
П. Димитров, Д. Димитров, В. Пейчев, М. Цанева

Институт океанологии БАН, Варна, Болгария

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛГАРСКОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ

Представлена физико-географическая и геолого-литологическая характеристика болгарского сектора Черного моря. За материалами экспедиции НИС «Академик» даны геолого-литологические разрезы для основных геоморфологических структур дна: береговой зоны шельфа, подножия континентального склона.

***Ключевые слова:** рельеф, гидродинамический режим, кокколитовые илы, сапропелевые илы, новоэвксинские осадки.*

Введение

Основы геологической океанологии в Болгарии заложены в начале 60-х годов XX ст. Первые исследования посвящены изучению рельефа, тектоники и геологии побережья и мелководья, состава и распределения пляжевых песков и донных осадков, геоморфологии дна.

Начиная с 1973 года после создания Института океанологии и Лаборатории морской геологии Геологического института начались геолого-геоморфологические исследования шельфа. В период 1975—1990 гг. осуществлены ряд совместных болгаро-советских экспедиций по проблеме «Мировой океан». Результаты этих исследований обобщены в монографии «Геология и гидрология западной части Черного моря» (1979), в сборниках статей «Геолого-геофизические исследования болгарского сектора Черного моря» (1980), «Нефтегазогенетические исследования болгарского сектора Черного моря» (1984), «Геохимия литогенеза в условиях сероводородного заражения» (1988) и «Геологическая эволюция западной части Черноморской котловины в неоген-четвертичное время» (1990).

Значительные результаты были получены в изучении геологии и динамики береговой зоны моря (Пейчев, Димитров, 2012).

Новые значительные результаты в изучении геологии дна были получены после приобретения НИС «Академик» (1984), его

© П. ДИМИТРОВ, Д. ДИМИТРОВ, В. ПЕЙЧЕВ, М. ЦАНЕВА, 2015

преоборудования (1987 г.) и капитального ремонта (2001 г.). В 2001, 2002, 2006, 2009 и 2011 годах на НИС «Академик» были осуществлены ряд болгарско-американских экспедиций для изучения палеоберегов Черного моря и глубоководных органично-минеральных осадков (Coolen et al. 2009; Dimitrov, 2010; Димитров, 2010).

Физико-географическая характеристика района работ

Профиль экспедиции — 2009 проходит через Исключительную Экономическую Зону (ИЭЗ) Республики Болгария в Черном море (рис. 1; рис. 2 см. вклейку) и пересекает основные геоморфологические структуры дна: береговую зону, шельф, континентальный склон, континентальное подножье, дно котловины.

Береговая зона вдоль профиля сложена осадками галатской свиты. Они представлены миоценовыми отложениями и характеризуются преобладанием песков и песчаников, часто переслоенных с глинами, суглинками, редко конгломератами и известняками. Галатская свита залегает трансгрессивно и с размывом на олигоценовых глинах и вверх переходит в Евксиноградскую свиту. К югу от Варны она имеет мощность 100—200 м (до 260 м).

В районе пляжа «Пашадере» подводный береговой склон покрыт терригенным среднезернистым песком полосой шириной до 200 м. Имеется выход коренных пород шириной 200 — 500 м. Верхняя часть подводного берегового склона имеет уклон 0,02—0,03. Наблюдаются отдельные оползневые ступени высотой 3—5 м. С глубины от 10—20 м распространены грубозернистые и среднезернистые пески в смеси с ракушей — содержание карбонатов достигает 40 %. Нижняя часть

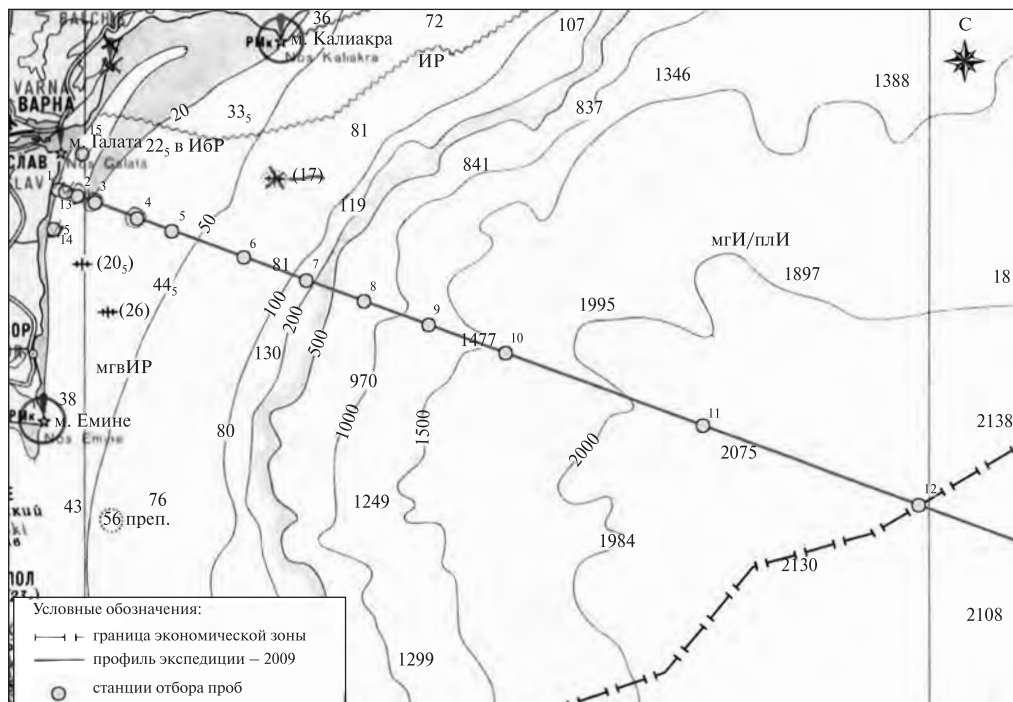


Рис. 1. Профиль экспедиции — 2009

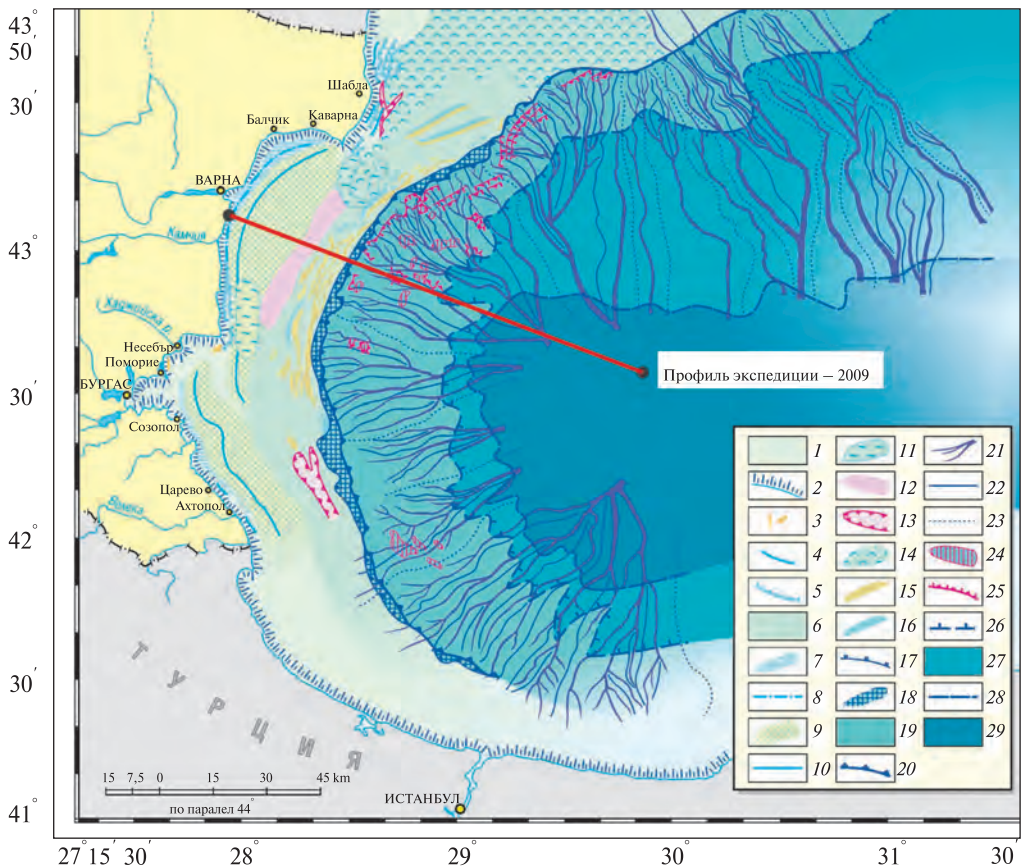


Рис. 2. Геоморфологическая карта (Крыстев, 1992): 1 — внутренняя зона шельфа; 2 — прибрежный склон; 3 — прибрежные песчаные банки; 4 — затопленные террасы; 5 — затопленный клиф; 6 — центральная зона шельфа; 7 — прибрежная депрессия; 8 — ось прибрежной депрессии; 9 — аккумулятивные валы; 10 — вершина аккумулятивных валов; 11 — неровности неясного генезиса; 12 — морфологически выраженная зона Калиакринского разлома; 13 — неотектоническое понижение; 14 — холмистая шельфовая равнина; 15 — валы центральной зоны шельфа; 16 — межваловые понижения; 17 — периферийная зона шельфа — бровка структурно-морфологической ступени; 18 — структурно-морфологическая ступень; 19 — зона континентального склона; 20 — морфологическая граница шельф — континентальный склон; 21 — подводные долины и каньоны; 22 — вершина междолинного возвышения; 23 — граница междолинных систем; 24 — гравитационно-тектоническая ступень; 25 — гравитационно-тектоническая граница; 26 — морфологическая граница континентальный склон — континентальное подножье; 27 — зона континентального подножия; 28 — морфологическая граница континентальное подножье — котловинное дно; 29 — зона котловинного дна

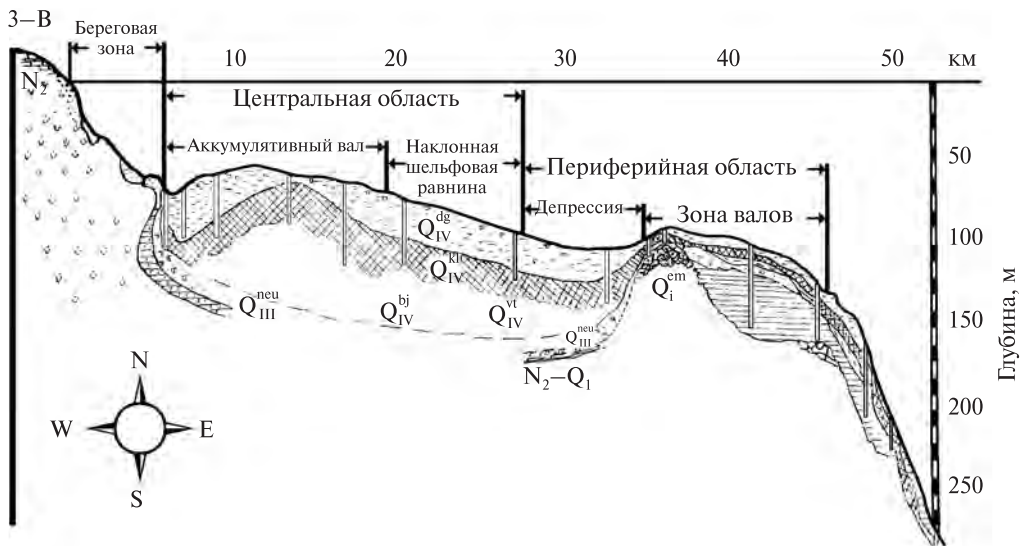


Рис. 3. Схематический геологический разрез шельфа и основные элементы рельефа

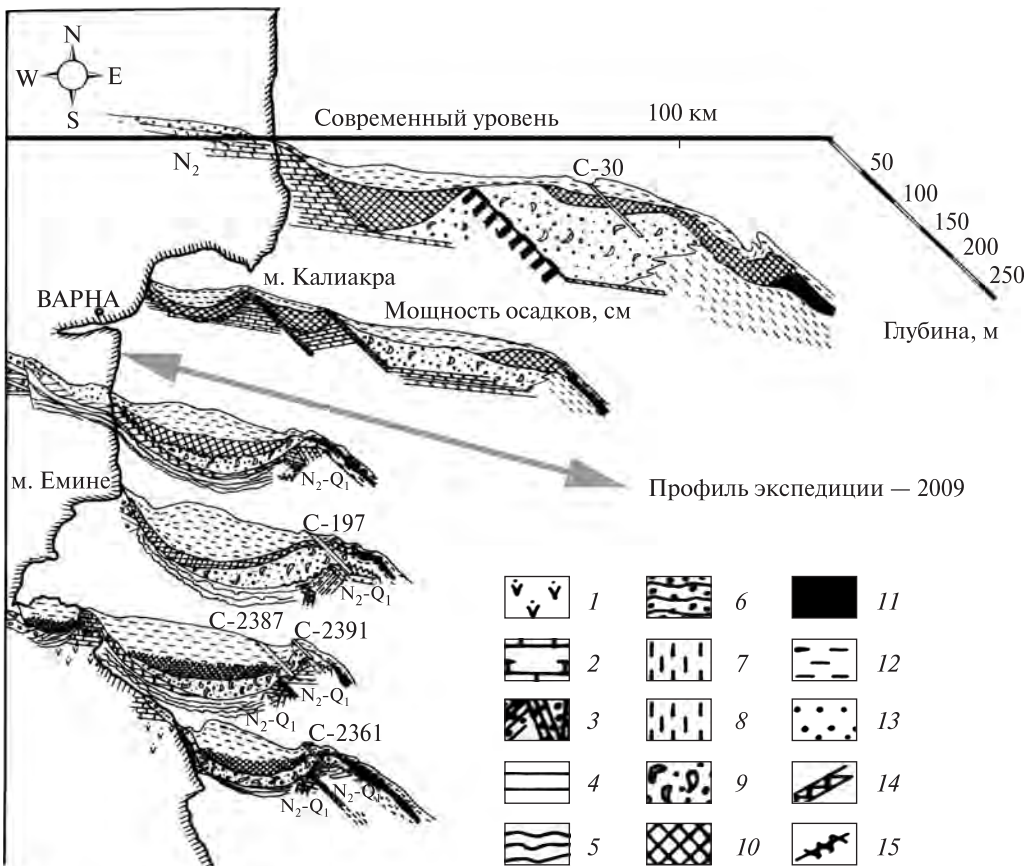


Рис. 4. Схематические геологические разрезы плейстоцена — голоцена. С-2387 — номер скважины: 1 — вулканогенно-осадочный комплекс; 2 — сарматские известняки; 3 — прибрежноморские фации плейстоцена и верхнего плиоцена; 4 — песчаные глины с чаудинской фауной; 5 — развитие континентальных и лиманных осадков; 6 — континентальные русловые фации; 7 — карангатские и новоэвксинские осадки; 9 — прибрежноморские осадки новоэвксина; 10 — древнечерноморские илы; 11 — сапропелевые илы; 12 — новочерноморские илы; 13 — пески; 14 — разломы; 15 — эрозионная граница

Рис. 5. Карта мощности голоценовых отложений (Dimitrov, 2010; Димитров, 2010)

подводного берегового склона имеет уклон меньше 0,01 и перекрыта современными осадками. Граница между песками и алевритами проходит на глубине 20 м.

Шельф поделен на три области — прибрежная (внутренняя), центральная и периферическая (внешняя) (рис. 3, 4). В участке профиля ширина шельфа 60 км. Граница шельф — континентальный склон находится на глубине 110 м. Мощность голоценовых осадков на шельфе показана на рис. 5.

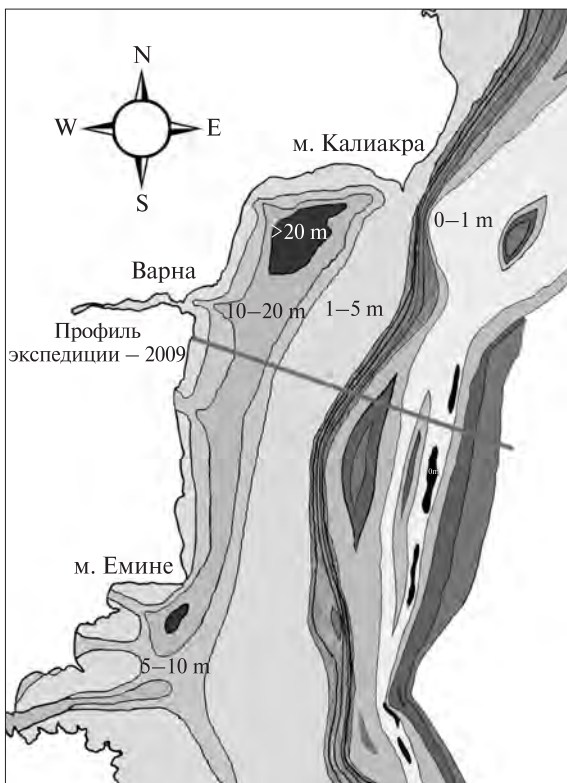
В прибрежной (внутренней) области шельфа, на малых глубинах, где происходит деформация и разрушение волн, возникает турбулентное течение водных масс и перераспределяется энергия волн. Здесь гидродинамический режим наиболее активен и зависит от волнения и возникающих течений, которые могут быть параллельными или поперечными к берегу (энергические, градиентные и компенсационные).

В результате действия волнения и в зависимости от его интенсивности и направления, в прибрежной зоне происходит дифференциация осадочного материала, его суспензирование и перемешивание. Этот процесс в природных условиях исключительно сложен, особенно в самой верхней части подводного склона берега, где волны разрушаются.

В центральной области шельфа, где прямое энергетическое влияние волнения на дно сведено до минимума, дрейфовые течения являются главным рельефообразующим фактором. Направление главной струи течения обычно с севера на юг, что обуславливает транспорт терригенного материала дунайского происхождения и его осаждение на центральной аккумулятивной шельфовой равнине. Для этой части характерны т. н. компенсационные течения придонного слоя в направлении, противоположном к поверхностным течениям, и часто вызывающие ускоренное осадконакопление. Они генетически связаны с береговой зоной, но распространяются и на больших глубинах, особенно во время экстремальных штормов.

Для прибрежной и центральной частей шельфа характерны высокие скорости седиментации и большие мощности осадков голоцена. На шельфе, параллельно берегу, пролегали старые дельты рек, сформировавшие широкие аллювиальные равнины, где отлагались материковые аллювиальные и озерно-болотные осадки (ленточные глины).

На периферии шельфа, в районе старых береговых линий, на глубинах 80—100—110 м, влияние волнения на формирование осадков незначительно или иск-



лучено. Важную роль в формировании осадков здесь играют так называемые внутренние волны и вызванные ими турбулентность и придонные течения. Благодаря большой длине волны (порядка сотен метров), внутренние волны деформируются у бровки шельфа. Характерные для них скорости порядка нескольких сантиметров в секунду достаточны, чтобы удерживать алевритовые и пелитовые частицы во взвешенном состоянии и чтобы обеспечить их транспорт в глубоководье. Описанный механизм есть лишь одно из возможных объяснений отклонения от нормальной механической дифференциации на периферии шельфа.

По существующим данным наличие более старых осадков, реликтов старых береговых линий также может быть причиной описанных отклонений. Наши инструментальные измерения течений в областях размыва или нулевой седиментации указывают на скорости от 50 до 80 см/с. Это показывает, что осадочный материал переносится транзитно и откладывается вне пределов этой зоны.

На шельфе гидрогенный перенос осадочного материала (вдоль изобат) преобладает над гравитационным переносом (к морю) — это является характерной особенностью динамики шельфа бесприливных морей. Гидрогенные формы рельефа ориентированы в направлении главной струи основного черноморского течения.

Переход от шельфа к материковому склону является областью проявления интенсивных гидродинамических процессов, обусловленных дополнительными гидродинамическими и гидрохимическими факторами. Гидродинамический перенос осадочного материала осуществляется в виде так называемых контурных течений. Они создают естественные борозды, по которым переносится органогенно-минеральный материал в направлении максимальных скоростей придонных течений.

В зоне внешней террасы (105—110 м) все еще встречаются придонные формы, ориентированные по оси основного черноморского течения.

Вниз по склону (ниже 110 м) наблюдается перенос осадочного материала посредством волочения и сальтации в направлении, параллельном изобатам.

Подводные каньоны и долины являются наиболее характерной формой рельефа континентального склона. Происхождение подводных долин, как правило, связано с проявлением разломной тектоники. Они начинаются на шельфе, прорезают поверхность склона и прослеживаются на подножии. Профиль проходит через Варненскую долинно-каньонную систему со сложным плановым строением, характеризующимся типичным дендритовидным рисунком эрозионной сети (рис. 2).

По оси долины наблюдаются активные сползания голоценовых осадков (сапропелевые и кокколитовые илы) по поверхности лежащих ниже плотных новоэвксинских илов. Явно гравитационные сползания, турбидитные и мутьевые потоки — явления, часто встречающиеся в этой зоне.

На континентальном склоне широко распространены гравитационные микроформы, сформированные в результате перемещения рыхлых наносов вниз по склону и представляющие многочисленные формы отрыва и оползней. Встречаются длинные корытообразные борозды, по которым движутся мутьевые потоки. На континентальном подножии и абиссальном дне сильно развиты процессы брекчирования осадков и их переотложение, на поверхности дна наблюдаются следы мутьевых потоков.

В целом активные гидродинамические процессы являются важным фактором в подготовке, транспорте и осаждении наносов на шельфе. На континен-



Рис. 6. Станция № 7

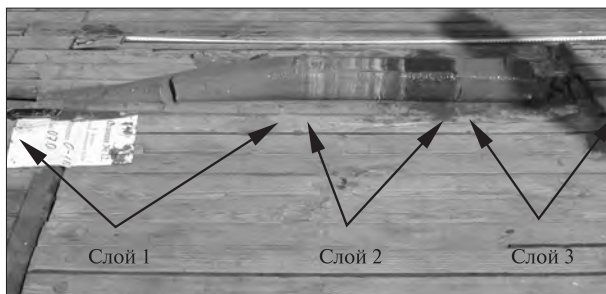


Рис. 7. Станция № 12 (Dimitrov, 2010; Димитров, 2010)

тальном склоне и абиссальном дне они обусловлены мутьевыми потоками, гравитационными оползнями и брекчированием осадков.

Наличие глубоководного сероводородного слоя на глубинах ниже 130—200 м является характерной особенностью структуры водных масс Черного моря. Его свойства резко отличаются от вышележащего поверхностного слоя. Поэтому для объяснения изменений в химических и биогеохимических процессах в толще вод и на дне важное значение имеет явление апвеллинга, при котором на поверхность поднимаются воды из сероводородного слоя с высокой соленостью и богатые биогенными компонентами.

Сероводородное заражение — исключительное явление, отличающее Черное море от других морей и океанов. Кислородная зона занимает верхний слой до глубин 120—150 м. Ее мощность варьирует в разных районах моря в зависимости от течений, метеорологических условий, сезона и др.

Ниже кислородной зоны находится так называемый промежуточный, или редокс-слой совместного существования сероводорода и кислорода. В его пределах протекают интенсивные процессы химического и биологического окисления соединений из сероводородной зоны, образовавшихся в результате бактериального анаэробного разложения.

В нижней части континентального склона и подножия располагаются аккумулятивные поднятия, достигающие в длину нескольких километров. У основания континентального склона и подножия происходит перестройка сети подводных долин.

Подножье протягивается на глубине от 1400 до 1800 м. Поверхность его представляет слабо наклонную пологоволнистую и холмистую равнину, осложненную эрозионными врезами и невысокими уступами.

Переход между континентальным подножием и котловинным дном плавный.

Котловинное дно представляет абиссальную равнину с очень слабым уклоном к самой глубоководной части Черного моря.

Геолого-литологическая характеристика

По профилю выполнен комплекс геолого-геоморфологических исследований, которые включают эхолотную съемку, сонарную съемку и отбор геологических станций прямоточными трубками. Геологические станции располагаются на глубине от 21,5 до 2110 м (станции — №№ 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12). На шельфе пробурено 4 скважины — №№ 2, 3, 4, 7. Они вскрыли голоценовые слои, представленные новочерноморскими и древнечерноморскими горизонтами —

алевритовые осадки серого до зеленого цвета, полужидкой до мягкопластичной консистенции. Преобладающая моллюсковая фауна: *Cardium edule*, *Mytilus galloprovincialis*.

На станции № 7 (глубина 140 м) в поверхностном слое (0—20 см) вскрыты илы с *Mytilus galloprovincialis* и *Modiolus phaseolinus*. Ниже идут новоэвксинские слои, представленные серыми до черных илами (20—185 см) с фауной *Dreissena rostriformis*. В интервале 185—220 см встречены окисленные алевропелитовые илы новоэвксинского возраста (рис. 6).

На станции № 12 (глубина 2110 м) представлен обобщающий литологический разрез, характеризующий осадки континентального склона в его подножии (рис. 7). Литологический разрез показывает наличие 3 основных слоев (литологические разновидности), а именно — слой 1 (современные кокколитовые илы, 0—25 см); слой 2 (сапропелевые илы, 25—80 см); слой 3 (новоэвксинские слои, илы серые до черных 80—100 см).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Димитров Д. Геология и нетрадиционные ресурсы на Черно море. — Варна: Онгъл, 2010. — 269 с.
2. Кръстев Т. Структурно-геоморфоложко развитие на континенталната окрайнина от Българския сектор на Черно море. докт. дис. — Варна, 1992.
3. Пейчев В., Д. Димитров. Океанология. — Варна: Онгъл, 2012. — 493 с.
4. Coolen, MJL; Saenz, JP; Giosan, L; Trowbridge, NY; Dimitrov, P; Dimitrov, D; Eglinton, TI. DNA and lipid molecular stratigraphic records of haptophyte succession in the Black Sea during the Holocene. Earth and Planetary Science Letters. 284 (3—4) : 610—621. 10.1016/j.epsl.2009.05.029. — 2009.
5. Dimitrov D. Geology and Non-traditional resources of the Black Sea. — LAP (Lambert Academic Publishing AG), 2010. — 244 p.

Статья поступила 01.04.2015

Petko Dimitrov, Dimitar Dimitrov, Veselin Peychev, Marina Tsaneva

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ГЕОЛОГО-ЛІТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛГАРСЬКОГО СЕКТОРА ЧОРНОГО МОРЯ

Представлено фізико-географічну й геолого-літологічну характеристику болгарського сектора Чорного моря. За матеріалами експедиції НДС «Академик» надано геолого-літологічні розрізи для основних геоморфологічних структур дна: берегової зони, шельфу, континентального схилу.

Ключові слова: рельєф, гідродинамічний режим, коколітові мули, сапропелеві мули, новоевксинські осади.

Petko Dimitrov, Dimitar Dimitrov, Veselin Peychev, Marina Tsaneva

PHYSIOGRAPHIC, GEOLOGICAL AND LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS SECTOR BULGARIAN BLACK SEA

Physical-geographical characteristic of the Bulgarian sector of the Black Sea is presented. Litho-geological-section for the geomorphological bottom structures — coastas zone, shelf, foot of the continental slope — are RW «Academic».

Keywords: relief, hydrodynamic regime coccolith ozes, sapropele ozes, neoeuxinian sediments.