Преобладающими в лесах являлись грабово-буково-дубовые (из *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Fagus orientalis*, *Carpinus caucasica*, *C. orientalis*) с примесью ясеня, липы, клена и хвойно-широколиственные формации. В кустарниковом ярусе широколиственных лесов произрастали лещина (*Corylus avellana*), лох (*Eleagnus sp.*), бересклет (*Euonymus sp.*), жимолость (*Lonicera sp.*) облепиха (*Hippophae sp.*) и др. В участках низких гипсометрических уровней доминировали ольховые и ивовые рощи. Распространённые на водоразделе открытые пространства занимали разнотравно-злаковые и маревопопынные степи. В спорово-пыльцевом спектре водная и прибрежно-водная растительность представлена пыльцой ежеголовника (*Sparganium sp.*), рогоза (*Typha sp.*), рдеста (*Potamogeton sp.*), а также присутствием спор водного папоротника сальвинии плавающей (*Salvinia natans*).

Палинозона 5 (гл. 2,0 – 1,0 м). Во время завершающей пятой фазы ландшафтно-климатических реконструкций на исследуемой территории аридизация климата привела к резкому сокращению лесной растительности и господству открытых степных ландшафтов. В травяно-кустарничковом покрове степных участков преобладали злаковые (*Poaceae*), полынно-маревые и злаково-осоковые группировки. Среди разнотравья произрастали представители семейств астровых (*Asteraceae*), цикориевых (*Cichoriaceae*), капустных (*Brassicaceae*), бобовых (*Fabaceae*), гречишных (*Polygonaceae*).

Интразональные широколиственные лесные формации произрастали в наиболее влажных экотопах полуострова. В спорово-пыльцевом спектре в группе древесных и кустарниковых наибольшее количество пыльцы принадлежит сосне обыкновенной – 70 %. Такое высокое участие сосны можно считать результатом заноса воздушным и водным путем. Среди споровых растений преобладали однолучевые папоротники семейства *Polygonaceae* и мхи (*Bryales*).

Количественное соотношение пыльцы и спор и облик ископаемой па-

линофлоры позволяет все выделенные спорово-пыльцевые спектры (палинозоны) объединить в одну крупную палинозону, отражающую единый зональный тип растительности за последние 4 тыс. лет. В это время водораздельные пространства на территории большую часть времени, вероятно, были заняты степными ценозами открытых ландшафтов, представленными злаковым и полынно-маревым разнотравьем, реже лесостепными растительными ассоциациями. В составе разнотравья преобладали мезофиллы – бобовые, сложноцветные, гречишные, лютиковые. Сочетание в спектрах пыльцы *Poaceae* с пыльцевыми зёрнами *Artemisia* и *Cecorhieaceae*, характерных для нарушенного почвенного покрова, сожжет рассматриваться как свидетельство антропогенной деятельности на территории исследования. В целом леса играли, по-видимому, подчинённую роль в ландшафтах.

Интерпретация такого изменения спорово-пыльцевых спектров неоднозначна. Во-первых, можно предполагать общее напоенное похолодание на фоне сохранных открытых степных ландшафтов как зонального типа растительности. Во-вторых, уменьшение доли лесных ценозов (как широколиственных, так и хвойных) в растительном покрове территории и расширение площадей, занятых злаково-разнотравными сообществами, может быть связано с усилением антропогенного воздействия на территорию исследования.

Вывод об ограниченном распространении лесных ценозов в растительном покрове территории, несмотря на относительно высокий процент пыльцы древесно-кустарниковых пород в спектрах, сделан с учётом поправки на высокую пыльцевую продуктивность сосен (пыльца *Pinus* преобладает в спектрах) и возможность заноса их пыльцы с удалённых территорий. Тем не менее, на близлежащих к побережью склонах, невидимому, существовали небольшие сосновые и елово-сосновые лесные массивы, о чём свидетельствует наличие в спектрах пыльцы *Ericales* и *Lycopodium*. Последние слабо переносятся ветровым путём (в отличие от пыльцы *Pinus*) и являются убедительным доказательством распространения хвойных формаций в пределах исследуемой территории.

Пыльца широколиственных пород, как правило, не выносится ветром за пределы ареала материнского растения. Поэтому можно предполагать существование широколиственных лесов с богатой термофильной дендрофлорой, приуроченных к речным долинам.

Присутствие в спектрах зелёных мхов, уховниковых, хвощей, небольшого количества осоковых и водных травянистых растений, являющихся, как правило, локальной частью спектров и отражающих близлежащие ценозы, указывают на существование низменных заболоченных участков в береговой зоне.

Спорово-пыльцевые спектры верхних образцов из слабоожезнённого разнотравного песка отличаются от нижележащих по разрезу. В них падает процент древесно-кустарниковых пород в общем составе спектров (до 28%); резко сокращается участие пыльцы широколиственных таксонов на фоне высокого процента пыльцы сосен (68%-72%); до 40% увеличивается доля злаков за счёт уменьшения процента Польшей и маревых; исчезают споры *Lycopodium* и пыльца *Ericales*.

Анализ диатомей

Ископаемые диатомеи изучены в 10 образцах. Предварительный просмотр слайдов, приготовленных из натурального осадка, выявил очень низкое содержание в них диатомовых створок или их полное отсутствие. В связи с этим дополнительно была использована методика лабораторной обработки образцов, позволяющая увеличить концентрацию створок путем обогащения в тяжелой жидкости с удельным весом, близким удельному весу кремневых панцирей диатомеи. Из полученной взвеси диатомовых приготовлены микропалеонтологические препараты, заключенные в среду "Mauntex" с показателем преломления 1,67. Препараты изучены в микроскопе проходящего света "Karl Zeiss" с использованием иммерсионного объектива 100x и окуляров 16x.

При определении таксономического состава и экологической природы диатомеи, использованы классические работы А.И. Прошкиной-Лавренко (1955, 1963) по диатомовым водорослям в современном планктоне и бентосе Черного (Шимкус, Мухина и др., 1973; Забелина, 1974; Жузе, Мухина 1980). Появившиеся в последние годы публикации об особенностях таксономического и экологического состава комплексов диатомеи в мелководных отложениях (Ольштынская, 2008, 2009) позволяют охарактеризовать более широкий спектр вариаций ископаемых ассоциаций диатомеи в зависимости от их фациальной природы, что особенно усиливает значение этой группы микроископаемых для стратиграфического расчленения и палеогеографических реконструкций голоцена.

Количественное содержание диатомеи в образцах оказалось резко различным. Степень насыщенности осадков диатомеями определялась по полуколичественной шкале с оценками: 5 - «в массе» (более 20 створок в одном горизонтальном ряду препарата), 4 - «часто» (20-10 створок), 3 - «нередко» (10-5), 2 - «редко» (менее 5 створок в ряду) и 1 - «единично» (менее 20 створок во всем препарате).

В слоях 1-2 (1,2-2,0 м, обр. 1,2,3) и слое 5 (8,7-11,6 м, обр. 13,16,18,21) концентрация створок в осадке оказалась крайне низкая, и только в слоях 3-4 (3,1 - 4,8 м, обр. 5,7,9) створки диатомеи встречаются в массовых количествах.

Суммарный список идентифицированных в осадках диатомеи содержит более 50 таксонов. По литературным данным определена их фациальная природа (планктонные, бентические формы, литоральные, сублиторальные, тихопелагические виды), их отношение к таким параметрам среды как соленость (морские, солоноватоводно-морские, солоноватоводные и пресноводные, эвригалинные, стеногалинные) и температура (тепловодные, умеренные, широко распространенные). Учтено таксономическое разнообразие - количество идентифицированных в каждом образце видов.

На основании количественного содержания диатомеи в осадках, их видового разнообразия и экологической характеристики вскрытые в колонках отложения можно расчленить на три слоя: В нижней пачке – в осадках слоя 5 (интервал 8,7 - 11,6 м) в образцах 21 и 16 присутствует обедненный комплекс диатомеи, представленный в основном единичными створками и септами грубопанцирных морских литоральных видов *Biddulphia tuomei* и

Grammatophora marina. Створки в целом относительно плохой сохранности, со следами окатанности и растворения. В образце 18 заметно увеличивается процентное содержание *Achnanthes brevipes*, подвижного светлюбивого вида, обитающего в верхней части сублиторали на глубинах до 10 метров. Такой состав диатомовых водорослей указывает на формирование комплекса в условиях верхней зоны морской литорали в обстановке нестабильного осадко-накопления, неблагоприятного для сохранности захоронения.

Комплексы диатомей в вышележащей пачке (слой 3-4, интервал разреза 3,1 - 4,8 м, обр. 5,7,9) богаты численно и гораздо разнообразнее в видовом отношении, количество определенных видов достигает 32, сохранность створок хорошая. Основу комплекса по-прежнему составляют морские литоральные виды, встречающиеся в массовых количествах. В отличие от нижней пачки в этом интервале разреза не наблюдается четкого доминирования отдельных видов. Суммарно преобладают морские-солонатоводные литоральные виды, однако постоянно в небольших количествах присутствуют морские планктонные эвригалитные виды *Coscinodiscus radiatus*, *Thalassiosira decipiens*, *Th. essentrica*, тихопелагические *Actinocyclus octonarius* и *Hyalodiscus scoticus*, что указывает на заметное увеличение глубины бассейна за время формирования этого слоя осадков. Разнообразие комплекса диатомей подчеркивает обилие тонкостенных и хрупких *Cocconeis placentula*, *Cocconeis scutellum*, *Surirella ovalis*. Отмечено увеличение количества пресноводных видов *Aulacoseira granulata*, *Epithemia zebra*, *Rhopalodia giberulla*, заметное присутствие которых свидетельствует об увеличившемся стоке рек. По данным изучения диатомей можно предположить, что осадки слоя II формировались в обстановке достаточно высокой биологической продуктивности, в относительно приглубом и спокойном водоёме

Ассоциации диатомей верхней пачки (слой 1-2, интервал разреза 1,2 - 2,0 м) отличаются очень низкой численностью створок диатомей и значительной вариабельностью их видового состава. Образцы 3 - 1, характеризующие данную толщу, содержат обедненную солонатоводно-морскую ископаемую флору диатомей и отличаются друг от друга выраженным доминированием в каждом из образцов различных видов.

В комплексе диатомей образца 3 (2,0 м) преобладает тихопелагическая *Paralia sulcata*, субдоминантами является группа представителей рода *Thalassiosira* -неритические солонатоводные *Th. aculeata*, *Th. parva*, *Th. aspera*, а также сублиторальные морская *Raphoneis surirella* и солонатоводно-морские *Amphora granulata costata*, *Diploneis smithii*. По-видимому, формирование осадков обр. 3 (слой 2) происходило в условиях литорали на некотором расстоянии от берега, позволяющем формироваться неритическим элементам флоры

Вышележащий образец слоя 2 (глуб. 1,6 м) отличается доминированием *Achnanthes brevipes*, подчиненное положение занимают широко эвритермные бентосные *Rhopalodia musculus*, *Trachineis aspera*, *Actinoptychus undulatus*. Видовой состав и экологический спектр диатомовой ассоциации в целом соответствует условиям неглубокого (до 10-15 м) водоема.

Среди очень малочисленных диатомей, полученных из осадков слой 1

(обр. 1 глубина 1,2 м) заметно участие литоральных видов *Achnanthes brevipes*, *Hantzschia Virgata*. Присутствие створок тихопелагической *Actinocyclus octonarius* и *Hyalodiscus scoticus* позволяют предположить небольшое увеличение глубины бассейна.

Низкая численность диатомей в осадках слоя I, их таксономический и экологический состав указывают на формирование комплекса в малопродуктивной, очень нестабильной обстановке неглубокой морской литорали при постоянно меняющихся условиях осадконакопления, не способствующих захоронению створок в осадках.

Вариации распределения видового состава и численности диатомей в толще изученных отложений позволяют восстановить условия формирования и захоронения диатомовых палеосообществ и, соответственно, условий палеосреды.

Палеофлора нижней пачки содержащая преимущественно малочисленные грунтоопанцирные створки литоральных видов, сформировалась в обстановке регрессивной фазы развития бассейна и усиленной динамики прибрежных вод. Последовавшая вслед за этим трансгрессивная стадия, в течение которой образовалась пачка II, способствовала формированию диатомовых сообществ с очень разнообразным, многочисленным и преимущественно тонкопанцирным бентосом и заметной долей планктона. Глубина моря в этот период времени предположительно могла достигать 50 и более метров. Осадки верхней части разреза соответствуют вновь наступившей регрессивной фазе развития бассейна. Содержащиеся в них очень бедные и заметно отличающиеся по видовому составу комплексы диатомей характеризуют изменчивость условий среды их обитания и захоронения в неглубоком водоёме.

Геология района Косы Тузла

Геологическое строение Тузлинского участка изучено неравномерно. Достаточно полно исследован разрез карангатских отложений у мыса Тузла. Здесь, начиная с работ Лепле (Le Pley) и Н.И. Андрусова, работали многие специалисты (А.Г. Эбезин, Г.И. Горецкий, В.А. Зубаков, Х.А. Арсланов, П.В. Федоров, Я.А. Измаилов, А.А. Свиточ и др.). Существует геолого-геоморфологическое описание Тузлинской косы. Её строение и история установлены по материалам гидрологического бурения (Шнюков и др., 1994).

В опорной скважине Т-1, пробуренной в 4-х км от основания косы, до глубины 147 м вскрыт мощный разрез неоген-четвертичных пород (рис. 12). При этом четвертичные отложения представлены исключительно голоценовыми новоэвксинско-древнечерноморскими осадками, залегающими с глубоким размывом на понтических и более древних породах неогена. Лежащие в основании голоцена новоэвксинские илы содержат раковины пресноводных моллюсков: *Uvio* sp., *Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides*, *Dreissena polymorpha* и др. В залегающих выше средиземноморских морских осадках обнаружены *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*), *Chione gallina*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis* и др.

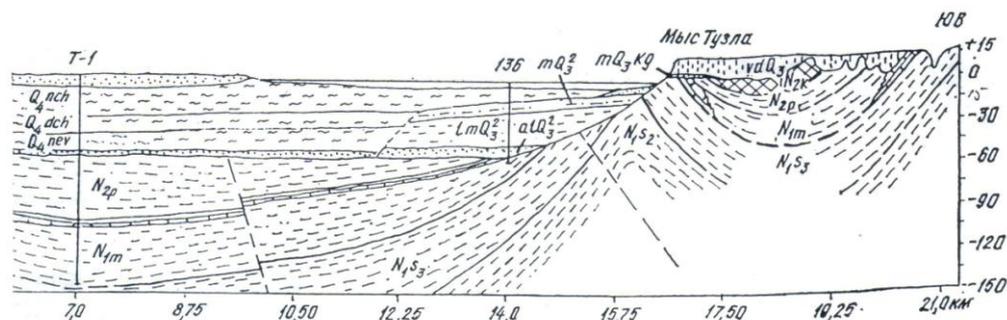


Рис. 12. Фрагмент геологического разреза мыс Тузла – коса Тузла (Шнюков, 1994)

Судя по разрезу других гидрологических скважин вблизи основания косы – разрез голоцена состоит из позднеголоценовых морских отложений, перекрывающих лиманные позднечетвертичные осадки, с размывом лежащие на породах сармата.

Строение и развитие в позднем голоцене

Стратиграфия голоценовых отложений

Судя по радиоуглеродным датировкам, фаунистическому составу и строению разреза, в нём можно выделить три стратиграфических слоя, составляющих верхний подгоризонт черноморского голоцена: джеметинские отложения (3-6 слои), фанагорийские (?) (слой 2), современные (нимфейские) (слой 1) (см. рис.2).

Джеметинские отложения представлены лито-стратиграфическими пачками (подслоями). Нижний (низы слоя 5, инт. 11.4-8.7 м) – алеврит серый и темно-серый, в верхней части илистый, с прослоями песчанистого алеврита, с многочисленными обломками, реже целыми раковинами моллюсков, образующих прослой ракушняка. По составу среди них доминируют *Mytilus galloprovinciales*; более редкие *Cardium edule*, *C. exignum*, *Chione gallina*, *Mytilaster lineatus*, *Nassa reticulatae*, *Bittium reticulatum*, *Paphia rugata* и др. Джеметинские слои выделены Л.А. Невесской (1963) по составу раковин моллюсков и стратиграфическому положению в разрезе Черноморского голоцена. Для отложений характерен комплекс, включающий наиболее стеногалинные черноморские виды: *Divaricella divaricata*, *Gafrarium minimum*, *Pitar rudis*, *Modiolus phaseolinus* и др. При этом ею отмечалось, что этот состав моллюсков характерен для открытых участков моря. Комплекс малакофауны в разрезе Тузла существенно отличается от фауны, описанной Л.А. Невесской, что можно объяснить прибрежным положением косы – его нахождением в зоне влияния пресных вод.

Среди остракод в разрезе нижнего слоя (пачки) преобладают *Cyprideis torosa*, также присутствуют *Leptocythere lopatici*, *Tyrrhenocythere annicola donetriensis* и др.

Среди фораминифер доминируют *Ammonia ammoniformis*, также определены: *Amcompacta*, *Rosalina cateslyana* и *Elphidium pontieim*.

Среди диатомей отмечается обеднённый комплекс грубопанцирных литоральных *Biddulphia tiomei* и *Grammatophora marina*.

Палинологический анализ показал, что в начале накопления отложений нижнего слоя (пачки) на Таманском полуострове располагались лесостепные ландшафты, в дальнейшем сменившиеся на степные с преобладанием растительности полынно-маревых и злаковых группировок. По раковинам моллюсков с глубины 9.6 м получены радиоуглеродные даты 3030 ± 80 (калиброванные возраст 3220 ± 110), мощность пачки 2.7 м.

Верхняя часть джеметинских отложений (инт. 7.6-6.8) сложена илом темно-серым до черного, прослоями песчанистым, с множеством раковин моллюсков, образующих комплекс *Paphia discrepans* – *Ostrea edulis*. Также в слое отмечается высокая численность разнообразных остракод, с преобладанием *Cyprideis torosa* (15-25%), также многочисленны: *Pontocythere tchenjawskaa*, *Leptocythere devexa*, *Semicytherura virgata* и *Loxococoncha* sp. По карбонату раковин моллюсков с глубины 7.3 м получена радиоуглеродная дата 2730 ± 110 (календарный возраст 2870 ± 100).

Верхняя пачка джеметинских отложений (слой 3-4) сложена илом песчанистым либо алевритистым, темно-серым и сизо-серым, пластичным, с редкими раковинами моллюсков: *Cardium edule*, *Chione gallina*, *Abra ovata*, *Paphia rugata* и др.

В отложениях нижней части многочисленны разнообразные остракоды: *Cyprideis torosa*, *Pontocythere tchenjawskaa*, *Leptocythere devexa*, *Semicytherura virgata* и *Loxococoncha* sp. Выше количество остракод сокращается, здесь они представлены мелководными эвригалинными формами: *Cyprideis torosa*, *Xestoleberis aurantia*, *Pontocythere bacescoi*, *Loxococoncha* sp.

В осадках многочисленны фораминиферы. В нижней части пачки по составу доминируют *Ammonia ammoniformis* (до 47%), также присутствуют: *Am. compacta*, *Porosonion* и *Elphidium pontieim*. Выше преобладают *Ammonia compacta*, заметную роль также играют *Porosonion subgranosus* и *Quinqueloculina seminula*.

Среди диатомей суммарно господствуют морские-солонководные литоральные виды с небольшим, но постоянным присутствием планктонных эвригалинных форм: *Coscinodiscus radiatus*, *Thalassiosira decipiens*, *Th. Essentrica* и др.; отмечается увеличение пресноводных видов (*Aulocoseira granulate*, *Epithemia zebra*, *Phoralodia giberulla*). В палинологическом спектре осадков отмечается увеличение форм лесистой растительности, с преобладанием пыльцы граба, бука и дуба свидетельствующее о постепенной гумидизации климата.

Мощность верхней пачки – 2.7 м., в её основании отмечаются следы размыва. Общая мощность джеметинских отложений 9.6 м. В подошве джеметинского слоя располагается горизонт размыва (0.4 м) сложенный многочисленными раковинами *Cardium edule*, песком алевритовым темно-серым, образующим линзы ракушняка. Также отмечены редкие диатомовы, раковины фораминифер (*Ammonia compacta*) и остракод (доминант *Cyprideis torose*). Ниже со следами глубокого размыва, лежат глины нижнего неогена. По составу слагающих их глинистых минералов предполагается мезотиче-

ский возраст пород.

Фанагорийские отложения. К ним условно отнесены пески слоя 2, вскрытые в интервале 1.5-1.8 м. Основанием для этого является положение осадков в разрезе и их терригенный состав. Литологически отложения представлены песком разномзернистым, преимущественно кварцевого состава, с детритом и крупными обломками раковин моллюсков (*Ostrea*, *Chione*, *Solen*). Также обнаружены раковины известковых фораминифер с преобладанием *Ammonia compacta* и более редкими *Porosononion subyranosus*, а также створки диатомей, среди которых доминируют *Achnanthes lrevipes*, более редко представлены *Rhopalodia musculus*, *Trachineis aspera*, *Actinoptychus undulates*.

Фанагорийские отложения со следами размыва перекрывают джеметинские слои, мощность осадков – 0.3м. Выше по неровному контакту залегают отложения слоя 1 (интервал 0.0-1.5м), условно относятся к современным (нимфейским) образованиям. По литологическому составу это преимущественно грубозернистые пески. В грубой фракции они сложены биокластами разной степени окатанности. В крупной фракции резко преобладают угловато-окатанные и неокатанные зёрна кварца, реже лимонита и биотита. Помимо обломков раковин моллюсков в слое установлены редкие раковины известковых фораминифер: *Ammonia compacta*, *Elphidium ponticum* и *Quinqueloculina*, а также *Trochammina inflata* и *Miliammina fusca*. Среди малочисленных диатомей наиболее часто встречаются литоральные формы *Achnanthes lrevipes*, *Hantzschia virgata*, реже тихопелагические *Antinocyclus octoparins* и *Hyalodiscus scoticus*. По палинологическим данным завершение накопления осадков происходило в эпоху аридизации климата и связанной с этим резким сокращением лесной растительности и господству открытых степных ландшафтов. Мощность осадков 1,5 м. Отложения слоя 1 слагают верхнюю часть аккумулятивного «тела» Тузлинской косы.

Фации и условия накопления осадков.

Обильный аналитический материал по скважине позволяет достаточно полно реконструировать позднеголоценовую обстановку осадконакопления в корневой части косы Тузла и смежных участках побережья Таманского полуострова. В основании косы вскрыты плотные глины мзотического возраста, с очень высоким уровнем залегания кровли пород – на отметке 11,6 м., что не установлено в других ранее пробуренных скважинах на косах Тузла и Чушка (Шнюков, 2004).

Базальный горизонт морского голоцена скважины представляет литологически пёстрые по составу, содержащие многочисленные обломки, реже целые раковины практически одного вида моллюсков – *Cardium edule*; среди фораминифер доминируют *Ammonia compacta*, обитающая в Черном море на глубинах 13-180 м при более высокой солености, чем нынешняя, предпочитающая прохладные местообитания. Можно предположить, что в предджеметинское время, когда уровень моря падал до -16м (Балабанов, 2009), здесь происходил глубокий размыв, осуществлявшийся без выхода пород на дневную поверхность, возможно, проходивший в приглубых условиях, с очень динамичной гидрологической обстановкой мыса. Судя по строению разреза

(Измаилов, 1975) Тузла, были целиком размыты карангатские морские отложения, перекрывающие субаэральные лёссовидные образования середины позднего плейстоцена, новозвксинские и раннеголоценовые морские осадки.

Последующее за глубоким размывом накопление джеметинских слоёв происходило во второй половине голоцена. Судя по составу осадков и ископаемым остаткам, в нижней части джеметинские отложения представлены относительно мелководными прибрежными тонкотерригенными фациями верхней части шельфа с весьма динамичными условиями накопления. На это указывает: присутствие песчаного материала в осадках; наличие комплекса остракод, характерных для прибрежно-мелководных условий с изменчивой активностью водной обстановки и солёностью. О непостоянстве гидродинамических характеристик и непостоянстве осадконакопления свидетельствует преобладание среди фораминифер *Ammonia ammoniformis*, а среди диатомей грубопанцирных литоральных видов – *Biddulphia tuomei* и *Grammatophora marina*.

Существенно иная обстановка осадконакопления отмечается позднее. По мере развития джеметинской трансгрессии, в относительно приглубых и спокойных условиях крупного залива формировались тонкие илисто-алевритовые фации осадков, содержащих обильную малакофауну с преобладанием стеногалинных видов моллюсков: *Paphia discrepans*, *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis* и др.

Отложения этой эпохи характеризуются высокой численностью и разнообразием остракод, с господством *Pontocythere tcherjawskaa*, *Leptocythere devexa* и др. Оптимальная глубина их обитания около 15-20 м, а солёность воды около 18-20‰. В слое отмечается резкое увеличение численности фораминифер. Судя по их видовому составу (см. анализы), в бассейне существовали спокойная гидрологическая обстановка и тёплые воды. Среди диатомей в верхней части джеметинских отложений преобладают морские солоноватоводные литоральные виды и постоянно присутствуют морские планктонные эвригалинные виды: *Coscinodisera rediatus*, *Thalassiosira decipiens* и др., тихопелагические *Actinocyclus octoperius*, свидетельствующие об увеличении глубины водоёма и его высокой биологической продуктивности.

В конце голоцена джеметинская трансгрессия сменяется фанагорийской регрессией, во время которой уровень моря упал на 5-6 м. (Балабанов, 2009). В разрезе скважины к этому времени условно относятся осадки слоя 2, представляющие мелководную терригенную фацию сублиторали обширного залива. По составу это разнозернистые пески с большим содержанием разноокатанных, реже целых, обломков раковин моллюсков: *Ostrea*, *Chione*, *Solen*. Также обнаружен обеднённый комплекс солоноватоводных диатомей, с преобладанием тихопелагической *Peralia sulcata*, *Thalassiosira aculeate*, *Th. parve*, *Th. aspera*, и присутствием неритических и сублиторальных видов (*Raphoneis surirella*), указывающих на то, что накопление осадков происходило в условиях литорали обширного неглубокого водоёма (лагуны, залива).

Завершение формирования разреза скважины приходится на нимфейско-современную эпоху высоких стояний уровня моря, когда отмечалось образование аккумулятивной формы – косы Тузла. Осадки слоя 1 представлены

прибрежно-мелководными фациями, отвечающими условиям динамичной сублиторали и активного поступления биокластов и терригенных осадков за счёт размыва карангатских песков и ракушняков мыса Тузла и смежных ему абразионных участков берега. По составу это груботерригенные и разнозернистые кварц, органогенные пески с массой обломков раковин моллюсков, полихет и колониальных мшанок. Среди обнаруженных диатомей присутствуют в основном литоральные виды: *Achanthes lravipes*, *Hantzschia virgata*. Интересно, что наличие в составе диатомей тихопелагических *Actinocyclus octonarius* и *Hyalodisus* указывает на определённое повышение глубины водоёма, случившееся после фанагорийской регрессии.

Заключение

1). В разрезе скважины вскрыты позднеголоценовые морские отложения, представленные джеметинскими (судя по радиоуглеродным датам, верхнеджеметинскими) и постджеметинскими слоями: фанагорийскими, нимфейскими и современными образованиями.

2). В фациальном отношении осадки относятся к разнотерригенным прибрежным образованиям, накапливавшимся в различной динамической обстановке мелководной и приглубой литорали и сублиторали.

3). По разрезу отмечается определённая этапность накопления осадков и смена фациально-экологической обстановки.

4). Эпоха низкого, посткарангатского, положения уровня моря и глубокого размыва донных осадков, включая отложения карангатской трансгрессии и покровные субаэральные породы, слагающие мыс Тузла. Эта эпоха, возможно, приходится на регрессию, разделяющую средне и позднеджеметинскую трансгрессивные эпохи, хотя вероятно и более низкое (-16 м) и продолжительное положение уровня моря в каламитско-джеметинское время

5). Эпоха джеметинской (позднеджеметинской) трансгрессии, с подъёмом уровня моря до современного его положения. В её начале в этой части Таманского залива отмечается обстановка верхней зоны морской литорали, относительно динамичного и нестабильного осадконакопления. По мере усиления трансгрессии происходило увеличение глубины залива, уменьшение его гидродинамики, увеличение его солёности и температуры воды, общее улучшение палеоэкологической обстановки обитания микро и макрофауны и диатомей. По палинологическим данным на побережьях залива происходила неоднократная смена ландшафтной обстановки. В начале господствовали лесостепные ландшафты с обильной широколиственной и хвойной растительностью (палинозона 1). В дальнейшем они сменились степными ландшафтами (палинозона 2), с господством полынно-маревых и злаковых группировок. Позднее широкое распространение получают лесостепи с широколиственной и хвойно-широколиственной растительностью (палинозона 3). В условиях нарастающей гумидизации отмечается увеличение доли лесной (грабово-буково-дубовые леса) растительности (палинозона 5). В заключительный этап осадконакопления на Таманском полуострове происходит аридизация климата и обусловленное этим резкое сокращение лесной растительности и

господство степных ландшафтов, с разнообразными злаковыми, полынно маревыми и злаково-осоковыми растительными группировками.

а) Эпоха фанагорийской регрессии, обмеление водоёма и усиление его гидродинамики, активизация размыва берегов и смена тонких-алеврито-илистых фаций на терригенные мелководные разнопесчаные осадки.

б) Эпоха формирования косы Тузла, современной экологической, гидродинамической и фациальной обстановки, становление степных ландшафтов побережий Таманского залива.

В палеогеографической летописи Тузлинского участка Таманского залива представляется очень интересным наличие следов глубокого размыва коренного ложа, не зафиксированного ранее бурением других скважин не только на косе Тузла, но и сопредельных участках Таманского залива и Керченского пролива (в том числе и косе Чушка). Вероятно, это могло случиться в очень динамичной обстановке открытого незаблокированного приглубого берега. Судя по разрезу скважины, в позднем голоцене отмечалось палеогеографическая ситуация, сходная с нынешней обстановкой – существование косы, изолировавшей от моря систему мелких засоленных лагун, причём это произошло совсем недавно (менее 2 тыс. л.н.)

Список литературы

Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. М.; Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.

Демина Л.Л., М.А.Левитан, Н.В.Политова. О формах нахождения некоторых тяжелых металлов в донных осадках эстуарных зон рек Оби и Енисея (Карское море). // Геохимия. 2006, №2. с.212-226.

Долгопольская М.А., Паули В.Л. Фораминиферы Черного моря района Карадагской биологической станции // Тр. Карадагской биол. Ст. 1931. Вып. 4. С. 23-48

Жузе А.П., Мухина В.В. Стратиграфия верхнекайнозойских отложений по диатомеям. "Геологическая история Черного моря". М., 1980, с.52-65

Забелина Э.К. Распределение диатомей в колонках осадков из северо-западной части Чёрного моря // Микрорепалеонтология океанов и морей. М.: Наука, 1974. С. 173-177.

Измаилов Я.А. Новые данные о плейстоценовых отложениях у м. Тузла (восточное побережье Керченского пролива) // Материалы по изучению четвертичного периода Украины, Киев: Наук. Думка, 1975. с. 133-138.

Михалевич В.И. Отряд – фораминиферы // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наук. Думка, 1968. с. 9-21.

Невеская Л.А. Определитель двустворчатых моллюсков морских четвертичных отложений Черноморского бассейна // Труды ПИН, 1963. Т.96. 211 с.

Ольштынская А.П. Позднечетвертичные диатомеи прибрежной зоны северо-западного шельфа Черного моря // Диатомовые водоросли как биоиндикаторы современного состояния окружающей среды и их роль в палеоэкологии и биостратиграфии. Материалы XI Международной научной конференции диатомологов стран СНГ. Минск. Право и экономика, 2009. С.126-128

Ольштынская А.П. Корреляция разнофациальных верхнечетвертичных отложений Черноморского региона по диатомеям. Новости палеонтологии и стратиграфии, вып. 10-11, ИНГТ СО РАН, 2008. С. 45-454.