

А. В. Иванников, Ю. И. Иноземцев, В. Б. Сидоренко, Е. П. Гуров

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМСКО-КЕРЧЕНСКОГО ШЕЛЬФА И ГЛУБОКОВОДНОЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Вивчено мінеральний склад донних відкладів шельфу, континентального схилу Криму та східної частини глибоководної Чорноморської западини. Виконано теригенно-мінералогічне районування вздовж запланованої траси оптико-волоконного зв'язку по лініях Євпаторія–Севастополь, Севастополь–Керч і Севастополь–Поти.

The mineral composition of ground sediments of a shelf, continental slope of Crimea and east part of a deep-water Black Sea depression is investigated. Terrigenous-mineralogical division into districts along a planned line of optical-fiber communication on lines Evpatoria–Sevastopol, Sevastopol–Kerch and Sevastopol–Poti is made.

Изучение минерального состава прибрежно-морских и донных отложений современных морских акваторий является одной из важнейших сторон литологических исследований, направленных на решение как прикладных задач по поискам полезных ископаемых, так и общих седиментологических вопросов. Актуальность этих исследований в Черноморском бассейне обусловлена прежде всего поисками прибрежных россыпей тяжелых минералов и анализом динамики современных процессов осадконакопления.

Впервые минеральный состав прибрежных осадков северо-восточной (таманской) части побережья Черного моря был изучен С. П. Поповым, который в 1906 г. описал гранатовый природный шлик из пляжевых отложений к юго-востоку от мыса Железный Рог [10].

Позже, в 1929 г. В. П. Маслов исследовал минеральный состав донных отложений к юго-западу от Севастополя, южнее Новороссийска, в центральной части Черноморской котловины, а также в отдельных точках юго-восточного шельфа Черного моря. Он впервые провел схематическое терригенно-минералогическое районирование указанной акватории. В частности, им выделены области распространения актинолита, дистена, а также комплекса минералов магматических пород [9].

Детальные исследования минерального состава приурезовой полосы Черного моря выполнены М. Г. Барковской (1961–1963 гг.). Ею выявлены общие закономерности распространения современных донных осадков и установлены особенности распределения тяжелых минералов с выделением терригенно-минералогических провинций прибрежной части шельфа [2]. В 1971 г. Г. Ю. Бутузова исследовала минеральный состав донных отложений глубоководной

части Черного моря, при этом в акватории, прилегающей к Крымскому п-ову, выделила северную дистен-ставролит-силлиманитовую терригенно-минералогическую провинцию [4].

Наиболее детально минеральный состав современных глубоководных осадков Черного моря изучен в 1976 г. Э. С. Тримонисом, который выделил 12 терригенно-минералогических провинций [12].

Исследования минерального состава донных отложений северо-западного и крымского шельфов Черного моря проведены в основном Е. Ф. Шнюковым, В. И. Огородниковым, Ю. И. Иноземцевым, О. Н. Кириченко [6, 7, 14, 16, 18].

Н. Н. Макаров, Л. С. Педан, В. Ф. Попов в 1976 г. получили детальные сведения о минеральном составе пород Крымской питающей провинции и их влиянии на состав прибрежных отложений [8]. Были установлены характерные комплексы тяжелых минералов для отложений таврической серии, вулканогенных образований среднеюрского возраста, а также пород верхней юры, мела, палеогена, неогена.

О. Н. Кириченко, В. Ф. Попов в 1979 г. провели терригенно-минералогическое районирование современных шельфовых отложений Крымского и Керченского п-овов [7]. Были выделены сложная Крымская питающая провинция и ряд подпровинций современных терригенных отложений от мыса Тарханкут до Керченского пролива.

В соответствии с выбранным направлением прокладки трассы оптико-волоконной связи (57-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», 2002 г.) выделены три участка: Севастополь–Евпатория, Севастополь–Керчь, Севастополь–Поти. Первые два участка простираются вдоль Крымского и Керченского п-овов, а третий охватывает шельф, континентальный склон и глубоководную впадину Черного моря.

© А. В. Иванников, Ю. И. Иноземцев, В. Б. Сидоренко, Е. П. Гуров, 2003

Участок Севастополь–Евпатория прилегает к юго-западной части шельфовой зоны Крымского п-ова. Коренные берега и бенч этой части Крыма сложены неогеновыми породами (сармат, мэотис, понт).

По результатам исследований 57-го рейса НИС “Профессор Водяницкий” шельфовая зона Евпатория-Севастополь (ст. 5594–5598) характеризуется рутил-ильменит-магнетитовой ассоциацией. По данным О. Н. Кириченко и В. Ф. Попова в этом районе шельфа Черного моря выделяется гранат-циркон-магнетит-титаномагнетит-ильменитовая терригенно-минералогическая подпровинция [7]. Это согласуется с минеральным составом аллювия рек Юго-Западного Крыма по данным Г. А. Булкина и В. С. Пономаря [3].

По материалам Э. С. Тримониса [12], глубоководная часть описываемой акватории относится к Западно-Крымской провинции, для которой наиболее характерными минералами являются ильменит, турмалин, дистен (см. рисунок).

По данным исследований 47-го рейса НИС “Профессор Водяницкий”, в 1994 г. установлено, что в каньоне, простирающемся к западу от Крымского горного сооружения, развиты песчаные отложения, привнесенные по системе палео-Каланчака и палео-Днепра [13]. В верхней части палео-Каланчацкого каньона, где осадки представлены преимущественно мелкозернистыми кварцевыми песками, из устойчивых минералов присутствуют ильменит, циркон, гранат, лейкоксен, турмалин. По направлению к его средней части и подножью склона процентные содержания основных минералов тяжелой фракции несколько изменяются в сторону уменьшения количества ильменита, циркона, рутила и увеличения содержания граната, лейкоксена, магнетита. Приведенные в литературе сведения [4, 12] о развитии ассоциации устойчивых минералов в донных отложениях к юго-западу от Крымского п-ова базируются, по нашему мнению, именно на данных о минеральном составе песков, привнесенных палеосистемой Днепра (палео-Каланчака).

Таким образом, для Каламитского залива и юго-западной части крымского шельфа, континентального склона и абиссальной равнины характерной может считаться дистен-гранат-ильменит-магнетитовая ассоциация.

В общем можно отметить, что этот район Черного моря по данным разных авторов имеет несколько отличный минеральный состав осадков, развитых на различных геоморфологичес-

ких участках – шельфе, континентальном склоне и прилегающей абиссальной равнине. Это обусловлено, по-видимому, характером переноса и смешением осадков, поступающих из соседних питающих провинций по системе палео-Днепра, палео-Днестра и более мелких рек Юго-Западного Крыма [15].

Участок Севастополь–Керчь в структурном отношении может быть подразделен на несколько участков. Между мысом Фиолент и г. Ялта коренные породы сложены в основном отложениями таврической серии, средней и верхней юры, для которых характерны комплексы тяжелых минералов: для таврической серии Горного Крыма – рутил-турмалин-лейкоксен-цирконовая ассоциация; для средней юры – рутил-циркон-лейкоксеновая; для верхней юры – турмалин-ильменит-циркон-лейкоксеновая [8].

На континентальном склоне драгированием были вскрыты отложения таврической серии, нижней, средней, верхней юры, нижнего и верхнего мела, палеоцена, эоцена, майкопской серии, неогена, для каждого из которых характерны определенные комплексы тяжелых минералов [11]. Так, для пород таврической серии выделена рутил-ильменит-цирконовая ассоциация; нижнеюрских отложений – турмалин-рутил-цирконовая; среднеюрских – гранат-ильменит-рутил-цирконовая; верхней юры – гранат-ильменит-цирконовая. Минеральный комплекс нижнемеловых отложений представлен турмалин-гранат-циркон-ильменитовой ассоциацией тяжелых минералов, верхнего мела – турмалин-циркон-гранат-ильменитовой. Для палеоцен-эоценовых отложений характерен лейкоксен-рутил-циркон-ильменитовый комплекс минералов тяжелой фракции, майкопской серии – ильменит-турмалин-циркон-гранатовый, неогена – лейкоксен-гранат-ильменитовый.

В шельфовой зоне между мысом Фиолент и г. Ялта выделяется пироксен-циркон-барит-титаномагнетит-магнетит-ильменитовая подпровинция и питающая ее Балаклавско-Ялтинская область размыва [7]. По полученным результатам исследований минерального состава донных отложений на участке Балаклава – Ялта (ст. 5600–5603, 5607–5609) установлено, что преобладающими минералами в них являются пироксены, ильменит, ставролит, дистен, гранат, в меньших количествах содержатся магнетит, рутил, циркон, мусковит. Из аутигенных присутствуют пирит, барит, лимонит.

На участке шельфа между г. Ялта и г. Алушта (ст. 5610–5612) современный слой донных

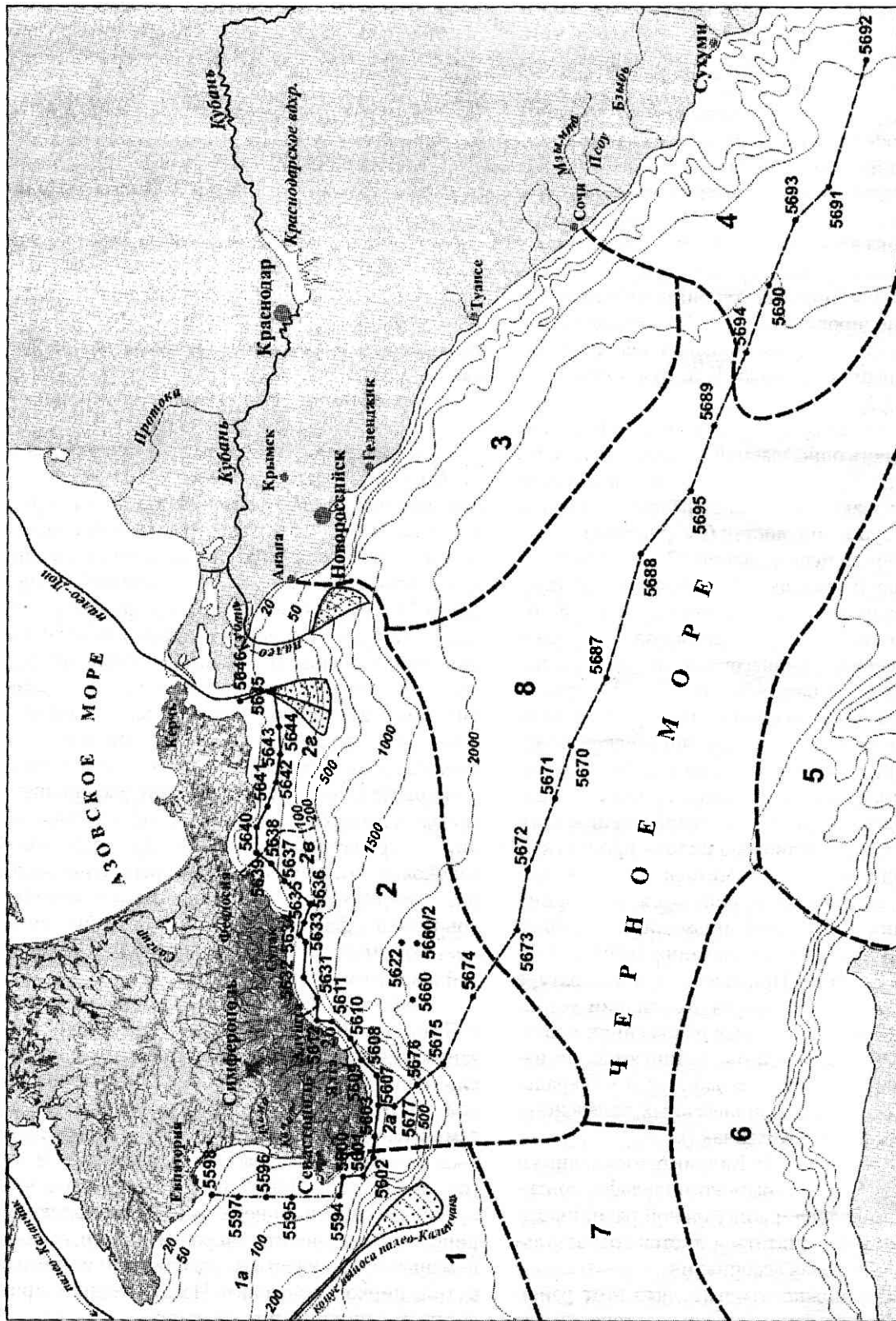


Схема терригенно-минералогических провинций современных отложений Черного моря [5, 7, 12]

Провинция: 1 – Западная Крымская (1а – Евпаторийско-Севастопольская подпровинция); 2 – Крымско-Керченская (подпровинция: 2а – Балаково-Ялтинская, 2б – Ялтинско-Алуштинская, 2в – Алуштинско-Феодосийская, 2г – Феодосийско-Керченская); 3 – Северная Кавказская; 4 – Южная Кавказская; 5 – Восточная Анатолийская; 6 – Западная Анатолийская; 7 – Восточная Анатолийская; 8 – Западная Анатолийская; 9 – Восточная Анатолийская

отложений характеризуется преобладанием магнетита, ильменита и циркона, в меньших количествах отмечаются рутил, лейкоксен, эпидот, турмалин, гранат, ставролит, дистен, мусковит. Аутигенные минералы представлены пиритом, баритом, гидроксидами железа. На указанном участке шельфа выделена Ялтинско-Алуштинская барит-циркон-пироксен-эпидот-ильменит-магнетитовая подпровинция и связанная с ней питающая одноименная область размыва [7]. Этот участок прибрежной полосы полуострова сложен среднеюрскими отложениями и отложениями таврической серии.

Между г. Алушта и г. Феодосия (ст. 5631–5639) выделяется Алуштинско-Феодосийская терригенно-минералогическая подпровинция, для которой характерна гранат-пироксен-эпидот-циркон-магнетит-ильменитовая ассоциация терригенных минералов [7].

По нашим данным, выделение на таком большом протяжении шельфовой зоны единой вышеуказанной подпровинции не может считаться оправданным, поскольку система Туакского антиклинория, сложенного ядром отложений таврической серии, своим южным крылом подходит к урезу береговой линии на участке между Алуштой и Судаком, а далее между Судаком и Феодосией развиты в основном отложения юры и мела. Верхнеюрские отложения также развиты на шельфе и континентальном склоне к югу от Судака. Здесь, по-видимому, целесообразнее разделить упомянутую подпровинцию на две части: Алуштинско-Судакскую и Судакско-Феодосийскую.

При опробовании майкопских диапировых структур, развитых к югу от г. Алушта (ст. 5622, 5660, 5660/2), при переходе от подножия континентального склона к абиссальной равнине (впадина Сорокина, глубина моря 2066–2093 м) из поднятого грязевулканического ила была извлечена песчано-алевритовая фракция и проведено изучение ее минерального состава. Сложна она кальцитом, сульфидами, гидроксидами железа, марганца, а также некоторыми терригенными минералами. Из последних встречены циркон, ильменит, дистен, сфалерит, турмалин, амфиболы, гранат, анатаз, мусковит, биотит.

Минеральный состав донных осадков шельфа на участке между Судаком и Феодосией характеризуется преобладанием ильменита, в меньших количествах содержатся магнетит, пироксены и циркон. Также присутствуют лейкоксен, рутил, гранат, ставролит; из аутигенных – пирит, барит, гидроксиды железа.

Феодосийско-Керченский участок шельфа (ст. 5639–5646) приурочен к южному побережью Керченского п-ова, которое от Феодосии до мыса Опук сложено майкопскими отложениями, а восточнее – отложениями неогена (сармат, мэотис, понт, киммерий). Для майкопских отложений характерен следующий состав тяжелых минералов: преобладает ильменит, в значительных количествах отмечаются лейкоксен, гранат, циркон, магнетит, турмалин, титаномагнетит, реже – рутил, хромит, дистен, пироксены, амфиболы, эпидот, хлорит и др. Комплекс майкопских и миоцен-плиоценовых осадочных пород формирует амфибол-дистен-турмалин-гранат-циркон-магнетит-ильменитовую подпровинцию, приуроченную к донным отложениям шельфа. По нашим данным, между Феодосией и Керченским проливом в донных отложениях шельфа из акцессорных минералов преобладают ильменит и магнетит, отмечаются циркон, дистен, пироксены, амфиболы. Аутигенные минералы представлены пиритом, баритом.

В Керченском проливе выделена гранат-ильменит-эпидот-амфиболовая терригенно-минералогическая провинция [6], которая тесно связана с Керченско-Кубанской питающей провинцией. Для последней характерны минералы группы эпидота, амфиболы, пироксены, гранат, сфен, анатаз, брукит, апатит и др. Этот комплекс тяжелых минералов поступает в состав донных отложений в результате абразии коренных берегов Таманского побережья и как составная часть аллювия р. Кубань [17]. В то же время Керченский пролив, по материалам Н. И. Андрусова, относится к системе палео-Дона, который существенно влиял на минеральный состав донных отложений как непосредственно Керченского пролива, так и керченско-таманского шельфа и континентального склона [1]. Здесь, по данным Е. Ф. Шнюкова, Ю. И. Иноземцева, выделяется ассоциация минералов, представленная амфиболами, группой эпидота, ильменитом, гранатом, цирконом, рутилом, лейкоксом, анатазом, брукитом, сфеном и др. [6].

По материалам Э. С. Тримониса на участке северо-восточной части Черного моря, простирающегося от траверса мыса Фиолент до Керченского пролива и вплоть до Анапы, выделяется единая Крымско-Керченская провинция. Для этой провинции присущи роговая обманка, дистен и слюды. Здесь выявлено относительно повышенное количество рутила, циркона, граната, магнетита, андалузита и др. [12].

Участок Севастополь–Поти. Линия про-

кладки кабеля намечается в юго-восточном направлении от Севастополя до Поти. В начальном отрезке трассы, приуроченном к крымскому шельфу и континентальному склону, станции (ст. 5677, 5676) расположены соответственно на глубинах 108, 839 м. Далее большинство из них пройдено на абиссальной равнине, где глубины достигают 2000 м и более. На юго-востоке Черного моря станции заложены на Кавказском континентальном склоне с отметками глубин до 1400 м (ст. 5692). Донные осадки здесь представлены в основном терригенными, кокколитовыми илами с прослоями турбидитовых илов, алевритов и реже песков. По данным Э.С. Тримониса, в направлении от Севастополя к Поти выделяются следующие три терригенно-минералогические провинции: Крымско-Керченская, охарактеризованная ранее; Восточная открытого моря, где выявлено относительно повышенное содержание пироксенов, эпидота, амфиболов, а также Южная Кавказская, для которой характерными минералами являются обыкновенная роговая обманка, магнетит, слюды, ильменит, силлиманит. Состав донных отложений этой провинции определяется выносами рек Грузинского побережья Черного моря Мзымты, Псоу, Бзыбь, Келасури, Кодори, Ингури, Риони [12].

Довольно интересные данные о минеральном составе донных отложений были получены в юго-восточном, Грузинском, секторе акватории Черного моря (ст. 5694, глубина 2100,6 м). Здесь установлен необычный для этого участка дна разрез толщи донных осадков. В толще илов в интервале 1,1–1,4 м был вскрыт прослой темно-серого песка, слабо сцементированного илистым материалом, мощностью 0,3 м.

Изучение минерального состава песка выполнено Е. П. Гуровым в результате отмывки илистой фракции осадка и электромагнитной сепарации алеврито-псаммитовой фракции. В связи с тем, что материал псаммитовой размерности состоит преимущественно из тонкозернистых пород, микроскопическое исследование их состава проведено при изготовлении шлифов из зерен пород, погруженных в эпоксидную смолу.

По гранулометрическому составу песчаная фракция представлена разнозернистым плохо отсортированным материалом с размером частиц от 0,07 до 1,00 мм. В результате изучения ее крупнозернистой части (в основном 0,2–0,3 мм с примесью отдельных зерен от 0,5 до 1,0 мм) под биноклем и в шлифах было установлено, что в ней в основном преобладают неокатан-

ные и полуокатанные частицы глинистых сланцев и тонкозернистых обломков, предварительно диагностированных как матрица пород вулканогенного происхождения. В подчиненном количестве наблюдаются зерна тонкозернистых карбонатных пород и отдельных минералов.

Частицы глинистых сланцев представлены слабо уплощенными по сланцеватости зернами черного, темно-серого и темного зеленовато-серого цвета с отчетливым шелковистым блеском. Под биноклем в отдельных зернах отмечаются включения чешуек слюд и зеленоватого хлорита. В шлифах глинистые сланцы имеют бластопелитовую структуру и сланцеватую текстуру из-за параллельного расположения уплощенных чешуек слюдистых минералов и хлорита. Это в основном светло-коричневый биотит, бледно-зеленый хлорит, серицит и реликты полупрозрачного глинистого вещества. При преобладающей субпараллельной ориентировке частиц листоватых силикатов в редких случаях наблюдаются скопления биотита, ориентированные под различными углами к направлению преобладающей сланцеватости. Кроме того, в составе некоторых частиц сланцев наблюдаются непрозрачные точечные включения органического вещества, а также зерна аксессуарных минералов с высоким показателем преломления. Кварц присутствует в количестве 5–20%. По минеральному составу и структурно-текстурным особенностям эти породы относятся к пелитовым образованиям низких ступеней регионального метаморфизма – метапелитам или глинистым сланцам.

Следующий по распространению в псаммитовой фракции осадков тип пород представлен мелкими обломками вулканитов, которые из-за мелкозернистого состава обломочного материала сложены преимущественно тонкозернистой матрицей порфириовидных вулканитов. В одном случае в тонкозернистой матрице наблюдалась часть полевошпатового вкрапленника призматической формы. Эти тонкозернистые образования состоят из слабоиндивидуализированных агрегатов кварца и полевых шпатов в виде зерен неправильной формы. Реже отмечаются единичные чешуйчатые зерна серицита и выделения карбоната. Предполагается кислый состав вулканогенных пород. Присутствие серицита и карбонатов свидетельствует об их частичном изменении в результате регионального метаморфизма.

Подчиненной составляющей песков являются преимущественно частицы светло-серых и

светло-серо-коричневых тонкозернистых карбонатных пород. Изредка встречаются неокатанные зерна кварца, полевых шпатов и карбонатов. Магнитная и электромагнитная фракции песков состоят из магнетита в виде октаэдрических кристаллов и их обломков размером 0,1–0,2 мм, пирита в виде стяжений округлой формы размером до 0,3 мм, а также редких блестящих зерен и кристаллов ильменита и оливково-зеленого пироксена.

Присутствие в разрезе илистых осадков в юго-восточной глубоководной части Черного моря слоя разнозернистых песков мощностью 0,3 м с преобладанием в них зерен метаморфических пород низкой ступени регионального метаморфизма свидетельствует о том, что в качестве источника сноса этого материала могли служить метаморфические толщи Кавказа.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что на участках прокладки линий оптико-волоконной связи минеральный состав донных отложений шельфа, континентального склона и глубоководной впадины формируется в основном под влиянием ближайших питающих провинций, в частности Крымского горного сооружения и Кавказа. При этом в отдельные периоды геологической истории при понижении уровня черноморского бассейна на шельф выносились огромные массы аллювиальных песков палео-Днепром (палео-Каланчаком), палео-Доном, палео-Кубанью и другими более мелкими реками. В дальнейшем по системе каньонов продукты абразии коренных берегов и песчаные отложения палеорек поступали на подножие континентального склона и в глубоководную впадину.

1. Андрусов Н. И. Геологическое строение и история Керченского пролива // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1926. – Т. 4, № 3/4. – С. 8–23.
2. Барковская М. Г. Закономерности распределения тяжелых минералов в полосе пляжа и шельфа советского побережья Черного моря // Вопросы накопления тяжелых минералов. – Рига, 1960. – С. 43–50. – (Тр. Ин-та геологии и полез. ископаемых Латв. ССР; № 6).
3. Булкин Г. А., Пономарь В. С. О минеральном составе и генезисе отложений современного пляжа западного берега Крыма // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 127, № 6. – С. 1265–1268.
4. Бутузова Г. Ю. К минералогии осадков Черного моря // Литология и полез. ископаемые. – 1971. – № 4. – С. 46–54.
5. Довгий С. А., Шнюков Е. Ф., Старостенко В. И. и др. Геологическая оценка трассы подводного кабеля связи Севастополь–Затока. – Киев, 2002. – 120 с.

6. Иноземцев Ю. И., Емельянова О. В. Минеральный состав тяжелой фракции донных отложений Керченского пролива // Литолого-геохимические условия формирования донных отложений. – Киев: Наук. думка, 1979. – С. 126–133.
7. Кириченко О. Н., Попов В. Ф. Терригенно-минералогическое районирование современных прибрежных отложений Крыма // Литолого-геохимические условия формирования донных отложений. – Киев: Наук. думка, 1979. – С. 32–41.
8. Макаров Н. Н., Педан Л. С., Попов В. Ф. К вопросу о влиянии пород Крымской питающей провинции на состав прибрежных отложений // Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. – Киев: Наук. думка, 1976. – Вып. 4. – С. 69–78.
9. Маслов В. П. Некоторые данные о минералогическом составе отложений дна Черного моря // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1929, № 1/2. – С. 91–97.
10. Попов С. П. О магнетито-гранатовом песке с Таманского полуострова // Докл. АН СССР. – 1924. – Т. 12, № 1. – С. 953–955.
11. Сидоренко В. Б. Терригенно-минералогические комплексы мезо-кайнозойских отложений Крымского полуострова и прилегающей части шельфа и континентального склона Черного моря // Геология и полезные ископаемые Черного моря. – Киев, 1999. – С. 274–277.
12. Тримонис Э. С. Минералогия крупноалевритовой фракции современных глубоководных осадков Черного моря // Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. – Киев: Наук. думка, 1976. – Вып. 4. – С. 37–49.
13. Шнюков Е. Ф., Иванников А. В., Григорьев А. В. и др. Геологические исследования НИС “Профессор Водяницкий” в Черном море (47-й рейс). – Киев, 1995. – 176 с.
14. Шнюков Е. Ф., Аленкин В. М., Путь А. Л. и др. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. – Киев: Наук. думка, 1981. – 158 с.
15. Шнюков Е. Ф., Котловская Ф. И. К вопросу об изотопном возрасте донных осадков северо-запада Черного моря // Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадоч. пород и руд. – 1976. – Вып. 4. – С. 57–59.
16. Шнюков Е. Ф., Мельник В. И., Иноземцев Ю. И. и др. Геология шельфа УССР. Литология. – Киев: Наук. думка, 1985. – 192 с.
17. Шнюков Е. Ф., Мельник В. И., Митин Л. И. и др. Подводная долина р. Кубани / АН УССР. Ин-т геол. наук. – Киев, 1978. – 66 с.
18. Шнюков Е. Ф., Огородников В. И., Иноземцев Ю. И., Францева И. А. Терригенно-минералогическое районирование современных осадков черноморского шельфа УССР // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1981. – № 1. – С. 42–45.

Отд-ние мор. геологии и осадоч. рудообразования ИНИМ НАН Украины,
Киев
Ин-т геол. наук НАН Украины,
Киев

Статья поступила
25.10.02