

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ имени П.П.ШИРШОВА

на правах рукописи

ДИМИТРОВ Петко Стоянов

ФОРМИРОВАНИЕ ОСАДКОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ
ШЕЛЬФА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ
В ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

04.00.10 геология океанов и морей

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 1979

Работа выполнена в Лаборатории тектогенеза и истории развития шельфа Института океанологии имени П.П.Ширшова АН СССР и Лаборатории морской геоморфологии и четвертичной геологии Института морских исследований и океанологии БАН

Научный руководитель
доктор географических наук
А.А.Аксенов

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук

Д.Е.Гершанович

кандидат географических наук,
старший научный сотрудник

Ф.А.Щербаков

Ведущая организация - Геолого-географический факультет
Одесского государственного университета имени И.И.Мечникова

Защита состоится " " _____ 1979 г.

в час на заседании специализированного совета

К 002.86.02 по присуждению степени кандидата наук в Институте океанологии имени П.П.Ширшова АН СССР по адресу: П17218,
г.Москва, ул. Красикова, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

Автореферат разослан " " _____ 1979 г.

Секретарь специализированного
совета
к. т. н.

Б.В.Щехватов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

К настоящему времени опубликовано много работ, посвященных изучению осадконакопления на шельфе Черного моря, однако западная его часть оставалась плохо освещенной. За последние годы благодаря проведению совместных советско-болгарских экспедиций на западном шельфе был накоплен значительный материал по геологии, геоморфологии и геофизике дна. Настоящая работа является результатом этих исследований.

Особенности строения четвертичной осадочной толщи периферии западного шельфа Черного моря изучались с помощью мелкого бурения, сейсмоакустического профилирования и эхолотирования. В данной работе рассматриваются процессы формирования четвертичной осадочной толщи в периферической области шельфа НРБ. Эта область выделена нами как особое морфолитогенетическое образование, отличающееся от остальных районов шельфа временем формирования осадков, мощностью и скоростью их накопления, а также спецификой гидродинамического режима.

Актуальность темы определяется, во-первых, возросшим за последние годы интересом к прибрежно-шельфовым зонам как источнику минерального сырья, во-вторых, практическим отсутствием работ, объясняющих особенности формирования осадочного комплекса в четвертичное время в периферической области шельфа НРБ и, в-третьих, некоторыми специфическими чертами геологического развития западной части Черного моря в антропогене. Вопрос о прогнозе накопления полезных минералов на шельфе невозможно решить без анализа условий осадкообразования как вблизи современной береговой зоны, так и в погребенных древних береговых зонах на шельфе.

Целью работы является выяснение условий формирования осадочной толщи и палеогеографической обстановки на шельфе НРБ в четвертичное время, изучение вещественного состава осадков по временным отрезкам. При этом решаются следующие задачи:

1. выявляются основные источники питания шельфа осадочным материалом как в современную эпоху, так и на разных этапах плейстоцена;

2. Осадочная толща расчленяется стратиграфически и устанавливаются верхнеплейстоценовые и нижнеплейстоценовые отложения шельфа;

3. выясняются основные закономерности распределения вещественного состава по временным отрезкам;

4. выявляется генезис аккумулятивных валов в периферической области шельфа НРБ;

5. рассматривается история развития осадочного комплекса и палеогеография шельфа в свете новых данных по стратиграфии и литологии.

Фактический материал. В основу работы положен анализ данных, полученных автором во время совместных советско-болгарских экспедиционных исследований на шельфе западной части Черного моря в 1974–1978 г.г. на нис "Академик Орбели", "Московский Университет", а также данные, собранные на нис "Исследователь". В общей сложности использованы материалы 450 грунтовых колонок с общей длиной керна около 1300 м, 200 км детальных профилей НСП и 2800 км профилей эхолотирования (рис. I). В процессе обработки данных были использованы результаты гранулометрического, минералогического, химического, биостратиграфического и радиоуглеродного анализов (общее количество анализов превышает 4000).

Научная новизна работы. В диссертации впервые сделан анализ условий формирования осадочной толщи в периферической области шельфа НРБ. На основании стратиграфического расчленения осадочной толщи впервые на шельфе Черного моря на глубинах 80–100 м нами выявлены прибрежно-морские и мелководные фации чаудинских и новозвксинских осадков, отвечающие похолоданию и сформированные в условиях регрессии в минделе (окское оледенение) и в юрме. По данным НСП на шельфе предположительно выделена толща верхнего плейстоцена. Это позволило автору утверждать, что шельф сформировался во время четвертичных регрессий и трансгрессий бассейна, начиная с нижнего плейстоцена и даже верхнего плейстоцена. Вместе с тем обосновываются возможные перспективы россынеобразования в погребенных древних береговых зонах в северной части шельфа НРБ, связанные с поступлением твердого стока рек северо-запада Черного моря и, прежде всего, Дуная.

Теоретическая и практическая ценность работы. Теоретическая ценность работы обусловлена прежде всего предложенной новой для запада Черного моря схемой истории его развития в четвертичное время. Теоретический интерес имеет также обоснование связи древних береговых линий с гляциостатическими колебаниями уровня моря в плейстоцене.

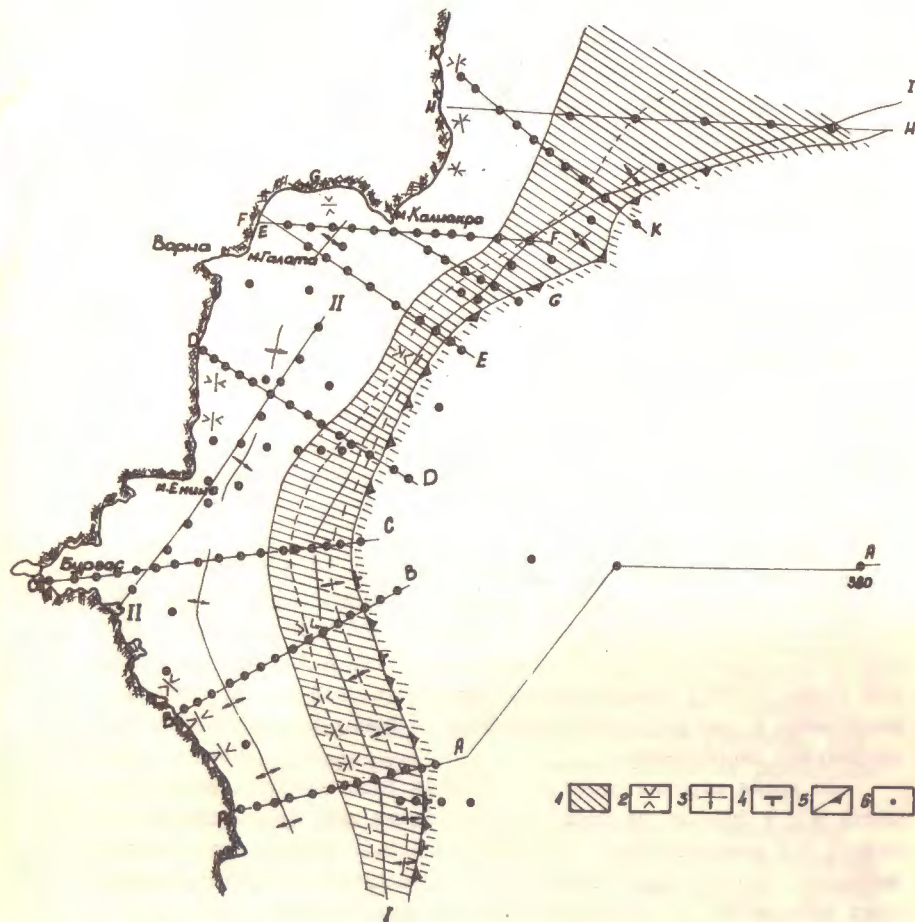


Рис. I. Схема расположения литологических станций на шельфе и особенности морфологии дна.

1 - периферическая область; 2 - депрессии; 3 - аккумулятивные валы;
4 - крайняя терраса; 5 - бровка шельфа; 6 - литологические станции

Практическая ценность работы состоит в установлении приуроченности аномальных концентраций рутила, ильменита и циркона в северной части шельфа НРБ к древним береговым линиям, что представляет интерес при поисках прибрежно-морских россыпей.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались автором на следующих конгрессах, симпозиумах и совещаниях:

1. II национально-техническая конференция с международным участием "Морские ресурсы и их освоение" Бургас, сентябрь 1975.

2. III конгресс болгарских географов, Благоевград, сентябрь 1977.

3. III национально-техническая конференция с международным участием "Морские ресурсы и их освоение", Бургас, сентябрь 1978.

Дубликации. Основные положения диссертации вышли в виде глав в различных отчетах, которые переданы в фонды ИММО БАН, а также опубликованы в 6 работах, вышедших из печати.

Объем работы 149 страниц машинописного текста, 40 рисунков и 22 текстовых таблиц в приложении. Список литературы содержит 196 наименований на 20 страницах. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения.

Работа выполнена в Лаборатории тектогенеза и истории развития шельфа Института океанологии им. П.П.Ширшова АН СССР и Лаборатории морской геоморфологии и четвертичной геологии ИММО БАН под руководством доктора географических наук А.А.Аксенова, который оказал автору большую помощь при обсуждении результатов исследований и дал ряд ценных указаний во время подготовки и оформления диссертации.

Во время морских работ при решении ряда вопросов эффективности НСП и бурения на периферии шельфа во многом помогли ценные советы Я.П.Маловицкого, П.Н.Куприна и А.В.Калинина. Автор также выражает глубокую благодарность всем участникам советско-болгарских экспедиций за совместную плодотворную работу.

В своей работе автор неоднократно пользовался консультациями, ценными советами и поддержкой: А.С.Ионина, П.В.Федорова, Я.П.Маловицкого, К.М.Шимкуса, Д.И.Говберг, З.Т.Новиковой, М.Г.Куркевич, А.В.Калинина, П.Н.Куприна, Ю.Г.Моргунова (СССР), К.Мишева, З.Белберова, Д.Пырличева, В.Попова, Э.Божиловой, Э.Комджиновой, Х.Хрисчева (НРБ) и др.

Автор пользуется случаем выразить всем этим товарищам благодарность и глубокую признательность.

Содержание работы

В последние годы резко повысился интерес к изучению природы Мирового океана. Это объясняется двумя причинами: необходимостью наиболее полного использования природных ресурсов океана и попытками найти ответы на многие крупные проблемы науки о Земле, для решения которых явно недостаточно данных, получаемых на суше. Обе стороны изучения океана — практическая и теоретическая, познавательная — тесно взаимосвязаны.

Украина континента и особенно краевая часть шельфа, названная нами периферической, являются ключевыми областями для решения ряда литологических, стратиграфических и палеогеографических задач. Ее исследования дают возможность перейти к восстановлению условий осадконакопления в данной части шельфа. Мощности осадков здесь значительно редуцированы, что позволяет даже с помощью грунтовых трубок вскрывать большие временные отрезки в толще плейстоценовых отложений. Уже в самой верхней части континентального склона на глубинах более 200 м возможно получение непрерывных разрезов морских четвертичных отложений, так как эта зона в плейстоцене находилась все время под уровнем моря. В то же время периферия шельфа, в частности, западной части Черного моря на всех регрессивных этапах плейстоцена находилась под влиянием изменения уровня моря и подвергалась размыву в субаквальных и субазральных условиях. Таким образом, периферическая область является наиболее репрезентативным участком, где можно получить достоверную схему развития шельфа на разных его этапах.

Формирование молодого, собственно шельфового комплекса осадков вблизи НРБ имеет специфические особенности, отражающие последние страницы общей геологической истории впадины Черного моря и в то же время имеет некоторые отличительные черты, характерные для ее западной части. Шельф западной части Черного моря и его периферическая область являются за последние годы объектом интенсивных геолого-геоморфологических и геофизических исследований.

Это позволило несколько пересмотреть представления об истории формирования осадочного комплекса и внести коррективы в существующие схемы развития западного сектора Черноморской впадины в плиоцен-четвертичное время. Изменения уровня моря отмечены в

виде погребенных береговых зон, где в плиоцен-четвертичное время существовали благоприятные условия для формирования повышенных концентраций тяжелых минералов.

В первой главе (Краткий геолого-географический очерк и обзор исследований) прослежены основные этапы истории исследований на побережье и шельфе западного сектора Черного моря. Отмечено, что до конца 50-х годов нашего века эти исследования были несистематическими и отрывочными. Предыдущие работы затрагивали преимущественно геологическое строение побережья и морфологию морских береговых террас. Существенно возросла геологическая изученность глубинной структуры шельфа лишь после проведенных в 1960-70 годах геофизических работ. Серьезные успехи в геологическом изучении шельфа были достигнуты в начале 70-х годов после создания Института морских исследований и океанологии Болгарской Академии Наук. ИМИО БАН является основным исполнителем по проблеме XIII.4. стран-членов СЭВ "Мировой океан". По темам 4.3 "Изучение седиментационных процессов, стратиграфического подразделения и истории развития западной части шельфа Черного моря в позднем плейстоцене и голоцене" и 4.6 "Современная структура и история формирования осадочного комплекса" в 1974-1978 г.г. выполнено ряд совместных советско-болгарских экспедиций на нис "Академик Л.Орбели" и "Московский Университет". Результаты этих исследований по состоянию на 1977 г. отражены в подготовленной к печати коллективной монографии "Геология и гидрология западной части Черного моря", в которой активное участие принял и автор диссертации.

Начиная с 1973 года прибрежная часть шельфа в районе Бургасского залива изучалась сотрудниками ИИ БАН и Комитета геологии НРБ под руководством Х.Христева с целью выяснения генезиса и поисков россыпей тяжелых минералов. Значительный вклад в изучение новейших процессов прибрежно-шельфовой зоны моря внесли проводимые с 1977 года международные эксперименты на полигоне "Камчия".

Все эти работы входят в комплексную национальную программу "Исследования Болгарского шельфа с целью использования его минеральных ресурсов".

Далее в главе рассматриваются физико-географические условия района. Здесь приведены основные характеристики геологии и геоморфологии побережья, описаны речная сеть, климат и течения. Сре-

ди морских террас по побережью П.В.Федоров (1963), Д.А.Дилленберг (1970), В.Попов и К.Мишев (1974) выделяют: нижнелейстоценово-нижнечаудинскую на высоте 110-120 м, верхнечаудинскую (85-100 м), древнеэвксинскую (50-60 м), эвксиноувуларскую (35-46 м), нижнекарангатскую (20-25 м), верхнекарангатскую (8-16 м), голоценово-новочерноморскую (4-5 м) и нимфейскую (1,5-2,0 м). Однако новые данные по стратиграфии подводных террас в периферической области шельфа, приводимые в настоящей работе, делают дискуссионными вопросы возраста ниже- и среднеплейстоценовых террас побережья.

Отмечаются основные геолого-геоморфологические особенности шельфа. Учитывая тектоническое районирование, а также специфику разных областей западной части Черного моря, в современном плане можно выделить две области шельфа: платформенную (северная часть) и геосинклинальную (южная часть). Шельф подразделяется на три крупные геоморфологические зоны, различающиеся не только формами рельефа, но и современными рельефообразующими процессами: прибрежная (внутренняя), центральная и внешняя (или окраинная).

Объектом настоящей работы является периферическая область шельфа, которая соответствует морфологически четко выраженной внешней зоне и отличается от остальных по времени формирования, характеру и интенсивности терригенной и биогенной седиментации, мощности осадков и специфике гидродинамического режима (рис.2).

Во второй главе (Основные источники осадочного материала и особенности его поступления на шельф) рассматриваются источники питания осадков шельфа терригенным материалом.

Исследуемый район охватывает западную часть Черного моря в пределах границ НРБ от параллели устья р.Резовска (на юге) до параллели мыс Карталийски нос (на севере). Протяженность линии берега около 378 км (рис. 1).

Большое разнообразие геологических формаций, составляющих Черноморское побережье НРБ, обуславливает разнообразие состава четвертичных отложений пляжей и мелководья. На шельфе и прилегающей суше обособлены четыре основные геологические структуры, разделенные глубинными разломами: восточная часть Мизийской плиты, Нижне-Камчийский прогиб, Старопланинская мегаструктура и Бургасский синклиналий (Среднегорская зона). Преимущественно поперечный по отношению к линии берега структурный план обуслав-

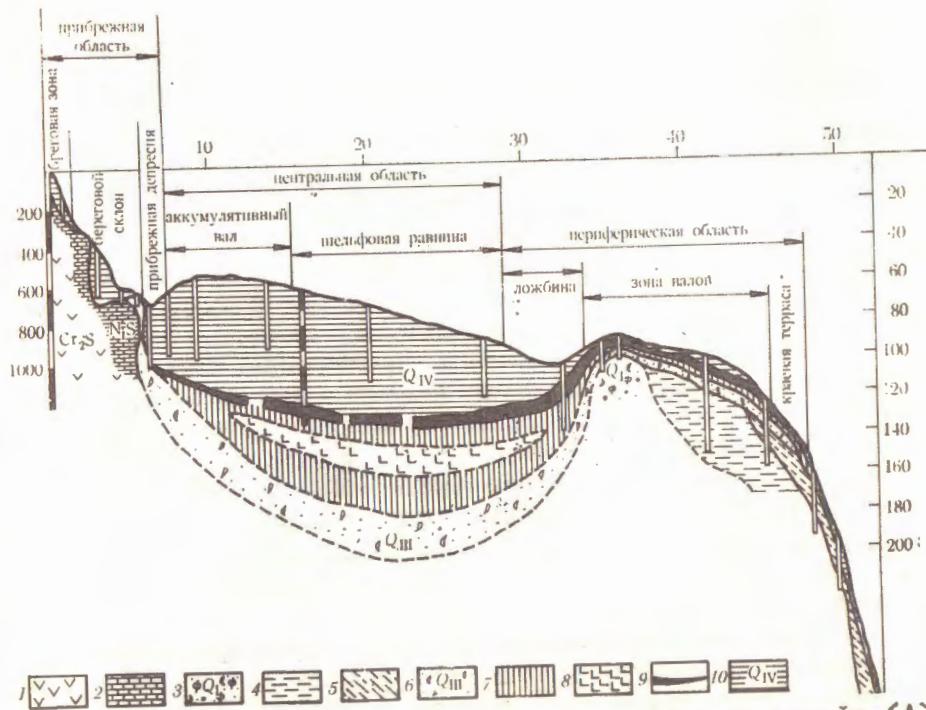


Рис.2. Литолого-стратиграфический разрез на шельфе (А)
 1 - вулканогенно-осадочные породы; 2 - сарматские известняки; 3 - нижнелейстоценовые отложения; 4 - голубовато-серые новозвксинские илы; 5 - окисленные, новозвксинские илы; 6 - прибрежно-морские отложения новозвксина; 7 - древнечерноморские (бугазские и витязевские илы); 8 - заиленный детрит; 9 - древнечерноморские (каламитские) илы; 10 - верхнеголоценовые (джеметинские) илы.

ливает сложную конфигурацию берега.

Литология и петрографический состав геологических формаций, слагающих вышеперечисленные структурные зоны, позволяют выделить на побережье и прилегающей суше три основные литоструктурные области как самостоятельные питающие провинции: южную, среднюю и северную с общей площадью 16000 км².

В южной питающей провинции развиты вулканогенно-осадочные образования и интрузивные породы мезозойского возраста (триас, юра и мел), а также осадочные породы (отложения палеогена, неогена и плейстоцена). Литология средней питающей провинции определяется верхнемеловыми и палеогеновыми отложениями, состоящими из глинисто-известковых песчаников, мергелей и глинисто-песчаных известняков. В северной питающей провинции развит преимущественно карбонатный комплекс неогеновых отложений и плейстоценовые отложения лесса.

В акваторию за счет абразии ежегодно поступают 1340000 м³ пород (Шуйский, Симеонова, 1976). Реки болгарского побережья ежегодно поставляют около 1,5 млн. т терригенного материала.

Состав отложений пляжей и мелководья по своим особенностям отвечает вышеперечисленным питающим провинциям. Это позволило утверждать, что они сформировались преимущественно за счет источников местного (абразионного и аллювиального) происхождения.

На современном этапе основным источником терригенного материала в западной и северо-западной частях шельфа Черного моря являются выносы платформенных рек северо-западного побережья. Расчеты Большакова (1970) показали, что объем твердого стока р. Дунай составляет около 83 000 000 тонн. Учитывая схему циркуляции придонных течений, можно полагать, что значительная часть этого материала осаждается в центральной и периферической областях или переносится через шельф в глубоководную впадину.

Третья глава (Стратиграфия четвертичных осадков периферической области шельфа) посвящена стратиграфическому расчленению осадочной толщи по данным биостратиграфических исследований и радиоуглеродных датировок. Стратиграфическое расчленение разрезов периферической области шельфа произведено на основе схемы А.Д.Архангельского и Н.М.Страхова (1938), детализированной Д.А.Невесской (1961) и Е.Н.Невесским (1967).

Наиболее полные стратиграфические разрезы вскрыты на периферии шельфа в зоне краевого вала. Здесь удалось выделить руко-

водящие комплексы моллюсков, характеризующие чаудинские, ново-эвксинские, древнечерноморские (бугазские, витязевские и каламитские) и новочерноморские (джеметинские) слои. Чаудинские слои датированы на основании фауны, вскрытой в колонках 12 станций и располагаются в интервале от нижней до верхней чауды. Здесь определены *Didacna olla* (Liv.), *D. pleistopleura* (Davit.), *D. crassa* (Eichw.), *D. tschoudae tschoudae* (Andrus), *D. crassa guriensis* (Nev.), *Dreissena rostriformis tschoudae* (Andrus), *Dreissena rostriformis abchasica* (Nev.) и др.

Отложения среднего плейстоцена в периферической области шельфа не обнаружены, хотя в скв. № 8 (нис. "Геохимик") в Бургаском заливе (Хрисчев, Попов, 1979) они уверенно стратиграфированы фаунистически. Отложения с средиземноморской фауной (карангатские слои) между чаудинским и новоэвксинским горизонтами тоже не обнаружены. Карангатские слои на побережье датированы фаунистически, палинологически и по радиоуглеродным датировкам (Peterbok, 1952; Кюмджиева, 1961, 1964; Семенов, Кюмджиева, Ковалюк, 1976; Bozilova, Djankova, 1976).

Новоэвксинские слои фаунистически охарактеризованы *Dreissena polymorpha* — для прибрежно-морских терригенно-ракушечных отложений и *Dreissena rostriformis distincta* — для новоэвксинских илов.

Древнечерноморский фаунистический комплекс на периферии шельфа фиксирует кардинальную смену условий природной среды. Раннедревнечерноморские (бугазские) слои, названные еще переходными, выделяются в осадках по появлению *Cerastoderma glaucum*, хотя руководящие комплексы остались прежними. Средне- и верхнедревнечерноморские (витязевские и каламитские) слои на периферии шельфа плохо разделяются фаунистически. В более глубоководных отложениях граница между каламитскими и джеметинскими слоями отчетливо фиксируется по смене мидиевого комплекса (*Mutilus galloprovincialis*) на фазеолиновый (*Modiolus phaseolinus*).

По фауне фораминифер (определены В.В. Янко) отложения на периферии шельфа расчленяются на новоэвксинские, бугазско-витязевские, каламитские и джеметинские слои.

Выделенные споро-пыльцевые зоны (С, В, А) и подзоны (В₄, В₃, В₂, В₁ и А₃, А₂ и А₁) на шельфе хорошо согласуются с основными литолого-стратиграфическими подразделениями. Так, зона С харак-

теризует условия ледниковья (окско-миндельское оледенение) и соответствует позднечаудинскому горизонту. В горизонте новоэвксинских отложений (зона В) выделено четыре пыльцевые подзоны, отражающие осцилляции климата во время юрмского оледенения. Зона А с подзонами А₃, А₂ и А₁ соответствует бугазским, витязевско-каламитским и джеметинским слоям.

Радиоуглеродные датировки выполнены по 5 колонкам на периферии шельфа (24 образца). Образцы отбирались в биостратиграфически охарактеризованных горизонтах. Радиоуглеродные датировки осадков, содержащих чаудинскую фауну, выходят за пределы возможностей метода (> 50 тыс. лет). Прибрежно-морские фации новоэвксина находятся в возрастном интервале 17-18 тыс. лет. Подошва новоэвксинских илов имеет возраст около 31 тыс. лет.

Граница голоцена-плейстоцена заключена в интервале 11-9 тыс. лет. По образцам, отобранным в верхах новоэвксина, ее возраст 11 тыс. лет, а по образцам в низах бугазского (переходного) слоя — около 9 тыс. лет. Верхи бугазских и низы витязевско-каламитских слоев показывают возраст около 7 тыс. лет. Таким образом, бугазские слои формировались в отрезке 9-7 тыс. лет. Возраст нижней границы джеметинских слоев для разных участков шельфа варьирует от 3 до 4,5 тыс. лет. Подобные значения возраста позднечетвертичных осадков получены и другими исследователями для разных участков шельфа Черного моря.

Таким образом, в периферической области шельфа всеми перечисленными методами выделяются чаудинские, новоэвксинские, древне- и новочерноморские горизонты. Сопоставление вышеперечисленных стратиграфических методов показывает, что результаты, полученные с помощью отдельных методов, вполне коррелируются между собой, что свидетельствует об эффективности их комплексного применения.

В четвертой главе (Литология донных осадков периферической области шельфа) рассматривается литология донных осадков. Для решения основных литологических задач применялся довольно обширный комплекс лабораторных исследований: проведены химические, минералогические и гранулометрические анализы, позволяющие выделить основные генетические типы осадков, сформированные на разных этапах плейстоцена и голоцена. В начале главы отмечены некоторые специфические условия современной черноморской седиментации и, в частности, западной части Черного моря.

Общая литологическая характеристика осадков. В результате литологического изучения свыше 400 колонок установлены основные закономерности распределения генетических типов осадков. Осадки шельфа отличаются литологической неоднородностью как по разрезу, так и по площади. Южнее м.Калиакра в прибрежной и центральной областях доминируют серые мягкопластичные алевритово-пелитовые илы, мощность которых больше 500 см. Восточнее, на периферии шельфа их мощность резко сокращается, а в некоторых случаях эти осадки полностью отсутствуют. Севернее мыса Калиакра на наклонной шельфовой равнине широко развита ракушечная аккумуляция.

На периферии шельфа в зоне валов ниже голоценовых осадков лежат прибрежно-морские осадки чаудинского и новозэксинского возраста. Уже на краю шельфа (ниже 100 м) новозэксинские прибрежно-морские фации латерально замещаются новозэксинскими илами.

Литолого-геохимические особенности толщи четвертичных осадков. Большое внимание в диссертации уделено изучению вещественного состава осадков по временным отрезкам.

Чаудинские слои (Q₁ tsch.) являются наиболее древними в поднятых на окраине шельфа Черного моря колонках грунта. Они протягиваются полосой, примерно параллельной современному берегу, шириной 5–18 км на глубинах 70–140 м от параллели р.Резовска до широты р.Камчия (рис. 3). Им свойственно широкое распространение прибрежных, мелководных, относительно глубоководных и лагунных фаций, представленных хемогенным, органогенно-обломочным (ракушечным) и глинистым материалом. Состав осадочного материала свидетельствует о питании со стороны прилегающей суши. Литолого-геохимические особенности осадков указывают на их формирование в условиях береговой зоны и мелководья.

Новозэксинские слои (Q_{II} nev) изучены наиболее полно на периферии шельфа в зоне валов, где они пройдены на всю мощность (рис. 2). Они представлены двумя фациями – ракушечными и глинистыми осадками. Органогенно-обломочные осадки прибрежных фаций новозэксина, как и чаудинские, фиксируют регрессивные стадии бассейна. По распространению этих осадков на шельфе проведена граница новозэксинской регрессии. Новозэксинские илы представлены серой мягкой пластичной глиной с прослоями илов черного цвета, характеризующихся резкой сульфидизацией железа. Терригенный характер глинистых новозэксинских осадков подчеркивается их сравнительно невысокой карбонатностью (от 8 до 23%).

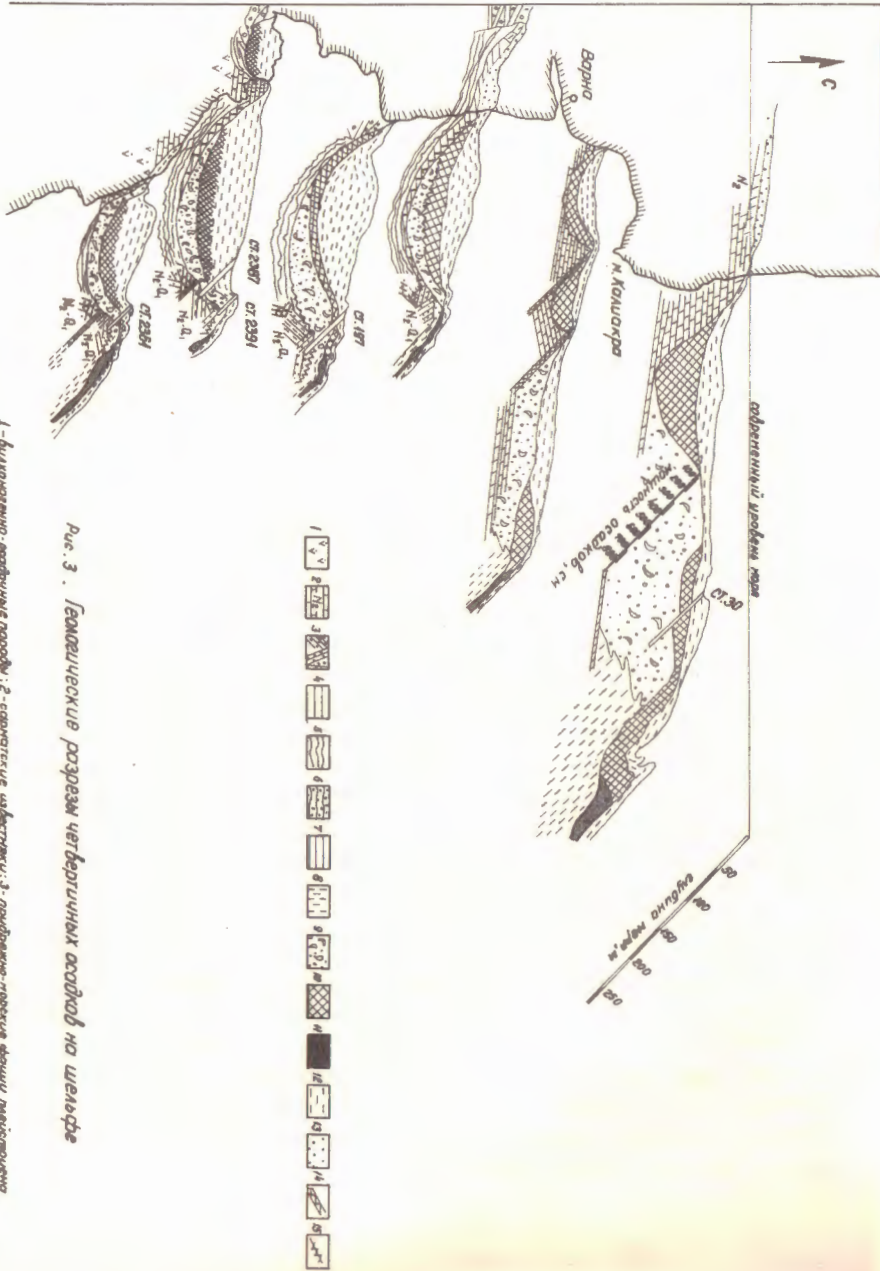


Рис. 3. Литологический разрез четвертичных осадков на шельфе

1 - бурые глинисто-алевопелитовые породы; 2 - аргиллопелитовые сланцы; 3 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 4 - суглинки с изредка встречающимися тонкими прослоями ракушечника; 5 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 6 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 7 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 8 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 9 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 10 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 11 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 12 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 13 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 14 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины; 15 - аргиллопелитовые сланцы фации мелководья и прибрежной равнины.

Содержание аморфного SiO_2 достигает 1,44%. Значительное содержание Al_2O_3 - до 26% - объясняется наличием повышенного количества глинистых минералов - каолинита, монтмориллонита, гидрослюда и др.

Древнечерноморские слои ($Q_{IV}^{m} \text{bg-vt-kl}$) характеризуются рядом важных литологических особенностей, отличающих их от остальной части разреза, что наиболее отчетливо видно в периферической области шельфа (рис. 2). Они представлены зеленовато-серыми бескарбонатными, слабоизвестковыми, реже известковыми алевроито-пелитовыми илами, которые относительно обогащены $\text{C}_{\text{орг}}$ (1-3%, чаще 2-3%) и SiO_2 аморфн. (3-4%) при кларковых содержаниях Fe, Ti, Mn. На краю шельфа и в верхней части континентального склона верхнедревнечерноморские (каламитские) слои уже сапропелевидные, содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ здесь в некоторых случаях достигает 12-15%.

Новочерноморские слои ($Q_{IV}^{m} \text{dg}$) на шельфе весьма изменчивы по мощности - от 300 см в центральной области до 50 см и менее на периферии шельфа. Обычная их мощность 15-20 см и лимитируется распространением фазеолинового ила. Преобладают зеленовато-серые мягкопластичные пелитовые слабо- и сильноизвестковые илы. Сильноизвестковые и известковые пелитовые илы на периферии шельфа, как правило, кокколитовые и обычно заметно обогащены органическим веществом (до 3%). Распределение $\text{C}_{\text{орг}}$, CaCO_3 , Fe, Ti, Mn и др. показывает некоторые отличия от вышерассмотренных слоев.

Особенности механической дифференциации осадков. При рассмотрении гранулометрического состава толщи осадков можно отметить, что в большинстве случаев для отдельных горизонтов наблюдается устойчивость гранулометрического спектра в вертикальном разрезе. Это особенно четко выражено в толще голоценовых осадков. Фацимальное разнообразие новозевксинских и позднечаудинских осадков связано со сменой условий накопления осадков. В каждый момент новейшей геологической истории шельфа распределение осадков различной крупности на дне связано с особенностями палеогеографической обстановки. Основными факторами, влияющими на формирование четвертичного осадочного комплекса, являются изменения уровня моря, связанные как с глобальными климатическими изменениями, так и с изменениями емкости впадины, что заметно отражается в хронологической последовательности седиментации.

Механическая дифференциация осадков по разрезу отражает влияние всех этих факторов и является источником палеогеографической информации.

Особенности минералогической дифференциации. Разнообразие минералогических комплексов, сформированных в условиях регрессии бассейна, с одной стороны, определяется литологической неоднородностью питающих провинций на побережье, а с другой - вдольбереговым перемещением наносов с севера на юг. Минералогические комплексы на периферии шельфа в условиях трансгрессии отражают, в основном, поступающий с севера Дунайский материал. В периферической области шельфа удалось изучить состав и распределение основных минеральных компонентов в доновозевксинских, новозевксинских и голоценовых слоях. В поверхностном слое выделены 2 терригенно-минералогические провинции - амфибол-эпидот-гранатовая, которая формируется за счет перемыва реликтовых осадков и отчасти наносов Дуная, и эпидот-амфибол-слюдистая, в которой наряду с терригенным материалом дунайского происхождения заметную роль играет сток рек болгарского побережья, которым поставляется материал вулканогенно-осадочного комплекса севера.

Изучение минералогического состава осадков периферической области шельфа позволило установить следующее:

1. Уменьшение общего количества тяжелых минералов с севера на юг сопровождается уменьшением количества полезных минералов (ильменита, циркона, рутила).
2. Повышенные количества ильменита, рутила и циркона отмечены в крупноалевритовой фракции и связаны с перемывом поверхностных осадков и отложений древних береговых зон в новозевксинское время.

Фации осадков, мощности и темпы их накопления. В результате изучения разрезов четвертичных отложений выявлены основные типы и фации осадков, что позволило установить общие и специфические черты процесса осадконакопления в нижнем и позднем плейстоцене и голоцене. Частые стратиграфические перерывы являются устойчивой тенденцией в развитии периферической области шельфа и связаны с размывом (рис. 3). Этим объясняется отсутствие отложений среднего плейстоцена.

Мощности и скорости накопления установлены для новозевксина в зоне краевого вала. Здесь темпы накопления варьируют в ин-

гервале 3,5–7 см/1000 лет. Для новозвксинских илов эти величины значительно выше – до 17–20 см/100 лет.

Максимальные мощности и темпы накопления голоценовых осадков приурочены к центральной области шельфа. На периферии шельфа и в северной части континентального склона их мощность резко сокращается, а на некоторых участках они отсутствуют. Здесь осадки голоцена либо не накапливались (что мало вероятно), либо размывались или сползали вниз – по склону.

Важным фактором, определяющим темпы накопления осадков на шельфе, являются придонные течения, наиболее интенсивные в северной части шельфа (до 152 см/сек), обуславливающие перемещение и размыв терригенного материала. Это вызывает низкие скорости осадконакопления. К югу от мыса Калмакра скорости уменьшаются и течения разгружают взвешенный и влекомый материал, обуславливая здесь высокие скорости осадконакопления и формируя обширные аккумулятивные тела центральной области шельфа.

Ход седиментационных процессов на шельфе лимитировался преимущественно активностью гидрогенных факторов, гляциозвстатическими колебаниями уровня и связан также с наложенными неотектоническими движениями.

В пятой главе (Условия формирования рельефа и осадков) рассматриваются общие и теоретические вопросы формирования рельефа и осадков.

Краткая характеристика морфологических особенностей рельефа и осадков. На протяжении всего шельфа Болгарии на глубинах 70–140 м четко прослеживается область, отличающаяся от всех остальных специфическим рельефом и литологической характеристикой осадочной толщи. Здесь выделены периферическая депрессия, зона краевого вала и периферическая терраса. Наиболее характерным элементом в этой области является зона валов (краевой вал). Выполненный анализ позволяет утверждать, что этот элемент на периферии шельфа (глубины 80–100 м, ширина 5–12 км) отражает не погребенную под донными отложениями гряду коренных пород, а связан с древней аккумулятивной формой типа береговых баров, маркирующих положение уровня моря в новозвксинское и позднечаудинское время на 80–100 м ниже современного (рис. 3).

Гидродинамические факторы морфолитогенеза. В процессе развития шельфа в условиях различного положения уровня во время регрессий и трансгрессий вслед за изменением глубин происходило

изменение гидродинамической ситуации. Так, в период регрессии по краю палеошельфа формировались серии береговых баров, которые сохранялись в рельефе в субэаральных условиях (частично или полностью), а во время трансгрессии оказывались затопленными. При этом в зависимости от типа трансгрессии они могли быть снивелированы (медленный подъем уровня) или сохраниться в рельефе в виде реликтовых форм (быстрый темп трансгрессии). В последнем случае образование новых аккумулятивных форм в соответствующих морфодинамических зонах могло носить унаследованный характер, а гидродинамические процессы, присущие этим зонам, могли способствовать их дальнейшему развитию или переформированию.

Влияние гляциозвстатических колебаний уровня на морфолитогенез. Вскрытые на периферии шельфа позднечаудинские и новозвксинские регрессивные фации формировались в условиях оледенения (окско-миндельское и юрмское). Развитие шельфа западной части Черного моря представляет суммарный результат взаимодействия чисто тектонических движений суши и достаточно автономных колебаний уровня моря. Колебания уровня Мирового океана и связанного с ним черноморского бассейна в первую очередь обусловлены эвстатикой, но несомненно, что они отражают также и молодые тектонические движения. Вопрос о выделении в чистом виде геократической или гидрократической составляющей остается далеко не решенным. Однако, независимо от причин этих колебаний, высотные перемещения уровня Черного моря определили основные этапы осадконакопления и рельефообразования как на шельфе, так и на побережье.

Основные принципы и критерии морфолитогенетического выделения периферической области шельфа. В основе морфолитогенетической классификации положена схема разделения шельфа по Д.Е.Гершановичу (1962, 1966), который предлагает выделять в его пределах три морфологические и генетические части: прибрежную, центральную шельфовую равнину и внешнюю области шельфа.

Принимаемое в настоящей работе понятие "область" включает не только морфологические особенности рельефа дна и характер современного типа седиментогенеза, но и исторический тип отложений, сформировавшихся в определенные временные отрезки, отражающие природоклиматические условия. Сюда включены и процессы литогенеза, приводившие к формированию собственно шельфового осадочного комплекса.

Но характеру и интенсивности терригенной и биогенной седи-

ментации, мощности и темпу осадконакопления, по морфологии дна, специфике гидродинамического режима, а также и по времени формирования осадков на шельфе НРБ четко выделяются три основные области: прибрежная, центральная и периферическая (рис. 2).

Периферическая область является особым морфолитогенетическим формированием, для которого характерны:

1. Редуцированные мощности четвертичного осадочного комплекса.

2. Частые стратиграфические перерывы являются устойчивой тенденцией развития этой области в четвертичное время.

3. Четкая стратификация осадков, что указывает на резкую смену седиментационного режима и условий природной среды с неоднократными регрессиями и трансгрессиями.

В шестой главе (История развития осадочного комплекса в четвертичное время и условия формирования концентратов тяжелых минералов на шельфе западной части Черного моря) прослеживается последовательность геологических событий на основе новых данных по глубоководному бурению на нис "Гломар Челленджер" в 1975 году по программе DJOIDES. Отмечена роль Дуная в формировании грубообломочных отложений позднего миоцена. Горизонт мелководных осадков Хсу (Нгу, 1978) сопоставляет со средиземноморскими (мессинскими) эвапоритами, утверждая их синхронность. Около 1,8 млн. лет тому назад наступает похолодание и вместе с тем перестройка речной сети. Грубообломочный дунайский материал накапливается в озерах Восточных Карпат. Неслоистая осадочная толща, выделенная на сейсмоакустических профилях и отнесенная нами к верхнему плиоцену, позволяет утверждать, что уровень моря тогда проходил над современными глубинами 50-75 м. Реликты позднечаудинского бассейна найдены на глубинах 80-100 м и связаны с низким стоянием уровня моря. О правомерности такого вывода свидетельствует конфигурация древних береговых линий, которые являются секущими к основным тектоническим структурам и, скорее всего, по нашему мнению, обусловлены эвстатикой. Над прибрежно-морскими регрессивными осадками позднечаудинского времени со стратиграфическим перерывом залегают регрессивные осадки новозвксинского бассейна. На основании изучения прибрежно-морских осадков удалось определить границы распространения новозвксинской регрессии над глубинами 50-80-100 м в возрастном интервале 17-18-9 тыс. лет. В ходе голоценовой трансгрессии отмечены отдельные

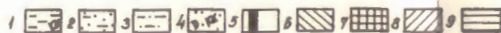
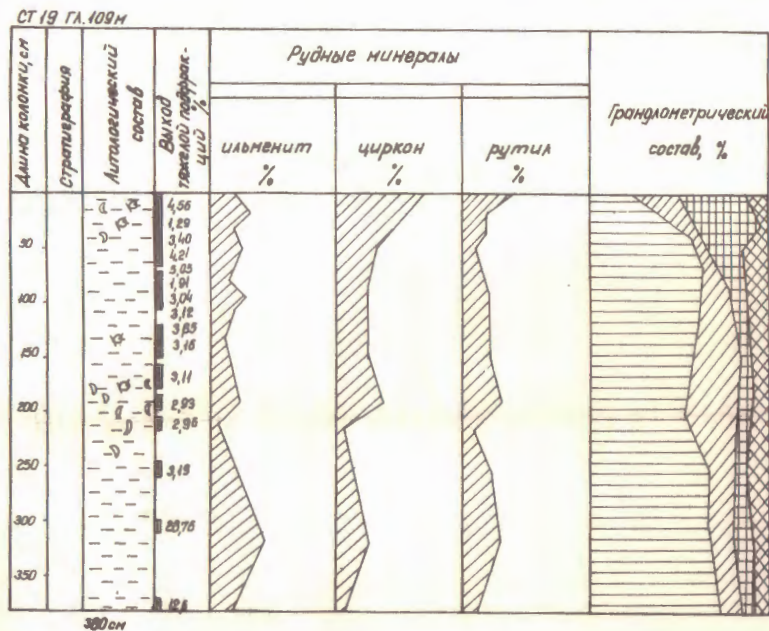
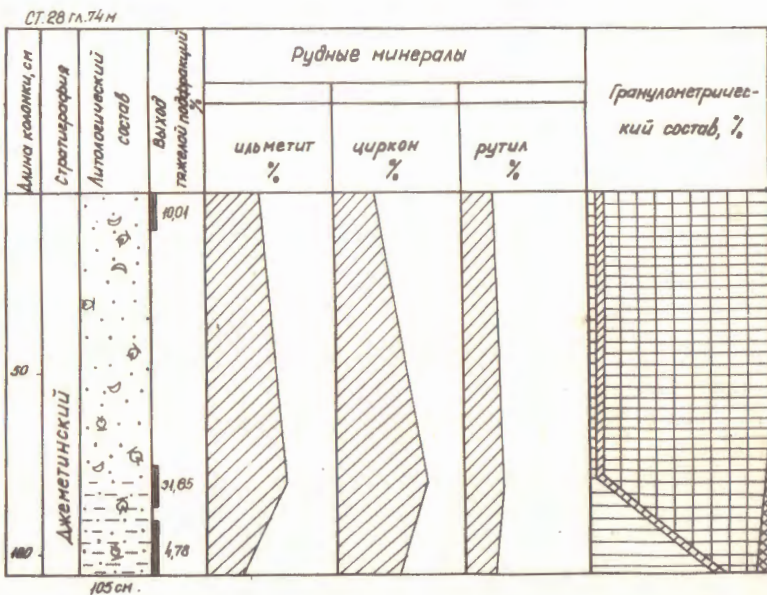
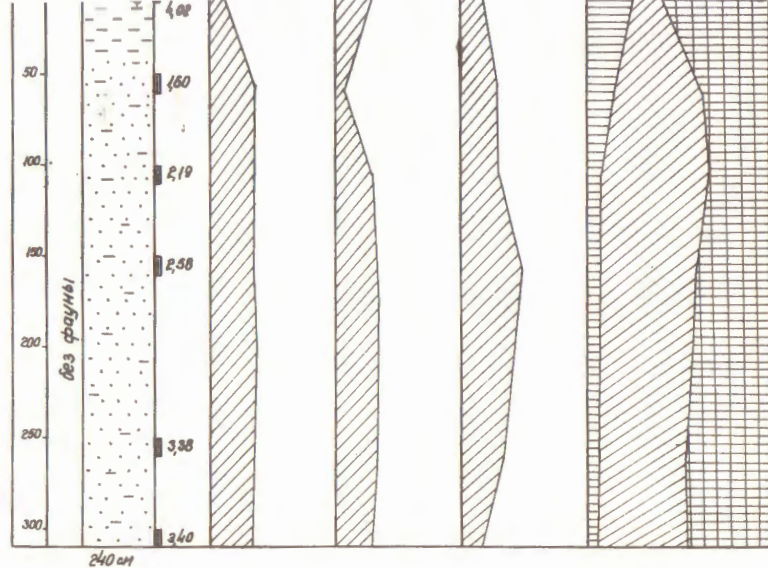
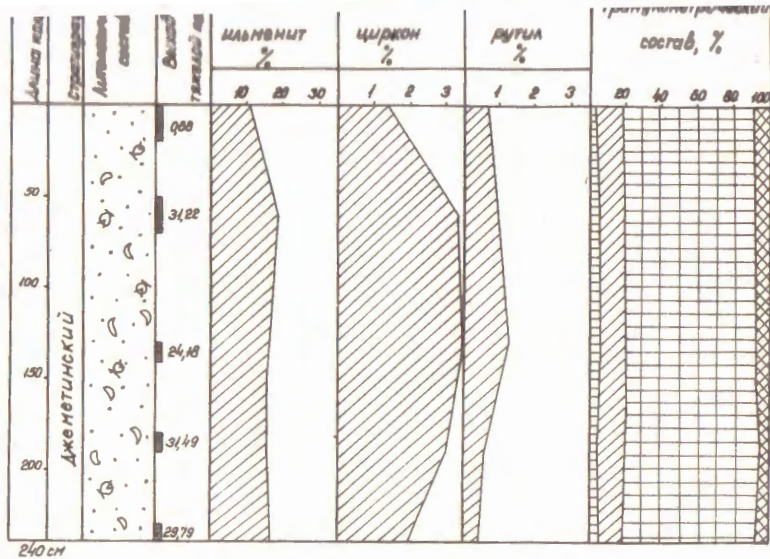


Рис. 4. Литогеологические разрезы и распределение основных полезных компонентов четвертичных осадков / фракция 0.1-0.05 мм /

1-глины; 2-зольные пески; 3-амфиболовые глины; 4-лесс; 5-интервалы оподзоления; 6-фракция >1мм; 7-фракция 1-0.1мм; 8-фракция 0.1-0.05мм; 9-фракция <0.05мм

регрессивные фазы и стадии стабилизации.

Источники терригенного материала, поступающего на шельф на разных этапах плейстоцена и голоцена, существенно не менялись. Отмеченные очаговые содержания тяжелых минералов (ильменит, рутил, циркон) в новозвксинских слоях северной части шельфа приурочены к древним береговым зонам бассейна (рис. 4). Повышенные концентрации тех же минералов в джеметинских слоях сформировались за счет перемыва реликтовых отложений. Скопления тяжелых минералов в северной части шельфа обусловлены влиянием здесь дунайской питающей провинции. В связи с дефицитом терригенного материала в современную эпоху, несмотря на наличие ценных исходных продуктов, условия формирования россыпей тяжелых минералов в акватории Бургасского залива, по мнению Хр.Хрисчева (1978), весьма неблагоприятны.

Таким образом условия захоронения очагов концентраций тяжелых минералов, возникших в результате грануломинералогической дифференциации наносов, существуют именно в северной части шельфа в связи с миграцией основных русел стока дельты Дуная.

Основные результаты исследования. В последние годы, благодаря проведению совместных советско-болгарских геолого-геоморфологических и геофизических экспедиций по проблеме XIII.4. "Мировой океан" стран-членов СЭВ, значительно возросла геологическая изученность шельфа западной части Черного моря. Периферическая часть шельфа является особым морфолитогенетическим формированием, где нам удалось вскрыть значительные временные отрезки осадочной толщи. Процессы формирования осадочного комплекса в периферической области шельфа западной части Черного моря в четвертичное время весьма сложны и протекали на фоне чередующихся трансгрессий и регрессий бассейна. Под покровом трансгрессивных голоценовых осадков лежат прибрежно-морские осадки новозвксина и реликты регрессивных образований нижнего плейстоцена. Регрессивные отложения прибрежно-морских и мелководных фаций формировались в условиях оледенения.

При анализе условий формирования четвертичного осадочного комплекса на периферии западного шельфа Черного моря установлено следующее:

I. Основным источником терригенного материала на шельфе в голоцене является твердый сток Дуная. За счет абразии и твердого стока рек Болгарского побережья в море поступает около 5 млн.

тонн в год обломочного материала.

2. Шельф разделен на три основные морфолитогенетические области (прибрежная, центральная и периферическая), отличавшиеся по времени формирования, режиму питания осадочным материалом, рельефу дна, специфике гидродинамического режима, характеру и темпу терригенной и биогенной седиментации.

3. В периферической области шельфа выделены позднечаудинские (> 50 тыс.лет), новозвксинские (3I-9 тыс.лет), бугазские (9-7 тыс.лет), витязевские и каламитские (7-4-3,5 тыс.лет) и джеметинские (4-3,5-0 лет) слои.

4. На основе изучения вещественного состава осадочного материала установлены основные закономерности его распределения по площади и по разрезу, что позволило выявить основные источники терригенного материала на всех этапах плейстоцена.

5. Изучение распространения прибрежно-морских фаций чаудинского и новозвксинского бассейнов позволило утверждать, что их границы проходили на 80-100 м ниже современного уровня. На основе этого предложена новая схема палеогеографического развития шельфа в четвертичное время.

6. На основе анализа сейсмоакустических профилей предполагается, что уровень в верхнем плейстоцене проходил над глубинами 50-80 м ниже современного уровня.

7. Нахождение на периферии шельфа древних береговых линий верхнеплейстоценового, нижне- и верхнеплейстоценового бассейнов в виде погребенных береговых зон, секущих направление основных геологических структур, позволило сделать вывод, что уровень моря в верхнем плейстоцене и нижнем плейстоцене не был выше современного, а проходил над глубинами современного моря 50-80-100 м.

8. Континентальными аналогами морских и верхнеплейстоценовых и нижнеплейстоценовых осадков являются грубообломочные и глинистые, плохо сортированные отложения в районе Бургасского лимана и долины р.Камчия.

9. Оптимальные условия для формирования россыпей существуют в погребенных древних береговых зонах северной части болгарского шельфа, где в новозвксинских слоях обнаружены очаговые концентрации ильменита, рутила и циркона. В джеметинских слоях их скопления связаны с перемывом реликтовых отложений.

10. Анализ всех материалов, приведенных в работе, позволяет сделать общий вывод о том, что осадочная толща на периферии

шельфа сформировалась в условиях непрерывных изменений уровня моря. Анализ строения этой толщи позволяет проследить эволюцию Черного моря, начиная с верхнего плиоцена.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Советско-болгарская комплексная океанологическая экспедиция (5-й рейс нис "Академик Орбели"). Океанология, т. ХУП, вып. 4, 1977, стр. 775-777 (Совместно с Я.П.Маловицким, С.В.Чабошвили, Н.К.Карпенко, Н.В.Есдиным, Х.Т.Марковым и Д.Г.Пърличевым).
2. Нови данни за строежа и възрастта на някои морски акумулативни форми на Българския Черноморски шельф. "Проблеми на географията", кн.2, София, 1978, стр. 42-50.
3. Потопените древни брегове на Черно море. "Природа", кн. 4, БАН, 1978, стр.55-59.
4. Распределение терригенных компонентов в поверхностном слое осадков на шельфе Болгарии. В сб. "Морфолитогенез и позднечетвертичная история прибрежно-шельфовых зон", М., "Наука", 1978, стр. 41-56 (Совместно с З.Т.Новиковой).
5. Некоторые черты геологической истории шельфа западной части Черного моря в плейстоцене. Докл. БАН, т. 31, № 9, 1978, стр. 1167-1170 (Совместно с Л.И.Говберг).
6. Особенности в състава и разпределението на дънните наслаги от черноморския шельф между носвете Калиакра и Емине. "Океанология", № 3, БАН, София, 1979, стр. 22-33.