НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание научной степени кандидата геологических наук

**УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ОТ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА К ГЛУБОКОВОДНОЙ ВПАДИНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ**

04.00.10 – геология океанов и морей

**КАКАРАНЗА Сергей Дмитриевич**

Киев-2007

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** Прогноз и перспективы разработки полезных ископаемых имеют важное государственное значение в связи с распределением зон экономических интересов государств Черноморского региона. Проблема прогнозирования и поиска новых месторождений полезных ископаемых в глубоководной зоне Черного моря и в пределах континентального склона становится все более актуальной. Большие запасы уникального органо-минерального сырья, которое может быть использовано во многих отраслях – сельском хозяйстве, строительстве, медицине, в том числе фармакологии и т.п., приурочены именно к континентальному склону и глубоководной части Западно-Черноморской впадины. Их широкое распространение, формирование и эволюция донных отложений этого района, в которых отмечены полезные ископаемые, определяет и соответствующее внимание к изучению процессов самого осадконакопления и геохимической характеристики осадков.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Работа выполнялась в рамках «Региональных геолого-геофизических исследований масштаба 1:500 000 континентального склона и глубоководной впадины Черного моря в пределах листов L-36-XXXI (ю.ч.), -XXXII, -XXXIII, -XXXIV (ю.ч.); K-36-I, -II, -III, -IV, -VII», а также «Подготовки к изданию комплекта геологических карт шельфа, континентального склона и глубоководной впадины Черного моря масштаба 1:500 000 в пределах листов L-35-Г, L-36-A, L-36-B, K-36-A (с.ч.)» (номер госрегистрации У-98-109/12) и «Разработки методического руководства по организации и проведению геологической съемки шельфа Черного и Азовского морей масштаба 1:200 000 и 1:500 000» (номер госрегистрации У-03-164/2(М)), проводимых Причерноморским государственным региональным геологическим предприятием по заказу Государственной геологической службы Украины. Автор принимал участие в этих работах в роли ответственного исполнителя.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – выявление современных и реконструкции обстановок осадконакопления в позднем плейстоцене и голоцене в пределах эрозионно-аккумулятивной зоны шельфа, континентального склона и прилегающей глубоководной части на северо-западе Черного моря.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Изучение литологической и минералогической характеристик донных отложений.
2. Выделение литофаций и их пространственно-временных соотношений.
3. Выделение форм и элементов форм донного рельефа, как фактора, влияющего на осадконакопление.
4. Изучение геохимических признаков обстановок осадконакопления.
5. Выделение и реконструкция обстановок осадконакопления.

Объект исследований – условия осадконакопления в пределах эрозионно-аккумулятивной зоны шельфа, континентального склона и прилегающей глубоководной части на северо-западе Черного моря в позднем плейстоцене и голоцене.

Предмет исследований – донные отложение переходной зоны от шельфа к глубоководной впадине северо-западной части Черного моря.

**Научная новизна полученных результатов.**

1. Впервые на основе комплексных площадных геологических исследований проведено детальное изучение вещественного состава, пространственной локализации и мощностей верхнеплейстоцен-голоценовых отложений в зоне перехода от шельфа к глубоководной впадине в северо-западной части Черного моря, что позволило реконструировать условия их накопления.
2. Впервые для эрозионно-аккумулятивной зоны континентального склона и подножья северо-запада Черного моря выделены литофации новоэвксинских, нижнечерноморских и верхнечерноморских отложений, установлена локализация соответствующих стратиграфических подразделений, их пространственно-временная суперпозиция.
3. Впервые установлено, что аномально большие мощности нижне- и верхнечерноморских отложений приурочены к верхней части континентального склона, что связано с относительно небольшими углами наклона и наличием алевритового компонента, снижающего текучесть осадков.
4. Установлена ведущая роль биогенного и гидродинамического факторов в формировании и пространственной локализации двух геохимических ассоциаций элементов в верхнеплейстоцен-голоценовых отложениях.

**Практическое значение полученных результатов.** Результаты исследования состава и условий накопления верхнеплейстоцен-голоценовых осадков в пределах северо-западной части шельфа, континентального склона и глубоководной части Черного моря обеспечивают геологическую основу детального изучения экзодинамики донных отложений, с целью выявления и освоения новых перспективных площадей полезных ископаемых, а также для принятия оптимальных инженерных решений при проектировании объектов народнохозяйственного значения.

**Личный вклад соискателя.** Соискатель лично принимал участие в морских полевых работах по отбору проб и описанию керновых колонок донных отложений на борту судна. Все основные результаты и выводы, изложенные в данной работе соискателем, а также весь графический материал получены самостоятельно.

В совместных публикациях автору принадлежит данные морских экспедиционных исследований, обработка результатов аналитических исследований, построение всех графических приложений с использованием современных компьютерных программ и ГИС-технологий и обоснование сделанных на этой основе выводов.

**Фактический материал.** В основу работы положены материалы, собранные автором при проведении региональных геолого-геофизических исследований континентального склона и глубоководной впадины северо-западной части Черного моря масштаба 1:500 000 Причерноморским государственным региональным геологическим предприятием с борта НИС «Топаз» в 1986-1990 гг. и 1998-2003 гг. Для решения поставленных задач автор использовал результаты исследований 614 станций донного пробоотбора, из которых – 53 на шельфе, 126 на континентальном склоне, 435 у подножия склона и глубоководной части. Также автором использовались материалы работ по подготовке к изданию комплекта геологических карт шельфа, континентального склона и глубоководной впадины Черного моря масштаба 1:500 000 в пределах листов L-35-Г, L-36-A, L-36-B, K-36-A (с.ч.), в которых он принимал участие в роли ответственного исполнителя.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертационной работы и результаты исследований опубликованы и докладывались на XIV и XV Международной школе морской геологии (г. Москва, 2001 и 2003), III Международном симпозиуме «Экологические проблемы Черного моря» (г. Одесса, 2001), Республиканской научно-практической конференции «Рекреационные зоны Черноморского побережья, проблемы геоэкологии и массового медико-оздоровительного использования» (г. Одесса, 2002), II Международной конференции «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты» (г. Киев, 2003), Конференции молодых ученых по проблемам Черного и Азовского морей «Понт Эвксинский III» (г. Севастополь, 2003), Международной конференции «Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра» (г. Кишинев, 2004), III Международной конференции «Экологическая химия» (г. Кишинев, 2005), II и III Международной конференции «Полезные ископаемые океана – комплексный подход к изучению» (г. Санкт-Петербург, 2004 и 2006), II Международной конференции «Черноморско-Средиземноморский коридор на протяжении последних 30 тысяч лет: изменение уровня моря и адаптация человека» (г. Одесса, 2006).

**Публикации.** Основные положенияи результаты диссертации изложены в 9 статьях в научных журналах и сборниках научных трудов и 12 сообщений в тезисах конференций.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из вступления, 7 разделов, выводов и списка используемых источников (158 источников на 10 страницах). Работа содержит 159 страниц текста, 69 рисунков, 16 текстовых таблиц.

Работа выполнялась на кафедре общей и морской геологии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова под руководством кандидата геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника В.В. Никулина, которому автор выражает благодарность за постоянную поддержку и неоценимую помощь в процессе написания данной работы. Автор глубоко признателен доктору геолого-минералогических наук, профессору Е.П. Ларченкову за ценные советы, рекомендации и консультации, а также доктору геологических наук А.В. Чепижко и кандидату геологических наук, доценту С.В. Кадурину за помощь и сотрудничество на всех этапах работы. Автор благодарен коллективу кафедры общей и морской геологии ОНУ и коллегам по работе в Морской геолого-геофизической экспедиции Причерномор ГРГП за понимание и поддержку.

**ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Исследования геологического строения Черноморского бассейна начались с конца XIX – начала XX столетия Н.И. Андрусовым, А.Д. Архангельским, Н.М. Страховым и др.

Во второй половине XX века научные исследования в акватории Черного моря приобретают еще больший размах, разнонаправленность и многообразие в методах изучения. В этих работах принимали участие коллективы многих научно-исследовательских институтов, учебных заведений и производственных организаций: Институт океанологии АН СССР им. П.П. Ширшова, Института геологических наук АН УССР, Московского и Одесского госуниверситетов, производственные организации «Крымгеология», «Одессморгеология», «Южморгеология» и др.

Значительный интерес представляют исследования Л.А. Невесской, П.В.Федорова, К.М. Шимкуса, Е.М. Емельянова, Э.С. Тримониса, посвященные литологии и стратиграфии донных отложений, как мелководья, так и глубоководных частей Черного моря и его истории. Проблемам тектонического строения, истории геологического развития посвящены работы М.В. Муратова, Ю.П. Непрочнова, Н.С. Благоволина, Е.Н. Невесского, Н.С. Шатского, Ф.А. Щербакова, Ю.Г. Моргунова, П.Н. Куприна и др. Обобщенные результаты исследований проблем истории развития и тектонического строения Черноморской впадины в связи с ее нефтегазоносностью изложены в работах А.В. Чекунова, А.П. Милашина, И.А. Гаркаленко, В.П. Гончарова, Ю.П. Непрочнова, А.Ф. Непрочновой, С.И. Субботина, В.Б. Соллогуба, Я.П. Маловицкого, Д.А. Туголесова, И.Н. Сулимова, И.П. Зелинского, С.А. Мороза, Е.П. Ларченкова и др.

Весомый вклад в изучение геохимических, литолого-минералогических характеристик и вещественного состава донных осадков Черного моря внесли работы Е.Ф.Шнюкова, А.Ю. Митропольского, В.П. Усенко, С.П. Ольштынского, И.И. Волкова, М.А. Глаголевой, А.А. Безбородова, В.Х. Геворкяна, Б.Ф. Зернецкого В.А. Емельянова и др.

Многолетние исследования Черного моря, проведенные под руководством академика НАН Украины Е.Ф. Шнюкова, позволили создать серию монографий «Геология шельфа УССР». Продолжением этих исследований явилось изучение строения континентального склона и Черноморской впадины в рейсах НИС «Академик Вернадский» (1988-1992), «Михаил Ломоносов» (1989), «Профессор Водяницкий» (1994, 2001), «Ихтиандр» (1993), «Киев» (1995-1997), «Топаз» (1986-2006). Причерномор ГРГП и ГГП «Одесморгеология» и проводит региональные сейсмические исследования северо-западного шельфа и континентального склона с целью выявления перспективных участков залежей углеводородов с борта НИС «Искатель», а также бурение картировочных и инженерно-геологических скважин с борта НИС «Диорит» (1997-2007).

Разнообразие и многоплановость задач геологического изучения Черноморского бассейна обусловили сложность и многообразие методик работ, особенно в шельфовой зоне. Однако при преобладающем комплексном изучении отдельных районов получение целостной картины, особенно для континентального склона и глубоководной части, было затруднено и материалы исследований носили фрагментарный характер. Ограниченность исходных данных и объемы проведенных работ, особенно в глубоководной части, до настоящего времени не позволяли дать полную, равномерную литолого-фациальную характеристику донных отложений северо-западной части Черного моря.

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Раздел содержит общие сведения о климатических условиях изучаемой акватории, температурном режиме поверхностных и придонных вод, их солености, которой свойственна пространственно-временная изменчивость, режиме течений.

**ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА МОРСКИХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В разделе приводится методика морских, лабораторных исследований, а также методы математической и графической обработки полученных результатов.

**Морские экспедиционные работы.** Морские экспедиционные исследования проводились с борта НИС «Топаз» методами сейсмоакустического профилирования, донного пробоотбора прямоточной трубкой и дночерпателем. Сейсмоакустические работы включали в себя опытно-методические работы и непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП) с помощью САК-3. НСАП позволило установить основные черты геологического строения осадочного покрова на глубину до 400-500 м и тектонические особенности района. При этом была установлена морфометрия геологических тел в разрезе, их взаимоотношение, относительные размеры по мощности и абсолютные по горизонтальному положению. Уточнен рельеф морского дна, выявлены погребенные речные долины.

Донный пробоотбор прямоточной трубкой проводился на глубинах моря от 100 до 2200 м. Прямоточная трубка углублялась в грунт на глубину до 4,5 м. До глубин моря 1200-1500 м профили закладывались с севера на юг вкрест простирания основной морфоструктуры – континентального склона по сети 6,4Х3,2 км. Подножье континентального склона и глубоководная впадина исследовались по сети 12,8Х6,4 км также с севера на юг. Детализация сети производилась в связи со сложной морфологией рельефа дна и частой сменой литологических границ в донных осадках в пределах верхней части континентального склона.

**Лабораторно-аналитические исследования.** Состав и распределение литологических разностей донных отложений изучались на основе гранулометрического (n=1172) и минералогического анализов (n=31). Минеральный состав пелитовых фракций изучался с помощью электронно-микроскопического и рентгено-структурного анализов (ДРОН-3,0) для определения соотношения глинистых минералов, слюд, карбонатов, полевых шпатов и др. Минералогия новообразований (аутигенные минералы) изучались методами оптической микроскопии.

Комплексные исследования, включающие палеофаунистический (И.В. Чаус), диатомовый (А.П. Ольштынская) и палинологический (М.С. Комар) анализы, позволили четко стратифицировать донных отложений и выделить в них новоэвксинский горизонт, нижнечерноморский и верхнечерноморский подгоризонты верхнечетвертичной системы.

Геохимические особенности разновозрастных донных отложений изучались методом рентгено-спектрального анализа (АРФ-6). В ходе исследований было обработано и использовано 1202 результата рентгено-спектрального анализа на следующие химические элементы – Sr, U, Th, Pb, Rb, Y, Mo, Nb, Zr, Sc, As, из которых: 438 – в отложениях новоэвксинского возраста, 426 – в отложениях древнечерноморского возраста и 338 – в отложениях новочерноморского возраста. Все аналитические исследования проводились в лабораториях ГРГП «Причерноморгеология» и ИГН НАН Украины.

**Обработка результатов морских и лабораторных работ.** Полученные результаты обрабатывались методами математической обработки. Рассчитывались базовые статистические параметры, такие как среднее, стандартное отклонение, медианное значение.

В процессе обработки и обобщения материалов использовалось современное программное обеспечение, предназначенное для обработки данных и построения графических изображений на ПЭВМ. Автором разработаны различные варианты графического обобщения материала, что позволило построить карты донных отложений новоэвксинского, древнечерноморского и новочерноморского возраста с геологическими разрезами, а также структурно-геоморфологическую схему, схемы литофаций и распределения мощностей. Для построения автором использовались специализированные графические редакторы и ГИС-пакеты (ArcView 3.2, регистрационный номер 636780103448).

Помимо базовых статистических параметров для выделения ассоциаций химических элементов использовался метод факторного анализа (метод главных компонент), который позволил выделить ряд групп данных (факторов) каждая из которых отличается от другой по характеру распределения и способам накопления. Для построения схем распределение не одного элемента, а всей ассоциации, в состав которой могут входить различные элементы, была применена методика построения интегральных карт. Для определения основных тенденций в распространении химических элементов для донных отложений был применен метод аппроксимации карт распределения выделенных ассоциаций при помощи тренд–поверхностей.

На основе обобщения существующих данных и полученных результатов с помощью выбранных методик автором были сделаны выводы, приведенные в работе.

**ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

В геологическом строении верхней части покрова района исследований принимают участие четвертичные образования, которые расчленяются на новоэвксинский и черноморский горизонты (В.Г. Иванов, 1987).

**Стратиграфическая характеристика донных отложений**. В разрезе отложений условно выделены две пачки – верхняя и нижняя. Верхняя пачка представлена илами, ракушечниками и песками, Эти образования установлены – на шельфе, перегибе шельфа и континентального склона и в верхней части самого склона. Нижняя пачка новоэвксинских отложений представлена глинами и развита повсеместно.

Голоценовые осадки сплошным чехлом перекрывают все нижележащие образования. Представлен голоцен отложениями черноморского горизонта, который включает два подгоризонта: нижнечерноморский и верхнечерноморский.

Нижнечерноморский подгоризонт залегает в основании голоценового разреза. Представлен он в основном сапропелем и сапропелевыми илами, изредка на бровке шельфа присутствуют терригенные илы и мелкие ракушечники.

Верхнечерноморский подгоризонт развит практически повсеместно и перекрывает все нижележащие образования. В большинстве случаев верхнечерноморские отложения залегают на образованиях нижнечерноморского подгоризонта. Но есть участки, расположенные на шельфе, на которых верхнечерноморские отложения с размывом залегает на отложениях новоэвксинского горизонта. В составе верхнечерноморского подгоризонта можно выделить несколько стратонов мелкого порядка – мидиевые илы и ракушечники (с руководящей фауной Mytilus galloprovincialis (L.), фазеолиновые илы (с руководящей фауной Modiolus phaseolinus (Phil.), кокколитовые илы, терригенные илы.

**Структурно-тектоническая характеристика региона.** Сравнительный анализ современного и доголоценового рельефа позволяет утверждать, что в его формировании принимали участие глобальные региональные, а так же неотектонические и современные геодинамические процессы. В особенности ярко эти факторы проявляются в области современного континентального склона Черного моря. Анализ мощностей и фаций верхнечетвертичных отложений свидетельствует об унаследованном характере неотектонических и современных движений, а также об определяющей роли разломно-блоковой структуры шельфа, континентального склона и глубоководной впадины в распределении мощностей и фаций четвертичных отложений, как по площади, так и по возрасту.

**Геоморфологическая характеристика.** Выделяются следующие основные морфогенетические типы рельефа (рис.1).

Пологонаклоненная эрозионно-аккумулятивная равнина внешнего шельфа. Средние уклоны поверхности от 1 до 3º. В строении аллювиальной равнины принимают участие песчано-глинистые отложения наложенных террас и дельт палео-речных систем Дуная и Днестра. Хорошо выражены в рельефе погребенные долины, сформировавшиеся во время последней новоэвксинской регрессии.

Значительную роль в формировании рельефа сыграли эрозионные и аккумулятивные процессы. В трансгрессивную фазу они постоянно сглаживали рельеф аллювиальной равнины, о чем свидетельствуют мощности морских отложений. Так мощности современных морских отложений колеблются от 0,1 м на «водораздельных» участках и до 3-5 м в днищах долин. Все эти долины выходят к наиболее развитым каньонам. Ширина долин колеблется от 1-2 км до 5-6 км. Превышение днищ долин над «водоразделами» достигает 15-20 м.

В результате последней (голоценовой) трансгрессии произошло окончательное формирование рельефа шельфа. Бровка шельфа является границей, отделяющей шельф от континентального склона и расположена на глубине 160 м.

Наклоненная эрозионно-аккумулятивная равнина континентального склона. Исследуемая часть континентального склона испытывает резкое изменение своего простирания от субмеридионального на северо-восточное, повторяя, в общих чертах, изгибы западного побережья Черноморской впадины.

В морфоструктурном отношении склон является подводным продолжением затопленной в результате трансгрессий обширной аллювиальной равнины, разрез которой состоит из глубоко залегающих коренных пород, перекрытых континентальными и морскими осадками. Уклон обусловлен моноклинальным залеганием коренных пород, а также континентальных отложений, которые перекрыты морскими осадками и составляет значения в 2-3°. Ширина склона различна и изменяется здесь в зависимости от расположения подводных конусов выноса, перекрывающих авандельты палеорек: от 7 км в западной части до 30 км в северной части.

В строении континентального склона принимает участие крупные эрозионные врезы – каньоны. Они расчленяют всю поверхность склона от верхней бровки до его подножья.

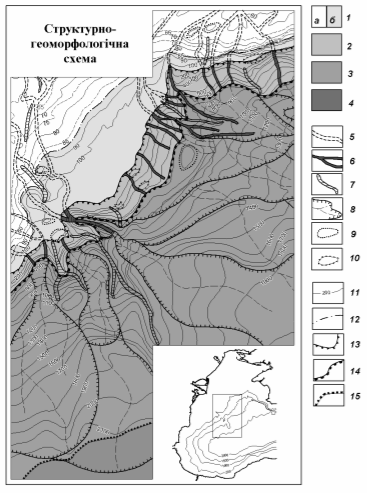
Слабонаклоненная денудационно-аккумулятивная равнина подножья континентального склона. Особые формы рельефа связаны с аккумуляцией смещенных осадков у подножья склона. Это своеобразные валы, бугры выпирания, возвышенности, наложенные конуса выноса. В наложении конусов выноса особую роль сыграли процессы трансгрессивно-регрессивной цикличности колебаний уровня Черного моря. Так, во время трансгрессии моря, бровка шельфа стабилизируется, и привнос материала, связанный с деятельностью каньонов, приостанавливается. Затем, с возобновлением регрессии, возобновляется работа мутьевых потоков, которые разгружаются в подножье склона и образуют обширные конуса выноса. Формируемые мутьевыми потоками конуса выноса в отдельных случаях представляют собой грандиозные по размерам и мощности осадков образования.

Наиболее четкое выражение в рельефе границы подножья склона приурочено к глубинам 1500-1700 м, а плавный переход от подножья склона к глубоководному ложу заканчивается на глубинах 2000-2100 м.

Субгоризонтальная слабохолмистая абиссальная аккумулятивная равнина. Сложена конусами выноса наиболее крупных палео-рек и подводными холмами. В формировании рельефа основную роль играют аккумулятивные процессы, связанные с конусами выноса и нефелоседиментация.

**ЛИТОФАЦИИ ДОННЫХ ОСАДКОВ**

**Новоэвксинские отложения.** В новоэвквинских отложениях можно выделяются пять литофаций, в определенной последовательности сменяющие друг друга от внешнего шельфа к глубоководной впадине.



*Рис.1. Структурно-геоморфологическая схема (С.Д.* *Какаранза, Е.П.* *Ларченков, 2007)*

*Морфогенетические типы рельефа: 1-пологонаклоненная эрозионно-аккумулятивная равнина внешнего шельфа, возраст формирования а) поздненовоэвксинский-голоцененовый, б) ранненовоэвксинский-голоценовый); 2-наклоненная эрозионно-аккумулятивная равнина континентального склона (возраст формирования ранненовоэвксинский-голоценовый); 3-слабонаклоненная денудационно-аккумулятивная равнина подножья континентального склона (возраст формирования раннеплейстоцен-голоценовый); 4-субгоризонтальная слабохолмистая абиссальная аккумулятивная равнина (возраст формирования миоцен-голоценовый). Формы и элементы форм рельефа: 5-палеодолины рек; 6-каньоны; 7-возвышенности; 8-конуса выноса; 9-подводные холмы; 10-выходы доголоценовых пород на поверхность дна; 11-изобаты (м); 12-граница береговой линия нижненовоэвксинского регрессивного бассейна; 13-бровка шельфа; 14-граница континентального склона; 15-граница глубоководной впадины.*

Литофация песковвыделяется только в северо-западной части Днестровско-Дунайского района внешнего шельфа. Пески очень мелкие со значительным количеством глинистого материала. В гранулометрическом составе песков фиксируется большой разброс значений содержания карбонатного раковинного материала и обычно незначительная примесь алевритового материала. Минералогический состав песков идентичен составу песков новоэвксинских отложений на северо-западном шельфе Черного моря. В составе неэлектромагнитной фракции доминирует циркон, рутил, дистен. Помимо этих минералов присутствуют пирит, силлиманит, апатит, анатаз, карбонат. В составе электромагнитной фракции преобладают гранат и ильменит. Здесь также присутствуют ставролит, эпидот, турмалин, биотит, хромит, амфибол, пирит окисленный, шпинель, пироксен, хлорит, монацит, глауконит. Выход тяжелой фракции в песках колеблется от 0,01 до 0,9%. Мощность песчаных отложений обычно не превышает 10-15 см.

Литофация ракушечников распространена в пределах всего внешнего шельфа на глубинах моря в диапазоне от 73 до 140 м. Ракушечники светло-серые, редко с зеленоватым оттенком в кровле, мелкие, сложены целыми раковинами и детритом, количество которого составляет 90-95% объема породы. В качестве примесей присутствует песок (5-10%) алеврит (5-10%) и глинистый материал (5-10%). Количество примесей в отдельных случаях увеличивается песка до 30-40%, алеврита до 25%, пелита до 25%. Мощность ракушечников колеблется от 0,05 (обычно 0,1 м) до 0,3 м.

Литофация алеврито-пелитовых илов выделена на глубинах моря от 81 до 162 м, замещая ракушечники в узкой полосе перегиба континентального шельфа. Илы серой окраски, текуче пластичные, обычно с примесью алеврита (до 25%). Раковинно-детритовый материал в илах присутствует в количестве 5-10%, иногда достигает 30%. Фракция <0,001 илов сложена гидрослюдой, хлоритом и кальцитом. Минералы фракции слагают тонкодисперсную массу с неупорядоченным чередованием слоев. Мощность илов не превышает 0,5м (обычно 0,2-0,3 м) и увеличивается в направлении от перегиба шельфа к берегу.

Литофация алевритовых глин, неширокой прерывистой полосой распространенная в верхней части континентального склона, содержит частиц фракции меньше 0,1 мм около 95%, при этом содержание тонкодисперсной пелитовой фракции – до 60%. Алевриты в виде прослоев залегают по всей глинистой толще, их мощность колеблется от нескольких миллиметров до 0,3 м. Мощность вскрытого разреза алевритовых глин составляет 0,1-2,5 м. Минералогический состав глин не отличается особой пестротой, в составе фракции < 0,001 светло-серых, серых глин по данным рентгеноструктурного анализа преобладает монтмориллонит и гидрослюда в смеси с кварцем, хлоритом и кальцитом.

Литофация глин характеризуется последовательными изменениями при увеличением глубины моря. На континентальном склоне до глубины 500-1000 м распространены серые, темно-серые, в меньшей мере светло-зеленые глины, которые в основном развиты к востоку от Дунайского каньона. Их мощностью колеблется от 0,1 до 2,7 м.

На глубинах моря от 500-1000 до 1500-2000 м в разрезе новоэвксинских отложений сверху залегают светло-серые, серые глины мощностью до 1,5-2,0 м, далее следует прослои темно-серой, часто черной гидротроилитовой глины мощностью от 0,1 до 0,5 м и более. Нередко гидротроилитовая глина заменяется серыми, темно-серыми глинами с большим количеством гидротроилитовых стяжений. Ниже гидротроилитового горизонта следует опять слой серой, светло-серой глины мощностью до 1,0 м, в котором гидротроилит присутствует в незначительной количестве. В верхах этого разреза светло-серые и серые глины, как правило, содержат гидротроилит. Светлые разности глин содержат примесь алеврита до 20%, а серые и темно-серые порядка 30-40%. Встречается примесь песка до 5-10%.

Глубже 1500-2000 м глинистый разрез новоэвксинских отложений, при сохранении примерно прежней вскрытой мощности осадков, усложняется. Характерным для этого типа разреза является переслаивание слоев по окраске, появление в разрезе прослоев гидротроилита и коричневой, серовато-коричневой, светло-коричневой, серовато-желтой с красноватым оттенком глины, которые своей окраской подчеркивают окислительную среду, в которой они образовались.

Коричневые глины слагают обширные поля в западной и центральной частях района и образуют прослои мощностью от 0,2 до 1,9 м, в которых содержатся слойки светло-серой, и зеленовато-серой глины мощностью 1-2 см. Также встречаются прослойки мелкозернистого песка, алеврита и гидротроилита. В качестве примеси в глинах содержится алеврит в количестве 10-20%, мелкий неопределимый детрит и стяжения гидротроилита. Широкое развитие коричневой глины в области каньона Палео-Дуная и ее переслаивание с гидротроилитовыми разностями глин свидетельствует о сложной динамике осадкообразования в новоэвксинское время. Об этом говорит характер разрезов новоэвксинских отложений в пределах второй половины континентального склона и глубоководной части.

**Нижнечерноморские отложения.** В нижнечерноморских отложениях выделяются две литофации.

Литофация сапропелейразвита на материковом склоне, а также «выстилает» глубоководную часть впадины. Основанием сапропелевых отложений являются новоэвксинские образования. Цвет сапропеля темно-бурый, редко до черного, темно-зеленовато-бурый, зеленовато-бурый, светло-бурый с зеленоватым оттенком, темно-бурый с зеленоватым оттенком, темно-серый с зеленоватым оттенком. Редко сапропели содержат примесь глинистого материала в количестве 15-30%. До 8% глинистых разностей сапропеля приурочены к верхней части материкового склона. Можно отметить, что в составе сапропелей преобладает алевро-пелитовая фракция: при значительной примеси растительных и древесных остатков возрастает значение «обломочных» фракций. Как правило, сапропель содержит остатки костей рыб, реже рыбной чешуи, стрекоз. Редко в подошвенной части сапропелевого горизонта содержится мелкий детрит раковин моллюсков, а также остатки раковин. Мощность сапропелевого слоя изменяется от 0,05 м до 1 м, причем максимальные величины приурочены к верхней части склона.

При микроскопическом изучении в сапропеле наблюдается чередование тонких слойков, состоящих из глинистого материала, и волнистых, изменчивых по мощности слойков, обогащенных буроватым органическим веществом. К последним часто приурочено повышенное содержание панцирей диатомовых водорослей, ювенильных створок пелиципод, пыльцы и спор, глобул и кристаллов пирита, редких кокколитофорид.

В составе сапропелевого вещества преобладает нерастворимая часть (70-90% и более), несколько процентов гуминовых кислот и битумов. Происхождение органического вещества полигенное – за счет планктона, растительного детрита, бактериальных остатков и хемогенеза.

Микрослоистое строение объясняется неустойчивым режимом Черного моря. Этапы накопления сапропелевого органического вещества, глинистых частиц и единичных слойков кокколитовых илов сменяли друг друга. Образование сапропелевых отложений происходило при интенсивном повышении уровня моря.

Литофация сапропелевых иловпокрывает плащом континентальный склон и глубоководные участки. Илы сапропелевые содержат глинистый материал в количестве 20-40% и алевритовый материал в количестве от 7 до 34,3%. Песок в сапропелевых илах встречается редко, его содержание достигает 5,9-17%. Примесь песка и алеврита встречена на континентальном склоне в районах каньонов.

Окраска сапропелевых илов буровато-зеленая, зеленовато-серая, буровато-серая. Встречаются светло-серые с зеленоватым оттенком, зеленовато-бурые, темно-зеленые, темно-бурые сапропелевые илы. Сапропелевые илы содержат растительные остатки (ветви, стебли, древесину), чешую рыб, остатки скелетов рыб и ракообразных. Остатки скелетов рыб и рыбная чешуя встречаются в 80-90% проб от общего количества изученных образцов.

Сапропелевые илы тонкослоистые, чаще неоднородные, развиты на склоне, как правило, до глубин моря порядка 100 м. Ниже по склону и в глубоководной впадине отмечены лишь однородные сапропелевые илы. В районе Дунайского каньона илы текучие, текучепластичные. Нахождение широкой полосы текучих, текучепластичных пород на материковом склоне в районе каньонов древних водотоков обусловлено мощным поступлением пелитового материала на склон стоком Палео-Дуная.

Минеральный состав сапропелевых илов неоднородный. В пределах континентального склона в составе фракции <0,001 довлеют гидрослюда, монтмориллонит, каолинит, хлорит. В виде примесей присутствует кальцит, кварц. У подножья склона на первое место в минеральном составе фракции <0,001 выходит кальцит. В заметном количестве еще присутствует гидрослюда, хлорид, вероятно, есть монтмориллонит. В пределах глубоководной части основу агрегатной массы фракции <0,001 илов сапропелевых составляет кальцит, кварц, в смеси с полевыми шпатами, гидрослюдой, хлоритом.

Сапропелевые илы содержат прослои ила глинистого, прослои сапропеля, карбонатного материала. Мощность прослоев от первых миллиметров до 1-2см. Прослои карбонатного материала в основном развиты в пределах глубоководной части района, а прослои органики – в районах каньонов.

Мощность сапропелевых илов колеблется в широких пределах – от 0,5 до 3,1 м и более. Как правило, повышенные мощности приурочены в верхней части склона, к районам конусов выноса. У основания материкового склона и в глубоководных частях района мощность сапропелевых илов составляет 0,2-0,5м. Практически везде в районе исследований сапропелевые илы залегают под кокколитовыми илами верхнечерноморского горизонта.

**Верхнечерноморские отложения.** В верхнечерноморских отложениях выделены пять литофаций, из которых мидиевые илы распространены только на внешнем шельфе и алеврито-пелитовые фазеолиновые илы – на внешнем шельфе, бровке склона и на самом склоне.

Литофация мидиевых илов представлена чередованием глинистого ила с ракушей и раковинами преимущественно мидий и илистых мидиевых ракушников. В пределах материковой отмели и бровке склона (глубины моря 81-180 м.) глинистые илы, имеют зеленовато-серую окраску, редко буровато-серую, текучие. В половине колонок илы содержат примесь сапропеля в подошве слоя или тонкие прослои сапропелевого ила. Раковинно-детритовый материал содержится в количестве от 5 до 22 % (среднее – 18,8%) и в его составе до 95% Mytilus galloprovincialis (L.).

Мощность илов составляет 0,15-0,3 м. Илы могут включать пространственно невыдержанные прослои мидиевых ракушечников зеленовато-серого, реже буровато-серого цвета мощностью 0,1-0,4 м, в подошве которых изредка встречаются прослойки сапропелевого ила. В ракушечниках содержание илового материала всегда превышает 25%, а песка – более 5%. Вниз по континентальному склону в илах и ракушечниках наблюдается обеднение видового состава фаунистического комплекса моллюсков.

Мидиевые илы залегают на новоэвксинских илах и ракушечниках, а перекрываются верхнечерноморскими фазеолиновыми илами.

Литофация алеврито-пелитовых фазеолиновых илов. Фазеолиновые илы развиты на материковой отмели, бровке склона и на самом склоне на глубинах моря от 73 до 260 м на севере и северо-западе района исследований между палеодолинами рек Дуная и Днестра. Илы глинистые светло-серые, в меньшей степени – серые, зеленовато-серые, серовато-зеленые, текучие, тонкослоистые, обычно, с примесью раковинно-детритового материала, но встречаются и ракушечниковые.

Содержание раковинно-детритового материала изменяется в широких пределах от 1,1 до 43,0%, песка – в количестве от 1,1 до 12,5%, алеврита – в количестве от 7,4 до 30,0%. Среднее содержание пелитового материала составляет порядка 60 %. В илах на склоне уменьшается количество раковинно-детритового материала и увеличивается количество пелитового материала.

В кровле илов в единичных случаях зафиксировано «ожелезнение» раковинно-детритового материала. Их мощность на склоне составляет 0,01-0,15 м., в отдельных случаях до 0,8м, а на материковой отмели составляет 0,1-0,2 м. Контакт с подстилающими мидиевыми илами и ракушечниками в 75% случаев четкий, в 25% случаев – постепенный, причем, это характерно для участков, тяготеющих к бровке склона.

Отложения новочерноморского возраста в пределах континентального склона и глубоководной впадины существенно отличаются наличием большого количества скелетов кокколитофорид и органического углерода, и здесь выделяются следующие литофации.

Литофация кокколитовых илов. Кокколитовые илы практически повсеместно развиты на континентальном склоне и в глубоководной впадине. Кокколитовые илы светло-серые, серые, зеленовато-серые, серовато-зеленые. В западной и центральной частях района преобладают серые тона окраски илов. Содержания пелитового материала достигает до 90%. В качестве примесей в илах присутствует алевритовый материал, песок, мелкий детрит. В западной части района, и области каньона Палео-Дуная "верхняя" граница кокколитовых илов располагается в верхней части склона на глубинах моря 215-450 м.

Карбонатные компоненты кокколитовых илов состоят в основном из остатков кокколитофорид Emiliania huxley.

В пределах глубоководной части фракция <0,001 илов кокколитовых сложена исключительно кальцитом, в незначительном количестве присутствует другие карбонаты и кварц. Агрегатное состояние фракции <0,001 илов кокколитовых – тонкодисперсная смесь. В кокколитовые илах отмечается присутствие диатомовых водорослей и органики.

Литофация алевритовых кокколитовых илов. Развитие этих илов приурочено к верхней части континентального склона. Песчаный материал в илах встречен в районах, прилегающих к каньонам, его содержания обычно составляет 2-5 %, но в единичных случаях оно возрастает до 7-12%. Содержание алеврита в кокколитовых илах на континентальном склоне до глубин моря порядка 1200 м выше, чем в нижних частях склона и в глубоководных частях.

Илы содержат карбонатные стяжения в количестве от долей процента до 1,7%. Следует отметить, что кокколитовые илы содержат тонкие прослои сапропелевых и слабокарбонатных глинистых илов. В пределах верхней и средней частей склона (до глубин моря 1200 м) среднее содержание Сорг составляет 43-51%, а в нижней части склона и глубоководной впадины (на глубинах моря от 1200 до 2000 м и глубже) среднее содержание Сорг повышается до 72-76%.

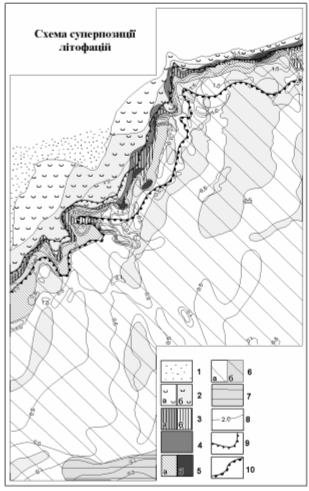
Мощность кокколитовых илов колеблется от 0,05 до 2,4 м. В целом на склоне мощность кокколитовых илов выше, чем в глубоководной части. В глубоководной части мощность кокколитовых илов составляет 0,05-0,15 м.

В пределах континентального склона и его подножья в минеральном составе фракции <0,001 преобладает кальцит, но в заметном количестве присутствует глинистая составляющая – гидрослюда, монтмориллонит, хлорит. В виде примесей здесь установлены каолинит, кварц. Присутствует пирит. В пределах глубоководной части фракция <0,001 илов кокколитовых сложена исключительно кальцитом, в незначительном количестве присутствует другие карбонаты и кварц. Агрегатное состояние фракции <0,001 илов кокколитовых – тонкодисперсная смесь.

Залегают кокколитовые илы, как правило, на сапропелевых илах нижнечерноморского подгоризонта.

Литофация пелитовых илов. В верхней части верхнечерноморского подгоризонта совместно с кокколитовыми илами в глубоководной части развиты светло-серые, серые и зеленовато-серые глинистые илы, для которых повсеместно характерно отсутствие фауны моллюсков, но встречены остракоды, более разнообразного видового состава по сравнению с находящимися в кокколитовых илах. Илы по составу глинистые, чаще всего они содержат примесь алевритового материала 5-30%. Песчаный материал встречается в илах редко, его содержание не превышает 5-10%. Кроме того, отмечены редкие тонкие прослои карбонатного материала и алеврита (1-2мм). В минералогическом составе фракция <0,001 терригенных илов сложена кальцитом. В нижней части склона к указанным минералам прибавляются монтмориллонит, гидрослюда и хлорит. Минеральный агрегат фракции <0,001 представляет собой тонкодисперсную неупорядоченную смесь.

В распределении литофаций верхнеплейстоцен-голоценовых отложений переходной зоны от северо-западного шельфа к глубоководной впадине Черного моря отмечаются различные их вариации по латерали и вертикали, которые в значительной мере определяются морфострукторуй рассматриваемого района (рис. 2). Состав отложений, распространение и пространственно-временная суперпозиция литофаций, а также распределение мощностей осадков отражают изменчивость условий седиментации и предоставляют достаточные возможности для реконструкции обстановок осадконакопления и истории геологического развития.



*Рис.2.Схема суперпозиции литофаций (С.Д. Какаранза, Е.П. Ларченков, 2007)*

*1-новоэвксинские пески, перекрытые новочерноморскими мидиевыми илами; 2-новоэвксинские ракушечники, перекрытые: а) новочерноморскими мидиевыми илами, б) новочерноморскими мидиевыми илами и алеврито-пелитовыми фазеолиновыми илами; 3-новоэвксинские алевритовые глины, перекрытые: а) новочерноморскими алеврито-пелитовыми фазеолиновыми илами, б) новочерноморскими кокколитовыми илами; 4-новоэвксинские алеврито-пелитовые илы, перекрытые новочерноморскими алеврито-пелитовыми фазеолиновыми илами; 5-новоэвксинские алевритовые глины: а) перекрытые древнечерноморскими сапропелевыми илами и новочерноморскими кокколитовыми илами, б) выходящие на поверхность дна; 6-новоэвксинские глины, перекрытые а) древнечерноморскими сапропелями, сапропелевыми илами и новочерноморскими кокколитовыми илами, б) древнечерноморскими сапропелями, сапропелевыми илами и новочерноморскими алевритовыми кокколитовыми илами; 7-новоэвксинские глины, перекрытые древнечерноморскими сапропелями и новочерноморскими пелитовыми илами; 8-изопахиты голоценовых отложений (м); 9-бровка шельфа; 10-граница континентального подножья.*

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ**

Изучение геохимических характеристик позволило выделить ассоциации химических элементов в разновозрастных донных отложениях.

**Новоэвксинские отложения.** Статистическая обработка результатов (n=438) рентгено-спектрального анализа химических элементов (Sr, U, Th, Pb, Rb, Y, Mo, Nb, Zr, Sc, As) с помощью факторного анализа (метода главных компонент) новоэвксинских отложений привела к выделению двух ассоциаций химических элементов: первой – Mo, U; и второй – Zr, Pb, Nb, Rb, Th, Y. Построение схем распространения ассоциаций позволило обнаружить различие в областях их накопления.

Новоэвксинские осадки по сравнению с голоценовыми содержат меньше Мо, As, U то есть наиболее подвижных элементов и их распространение носит локальный характер. Районы распределение второй ассоциации приурочены к конусам выноса.

**Нижнечерноморские отложения.** Величина выборки для статистической обработки собранной геохимической информации составляла 426 проб. Особо показательны средние значения элементов, вычисленные по различным литологическим разностям донных осадков. Основная часть элементов концентрируется в илах сапропелевых и в сапропелях. Повышенное содержание в ракушечнике наблюдается только для стронция. Факторный анализ привел к выделению двух ассоциаций химических элементов: первой – As, Sc, Mo, U; и второй – Zr, Nb, Rb, Th, Y.

На схеме распространения видно, что ассоциация, включающая As, Sc, Mo, U накапливается в западной части исследуемой территории. При этом наибольшие концентрации элементов, входящих в эту ассоциацию, наблюдаются у подножия склона в районах конусов выноса Дунайского и Днестровского каньонов. Элементы второй ассоциации (Zr, Rb, Th, Nb, Y) с точки зрения геохимической классификации относятся к группе слабоподвижных и инертных элементов (А.Ю. Митропольский и др., 1982). Накапливается она преимущественно на самом континентальном склоне. Наибольшие концентрации элементов этой ассоциации наблюдаются в районе каньонов Дуная, Днестра.

**Верхнечерноморские отложения.** Величина выборки составила 338 проб. В результате факторного анализа было выделено две ассоциации химических элементов: первая – As, Sc, Mo, U; и вторая – Zr, Nb, Rb, Th, Pb, Y. Построение схем распространения ассоциаций позволило обнаружить различие в областях их накопления.

Характерной особенностью является то, что ассоциация, включающая в себя As, Sc, Mo, U сохраняется и в верхнечерноморских отложениях. Однако наибольшие концентрации элементов, входящих в эту ассоциацию, наблюдаются у подножия склона в и глубоководных районах, а также в районах развития кокколитовых илов.

При рассмотрении распределения урана в поверхностных черноморских осадках необходимо отметить его четкую корреляцию с органическим веществом. Предполагается, что выведение урана из воды в осадки осуществляется исключительно за счет сорбции на органическом веществе. Возможно, связь урана с Сорг в современных осадках обусловлена их одинаковой формой миграции в реках и море. Находясь в основном в растворенном состоянии, они по законам механической дифференциации отлагаются в глубоководных частях. Наблюдается корреляция содержания мышьяка с Сорг. Накопление мышьяка здесь также происходит за счет химических процессов в морской воде и осаждения его с тонкопелитовыми частицами взвеси. Повышенное содержание молибдена в глубоководной части объясняется как гидрогенным накоплением молибдена, так и отсутствием влияния разбавляющего действия терригенного материала.

Области максимальных значений накопления элементов второй ассоциации (Zr, Nb, Rb, Th, Pb, Y) приурочены к шельфовой части и континентальному склону исследуемого района. По направлению к глубоководной части моря концентрации рассматриваемых элементов резко падают.

**УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ**

**Новоэвксинское время.** Примерно 30 000 лет назад в результате глобального похолодания и наступления ледников в черноморской области образовался последний в её геологической истории регрессивный замкнутый бассейн – новоэвксинский с минимальным уровнем на абсолютной отметке (-87) – (-88) м и существовал здесь довольно продолжительное время, о чём свидетельствуют мощные песчаные прибрежные отложения данного бассейна на этих отметках. На шельфе достаточно четко выделяются следующие фациальные обстановки: неритовая прибрежного мелководья представлена песчаными отложениями, а также авандельтовая и неритовая внешнего шельфа, представленная мелкозернистыми песками и ракушечниками. Накопленные ранее на шельфе донные осадки интенсивно размывались и переотлагались в глубоководной часть моря. В речных долинах и на береговых склонах с падением уровня моря резко усилились процессы эрозии и денудации.

На континентальный склоне выделяются фации верхней, средней и нижней частей, а также фация долин глубоководных каньонов представленные алеврито-пелитовыми илами, алевритовыми глинами, глинами. В верхней части происходит гравитационное перемещение материала с высоких гипсометрических уровней на более низкие и оползание, а также действие турбидитных потоков. Фации подножия склона представлены конусами выноса, наложенными друг на друга. Для абиссальной равнины характерными являются процессы нефелоседиментации (рис.3).

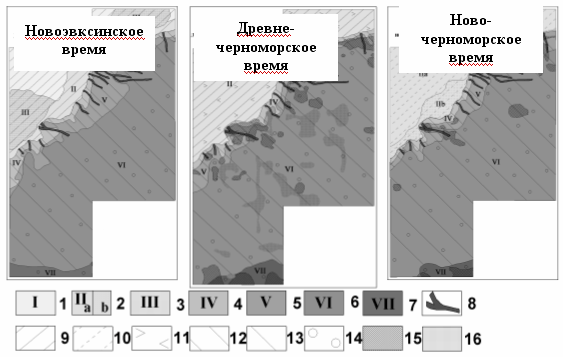
Изучение диатомовых водорослей в новоэвксинских отложениях позволило заключить, что осадконакопление происходило в условиях пресноводносолоноватоводного бассейна. Об этом говорит широкое развитие вида Stephanodiscus. Однако в ряде колонок в отложениях нового эвксина доминируют морские виды Thalassiosira, Cyclotella, Actinocyclus и др. Обычно развитие морских диатомых водорослей приурочено к отложениям склона, во впадине доминируют виды пресноватоводо-солоноватоводного комплекса. Приведенные данные говорят о том, что осадконакопление в новоэвксинский период шло в условиях ритмической смены солености воды, а также периодических колебаний уровня бассейна.

Такой сложный ход осадконакопления подтверждается и литологическим строением новоэвксинской толщи. Так, нижняя пачка новоэвксинских глин содержит относительно частые прослои гидротроилита и коричневых глин, что свидетельствует о смене восстановительных и окислительных условий осадкообразования. Гидротроилитовые отложения фиксируют периоды сероводородного заражения.

**Древнечерноморское время.** Примерно 10,5-10 тыс. лет в результате эвстатической трансгрессии Мирового океана начался приток солёных средиземноморских вод в Черноморский бассейн, который вызвал интенсивный вынос питательных солей из глубинных слоев, где они накапливались в предыдущую стадию, в зону фотосинтеза, что подтверждается наличием в основании сапропеля прослоев морских кокколитофорид, указывающих на быстрое осолонение поверхностных вод. Поэтому сапропель начал накапливаться внезапно и по резкой границе перекрыл нижележащие новоэвксинские илы и глины. (Сорокин В.М. и др., 1984) С этого момента собственно можно говорить о начале черноморской трансгрессии, продолжающейся до наших дней.

Результаты изучение спорово-пыльцевых комплексов свидетельствуют об увеличении в послеледниковое время температур и влажности воздуха. В результате увеличился сток органических питательных веществ и резко возросла продуктивность фитопланктона, что в свою очередь привело к повышенному захоронению планктоногенного органического вещества в осадках.

Быстро образовавшаяся в бассейне плотностная стратификация вод вследствие большой разности в солености поверхностных и глубинных слоев создала застойные условия, а выделение сероводорода в наддонную воду из-за интенсивного разложения органического вещества в осадках привело к сероводородному заражению вод.



*Рис.3. Схемы условий осадконакопления в позднем плейстоцене и голоцене (С.Д. Какаранза, Е.П. Ларченков, 2007).*

***Фации****: 1-неритовая прибрежного мелководья; 2-неритовая внешнего шельфа (а-пониженной солености, b-нормальной солености); 3-авандельтовая;4-батиальная верхней части склона; 5-батиальная средней и нижней частей склона; 6-батиальная конусов выноса; 7-абиссальной равнины; 8-батиальная долин глубоководных каньонов.* ***Литодинамические обстановки седиментации****: 9-гидрогенные волновые и течений, 10-гидрогенные течений; 11-эрозии и равновесия; 12-гравитационное смещение, оползание и турбидитные потоки, 13-турбидитные потоки; 14-гравитационное оседание водной взвеси малой плотности (нефелоседиментация).* ***Зоны (участки) аномальных мощностей осадков:*** *15-положительные; 16-отрицательные.*

Отмеченные незначительные следы, либо полное отсутствие сапропелевых отложений на шельфе указывает на обстановки донной эрозии и равновесия. Максимальные мощности наблюдаются на всем склоне и геоморфологически приурочены к зонам каньонов, также к конусам выноса каньонов у подножия склона. Минимальные мощности приурочены к подводным холмам и возвышенностям. В глубоководной части также отмечается увеличение мощностей, что объясняется с деятельностью турбидитных потоков и нефелоседиментацией.

**Новочерноморское время.** Вслед за временем образования сапропелевых осадков наступает период прогрессирующей ингрессии вод и иммиграции фауны из Средиземноморского бассейна от 3 тыс. лет назад до современных условий. В это время происходит понижение границы раздела Н2S/O2. на шельфе и склоне формируются осадки с эвригалинным фаунистическим комплексом – мидиевые и фазеолиновые отложения. Последние отлагались в морском бассейне, солоноватоводная фауна в них не встречена.

Предполагается, что 2,5 тыс. лет назад была фанагорийская регрессия, после которой началась заключительная стадия черноморской трансгрессии. Создались условия для развития устойчивых планктонных сообществ – кокколитофорид. В это время роль хемосинтеза в продуцировании органического вещества резко снизилась и имела существенное значение лишь в зоне континентального склона. В этот период произошло образование маркирующего слоя кокколитов. В целом этот слой на склоне и глубоководной части однороден и сложен целиком кокколитовыми илами и алевритовыми кокколитовыми илами.

Наибольшие мощности наблюдаются на склоне в районах каньонов, что связано с гравитационным перемещением и деятельностью турбидитных потоков.

Комплекс диатомовых водорослей в кокколитовых илах сравнительно обилен в видовом и беден в количественном отношении, правда, в последнем плане бывают отклонения. В целом доминируют морские формы – планктонные, заметны бентосные. В то же время следует отметить присутствие солоноватоводных видов диатомовых водорослей Stephanodiscus, которые встречаются как одиночные особи. В бассейне, за счет большого притока речных вод встречаются участки опресненных акваторий, равно как сегодняшний северо-западный шельф. В глубоководной части идет накопление пелитовых илов под действием нефелоседиментационных процессов. Можно сделать предположение, что эти илы являются продуктом последней фазы продолжающейся черноморской трансгрессии.

**ВЫВОДЫ**

Анализ литологических, минералогических, геохимических характеристик донных отложений новоэвксинского и голоценового возраста, которые формировались в различных условиях, позволил сделать следующие выводы, которые и являются основными защищаемыми положениями работы:

1. Литофации верхнеплейстоцен-голоценовых отложений характеризуются следующими видами пространственно-временных соотношений:

На шельфе – новоэвксинские пески и ракушечники перекрываются новочерноморскими мидиевыми илами и алеврито-пелитовыми фазеолиновыми илами.

В верхней части склона – новоэвксинские алевритовые глины и алеврито-пелитовые илы перекрываются новочерноморскими алеврито-пелитовыми фазеолиновыми илами и кокколитовыми илами.

В нижней части и подножии склона – новоэвксинские глины и алевритовые глины перекрываются древнечерноморскими сапропелевыми илами, сапропелями и новочерноморскими кокколитовыми илами.

В глубоководной части – новоэвксинские глины перекрываются древнечерноморскими сапропелями, и новочерноморскими пелитовыми илами.

1. Доминирующими факторами осадконакопления с конца новоэвксинского времени являлись перенос осадочного материала по шельфу к континентальному склону, действие турбидитных потоков на склоне и подножье, и вертикальная биологическая зональность, а так же нефелоседиментация.
2. Накопление верхне- и нижнечерноморских отложений повышенной мощности в верхней части континентального склона обусловлено относительно небольшими углами наклона и наличием алевритового компонента, снижающего текучесть осадков.
3. В позднеплейстоцен-голоценовое время в донных отложениях переходной зоны сформировались, с незначительными изменениями, две геохимические ассоциации. Формирование первой (As, Sc, Mo, U) связано с осаждением их растворенных форм из морской воды в результате изменения физико-химических характеристик черноморского бассейна в начале древнечерноморского времени, а также за счет сорбции их органическим веществом. Вторая ассоциация (Zr, Nb, Rb, Th, Pb, Y) связана с терригенным выносом на континентальный склон, либо в его верхнюю часть плохо растворимых или нерастворимых соединений.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Статьи в специальных изданиях:

1. **Какаранза С.Д.**, Нікулін В.В. Розповсюдження молібдену в донних відкладах континентального схилу і глибоководної западини північно-західної частини Чорного моря // Вісник ОНУ. – 2002. – Т. 7. – Вип. 4. – С. 102-107.
2. **Какаранза С.Д.**, Кадурин С.В., Волков В.А. Эколого-геологическое состояние донных осадков в прибрежной зоне Дунай-Днестровского взморья // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – №2. – С. 49-53.
3. Чепижко А.В., Кадурин С.В., **Какаранза С.Д.** Некоторые особенности распределения химических элементов в донных отложениях северо-западного шельфа Черного моря // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – №2. – С. 54-61.
4. Беркович О.О., **Какаранза С.Д.**, Никулин В.В. Эколого-геологическая характеристика донных осадков Одесского залива // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 90-94.
5. Чепіжко О.В., Кадурін С.В., **Какаранза С.Д.** Еколого-статистична модель розподілу елементів-токсикантів в донних відкладах північно-західної частини Чорного моря // Геолого-мінералогічний вісник. – 2004. – №1 (11). – С. 33-39.
6. **Какаранза С.Д.**, Кадурин С.В., Никулин В.В., Беркович О.О., Чепижко А.В. Парагенетические ассоциации элементов в новоэвксинских осадках переходной зоны от северо-западного шельфа к глубоководной впадине Черного моря // Геологический журнал. – 2004. – №4. – С. 28-35.
7. **Какаранза С.Д.**, Кадурин С.В., Никулин В.В., Беркович О.О., Чепижко А.В. Парагенетические ассоциации элементов в донных отложениях древнечерноморского возраста переходной зоны от северо-западного шельфа к глубоководной впадине Черного моря // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2005. – № 3. – С. 54-62.
8. Кадурін С.В., Чепіжко А.В., **Какаранза С.Д.**, Кадурін В.М. Оцінка розподілу елементів-забруднювачів по території міста Одеси // Зб. наук. праць: Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2004. – Т. 2. – С. 26-32.
9. **Какаранза С.Д.**, Кадурін С.В., Чепіжко О.В. Закономірності розподілу елементів-токсикантів у донних відкладах Чорного моря в районі Одеської затоки // Зб. наук. праць: Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2004. – Т. 2. – С. 33-40.

Статьи, материалы и тезисы докладов:

1. Сторчак О.В., Никулин В.В., **Какаранза С.Д.** Эколого-геологическая оценка донных отложений локального тектонического поднятия «Съездовское» (северо-западный шельф Черного моря) // Екологічні проблеми Чорного моря. – Одеса: ОЦНТЕІ, 2001. – С. 303-310.
2. Дворядкин С.А., Калашлинская Е.Г, **Какаранза С.Д.** Влияние выносов рек Дунай и Днестр на экологическое состояние прибрежной части Черного моря // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2001. – №2. – С.152-158.
3. Калашлинская Е.Г, **Какаранза С.Д.**, Кадурин С.В. Влияние агрокомплекса на экологическое состояние Одесского региона // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2002. – №4. – С. 133-140.
4. **Какаранза С.Д.**, Никулин В.В., Федорончук Н.А. Ванадий в донных осадках глубоководной части Черного моря. Геология океанов и морей // Тез. докл. XIV Междунар. школы морской геологии. – Т. 2. – Москва. – 2001. – С. 271.
5. **Какаранза С.Д.**, Никулин В.В., Беркович О.О. Парагенетические группы элементов в донных осадках зоны сочленения северо-западного шельфа и глубоководной части Черного моря. Геология океанов и морей // Тез. докл. XV Междунар. школы морской геологии. – Т. 2. – Москва. – 2003. – С. 90-91.
6. Кадурин С.В., Чепижко А.В., **Какаранза С.Д.** Использование тренд-анализа для оценки рельефообразующих факторов северо-западного шельфа Черного моря // Геология океанов и морей. Тез. докл. XV Междунар. школы морской геологии. – Т. 2. – Москва. – 2003. – С. 316.
7. Беркович О.О., **Какаранза С.Д.**, Никулин В.В. Эколого-геологическая характеристика донных осадков Одесского региона. Понт Эвксинский ІІІ // Тез. конф. молодых ученых по проблемам Черного и Азовского морей. – Севастополь – 2003. – С. 64.
8. Nikulin V.V., **Kakaranza S.D.**, Vanshteyn B.G. Distribution Molybdenum in Nizhnechernomorskiy sediments of the continental slope of the North-West part of the Black Sea // Proc. International Conf. Abstracts «Minerals of the Ocean – integrated strategies-2». – Saint-Petersburg: VNIIOkeangeologia (Russia). – 2004. – P. 165.
9. **Какаранза С.Д.**, Маковецкая И.М., Семенова О.А., Никулин В.В.. Эколого-геологические исследования Днестровского лимана // Тез. докл. Междунар. конф. «Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра». – Кишинев. – 2004. – С. 143-145.
10. Маковецкая И.М., Никулин В., **Какаранза С.Д.** Мониторинговые исследования состава морской воды от устья Дуная до Днестровского лимана // Тез. докл. III Междунар. конф. «Ecological Chemistry 2005». – Кишинев. – 2005. – С. 107-108.
11. Nikulin V.V., Makovetskaya I.M., **Kakaranza S.D.** Paragenetic association of ore elements in sediments on continental slope the north-west of the Black Sea // Proc. International Conf. Abstracts: «Minerals of the Ocean – 3, future developments». – Saint-Petersburg: VNIIOkeangeologia (Russia). – 2006. – P. 107.
12. Ivanov V.G., **Kakaranza S.D.** Major stages of Late Pleistocene – Holocene evolution of the northwestern Black Sea // 2nd plenary meeting and field trip of project IGCP-521 Black Sea – Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation (2005-2009). Extended abstracts. – Odessa: Astroprint (Ukraine). – 2006. – P. 75-80.