

**А.П. Ольштынская, Ю.А. Тимченко**

**КРЕМНИСТЫЕ МИКРОФОССИЛИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ТРАНСФОРМАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ  
ДОННЫХ ОСАДКОВ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ ЧЕРНОГО МОРЯ**

**O.P. Olshtynska, Yu.A. Tymchenko**

**SILICIOUS MICROFOSSILS AS AN INDICATOR OF THE MODERN BOTTOM SEDIMENT  
TRANSFORMATION IN DIFFERENT REGIONS OF THE BLACK SEA**

На основі вивчення залишків кременистої мікрофлори нами встановлена участь процесів розмиву і перевідкладення у формуванні верхньочетвертинних донних осадків у різних частинах акваторії Чорного моря. За таксономічним складом перевідкладених діатомових комплексів визначено вік відкладів, що зазнали розмиву і перевідкладення у сучасні донні осадки. Зроблена спроба оцінити джерело мобілізації і переносу речовини у верхньочетвертинні осадки Чорного моря на основі аналізу комплексів кременистих мікрофосилій.

*Ключові слова:* Чорне море, діатомові водорості, донні відклади, підводний рельєф.

На основе изучения остатков кремнистой микрофлоры нами установлено участие процессов размыва и переотложения в формировании верхнечетвертинных донных осадков в различных частях акватории Черного моря. По таксономическому составу переотложенных диатомовых комплексов определен возраст отложений, подвергшихся размыву и переотложению в современные донные осадки. Предпринята попытка оценить источники мобилизации и переноса вещества в верхнечетвертинные осадки Черного моря на основании анализа комплексов кремнистых микрофосиллий.

*Ключевые слова:* Черное море, диатомовые водоросли, донные осадки, подводный рельеф.

The taxonomic composition and the ecological structure of the Black Sea fossil diatom complexes were investigated. The role of bottom sediment transformation in the formation of Upper Holocene bottom deposits was determined. Characteristic features of the bottom sedimentary-deposition in different parts of the Black Sea were defined.

*Keywords:* The Black Sea, diatom, sediments, submarine relief.

**ВВЕДЕНИЕ**

Формирование современных донных осадков — процесс очень динамичный. Аккумулирующиеся в морском бассейне наносы быстро изменяются под действием переноса и перераспределения вещества. Осадконакопление в различных участках Черного моря характеризуется рядом особенностей. Распределение осадков по площади и их литологический состав определяются рельефом дна, подводными долинами и каньонами, современной геологической и тектонической деятельностью, поверхностными и придонными течениями, геохимической специализацией. Изучение остатков кремнистой микрофлоры позволило установить участие размыва и переотложения в формировании верхнечетвертинных донных осадков в различных частях акватории Черного моря.

**РАЙОН РАБОТ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Нами были проанализированы комплексы диатомей и силикофлагеллят из образцов осадков, отобранных сотрудниками Института геологических наук НАН Украины при проведении

экспедиционных работ с 1978 по 1992 г. на участках Черного моря, различных по условиям седиментации: северо-западный шельф (рейс НИС «Мечников», 1992 г.), босфоро-анатолийская часть (рейс НИС «Ф. Беллинсгаузен», 1979 г.), тальвеговая часть Дунайского каньона и глубоководная часть бассейна (рейс НИС «М. Ломоносов», 1978 г.) (рис. 1). Донные осадки отбирали с помощью гравитационных прямых ударных трубок, вибротрубок или дночерпателя.

Лабораторная обработка образцов для диатомового анализа выполнена стандартным методом, принятым в СНГ. Микроскопические исследования проведены с помощью светового микроскопа Olympus CX4 и сканирующего электронного микроскопа JEOL 6490LV.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ  
ОБСУЖДЕНИЕ**

Как отмечает большинство исследователей [2, 9, 14], основными источниками поступления осадочного материала в Черное море являются абразия берегов и подводного склона, а также сток рек и временных водотоков. Доля

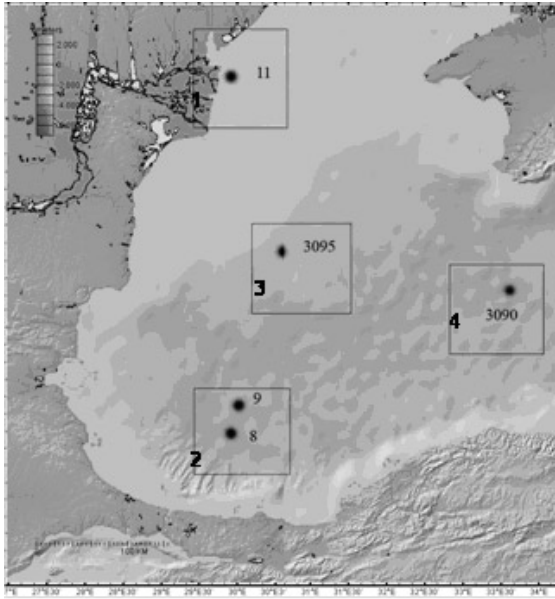


Рис. 1. Карта фактического материала  
Участки опробования: 1 — северо-западный шельф; 2 — босфоро-анатолийская часть; 3 — Дунайский каньон; 4 — глубоководная часть

абразии берегов в питании северного шельфа Черного моря осадочным материалом, по некоторым оценкам, составляет не менее 50% [15]. В целом для Черного моря характерен общий дефицит наносов в береговой зоне. К немногочисленным участкам, характеризующимся современными процессами аккумуляции, относится дельта Дуная [2]. На рис. 1 видны особенности распределения осадков и характера осадконакопления в различных частях акватории Черного моря. Реки северо-западной части водосбора Черного моря выносят осадочный материал из морских и континентальных отложений Европы, перекрывая шельф и образуя глубоководные конусы выноса. В юго-западной части моря, где нет обширного шельфа и круче континентальный склон, каньонная сеть резко выражена и сильнее расчленена.

Перемещение и аккумуляция наносов, поступающих в море в результате абразии, происходит под действием вдольбереговых и поперечных потоков [14, 19]. На перенос осадков влияют направления поверхностных потоков: общая циклоническая циркуляция, прибрежные антициклонические течения. Все названные процессы приводят к переносу и переотложению донных осадков различного возраста.

Основными палеонтологическими остатками, позволяющими устанавливать возраст донных отложений Черного моря и их взаимоотношения за пределами мелководья, являются

ся кокколитофориды и диатомовые водоросли. Кокколитофориды, представленные в основном одним видом *Emiliana huxleyi* (Lohm), иногда образуют большие скопления, формирующие биогенные кокколитовые прослои белого цвета. Они содержатся преимущественно в отложениях новочерноморского горизонта. Диатомовые водоросли в различных количествах присутствуют в осадках от кровли верхнего нового эвксина до современных образований. Они служат хорошим показателем условий водного бассейна, в котором существуют, например, солености и температуры вод, а также глубины. В благоприятных условиях комплексы диатомей хорошо сохраняются в ископаемом состоянии, являясь индикаторами условий палеобассейнов. Однако, переотлагаясь, более древние осадки несут и остатки организмов, живших в соответствующее время. Таким образом может происходить смешение в одном слое их разновозрастных комплексов. Нашими исследованиями установлены подобные комплексы кремнистых микрофоссилий в донных осадках различных участков Черного моря.

#### СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ШЕЛЬФ

Участок 1 находится в районе Килийской дельты, близ берега, в приустьевой части Дуная между Очаковским и Быстрым гирлами на глубине моря 13–20 м (рис. 1, 2).



Рис. 2. Области осадконакопления и основные направления переноса осадков на Северо-западном шельфе Черного моря [8, 19].

На схеме обозначены: основные палеодолины и каньоны; стрелками — основное Черноморское течение; перенос осадков в пределах литорали; перенос вдольбереговыми потоками

При изучении донных осадков из отложений фронтальной дельты (рис. 2) в колонках ряда станций обнаружены комплексы ископаемых диатомей. В нескольких интервалах разреза в горизонте пелитового ила темно-серого цвета с зеленоватым оттенком мощностью 130 см было установлено наличие створок переотложенных диатомовых водорослей.

В табл. 1 приведены литологические описания разрезов станций опробования.

В поверхностном слое 0–5 см в комплексе современных диатомей с характерными видами *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl., *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr., *Thalassionema nitzschioides* Grun., *Fragilaria capucina* Desm., *Diatoma vulgare* Bory, *Epithemia adnata* (Kütz.) Breb. и другими встречены единичные панцири хорошей сохранности вида *Cyclotella servant-vildary* Mukhina с узким временным диапазоном существования, характерного для отложений гурия (табл. 2, фиг. 1).

Комплекс с *Cyclotella servant-vildary* в Черном море впервые установлен по результатам глубоководного бурения (Leg 42B «Glomar Challenger») в 1975 г. в скв. 380А и 381 [18], где этот вид встречен в изобилии в отложениях, определенных как гурийские [1]. Пересмотр мощности четвертичных отложений в скв. 380А на основе геофизических данных по Д.А. Туголесову, Л.Б. Мейснеру и др. (2003 г.), определивших опорный отражающий горизонт В в скв. 380/380А на глубине около 840 м как подошву антропогена [6, 10, 16], предполагает уточнение стратиграфической принадлежности указанного горизонта. Ранее А.П. Жузе и В.В. Мухина определили подошву четвертичных отложений на глубине 660 м как раз по установленному ими эндемичному комплексу диа-

томей [1, 11, 18].

Ниже по разрезу, в ст. 3 (интервал 40–65 см) были обнаружены единичные створки другого вида диатомей — *Coscinodiscus levisianus* Greville (табл. 2, фиг. 2-4) и силикофлягеллят — *Macrora stella* (Azp.) Hanna (табл. 2, фиг. 5), типичных представителей нормальносолевых водоемов среднего миоцена (14,5–13 млн лет). Для комплекса микрофоссилий характерна неодинаковая степень сохранности материала.

В этих же отложениях встречены и другие виды переотложенных диатомей: миоценовые *Azpeitia vetustissima* (Pant.) Sims, *Actinocyclus* sp. Ehr., *Stephanodiscus* sp. Ehr., *Triceratium* sp. Ehr. (табл. 2, фиг. 6–9) и гурийские *Cyclotella servant-vildary* (табл. 1, фиг. 10–12).

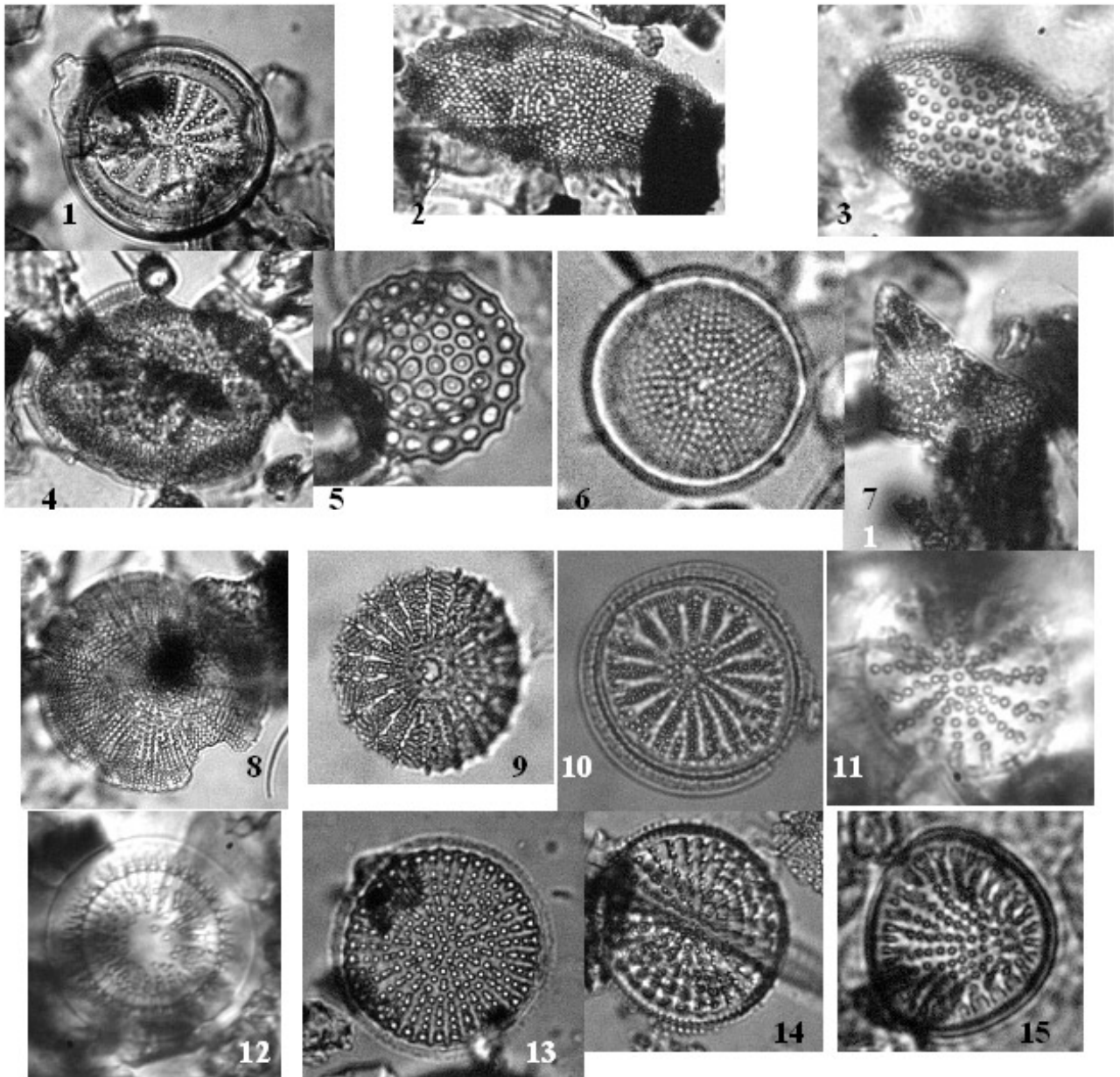
Для северо-западного шельфа существенно значение абразии в питании его осадочным материалом, поскольку берега здесь в основном сложены рыхлыми породами [9, 14–15]. В основании береговых обрывов обнажаются глинистые и песчаные отложения верхнего плиоцена.

Морские отложения среднего миоцена с подобным комплексом диатомей в водосборном бассейне Черного моря распространены в Волыно-Подолии, откуда выносятся притоками Днестра и перераспределяются вдольбереговыми потоками. Эти же отложения с диатомеями известны в Венгрии и Румынии в долине Дуная. С речным стоком они выносятся в море и аккумулируются в дельте. На карте распространения тарханских осадков Восточного Паратетиса видно (рис. 3), что морские отложения этого бассейна широко представлены в нижнем течении Днестра и Дуная [21]. Находки диатомей среднего миоцена известны из отложений Молдовы и Венгрии.

Таблица 1. Описание разрезов северо-западного шельфа

Интервал, м	Литологическая характеристика
<b>«Мечников»-92. Ст. 3. Глубина моря 18 м</b>	
0–0,26	Ил терригенный пелитовый, темно-серый до черного, полужирный, с редкой и мелкой вкрапленностью раковинно-детритового материала. Внизу интервала количество детрита увеличивается
0,26–0,8	Ил пелитовый со средней вкрапленностью несортированного детрита хаотического размещения, вязкий, зелено-серого цвета, отличается по цвету от верхнего интервала
0,8–1,8	Ил пелитовый, вязкий, терригенный, с несколькими тонкими раковинно-детритовыми прослоями, несортированный. В целом интервал продолжает верхний
1,8–2,8	Ил пелитовый, терригенный, плотный со следами денудации, зелено-серый. Раковинно-детритовая вкрапленность (первые 50–70 см) редкая, хаотичная; несколько маломощных прослоев с несортированным разнозернистым материалом. В нижней части количество разнозернистого материала резко возрастает (50–60%)
<b>«Мечников»-92. Ст. 11. Глубина моря 13 м</b>	
0–1,3	Ил пелитовый, гранулометрически однородный, мягкой консистенции, темно-серого цвета с мягким зеленоватым оттенком; местами — гидротроиллитовые примазки и прослои в интервалах 0–5, 15–25, 40–50, 65–85 см

Таблица 2. Диатомеи, переотложенные в верхнечетвертичные осадки



1 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina, «Мечников»-92, Ст. 11, 0–5 см; 2 — *Coscinodiscus lewisianus* Greville, 40–45 см; 3 — *Coscinodiscus lewisianus* Greville, 60–65 см; 4 — *Coscinodiscus lewisianus* Greville, 50–55 см; 5 — *Macrora stella* (Azp.) Hanna, 50–55 см; 6 — *Azpeitia veyutissima* (Pant.) Sims, 40–45 см; 7 — *Triceratium* sp. Ehr., «Мечников»-92, С. 11, 50–55 см; 8 — *Actinocyclus* sp. Ehr., «Мечников»-92, С. 11, 50–55 см; 9 — *Stephanodiscus* sp. Ehr., 50–55 см; 10 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina, 60–65 см; 11 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina, 60–65 см; 12 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina, 60–65 см; 13 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina var. *elegans*, «Ф. Беллинсгаузен»-79, С. 9, 117–121 см; 14 — *Cyclotella servant-vildary* Mukhina var. *elegans*, 117–121 см; 15 — *Cyclostephanos ponticus* (Jouse) Churs. 117–121 см

Килийская дельта является самой молодой и динамичной частью устья Дуная, здесь сосредоточена большая часть стока реки и формируется современная дельта выдвигания [12, 17]. С речным стоком в устьевую зону Дуная принесится большое количество взвешенных и влекомых наносов, часть из которых осаждается в

рукавах, протоках и плавнях дельты. Ответвление мощного потока наносов, формирующегося в районе Килийской дельты, идет на северо-запад к вершине Жебриянской бухты [2, 17].

По данным радиоуглеродного датирования осадков [13], скорость современного осадко-накопления в районе Килийской дельты со-

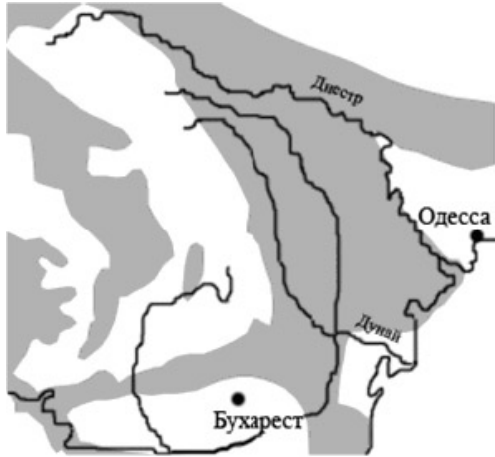


Рис. 3. Область распространения тарханских морских отложений в нижнем течении рек Днестр и Дунай [21]

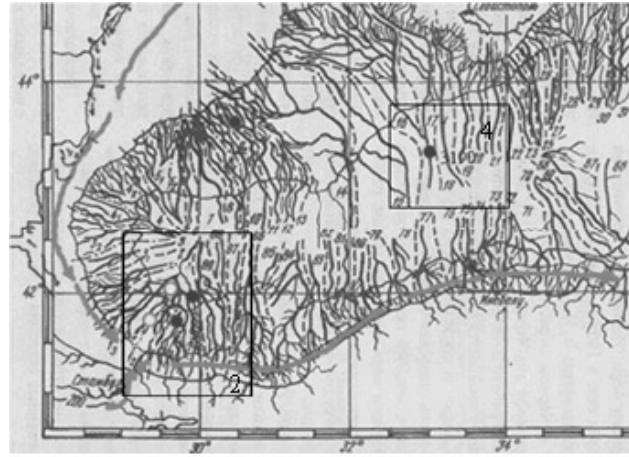


Рис. 4. Основные каньоны и направления осадкопереноса западной части Черного моря [8, 19]

ставляет около 10–20 см на 1000 лет. Поступающие со стоком Дуная осадки откладываются на шельфе во фронтальной части дельты [17, 19–20]. По приблизительным оценкам, среднемиоценовые отложения могли переноситься и отлагаться (послойно) около 3–6 тыс. лет назад.

На участке 3, в **талвеговой части Дунайского каньона** (рис. 1, 2), на континентальном склоне в колонке ст. 3095, взятой на глубине моря около 1000 м, в интервале 295–100 м вскрыты отложения кровли позднего нового эвксина. В них встречены переотложенные диатомеи видов *Cyclotella servant-vildary* и *Cyclostephanos ponticus* (J o u s e ) C h u r s ., характерные для более древних осадков киммерия, куяльника и гурия (4,5–1,2 млн лет). Отложения вскрыты в глубоководном конусе выноса Дуная, активное формирование которого, как отмечает Е.Д. Евсюков [4], происходило до формирования верхнечетвертичной слоистой толщи отложений в регрессивную фазу развития моря (рисс). На основании изучения разрезов верхнечетвертичных отложений [5] было установлено, что после новозэвксинского времени Дунайский каньон не принимал терригенный материал из дельты Дуная, то есть перешел в разряд отмирающих.

#### БОСФОРО-АНАТОЛИЙСКАЯ ЧАСТЬ

Небольшая ширина шельфа и значительная крутизна материкового склона способствуют на этом участке 2 (рис. 1, 4) активному и быстрому перемещению материала и накоплению его в основании многочисленных разветвленных каньонов [3]. Босфорская система каньо-

нов, по данным В.И. Мельника [7], — наибольшая в Черном море по занимаемой площади и с наибольшим количеством притоков. Меньшее влияние имеют перенос осадков в пределах латерали и вдольбереговыми потоками.

Диатомеи нами изучались в колонках многочисленных станций, расположенных в каньонах и на водораздельных участках. Здесь процессы переотложения материала и содержащихся в нем палеонтологических остатков проявляются особенно резко.

В табл. 3 приведены литологические описания разрезов станций опробования.

В колонках многих станций толща поверхностных осадков мощностью до 300 см содержит смешанный комплекс диатомей, в составе которых преобладают поздненовоэвксинские и древнечерноморские виды, а на уровне 250 см появляются новочерномоские элементы. На всех уровнях разреза в разных количествах присутствуют переотложенные киммерийские, куяльницкие и гурийские виды — *Cyclotella servant-vildary* (табл. 2, фиг. 13–14) и *Cyclostephanos ponticus* (табл. 2, фиг. 15).

Здесь также актуален вопрос о стратиграфической принадлежности отложений, определенных А.П. Жузе и В.В. Мухиной как гурийские.

Отложения, отнесенные к гурийским слоям позднего плиоцена по спорово-пыльцевым комплексом позднеэоценовых растений разной степени сохранности, были раскрыты в западном секторе Черного моря скважиной на Восточно-Самотинском поднятии в Нижнекамчийском краевом прогибе на абсолютной отметке 97,9 м (1980 г.). Это темно-зеленые и темно-серые до черного плотные глины с тон-

Таблица 3. Описание разрезов Западной части Черного моря

Интервал горизонта, м	Литологическое описание горизонта
<b>«Ф. Беллинсгаузен»-81. Ст. 46. Глубина моря 370 м (43° 54'1" с.ш., 30° 16'8" в.д.)</b>	
0–0,42	Ил кокколитовый светло-серый, верхние 10 см — консистенция полужидкая, далее мягкая. Примазки гидротроилита. Горизонтально слоистый, запах сероводорода, сильно загазован. На глубине 26 см прослой зеленовато-серого сапропелевидного ила 0,5 см. Нижний контакт постепенный
0,42–1,3	Переслаивание ила пелитового, кокколитового и зеленовато-серого в начальной стадии сапропелизации. Цвет толщи зеленовато-серый с оттенками. Горизонтальная слоистость. Нижний контакт размытый
1,8–2,86	Ил сапропелевый оливково-темно-серый, плотный, упругий, скрыто горизонтальнослоистый. На 227 см — прослой мощностью 1,5 см зеленовато-серого цвета разного вещества. Нижний контакт резкий
<b>«Ф. Беллинсгаузен»-79. Ст. 75. Глубина моря 1175 м (42° 35'5" с.ш., 29° 32'2" в.д.)</b>	
0–0,5	Ил пелитовый с примесью кокколитового, зеленовато-серый с белесыми крупчатыми примазками кокколитов с резким запахом сероводорода. При подъеме часть трубки вылилась вследствие разжижения консистенции

кими слойками и линзами алеврита. Факт нахождения в низах разреза залегающих выше чаудинских отложений окатанных, переотложенных обломков гурийской фауны, по мнению исследователей [5], стал свидетельством наличия гурийских отложений на болгарском шельфе, о перерыве в осадконакоплении и об их размыве чаудинским морем.

На участке 4 (рис. 1, 4) в **центральной глубоководной части** моря (глубже 2000 м) нами исследованы колонки донных осадков мощностью до 610 см. Диатомеи в толще осадков немногочисленны, их комплексы характеризуются низким таксономическим разнообразием и представлены группой типичных видов с незначительным участием широко эвригалинных элементов. Для этого комплекса характерно массовое количество створок *Stephanodiscus robustus* A. Pr. - Lav., *Stephanodiscus rotula* (Kutz.) Hust., *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. Они образуют маркирующий, так называемый «стефанодискусовый горизонт». В ряде изученных станций глубоководной впадины в этом горизонте фиксируется присутствие переотложенных диатомовых *Cyclotella servant-vildary*, *Cyclostephanos ponticus*, *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sims f. *curvata*. Таким образом, при формировании этого слоя происходило переотложение материала из отложений киммерия, куляника и гурия (4,5–1,2 млн лет).

Выделение гурийских отложений в разрезе скв. 26 на поднятии Восточное Самотино [5] показывает, что они имеют широкое площадное распространение по всей современной континентальной террасе Черного моря, а преимущественно глинистый их состав указывает на отдаленность области их аккумуляции от источников терригенного материала и на относительно глубоководные условия их накопления.

Возможно, что гурийское море по размерам примерно соответствовало современному Черному морю.

### ВЫВОДЫ

Нами сделана попытка оценить источники мобилизации и переноса вещества в верхнечетвертичные осадки Черного моря на основании анализа комплексов кремнистых микрофоссилий, а также определить возраст размываемых толщ.

Изучение таксономического состава и экологической структуры диатомовых комплексов из донных отложений Черного моря позволило выделить ряд характерных особенностей образования и трансформации осадков:

1. Отложения позднего-нового эвксина, как правило, содержат характерный для них комплекс кремнистых микрофоссилий с незначительной примесью элементов киммерийского и гурийского возраста.

2. Древнечерноморские отложения часто образованы не только вследствие терригенного сноса и хемогенного осадконакопления, но и переотложения более древних в частности, верхнеплиоценовых толщ.

3. Новочерноморские слои в районе Дунайской дельты иногда включают также панцири среднемиоценовых диатомей и силикофлагеллят.

1. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения. — М.: Наука, 1980. — 202 с.
2. Геология шельфа УССР. Среда. История и методика изучения. — Киев: Наук. думка, 1982. — 180 с.
3. Демедюк Ю.Н., Мельник В.И. Позднечетвертичные донные осадки босфоро-анатолийской части Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1990. — 106 с.
4. Евсюков Ю.Д. Конус выноса Дуная: геоморфологическая характеристика; слоистость верхнечетвертичных осадков (по материалам эхолотного промера) //

- Геология и полез. ископаемые Мирового океана. — 2007. — № 4. — С. 109–116.
5. Калинин А.В., Куприн П.Н., Лимонов А.Ф. и др. Новые данные по геологии западной части Черного моря и направление дальнейших исследований // Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей: Тр. Междунар. симпоз. — Ч. 1: Черное море. — Киев: Наук. думка, 1984. — С. 6–22.
  6. Мейснер Л.Б., Туголесов Д.А. Опорные отражающие горизонты в сейсмической записи осадочного выполнения Черноморской впадины (корреляция и стратиграфическая привязка) // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2003. — Т. 11, № 6. — С. 83–97.
  7. Мельник В.И. Мезоформы рельефа материкового склона западного и северного секторов Черного моря. — Киев, 1993. — 52 с.
  8. Мельник В.И. Мезоформы рельефа материкового склона Черного моря // Геол. журн. — 1996. — № 1–2. — С. 123–131.
  9. Осадконакопление на континентальной окраине Черного моря. — М.: Наука, 1978. — 212 с.
  10. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др. Геологическая история Черноморской впадины в кайнозое // Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей: Тр. Междунар. симпоз. — Ч. 1: Черное море. — Киев: Наук. думка, 1984. — С. 30–39.
  11. Хурсевич Г.К., Мухина В.В. Эволюция диатомей Черного моря (по материалам глубоководного бурения) // Современный и ископаемый микропланктон Мирового океана — Спб.; М.: Наука, 1995. — С. 108–115.
  12. Черой А.И., Лихоша Л.В. Процессы дельтообразования в устье Дуная // Экология моря. — 2007. — Вып. 74. — С. 91–94.
  13. Шнюков Е.Ф., Огородников В.И., Ковалюх Н.Н., Маслаков Н.А. Современные осадки и скорости осадконакопления в голоцене на черноморском шельфе УССР // Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей: Тр. Междунар. симпоз. — Ч. 1: Черное море. — Киев: Наук. думка, 1984. — С. 122–130.
  14. Шуйський Ю.Д. Типи берегів світового океану. — Одеса: Астропринт, 2000. — 480 с.
  15. Щербаков Ф.А. Материковые окраины в позднем плейстоцене и голоцене. — М.: Наука, 1983. — 214 с.
  16. Яншин А.Л., Маловицкий Я.П., Москаленко В.Н. и др. Структурные особенности осадочного чехла Черноморской впадины и их значение для понимания ее образования // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геологии. — 1977. — Т. 52 (5). — С. 42–69.
  17. Giosan L., Donnelly J.P., Vespremeanu E. et al. River delta morphodynamics: Examples from the Danube Delta // River Deltas — Concepts, Models, and Examples. — 2005. — P. 1–19.
  18. Jouse A.P., Mukhina V.V. Diatom units and the paleogeography of the Black Sea in the Late Cenozoic (DSDP, Leg 42B) // Init. Rep. DSDP. — 1978. — Vol.42, Pt. 2. — P. 903–950.
  19. Panin N., Jipa D. Danube river sediment input and interaction with the North-Western Black Sea: Results of EROS-2000 and EROS-21 Projects // Geo-Eco-Marina. — 1998. — 3. — P. 23–35.
  20. Panin N. Contributions to the study of the sediment sink processes within the Danube – Black Sea system // Geo-Eco-Marina. — 2009. — 15. — P. 29–35.
  21. Steininger F.F., Rogl F. and Nevešskaja L.A. Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys. Stratigraphic correlation tables and sediment distribution maps. Chapter III Sediment distribution maps for selected Time Intervals through the Neogene. — Vienna, 1985. — P. 91–102.

<sup>1</sup> — Институт геологических наук НАН Украины, Киев

<sup>2</sup> — Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

Рецензент — чл.-корр. НАН Украины А.Ю. Митропольский