

Е. Ф. Шнюков, А. В. Иванников, Ю. И. Иноземцев, Г. Н. Орловский,
Н. А. Маслаков, Е. Н. Рыбак, Я. К. Луцив, А. А. Парышев

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМСКОГО ШЕЛЬФА И ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Наведено результати вивчення стратиграфії та літологічних особливостей сучасних донних відкладів Чорного моря на ділянках Севастополь–Євпаторія, Севастополь–Керч та Севастополь–Поти для траси кабельного зв'язку, що проектується.

This paper describes the results of study of stratigraphy and lithology of bottom sediments on the lines of cable connection between Sebastopol–Eupatoria, Sebastopol–Kerch and Sebastopol–Poty.

Отрядом геологических исследований в 57-м рейсе НИС “Профессор Водяницкий” было выполнено геологическое описание состава отложений, слагающих район предполагаемого заложения кабельной системы оптико-волоконной связи.

Для получения каменного материала – основы дальнейших стратиграфических и литологических исследований, учитывая особенности геологического строения и рельефа морского дна, использовали прямоточную ударную трубку и драгу. Из судового оборудования применяли подъемный кран и ютовую лебедку.

Всего по линиям Евпатория–Севастополь–мыс Сарыч–Ялта–Алушта–Судак–Феодосия–Керчь–Поти было пройдено 48 геологических станций (рис. 1, 2).

В ходе выполнения программы геологических исследований получены новые данные и уточнены результаты предыдущих изысканий о геологическом строении осадочного чехла крымско-керченского шельфа и восточной глубоководной части Черного моря. Проведено детальное описание литологического состава и дано стратиграфическое расчленение четвертичных отложений. В частности, выделены верхнеплейстоценовые новоэвксинские отложения, а также голоценовые осадки, относящиеся к древнечерноморскому и новочерноморскому времени.

Стратиграфия. Основы стратиграфического расчленения четвертичных отложений Черного моря разработаны Н. И. Андрусовым [1] и дополнены А. Д. Архангельским, Н. М. Страховым [2], П. В. Федоровым [20] и Л. А. Невесской [15]. Согласно их представлениям, выделяются

следующие основные стратиграфические единицы четвертичного времени: чаудинские, древнеэвксинские, узунларские, карангатские горизонты, новоэвксинские, древне- и новочерноморские слои. Л. А. Невесская предложила расчленить послекарангатские отложения на слои под названием тарханкутские, каркинитские, новоэвксинские, бугазские, витязевские, каламитские и джеметинские. При этом первоначально тарханкутские слои она считала опресненными слоями позднего карангата, а каркинитские слои сопоставляла с ранненовоэвксинскими слоями, содержащими *Dreissena polymorpha* и отдельные *Cardium edule*.

Стратиграфическое расчленение глубоководных донных осадков Черного моря проведено А. Д. Архангельским и Н. М. Страховым по литологическим признакам. Этому же принципа придерживается и Д. Рос [17], выделивший три комплекса: I – кокколитовый ил, II – сапропель и III – лютит, с указанием их изотопного возраста.

В соответствии с заданием прокладки линий связи исследование донных отложений было проведено на трех участках: Севастополь–Евпатория, Севастополь–Керчь и Севастополь–Поти. Стратиграфический разрез донных отложений шельфа Крымского и Керченского п-овов впервые детально изучен А. Д. Архангельским и Н. М. Страховым, выделившими новоэвксинские, древнечерноморские (древний мидиевый ил) и современные (фазеолиновый ил) отложения [2]. В дальнейшем эти данные были уточнены Ф. А. Щербаковым [25], В. Н. Семененко [19] на основании определения изотопного возраста. Необходимо отметить, что эти ученые расчленяют отложения внешнего шельфа с использованием шкалы Л. А. Невесской, разработанной для мелководной части шельфа. По нашему мнению, наиболее приемлемой яв-

© Е. Ф. Шнюков, А. В. Иванников, Ю. И. Иноземцев,
Г. Н. Орловский, Н. А. Маслаков, Е. Н. Рыбак, Я. К.
Луцив, А. А. Парышев, 2003

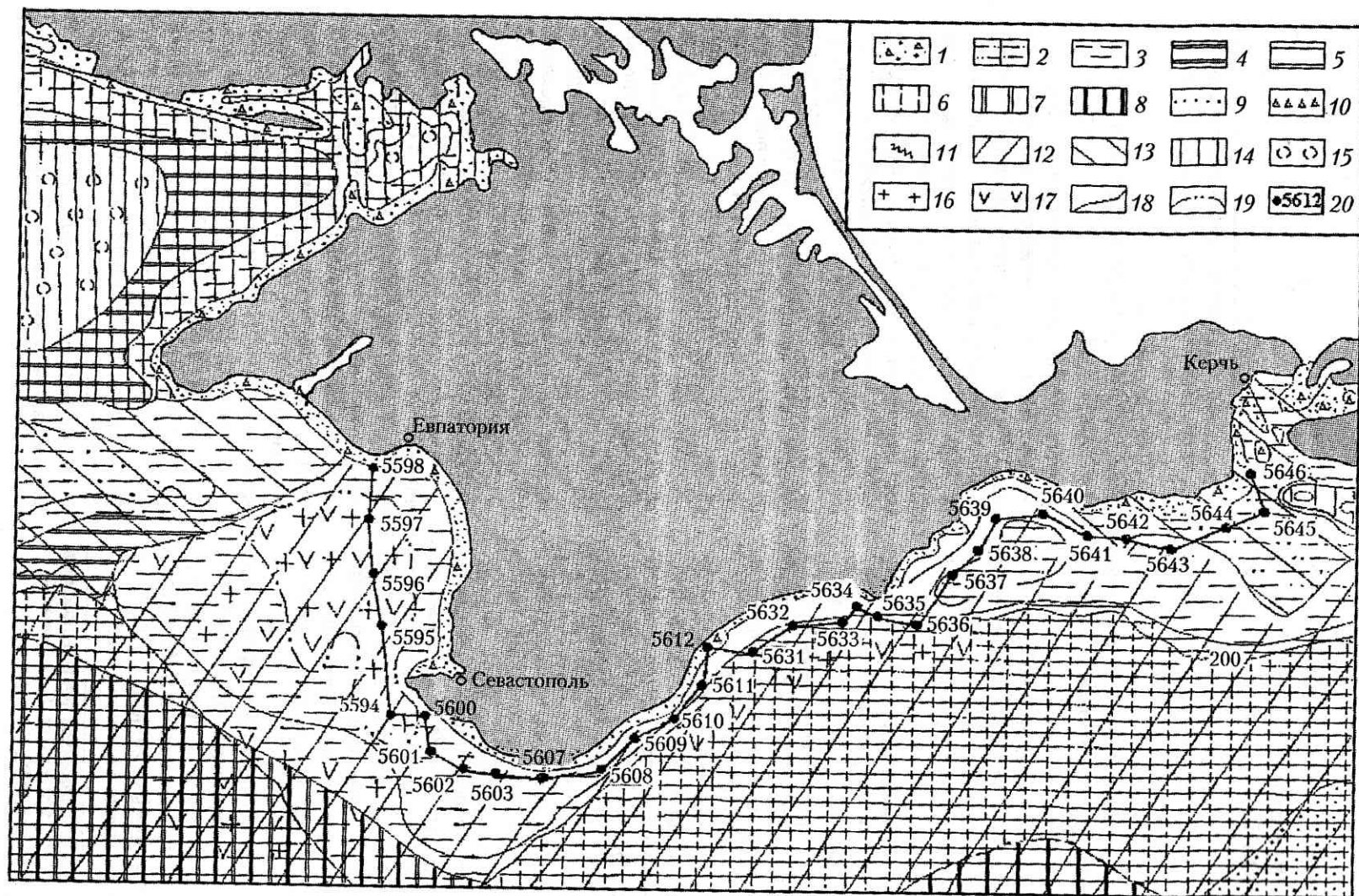


Рис. 1. Схематическая литологическая карта донных отложений крымского шельфа в полосе трассы оптоволоконной связи на участках Севастополь-Евпатория и Севастополь-Керчь
 1 – пески с примесью раковинного детрита; 2 – а – крупные алевриты, б – мелкоалевритовые илы; 3 – алеврито-пелитовые илы; 4 – пелитовые илы; 5 – кокколитоидный; 6 – тонкие прослойки сапропелевидного ила; 7 – ил сапропелевидный; 8 – ил сапропелевый; 9 – прослойки песка и алеврита; 10 – прослойки раковинного детрита; 11 – турбидит; 12 – ил слабокарбонатный; 13 – ил карбонатный; 14 – ил сильнокарбонатный; 15 – ракушечники; 16 – осадки слабожелезистые; 17 – осадки слабомарганцевистые; 18 – граница литологическая; 19 – граница Каламитского поля марганцевожелезистых конкреций; 20 – геологическая станция и ее номер

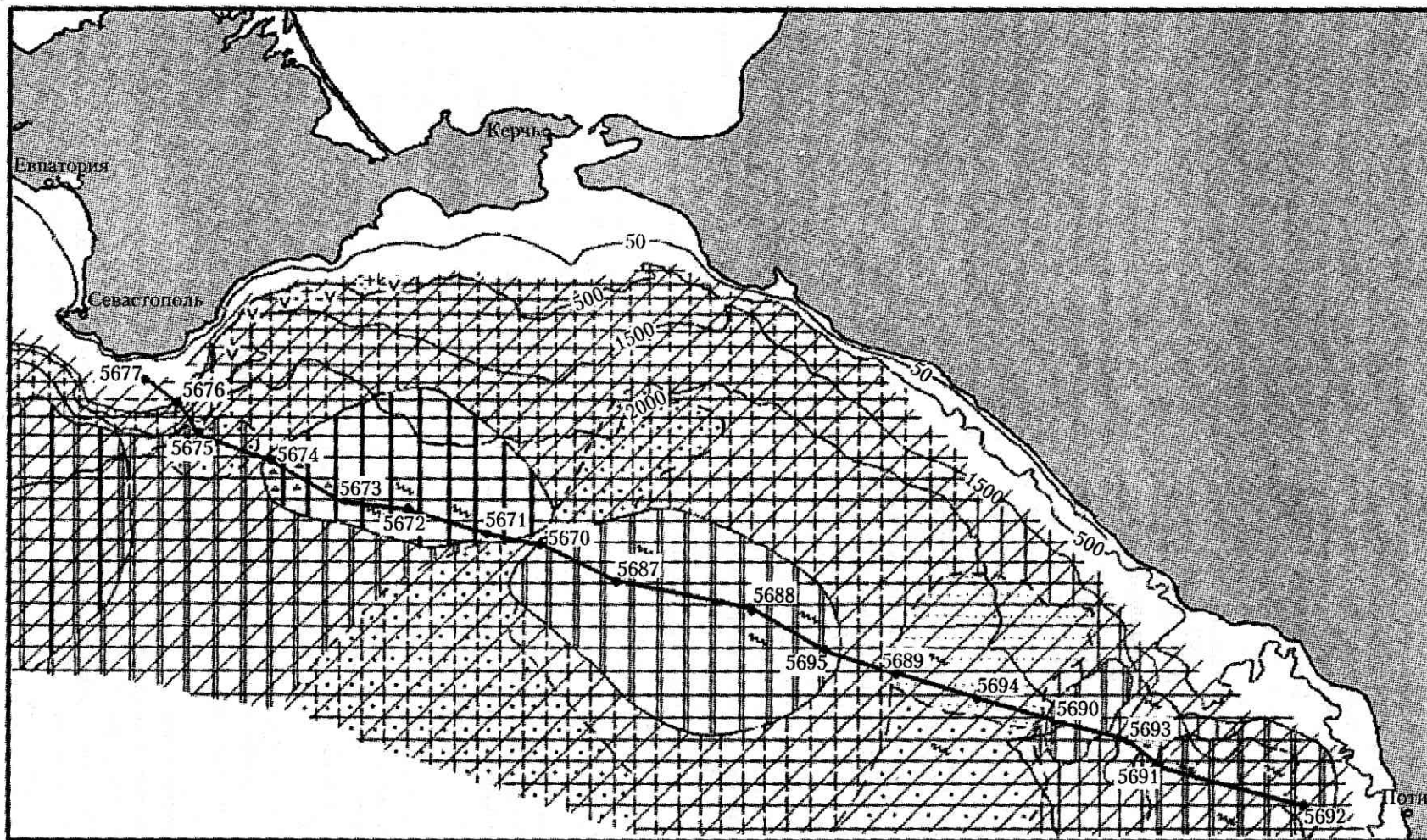


Рис. 2. Схематическая литологическая карта донных отложений Черного моря в полосе трассы опико-волоконной связи на участке Севастополь–Поти
Усл. обозн. см. на рис. 1.

ляется стратиграфическая схема А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова, которая чаще используется на практике (проведение геологического картирования, инженерно-геологических изысканий и других гидротехнических работ).

Участок линии связи Севастополь–Евпатория приурочен к шельфу Юго-Западного Крыма. Здесь выполнено пять станций на глубинах моря от 121 до 17 м. Наибольшая длина колонки до 335 см пройдена на ст. 5597 (глубина моря 62 м). Колонка представлена по всей длине фазеолиновым илом с руководящей фауной *Modiola phaseolina*. На других станциях и соответственно на больших глубинах под фазеолиновым илом залегает мидиевый ил (с фауной *Mytilus galloprovincialis*) мощностью от 10 до 90 см и более, а еще ниже под мидиевым илом – ил с фауной *Dreissena rostriformis* мощностью до 114 см. По стратиграфической номенклатуре А. Д. Архангельского и Н. М. Страхова фазеолиновый ил относится к современным осадкам, мидиевый (древний мидиевый) ил – к древнечерноморским слоям и илы с *Dreissena rostriformis* – к новоэвксинским слоям. Разрез по пройденным станциям показан на рис. 3.

Участок Севастополь–Керчь. Здесь выполнено 26 станций на глубинах от 12 до 104 м с максимальной длиной колонки 350 см (рис. 4). На траверсах между мысами Херсонес и Айтодор пройдено пять станций на глубинах от 87 до 108 м, вскрывших стратиграфический разрез новоэвксинских, новочерноморских и современных слоев общей мощностью до 300 см, аналогичных таковым предыдущего участка Каламитского залива. И только по ст. 5601 (глубина моря 365 м) колонкой длиной 150 см вскрыт совершенно иной разрез, представленный в верхней части илами с включениями гидротроилита, в средней – с прослойками кокколитов, сапропелевого вещества, а в нижней части – с раковинным детритом фауны *Dreissena rostriformis*.

На участке шельфа между траверсами мыса Айтодор и г. Судак пройдено шесть станций (5609–5611, 5630–5633) на глубинах от 81 до 87 м и одна ст. 5612 на глубине 55 м. Разрез первых шести станций наибольшей длиной до 315 см представлен двумя разновидностями – фазеолиновым илом максимальной мощностью до 250 см и древним мидиевым илом до 255 см. И только на ст. 5612, глубина моря 55 м, длина колонки 260 см, выявлены отложения иного состава: в верхней части ил с редкими включениями фауны *Cardium edule*, *Mytilus galloprovincialis*, а в нижней части разреза – ил с прослоями гидротроилита.

Между Судакком и Феодосией пройдено пять станций (5634–5638) на глубинах моря от 40 до 55 м, вскрывших слой донных отложений мощностью до 350 см. В основном это мидиевые илы (современный мидиевый ил), в верхней части с преобладанием фауны *Cardium edule*, а на ст. 5638 (глубина моря 40 м), помимо фауны *Cardium edule* и *Mytilus galloprovincialis*, встречаются единичные *Paphia rugata*.

В Феодосийском заливе (ст. 5639–5641) на глубинах моря от 12 до 30 м вскрыт разрез донных отложений мощностью до 310 см. Это преимущественно илы, переходящие в заиленные ракушечники с фауной *Cardium edule*, *Mytilus galloprovincialis*, *Paphia rugata*, *Chione gallina*, а также *Chlamys glabra*, *Ostrea edulis*, *Spisula subtruncata*; причем количество фауны и ее наиболее соленолобивые виды характерны в основном для средней части разреза.

На шельфе восточной части Керченского пролива (ст. 5642–5645, глубина моря от 30 до 56 м) на глубинах от 38 до 55 м развиты илы и ракушечники с фауной *Mytilus galloprovincialis* и *Cardium edule*. На глубине 56 м (ст. 5643) в верхней части колонки пройден слой до 50 см фазеолинового ила, а ниже в интервале 50–190 см (до забоя) залегает заиленный ракушечник с фауной *Mytilus galloprovincialis*.

На ст. 5645 (глубина моря 30 м) в верхней части колонки 0,0–20 см развит заиленный ракушечник с включением раковин *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Paphia rugata*, *Cardium edule*, *Chlamys glabra*, *Caliptrea chinensis*, а ниже по разрезу в интервале 20–80 см залегает ил с той же фауной, за исключением *Ostrea edulis*.

На южном взморье Керченского пролива (ст. 5646, глубина моря 13 м) колонкой длиной до 320 см вскрыт ракушечник, состоящий из створок и обломков раковин *Cardium edule*, *Paphia rugata*, *Chione gallina*, переходящий ниже по разрезу в ил с включениями преимущественно фауны *Mytilus galloprovincialis*, *Nassa reticulata*, *Spisula subtruncata* и отдельными *Cardium edule*, *Paphia rugata*.

Участок Севастополь–Поти. На данном участке пройдено 17 станций (рис. 2) при глубине моря от 118 м (ст. 5677) в районе крымского шельфа до 839 м (ст. 5676) при переходе к подножью континентального склона и максимальной глубине 2179 м (ст. 5687) в центральной части восточной котловины Черного моря. Наибольшая длина колонок вскрытых донных отложений составила 320 см.

На ст. 5677 разрез колонки длиной 195 см

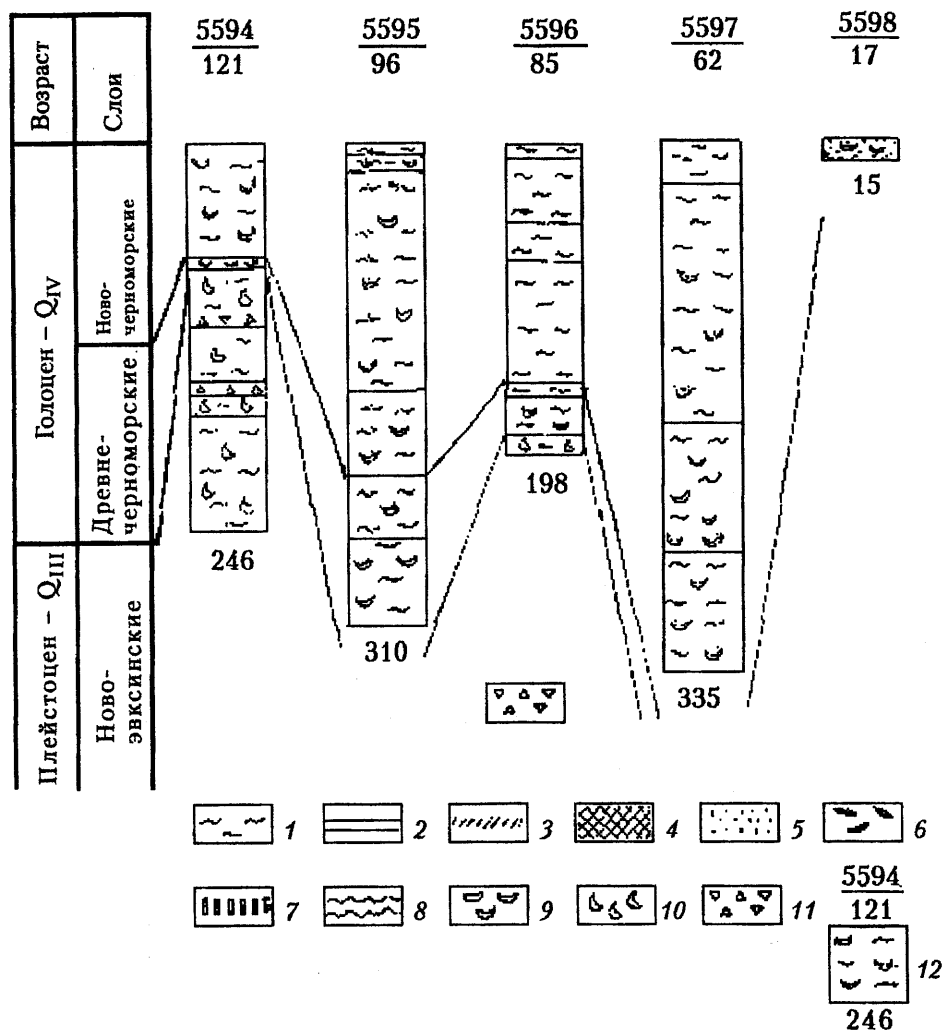


Рис. 3. Сопоставление литолого-стратиграфических колонок донных отложений по линии оптико-волоконной связи на участке Севастополь–Евпатория

1 – ил терригенный; 2 – ил кокколитовый; 3 – ил сапропелевидный; 4 – сапропель; 5 – песок; 6 – включения гидротроилита; 7 – ил черный, не гидротроилитовый; 8 – турбидит; 9 – ракуша нормально морская; 10 – ракуша пресноводно-солонатоводная; 11 – раковинный детрит; 12 – геологическая станция и ее колонка: сверху в числителе – номер станции, в знаменателе – глубина моря, м; внизу – длина колонки, см

представлен в нижней части илом с фауной *Dreissena rostriformis*, переходящим выше в древнемидиевые илы, а еще выше в фазеолиновые осадки. На ст. 5676 вскрытый слой мощностью до 40 см представлен плотным пластичным илом без фауны.

Следующие по профилю станции расположены в глубоководной части Черноморской котловины. Здесь на глубинах от 2000 м и более вскрыт слой отложений мощностью 343 см, представленный в верхней части кокколитовыми илами, переходящими ниже по разрезу в сапропели и сапропелевидные илы, которые под-

стилаются терригенными илами часто с включениями гидротроилита (рис. 5). Особенностью этих отложений является то, что среди указанных разновидностей встречаются прослои турбидитовых илов, широко распространенные на юго-восточном континентальном склоне, прилегающем к Кавказскому горному сооружению (ст. 5692).

В литолого-стратиграфическом отношении сводный разрез глубоководных донных осадков Черного моря, по литературным и нашим исследованиям [13], следующий (сверху вниз):

1. Современный слой осадков (комплекс I)

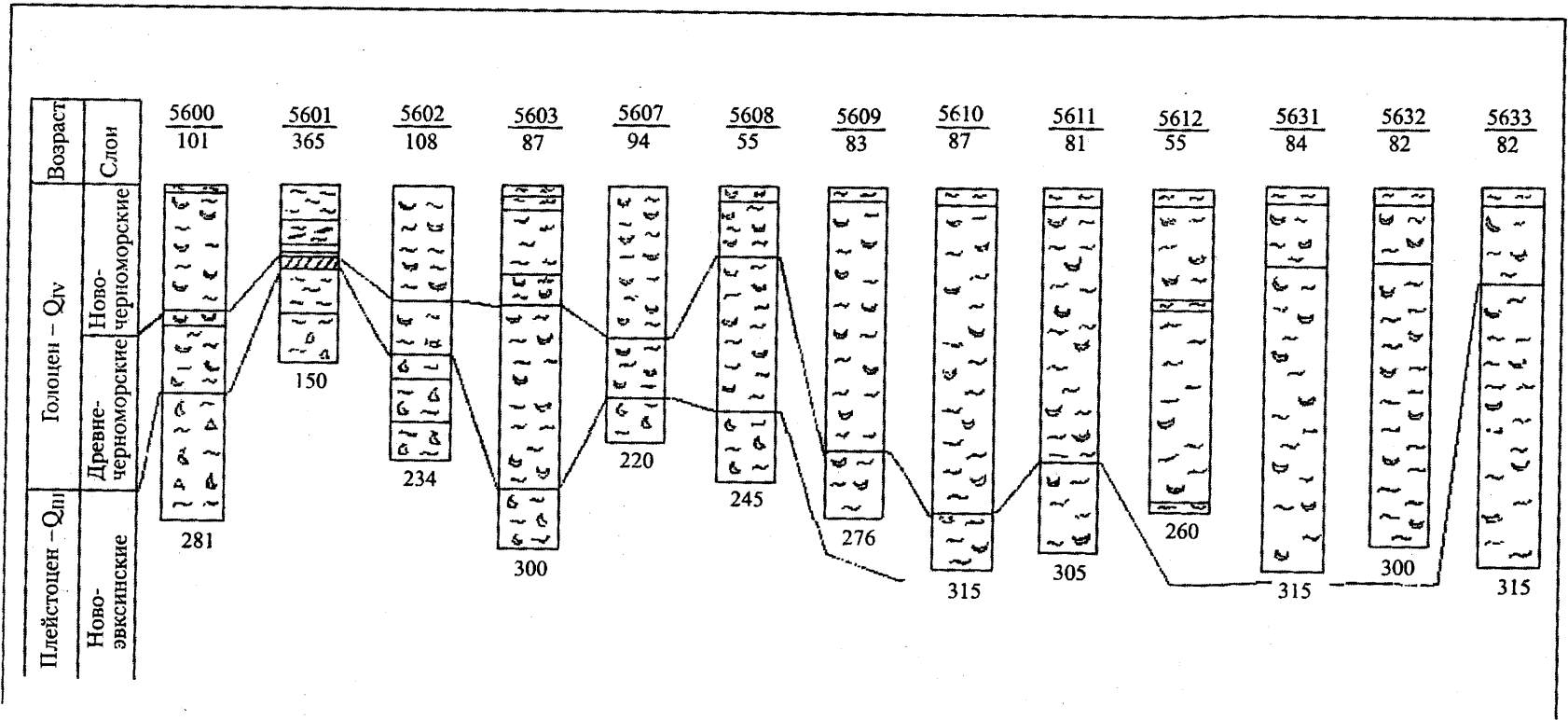


Рис. 4. Сопоставление литолого-стратиграфических колонок донных отложений по линии оптико-волоконной связи на участке Севастополь-Керченский пролив
Усл. обозн. см. на рис. 3

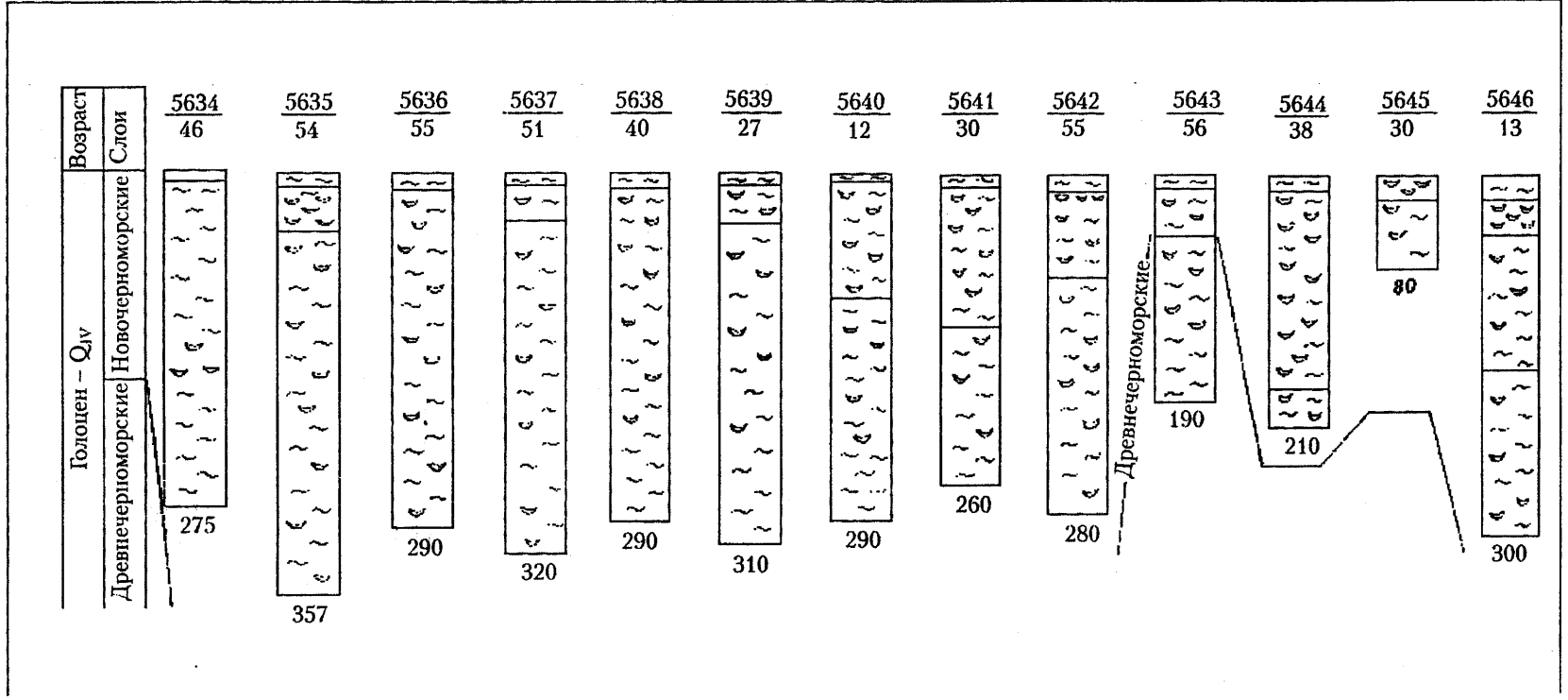


Рис. 4. Сопоставление литолого-стратиграфических колонок донных отложений по линии оптоволоконной связи на участке Севастополь-Керченский пролив (окончание)

Усл. обозн. см. на рис. 3

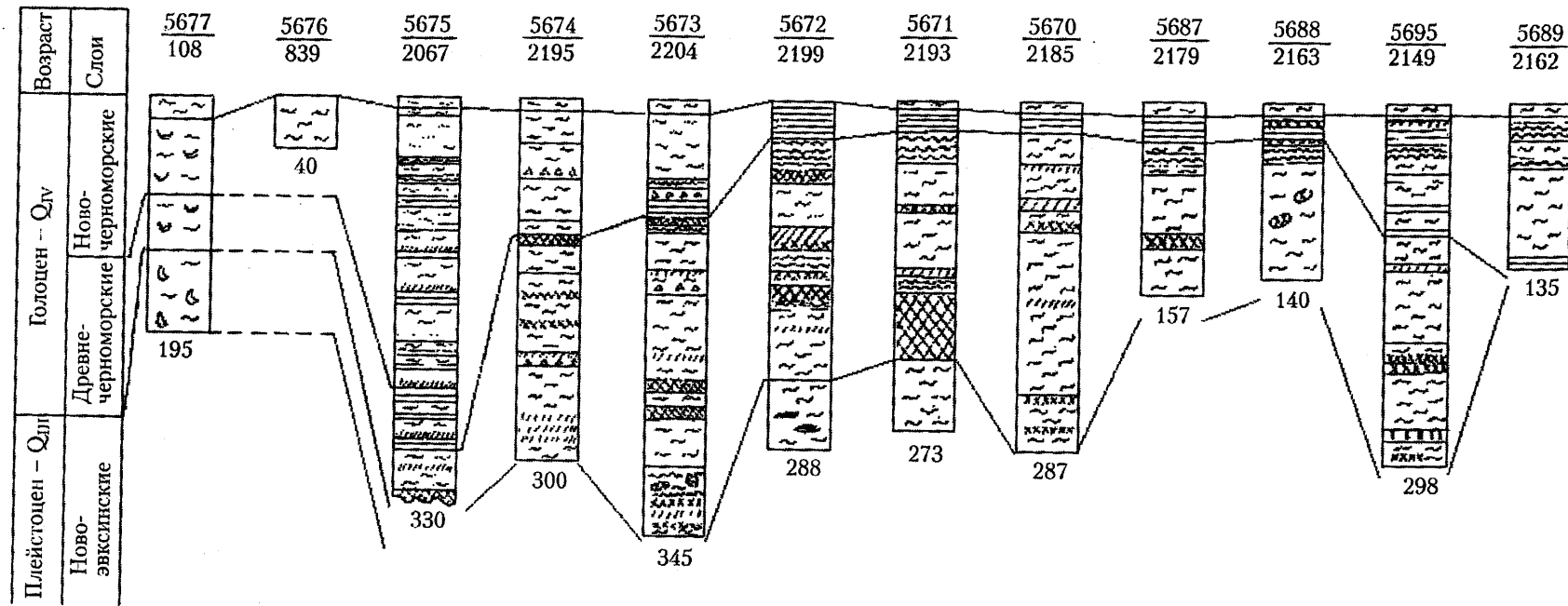


Рис. 5. Сопоставление литолого-стратиграфических колонок донных отложений Черного моря по линии оптоволоконной связи на участке Севастополь-Поти

Усл. обозн. см. на рис. 3

осадков представлен тремя пачками. Верхняя пачка сложена известковистыми светло-серыми илами мощностью до 0,40 м. Вверху на границе с сапропелевым горизонтом часто отмечается турбидитовый прослой. Такой же прослой (до 0,1–0,11 м) встречен и на нижней границе этих илов. В отдельных случаях в толще этой пачки отмечаются линзы зеленоватого песка.

Ниже расположена пачка терригенных пелитовых илов, пластичных, голубовато-серых с примазками и прослоями гидротроилита в нижней части. Иногда в толще этой пачки присутствует турбидитовый горизонт (до 0,12 м), в основании которого залегают прослои мелкозернистого песка, сменяющегося кверху илистыми осадками, а также включения плотной желтовато-бурой глины.

Самая нижняя из вскрытых в районе пачек новоэвксинского возраста представлена черными гидротроилитовыми илами, иногда с небольшими прослоями терригенного голубовато-серого ила.

Изотопный возраст комплекса I – кокколитоидного слоя составляет 2,9 тыс. лет.

По данным Ф. А. Щербакова [25], изотопный возраст низов древнего мидиевого ила (переходные слои, согласно А. Д. Архангельскому, Н. М. Страхову [2], бугазско-витязевские слои, по Л. А. Невесской [15], мощность которых не превышает 30 см) на крымском шельфе составляет (6840 ± 140) лет. На болгарском шельфе Черного моря возраст этих же слоев колеблется от 6800 до 6890 лет [6].

Изотопный возраст подошвы фазеолиновых илов, согласно данным работы [6], колеблется от 3400 до 4020 лет. В то же время средний возраст верхней части новоэвксинских отложений на крымском шельфе, по Ф. А. Щербакову, равен (8550 ± 130) лет.

Эти значения изотопного возраста близки к величине возрастных границ, разделяющих три основных литостратиграфических комплекса, приведенных в работе Д. Роса [17].

Литология. Участок Севастополь–Евпатория. Линия предполагаемой прокладки кабеля проходит на участке шельфа к западу от Крымского п-ова на долготе г. Евпатория, примыкая к Каламитскому заливу на севере и к Севастопольской бухте на юге (рис. 1).

Берег северной части Каламитского залива непосредственно у г. Евпатория сложен коренными выходами неогеновых известняков. Вдоль восточного берега залива развита полоса песков, главным образом вблизи устьев рек Бельбек,

Каца, Альма, Черная. Зона развития песков на юге участка ограничена 10-метровой изобатой, а в пределах Каламитского залива опускается до изобат 30–50 м.

Пески залегают на коренных неогеновых известняках, образующих значительный по площади бенч [24], и протягиваются узкой полосой до 10-метровой изобаты на подводном продолжении Альминской впадины. Образована эта полоса продуктами выноса рек Черная, Бельбек, Каца и Альма.

Пески в основном среднезернистые (фракция 0,5–0,25 мм составляет 60%) до мелкозернистых (преобладает фракция 0,25–0,1 мм). Минералогически пески представлены карбонатами (обломки раковин), кварцем, полевыми шпатами, гидрогетитом, марказитом, пироксенами, гранатом, амфиболами [24]. Глубже 10-метровой изобаты развиты главным образом алевритовые илы, залегающие на основной площади залива в виде довольно однородного слоя осадков. По данным Е. Ф. Шнюкова и др. [24], среди песчано-алевритовых частиц в легких фракциях преобладают кальцит, кварц, полевые шпаты, мусковит. Содержание тяжелых фракций незначительно. Представлены они марказитом, гидрогетитом, единичными зернами рутила, ильменита и циркона. Глинистая составляющая сложена каолинитом, иллитом, монтмориллонитом, хлоритом и гидрослюдами.

Учитывая относительно хорошую геологическую изученность Каламитского залива и прилегающей к Севастопольской бухте акватории, была запланирована постановка пяти геологических станций (5594–5598). Глубины моря в местах проходки колонок донных осадков изменялись по профилю Севастополь–Евпатория соответственно так: 121,0–96,0 м, 121,0–85,0 м, 121,0–62,0 м и 121,0–17,0 м.

В разрезе колонок выделяется тонкий (5 см) поверхностный слой осадков – пелитовые, алеврито-пелитовые илы и алевриты. Терригенная составляющая сложена тонким раковинным детритом (до 80%) и обломками кварца, полевого шпата, плагиоклаза. Слой водонасыщен, значительная его часть растекается по лотку.

Ниже по разрезу плотность илов увеличивается. Они слаботекучей консистенции. Прослеживаются такие илы до глубины от 20 (ст. 5595) до 60 см (ст. 5594) ниже поверхности дна, содержат значительное количество целых раковин и детритуса. Наблюдается постепенное уплотнение илов до плотнопластичных, с многочисленными целыми раковинками и их об-

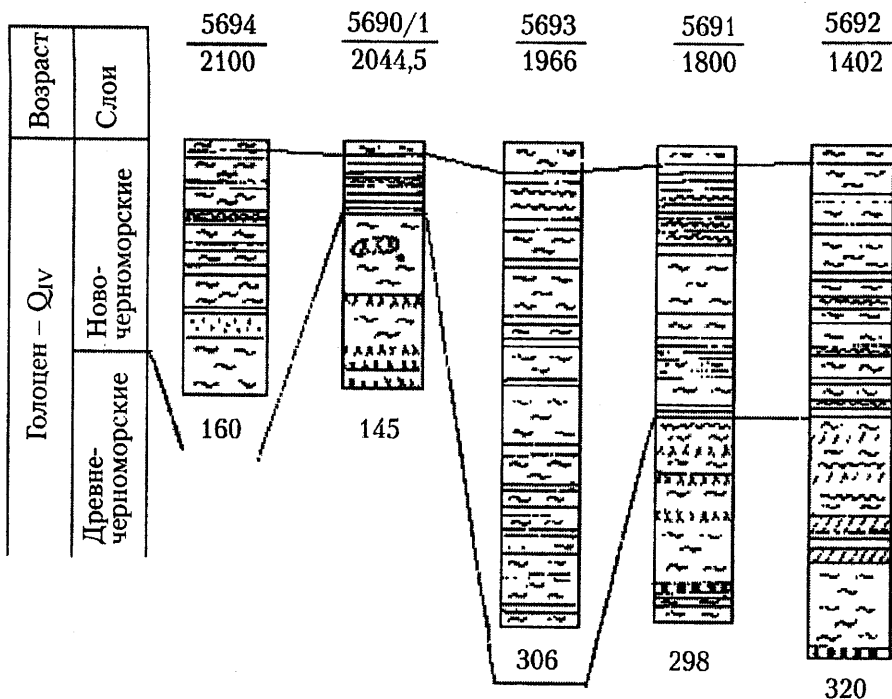


Рис. 5. Сопоставление литолого-стратиграфических колонок донных отложений Черного моря по линии оптико-волоконной связи на участке Севастополь–Поти (окончание)

Усл. обозн. см. на рис. 3

представляет собой поверхностный слой осадков мощностью до 1 м (максимальная мощность – 1,09 м), состоящий из чередования тончайших прослоев (0,5–3 мм) илистого материала с включением кокколитов *Emiliania huxleyi*. В толще кокколитовых илов встречаются прослойки турбидитового ила. Микрофаунистические остатки в кокколитовом комплексе представлены немногочисленными фораминиферами: *Ammonia parasovica* S t s c h e d r. et M a y e r, *Elfidium ponticum* D o l g o p. et P a u l i, *Cribolephidium roeyanum* (O r b.) и остракодами.

2. Древнечерноморские осадки (комплекс II) характеризуются повышенным количеством органического вещества, главным образом за счет маркирующего сапропелевого прослоя. Рассматриваемая литостратиграфическая единица состоит из трех пачек: верхней переходной глинисто-сапропелевой, собственно сапропелевой и нижней переходной, обогащенной органическим веществом.

Верхний переходной слой представлен мягкопластичными серыми, а в местах скопления сапропелевого материала – бурыми микрослоистыми илами. Мощность этой пачки составляет около 0,20 м (максимальная – 0,60 м).

Верхняя граница комплекса фиксируется четко, почти постоянно в его кровле присутст-

вуют турбидито-глинистые прослои. При этом на отдельных участках отмечается полный размыв слоя сапропеля с образованием сапропелевой брекчии, обломков плотной глины и прослоев песка.

Средняя пачка представлена маркирующим прослоем, характерным для отложений глубоководной части Черного моря, который сложен однородным, плотным, резиноподобным, оливково-зеленым до черного сапропелем. Его мощность в среднем составляет 0,40–0,50 м, при максимальном значении 0,80 м. В нижней части пачки происходит разубоживание сапропелевого вещества с образованием его микропрослоев, чередующихся с глинистыми и хемогенными карбонатными (арагонитовыми) прослойками. Верхняя граница этой пачки постепенная, а нижняя отчетливая.

Нижняя пачка комплекса II представлена пелитовым темно-серым с зеленоватым оттенком илом, для которого характерно повышенное содержание органического вещества, что отличает его от нижележащих известковистых и терригенных илов. При этом они часто разделены и прослоем турбидита.

3. Новозвксинские осадки (комплекс III) вскрыты не на полную мощность (до 3 м от их кровли). Вскрытый разрез новозвксинских

ломками. Цвет илов по всему профилю серый, с зеленым оттенком различной интенсивности. Максимально прослеженная мощность илов – до 3,10 м (ст. 5595). Таким образом, на профиле между ст. 5594–5597 кабель будет проложен по жидким и слаботекучим илам. На ст. 5598 ударная трубка, судя по косвенным признакам, попала в пески, которые прослеживаются до г. Евпатория. По этим пескам и пройдет трасса.

На участке Севастополь–Керчь исследования проведены на 26 станциях, которые находятся на глубинах, наиболее благоприятных для закладки кабеля, в частности вдоль крымского шельфа на глубинах 80–100 м и вдоль Керченского п-ова – на глубинах 13–56 м. Этот участок шельфа Черного моря характеризуется сложным геологическим строением и активными литодинамическими процессами. Сюда входит целый комплекс факторов – вдольбереговые потоки наносов, активная абразия берегов, включающая оползневые явления, вынос терригенного материала по многочисленным каньонам, нарушения природного равновесия пляжевых отложений вследствие хозяйственной деятельности и т.д. Все это накладывает отпечаток на состав, характер и скорость осадконакопления в зоне шельфа и на континентальном склоне. С учетом отмеченного, считаем целесообразным разбить трассу на несколько районов:

Севастополь–Судак (ст. 5600–5612, 5631–5635), *Феодосийский залив* (ст. 5636–5640), *шельф Керченского п-ова* (ст. 5641–5644) и *Керченский пролив* (ст. 5645, 5646).

Шельф и континентальный склон этой части Крыма представляет собой нестабильную зону осадконакопления, что, в свою очередь, влияет на выбор наиболее оптимальной трассы для прокладки кабеля.

Поверхностный слой осадков (до 0,05–0,1 м) – текучий, водонасыщенный ил (на ст. 5601 с резким запахом сероводорода). И лишь на ст. 5607 и 5608 – ракушечник с илистым заполнителем. Такой же ракушечник отмечен на ст. 5635 в интервале 10–40 см.

Ниже по разрезу (0,10–1,0 м) залегает мягкопластичный, комковатый ил с включением раковинного материала (ст. 5600, 5609, 5611, 5612 – незначительное; ст. 5602–5608 – до 40–50%), а на ст. 5601 в интервале 0,30–0,50 м – с примазками и прослойками гидротроилита. В остальной полученной нами части разреза (1,0–2,40 м) ил также комковатый с равномерным включением раковин и детрита. Цвет серый с зеленоватыми оттенками.

На ст. 5612 в интервале 0,80–2,60 м наблюдается темно-серый пластичный с землистым изломом ил без видимой фауны моллюсков (за исключением нескольких раковин в средней части слоя), со следами ходов червей илоедов и прослойками гидротроилита.

Район Феодосийского залива характеризуется достаточно стабильным литологическим составом. Это объясняется как гидродинамическим режимом залива, так и отсутствием экстремальных поступлений крупнообломочного и тонкодисперсного материала с окружающей равнины, т. е. в осадках не обнаруживается привнос вещества из Горного Крыма.

Поверхностный слой мощностью 10 см представлен алеврито-пелитовыми, текучими, а иногда (ст. 5637) текучепластичными илами, практически без фаунистических остатков. Ниже прослеживается текучепластичный, мягкопластичный до пластичного ил с фауной, вскрытая мощность которого 260–320 см.

Донные осадки *шельфа Керченского п-ова* сложены илами от пелитовых до алеврито-пелитовых и песчанистых с большим количеством раковинного детрита (ст. 5642–5644). Как и на большинстве станций предыдущих участков, здесь прослеживается тонкий (5–10 см) верхний слой текучего ила алеврито-пелитового состава с мелкораквинным детритом.

Вскрытые ударными трубками нижезалегające пластичные илы алевритового и алеврито-пелитового состава с многочисленными целыми раковинами и их обломками достигают мощности 280 см. И лишь в разрезе колонки ст. 5643 в интервалах 50–60 и 170–190 см встречены прослойки заиленного ракушняка.

Район Керченского пролива. Поверхностный слой донных отложений юго-западной и южной частей Керченского пролива характеризуется значительным литологическим разнообразием. Участок, непосредственно прилегающий к берегу Керченского п-ова, сложен песками, распространяющимися до глубины моря 3–5 м [7]. Пески эти представлены в основном раковинным материалом, а в местах выходов киммерийских железных руд преобладают окатанные гидрогетитовые частицы. На участке пролива у оз. Тобечик преобладают кварцевые пески. В более углубленных частях пролива развиты мелкоалевритовые и алеврито-глинистые илы. Судя по литературным данным [7, 25] и результатам наших исследований, разрез современных донных осадков южной акватории Керченского пролива непостоянный. Мощность однотипных литоло-

гических прослоев здесь варьирует в широких пределах. Часто отмечаются илестые прослои, а также прослои, почти нацело сложенные раковинами моллюсков.

Нами изучены две колонки (ст. 5645, 5646). В них осадки представлены заиленными ракушечниками (ст. 5645) мощностью 20 см, которые подстилаются слоем илов (20–80 см) с многочисленной фауной. На ст. 5646 такого же типа ракушечник (15–45 см) перекрыт слоем (0,0–15 см) алеврито-пелитового окисленного ила без фауны.

Под слоем ракушечника до глубины 3,0 м залегают плотные пластичные алеврито-пелитовые илы с многочисленной фауной. Следует отметить, что этот район является сложным для прокладки кабеля, так как из-за постоянного заливания производится чистка судоходных каналов, проложенных к рыбному и торговому портам г. Керчь.

Участки Севастополь–Евпатория и Севастополь–Керчь расположены в зоне шельфа. Однако классическая литологическая зональность на северном шельфе Черного моря не выдерживается вследствие колебания глубины, наличия волновых и природных течений, вдольбереговых потоков наносов, палеоречных долин и каньонов.

Участок Севастополь–Поти. На этом участке трассы основной отрезок линии связи планируется проложить в глубоководной части моря.

Осадкообразование в глубоководной части бассейна определяется, как и в других его районах, плейстоцен-голоценовой историей его развития и связано с палеогеографической обстановкой, фаціальными условиями, источниками вещества, характером его транспортировки и отложения. Все это привело к образованию в глубоководной впадине моря глинистых, алеврито-глинистых, кокколито-илов, а также сапропелевых осадков, часто прерываемых турбидитовыми прослоями.

Учитывая относительно простой рельеф и однородный характер осадков, станции здесь были заложены на большем расстоянии друг от друга, чем на шельфовой зоне. Всего отобрано 17 станций.

Из них ст. 5677 и 5676 пройдены соответственно на шельфе (гл. 108 м) и континентальном склоне (гл. 839 м). На шельфе поверхность дна, как и почти во всех описанных выше колонках, покрыта тонким слоем жидкого ила, который подстилается мягкопластичным алеврито-пелитовым илом до глубины 1,95 м. На континен-

тальном склоне Крыма (ст. 5676) текучий ил не обнаружен, а осадки представлены плотными пластичными илами (0,0–40 см). Далее по профилю ст. 5675–5670, 5687, 5695, 5688, 5689, 5694, 5690, 5693 расположены непосредственно в глубоководной (глубже 2000 м) части Черного моря, а ст. 5691, 5692 – на южном континентальном склоне.

Осадки глубоководной впадины представлены мягко- и плотнопластичными илами, от пелитовых до алевритовых. Это кокколито-вые, гидротроилитовые, сапропелевидные илы и сапропели. Мощность всех этих разностей колеблется в широких пределах, а длина отобранных колонок в среднем составляет 3,0 м. В целом осадконакопление, судя по изученным разрезам, в глубоководной части происходило неравномерно, о чем свидетельствуют изменение мощности отдельных литологических разностей и наличие на различных уровнях турбидитовых прослоев (рис. 5).

Ст. 5691 и 5692 заложены у подножья континентального склона Кавказа соответственно на глубинах 1800 и 1402 м. В колонке ст. 5691 поверхностный слой (0,0–62 см) представлен кокколито-вым илом с прослойками турбидита. Выше по склону (ст. 5692, гл. 1402 м) турбидитовый прослой в верхней части разреза не отмечается, в то время как в интервале 0,80–3,20 м наблюдается чередование многочисленных турбидитовых и кокколито-вых прослоев.

Таким образом, в изученной нами глубоководной части Черного моря выделяются три генетических типа осадков: терригенные, биогенные и терригенно-биогенные. Наиболее распространены терригенные илы, в свою очередь подразделяющиеся на пелитовые и алеврито-пелитовые.

Текстура осадков слоистая, иногда скрытослоистая или неслоистая, текучей или мягкой консистенции. Биогенные илы представлены кокколито-выми, сапропелевыми, сапропелевидными и сапропеле-кокколито-выми разностями.

Терригенные илы распространены не закономерно, а состав их достаточно разнообразный. Это алевритовые или алеврито-пелитовые илы с неясно выраженной слоистостью. Алевритовая составляющая представлена чешуйками слюды, органомленным детритом, пиритом, кварцем, полевыми шпатами. Залегают терригенные илы в виде линз, прослоек среди других разностей или же образуют самостоятельные горизонты различной мощности.

Кокколито-вые илы слагают верхнюю часть

колонок. Они слабо консолидированы, с четко выраженной тонкой слоистостью, которая подчеркивается чередованием светлых кокколито-вых и более темных пелитовых разностей.

Сапропелевые, а чаще *сапропелевидные илы* слоистой текстуры. Они распространены по исследуемой трассе неравномерно. Нередко образуют отдельные прослои среди терригенных, кокколитовых и гидротроилитовых илов.

Гидротроилитовые илы. К этому типу илов относятся пелитовые илы с многочисленными примазками или гнездами гидротроилита. Реже гидротроилит образует отдельные прослои. Для них характерен резкий запах сероводорода, наличие пирита и марказита. Гидротроилит образуется при взаимодействии гидроксидов железа с сероводородом и является индикатором восстановительной среды.

Гранулометрия. При гранулометрическом изучении осадков нами использовалась классификация, разработанная П. Л. Безруковым и А. П. Лисицыным [16]. Согласно этой классификации выделяются такие типы осадков: ракушечники ($Md > 1,0$ мм), пески ($Md 1,0-0,1$ мм), крупные алевриты ($Md 0,1-0,05$ мм), мелкоалевритовые илы ($Md 0,05-0,01$ мм), алеврито-пелитовые илы (содержание фракции $< 0,01$ мм – 50–70%), пелитовые илы (содержание фракции $< 0,01$ мм и более – 70%).

Однако при полевом описании применяли, как и Е. Н. Невеский [16], более простые характеристики: ил, алевритовый ил, ил с ракушкой, ракушечник. В результате лабораторных грану-

лометрических анализов состав осадков был уточнен.

Так, на участке трассы Севастополь–Евпатория в большинстве проб преобладает фракция $< 0,01$ мм, которая представлена пелитовыми и алеврито-пелитовыми илами и в процентном отношении составляет 60–80% общей массы большинства проб. По данным В. Ф. Севастьянова и И. И. Волкова [18], содержание алевритовой фракции изменяется от 26,8 до 37,23%. Несколько иной состав приводят Е. Ф. Шнюков и др. [24]. По их данным, содержание фракции $< 0,001$ мм колеблется от 21,87 до 44,8%; фракции 0,005–0,001 мм – от 8,05 до 13,85%; фракции 0,01–0,1 мм – от 17,55 до 34,11%; фракции $> 0,1$ мм – 0,33–6,21%.

В качестве примера приведем усредненные результаты гранулометрического анализа по пробам из нескольких характерных станций участка Севастополь–Керчь.

Как видим, лишь в отдельных пробах на различных интервалах преобладает фракция ракушечников ($Md > 1,0$ мм). В основном же это пелитовые илы с примесью алевритового и мелкоалевритового материала. Для всех изученных осадков характерна плохая сортировка терригенного материала.

Алевритовые осадки залегают в виде отдельных, иногда значительных по площади участков. Наиболее обширные поля алевритов наблюдаются в Феодосийском заливе. Причем для алевритовых осадков характерно высокое содержание пелитовых частиц (до 45%). Илистые

№ п/п	Интервал, м	Фракция, мм; масса, г				
		2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,01
1	0,05-0,10	4,43	2,66	3,15	2,21	1,05
2	0,15-0,20	1,46	2,67	3,01	0,93	1,99
3	0,25-0,35	16,91	8,00	7,28	1,03	0,5
4	0,40-0,45	12,6	4,03	0,20	2,01	2,45
5	0,55-0,60	1,0	2,49	2,25	0,8	2,50
6	0,80-0,85	1,65	1,83	2,23	0,85	1,66
7	1,00-1,05	0,67	1,63	3,34	1,4	2,87
8	1,15-1,20	0,8	0,97	2,04	1,66	8,92
9	1,50-1,55	0,4	0,41	1,1	0,65	9,72
10	1,65-1,70	1,83	1,01	1,49	1,12	10,32
11	1,90-1,95	11,23	1,06	1,82	1,19	8,33
12	2,05-2,10	2,21	0,96	1,21	0,79	9,86
13	2,20-2,25	0,89	0,88	2,71	2,21	8,63
14	2,25-2,30	4,53	0,86	1,98	1,2	9,23
15	2,40-2,45	4,64	1,89	2,41	1,50	7,84

Примечание: 1 – ил жидкий; 2 – ил вязкий, мягкопластичный; 3 – ракушечник заиленный; 4 – ил пластичный, с раковинами; 5 – ил пластичный; 6–8 – ил мягкопластичный; 9–10 – ил пластичный, плотный; 11 – то же, с раковинами; 12–15 – ил пластичный, плотный, с раковинами.

осадки из-за повышенного содержания раковинного детрита следует отнести к карбонатным илам. И только в Феодосийском заливе содержание глинистых частиц (<0,01 мм) достигает 80%.

Глубоководные современные осадки Черного моря, по литературным данным, представлены известково-глинистыми илами. Так, К. М. Шимкус, Е. М. Емельянов и Э. С. Тримонис [21] выделяют среди глаубоководных осадков следующие вещественно-генетические типы: терригенные слабоизвестковые (пелитовые) (10–30% CaCO₃), биогенно–терригенные известковые (пелитовые) (30–40% CaCO₃), биогенные (кокколитовые) сильноизвестковые (пелитовые) (>50% CaCO₃), обогащенные органическим веществом. По гранулометрическому составу среднее значение Md составляет 0,003 мм. Содержание фракции <0,005 мм – в пределах 60–70%. Сортированность современных осадков средняя (S=3,5).

Условия прибрежного, шельфового седиментогенеза у берегов Горного Крыма и Кавказа характеризуются значительным выносом обломочного материала по подводным долинам-каньонам в зону континентального склона и в глаубоководную впадину. В результате образуются многочисленные турбидитовые прослои, отмеченные в разрезе большинства колонок глаубоководных станций (рис. 5).

В целом, соотношение выделяемых гранулометрических типов для различных районов носит часто индивидуальный характер. Это определяется не только природной обстановкой (колебания уровня моря, влияние штормов, неотектонические процессы и др.), но и результатами хозяйственной деятельности (изменение движения вдольбереговых потоков наносов вследствие добычи песков и ракуши, зарегулированность стока рек, оползневые и обвальные процессы). Последнее особенно проявилось на участках трассы Севастополь–Евпатория и Севастополь–Керчь.

В заключение можно отметить, что формирование литолого-стратиграфических комплексов верхнего слоя шельфа и глаубоководных отложений Черноморской котловины происходило в основном в голоцене. На рубеже позднего плейстоцена и раннего голоцена Черное море находилось в состоянии регрессии, когда его уровень был на отметке –85 ÷ –90 м. В это время в глаубоководной впадине отлагались в основном терригенные илы, а в прибрежной полосе – алевриты, пески, ракушечники с фауной

Dreissena rostriformis, так называемые новоэвксинские слои. По мере поднятия в последнеиковое время уровня Мирового океана и связанного с ним Средиземного моря в Черное море, преодолев Босфорский порог, проникли нормально соленые воды, вызвав при этом сероводородное заражение придонных слоев и образование в осадках гидротроилита. Дальнейшее поднятие уровня моря и потепление климата привело к образованию специфических сапропелевых слоев, которые наиболее активно формировались во время голоценового климатического оптимума 4–6 тыс. лет назад. На шельфе в это же время отлагались древнечерноморские мидиевые илы. Последующее похолодание (3,5 тыс. лет назад) вызвало формирование переходных сапропелево-кокколитовых и более молодых, преимущественно кокколитовых осадков. Этот слой глаубоководных отложений можно сопоставить с фазеолиновыми илами, которые формировались в шельфовой зоне.

Для прокладки кабеля важным является скорость и динамика осадконакопления, которая в отдельных районах Черного моря различна [17]. Наиболее высокие скорости осадконакопления в голоцене (более 50 см/1000 и 30–50 см/1000 лет) наблюдаются на изученных участках трассы в районах, прилегающих к западной части Крыма (линия Севастополь–Евпатория), Феодосийскому заливу и к Керченскому проливу. Значительные скорости осадконакопления отмечаются также на шельфе южного берега Крыма (меридиан г. Ялта), что связано с интенсивным опусканием этого района по разломам блоков складчатого фундамента.

Установленные в голоцене заметные колебания уровня моря, достигающие амплитуды 20 м и более, вызывают на этих отметках активные движения вдольбереговых потоков наносов, часто направленных в сторону долинных понижений и верховьев каньонов. В связи с этим участки шельфа, приуроченные к указанным геоморфологическим образованиям, обычно потенциально опасны для гидротехнических сооружений.

1. Андрусов Н. И. Геологическое строение дна Керченского пролива // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1926. – Т. 34, № 3/4. – С. 294–332.
2. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – 226 с.
3. Геологические исследования НИС “Киев” в Черном море (4-й рейс). – Киев, 1996. – 234 с.

4. *Геологические* исследования НИС "Профессор Водяницкий" в Черном море (47-й рейс). – Киев, 1995. – 176 с.
5. *Геология* Черного моря (по результатам геологических и геофизических исследований 5-го рейса НИС "Киев"). – Киев, 1997. – 190 с.
6. *Геология* и гидрология западной части Черного моря. – София: Изд-во Болг. АН, 1979. – 294 с.
7. *Геология* шельфа УССР. Керченский пролив / Отв. ред. Д. Е. Макаренко. – Киев: Наук. думка, 1981. – 160 с.
8. *Геология* шельфа УССР. Литология / Отв. ред. В. И. Мельник. – Киев: Наук. думка, 1985. – 192 с.
9. *Геология* шельфа УССР. Стратиграфия / Отв. ред. Ю. В. Тесленко. – Киев: Наук. думка, 1984. – 184 с.
10. *Геохимия* позднекайнозойских отложений Черного моря / Отв. ред. Г. Н. Батурин. – М.: Наука, 1982. – 242 с.
11. *Гожик П. Ф., Шевченко А. И.* Положение и строение чаудинских отложений в стратотипическом разрезе // *Материалы по четвертич. периоду Украины: К IX конгр. INQUA.* – Киев: Наук. думка, 1974. – С. 150–160.
12. *Довгий С. А., Шнюков Е. Ф., Старостенко В. И. и др.* Геологическая оценка трассы подводного кабеля связи Севастополь–Затока. – Киев, 2002. – 220 с.
13. *Иванников А. В., Иноземцев Ю. И., Маслаков Н. А., Ступина Л. В.* Стратиграфия верхнечетвертичных отложений северо-западной части Черного моря // *Докл. НАН Украины.* – 2000. – № 6. – С. 123–128.
14. *Митропольский А. Ю., Безбородов А. А., Овсянный Е. И.* Геохимия Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1982. – 144 с.
15. *Невеская Л. А.* Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология // *Тр. Палеонтол. ин-та.* – 1965. – Вып. 105. – 395 с.
16. *Невеский Е. Н.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. – М.: Наука, 1967. – 254 с.
17. *Рос Д.* Черное море // *Геология континентальных окраин.* – М.: Мир, 1979. – Т. 3. – С. 14–28.
18. *Севастьянов В. Ф., Волков Н. Н.* Химический состав железомарганцевых конкреций Черного моря. – Докл. АН СССР. – 1966. – Т. 166, № 6. – С. 701–705.
19. *Семенов В. Н., Лупаренко А. В., Любев Ю. Б., Абашии А. А.* О наличии морских плиоценовых и плейстоценовых отложений на континентальном склоне Черного моря // *Геол. журн.* – 1982. – Т. 42, № 4. – С. 116–120.
20. *Федоров П. В.* Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 159 с.
21. *Шимкус К. М., Емельянов Е. М., Тримонис Э. С.* Донные отложения и черты позднечетвертичной истории Черного моря // *Земная кора и история развития Черноморской впадины.* – М.: Наука, 1975. – С. 84–97.
22. *Шнюков Е. Ф., Иванников А. В., Коболев В. П. и др.* Геология, геофизика и гидрография северо-запада Черного моря. – Киев, 1998. – 186 с.
23. *Шнюков Е. Ф., Огородников В. И., Ковалюх Н. Н., Маслаков Н. А.* Современные осадки и скорости осадконакопления в голоцене на черноморском шельфе УССР // *Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей: Тр. Междунар. симпоз.* – Киев: Наук. думка, 1984. – Ч. 1. – С. 122–130.
24. *Шнюков Е. Ф., Рыбалко С. И., Ломаев Н. А. и др.* Каламитское поле конкреций (материалы первого рейса НИС "Геохимик"). – Киев, 1973. – 50 с. – (Препр. ИГФМ АН УССР; 73).
25. *Щербаков Ф. А., Куртин П. Н., Забелина Э. К. и др.* Палеогеография Азово-Черноморья в позднем плейстоцене и голоцене // *Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР.* – М.: Наука, 1977. – С. 51–60.

Отд-ние мор. геологии и осадоч.
рудобразования ИПШМ НАН Украины,
Киев

Статья поступила
15.10.02