

УДК 551.351:553.078.4 (262.5)

И.А. Сучков, Н.А. Федорончук, Н.В. Тюленева

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ РАЙОНА ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ

I.A. Suchkov, N.A. Fedoronchuk, N.V. Tyuleneva

MAIN FEATURES OF RECENT SEDIMENTATION WITHIN ZMIINYI ISLAND AREA

Наведені дані вивчення гранулометричного і мінералогічного складу сучасних морських відкладів району острова Зміїний (північно-західний шельф Чорного моря). Розглянуті умови сучасного осадконакопичення даного району. Виявлені закономірності просторового розподілу літологічних типів донних відкладів, а також окремих генетичних компонентів відкладів.

Ключові слова: донні відклади, о. Зміїний, північно-західний шельф Чорного моря.

Приведены данные изучения гранулометрического и минералогического состава современных морских отложений района о. Змеиный (северо-западный шельф Черного моря). Рассмотрены условия современного осадконакопления данного района. Выявлены закономерности пространственного распределения литологических типов донных осадков, а также отдельных генетических компонентов осадков.

Ключевые слова: донные отложения, о. Змеиный, северо-западный шельф Черного моря.

Observations of granulometric and mineralogical composition of recent marine sediments within Zmiinyi Island area (North-West Black Sea shelf) are given. Recent sedimentation conditions are analyzed. Spatial distribution pattern of lithologic types and separate genetic components of bottom sediment are described.

Keywords: bottom sediments, Zmiinyi Island, North-West Black Sea shelf.

ВВЕДЕНИЕ

Район исследования расположен в пределах Дунайской терригенно-минералогической провинции северо-западного шельфа Черного моря, которая выделяется многими исследователями геологии этого региона [1, 2, 6, 11, 15].

Северо-западное Причерноморье представляет собой аллювиальную равнину, где на протяжении четвертичного периода в результате эпейрогенических и эвстатических изменений уровня моря происходило неоднократное перемывание и переотложение сформированных осадочных пород [3, 4, 7, 10, 13]. Рельеф придунайского шельфа — это измененный субаэральный доголоценовый рельеф приморской равнины, опущенный вследствие трансгрессии ниже уровня моря и частично выположенный вновь накопленными морскими осадками.

В рамках программы комплексного экологического мониторинга шельфа Черного моря, прилегающего к о. Змеиный, которая начала выполняться Одесским национальным университетом имени И.И. Мечникова в 2003 г., проводится изучение вещественного состава современных донных отложений региона.

В пределах изученного участка северо-западного шельфа Черного моря

распространены осадки различного литологического состава: ракушники, пески, алевриты, илы. Выделяются литологические зоны, сменяющие друг друга по мере удаления от берега [5]: 1) среднезернистых кварцевых песков; 2) мелкозернистых кварцевых песков; 3) алевритовых илов; 4) терригенно-биогенных образований; 5) алевритовых и пелитовых илов.

Глинистые и карбонатные илы и ракушники — наиболее типичные отложения, покрывающие область шельфа, за исключением подводных возвышенностей и прибрежных областей, где отлагается песок и раковинный детрит. Преобладает терригенное и биогенное осадконакопление [4, 13]. Наиболее значимым источником терригенного материала в данном районе является твердый сток р. Дунай.

По нашим данным, эта картина часто нарушается под влиянием разнообразных факторов: гидродинамического режима, особенностей рельефа морского дна, количества твердого стока и др. Это вызывает нарушение зональности распределения типов донных отложений. Кроме того, в донных отложениях присутствуют створки моллюсков и раковинный детрит, который приводит к загрубению размерного состава отложений.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ РАЙОНА ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ

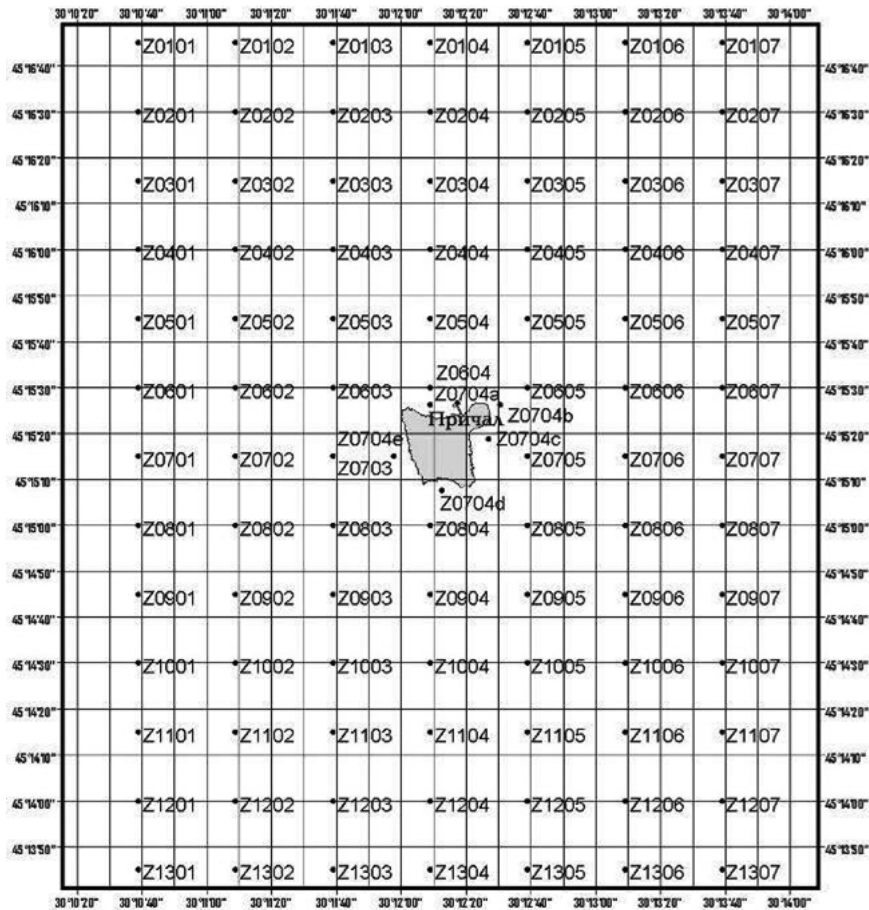


Рис. 1. Схема размещения станций опробования

РАЙОН РАБОТ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2003 г. были проведены экспедиционные работы, в ходе которых выполнялись морские геологические исследования, которые включали отбор проб донных осадков, их полевое описание. Пробы современных донных отложений были отобраны в мае-сентябре 2003 г. с борта НИС «Циклон» Дунайской гидрометобсерватории дночерпателем с площадью захвата 0,1 м². Пробы отбирали непосредственно в пределах полигона, который прилегает к о-ву Змеиный, а также в дельте и на взморье р. Дунай. Схема расположения станций опробования приведена на рис. 1.

В стационарной лаборатории проведен гранулометрический анализ донных отложений, а также выборочно минералогический анализ тяжелой фракции.

Гранулометрический анализ выполнен по стандартным методикам [8, 14], что позволило разделять пробу на 11 размерных фракций:

- псефитовые фракции с граничными размерами частиц >10 мм, 10–5 мм, 5–2 мм, 2–1 мм;

- псаммитовые фракции с граничными размерами частиц 1–0,5 мм, 0,5–0,25 мм, 0,25–0,1 мм;

- алевритовые фракции с граничными размерами частиц 0,1–0,05 мм, 0,05–0,01 мм;

- пелитовые фракции с граничными размерами частиц 0,01–0,005 мм и <0,005 мм.

Результаты гранулометрического анализа обрабатывались и интерпретировались: строились гистограммы содержаний гранулометрических фракций, кумулятивные кривые, по которым определялись гранулометрические параметры, рассчитывались коэффициенты асимметрии, степень сортировки, определялись литологические характеристики отложений.

Минералогический анализ проведен по гранулометрическим фракциям под бинокулярным микроскопом в отраженном свете. В основном выполнен анализ мелкопесчаной и крупноалевритовой фракций.

Полный полуколичественный минералогический анализ тяжелой фракции с приближенным определением минералов

проведен для некоторых мелкопесчаных и крупноалевритовых отложений. Подготовка проб включала выделение размерной фракции менее 0,5 мм (поскольку более крупные фракции в данном районе не содержат тяжелых минералов), её гравитационное обогащение, разделение в тяжелой жидкости (бромформе, $\rho = 2,87 \text{ г/см}^3$), разделение на магнитную и немагнитную фракции. Дальнейший анализ выполнен по фракциям путем подсчета зерен минералов под бинокулярным микроскопом. После этого было рассчитано содержание тяжелых минералов в донных отложениях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

По результатам полевого изучения и гранулометрического анализа проб для района шельфа, который прилегает к о-ву Змеиный, были выделены следующие литологические типы донных отложений:

- ракушники с разной долей гравийно-галечного, песчаного и пелитового материала;
- мелкозернистые пески с большим количеством раковинно-детритового материала, иногда с примесью пелита;
- алевропелитовые илы с различной долей раковинной составляющей.

Детальная гранулометрическая характеристика донных отложений района авторами опубликована ранее [9].

Все отложения района плохо сортированы, за исключением ракушников с гравием и галькой, которые распространены вокруг острова. Плохая сортировка донных отложений обуславливается наложением разнородных седиментационных процессов на этой территории.

Сравнивая современные донные отложения района о-ва Змеиный с отложениями взморья р. Дунай, можно отметить следующее.

Ракушники района острова отличаются значительным разнообразием от ракушников взморья Дуная, которые представлены лишь мелкопесчанистыми разновидностями с примесью пелита. Это можно объяснить тем, что в прибрежной зоне происходит мощное накопление мелкопесчанистого материала, который выносится Дунаем; поэтому чистых ракушечников здесь почти не встречается. Мелкий и тонкий терригенный материал выносится дальше в море и накапливается на больших глубинах, в том числе и в районе о-ва Змеиный. Гранулометрический состав

мелкопесчанистых ракушников придунайского района шельфа почти не отличается от гранулометрического состава таких же ракушников района о-ва Змеиный и включает в среднем 54% псефита, 31% псамита, 4% алеврита и 11% пелита. Степень их сортировки также близка к степени сортировки мелкопесчанистых ракушников района острова и колеблется в диапазоне So от 5,11 до 6,32.

Пески взморья р. Дунай, в отличие от песков района острова, не являются раковинно-детритовыми. Они также мелкозернистые и содержат примесь алеврита. В гранулометрическом отношении они более чем на 65% сложены псаммитом (в среднем 74%), преимущественно мелкозернистым, иногда в подчиненном количестве присутствует среднезернистый псаммит. Разновидности с примесью ракуши содержат 25% псефита, а разновидности с примесью алеврита — до 13% последнего. Такие пески содержат до 6% пелитового материала. Пески взморья имеют разные степени сортировки — от хорошей до плохой, So составляет 1,31 — 3,26.

Алевропелитовые илы взморья р. Дунай, в отличие от илов района острова, почти не содержат раковинной составляющей. Они представлены мелкоалевропелитовыми и пелито-алевритовыми разновидностями. Такие илы, в зависимости от разновидности, включают 31–60% пелита и 39–68% алеврита, в них содержится до 9% песчаного мелкозернистого материала, псефитовая размерная фракция почти отсутствует (до 0,6%). Степень сортировки таких илов всегда плохая, хотя So не превышает 4,11.

В придунайской части шельфа также встречаются плохо сортированные пелитовые илы с примесями ракуши и средне- и мелкозернистого песка, которые на 42% сложены пелитом, почти на 30% псефитом, на 21% псаммитом и до 7% алевритом. Кроме таких илов, встречаются также крупноалевритовые отложения с примесью мелкозернистого песка, содержащие около 78% алеврита и 21% псаммита, в незначительном количестве (1,5%) присутствует пелитовый материал.

Таким образом, современные донные отложения района о-ва Змеиный отличаются от более мелководной зоны этой части шельфа большим количеством биогенного материала преимущественно крупнопсефитовой разновидности, большим распространением илового

материала пелитовой размерности, резким уменьшением количества частиц алевритовой размерности и почти полным отсутствием крупно- и среднезернистого песчаного материала. Исключение составляет небольшое поле распространения продуктов разрушения пород о-ва Змеиный.

Приведенные черты полностью вписываются в общие закономерности формирования донных отложений в шельфовых зонах, которые расположены неподалеку от крупных речных дельт, таких как дельта Дуная.

Псефитовые фракции отложений представлены раковинно-детритовым материалом, и лишь вокруг о-ва Змеиный встречается кластогенный материал — обломки пород острова. Раковинная составляющая в отложениях представлена в основном целыми и измельченными створками моллюсков *Mytillus galloprovincialis*, редко встречаются *Cardium edule*, *Chione gallina* и прочие характерные для северо-западного шельфа формы.

В песчаных фракциях присутствуют как биогенные, так и терригенные компоненты. Крупно- и среднезернистые песчаные фракции в основном представлены мелким раковинным детритом, кроме небольшого поля вокруг острова, где крупно- и среднезернистый песок сложен продуктами разрушения пород острова. Более распространенный в осадках мелкозернистый песок, как и крупный алеврит, представлен терригенными компонентами.

В минералогическом отношении песчаные и алевритовые фракции представлены в основном кварцем, карбонатами, в меньшей степени полевыми шпатами, слюдами, халцедоном.

Тяжелые минералы составляют не более 1% отложений. Среди них преобладают гранаты альмандинового типа, минералы группы эпидота (преимущественно цоизит и клиноцоизит), роговая обманка и слюды; часто встречаются также ставролит, турмалин, ильменит, лейкоксен и магнетит, реже рutil, циркон, сфен, дистен, апатит [1, 2, 6, 15]; по нашим данным также обнаружен хлорит и пироксены.

Глинистые фракции сложены главным образом монтмориллонитом и каолинитом.

Анализ пространственного распределения выделенных литологических типов современных донных отложений данного района позволил установить следующие закономерности.

На подводном продолжении острова с глубинами 12–15 м обломочный и раковинный

материал практически не задерживается и сносятся на большие глубины. Этому, очевидно, оказывает содействие интенсивная волновая гидродинамика неглубокой зоны вокруг острова, в особенности в штормовые периоды, поскольку остров находится в открытом море. Накопление осадочного материала начинается с глубин более 15 м, где, по данным В.П. Зенковича [3], в Черном море прекращается влияние волновых процессов (в период штормов — 15–20 м). В целом, глубины моря в пределах исследуемого полигона достигают 37 м.

По данным гранулометрического и минералогического анализов нами построена схема распространения по площади полигона литологических типов донных отложений (рис. 2).

Большая часть района, за исключением небольших участков на севере и востоке и двух маленьких участков неподалеку от острова, сложена цельными и детритовыми ракушками с разной долей гравийно-галечного, песчаного и пелитового материала. Такие ракушки распространены на разных глубинах начиная с 26 м.

Меньшие глубины в пределах полигона представляют собой подводное продолжение о-ва Змеиный. Здесь развиты ракушки с продуктами разрушения коренных пород острова — щебнем, гравием и галькой, а с западной стороны — с примесью разнозернистого песка, преимущественно крупно- и среднезернистого. Залегают эти отложения на глубинах от 13 до 34 м. Поле таких ракушников по форме приблизительно повторяет контуры острова.

Среди ракушников, кроме указанных, основными литологическими разновидностями являются ракушки мелкопесчаные и ракушки с примесями мелкозернистого песка и пелита.

Мелкопесчаные ракушки встречаются на глубинах моря 30–35,5 м. и распространены двумя полями. Одно занимает северную периферию полигона, в восточной части примыкает к северо-восточному флангу подводного продолжения острова. Большая часть мелкопесчаных ракушников этого поля не имеет других примесей.

Другое поле начинается от северо-западного подводного окончания острова и далее протягивается на юго-запад через всю территорию полигона. В пределах этого поля везде присутствует примесь пелитового материала (от 10 до 30%).

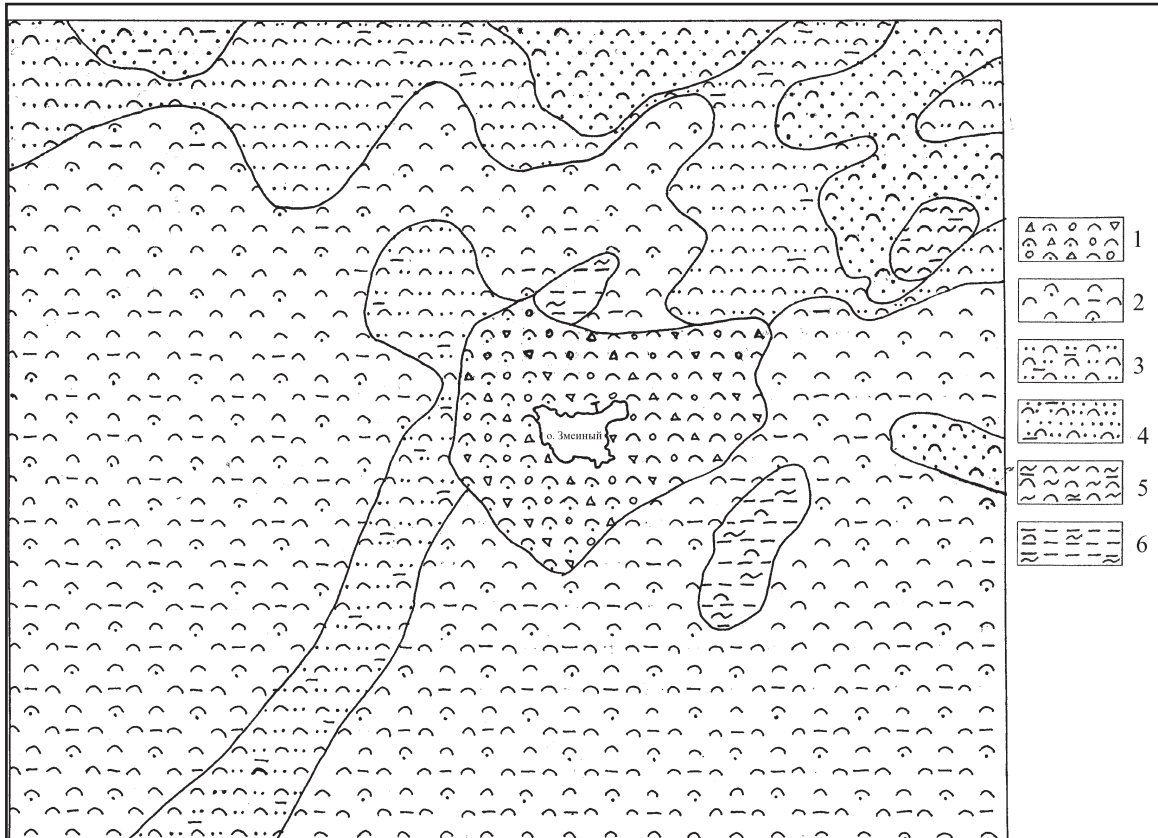


Рис. 2. Литологическая схема современных донных отложений района о-ва Змеиный

1 — ракушники с гравием и галькой, реже с примесью разнозернистого песка; 2 — ракушники с примесью мелкозернистого песка и пелита; 3 — ракушники мелкопесчанистые с примесью пелита; 4 — пески мелкозернистые, раковинно-детритовые с примесью пелита; 5 — илы крупноалевритовые, раковинные с примесью пелита; 6 — илы пелитовые с примесью алеврита, редко с ракушей

Остальные ракушники представлены разновидностями с примесью мелкозернистого песка и пелита. Территориально такие ракушники занимают площади севернее подводного продолжения острова, на западе и юго-востоке района. По площади распространения они преобладают над остальными литологическими типами современных донных отложений и распространены на глубинах свыше 26 м.

Мелкозернистые раковинно-детритовые пески встречаются на глубинах 32–34 м и составляют небольшие поля по периферии полигона на севере, северо-востоке и востоке. На северо-западе такие пески имеют примесь пелита.

Алевропелитовые илы образуют небольшие поля в наиболее глубоких частях района. Представлены они крупноалевритовыми и пелитовыми разновидностями с разной долей раковинного материала и без него.

Крупноалевритовый раковинный ил встречается в одном месте района — на северо-востоке по линии простираения северо-восточного окон-

чания острова и его подводного продолжения. Он образует «окно» среди ракушечно-песчаных отложений с примесью пелита. Глубина моря составляет 32,5 м.

Пелитовые илы расположены на наибольших глубинах полигона — 36,5–37 м. Они развиты на двух небольших участках в центральной части района, вблизи о-ва Змеиный, на север и юго-восток от его подводного окончания. Эти илы содержат примеси мелкого алеврита, а на юго-восточном участке — и ракуши.

Степень сортировки донных отложений обычно плохая, за исключением зоны подводного продолжения острова, где распространены грубообломочные отложения. К такой степени сортировки приводит наложение генетически разных седиментационных процессов, каждому из которых присуще отложение материала отдельных размерных фракций в осадках. Здесь происходит биогенная седиментация, которая приводит к накоплению большого количества ракушечного и детритового материала псефитовой размерности и отложению мощных

аллювиальных выносов реки Дунай, шлейф которых протягивается на огромное расстояние от самой дельты. Кроме того, вблизи о-ва Змеиный накапливаются продукты разрушения острова в виде грубообломочного материала — щебня, гравия, гальки, а также крупного и среднезернистого песка.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Для анализа распределения вклада различных составляющих донных отложений нами построены карты распространения отдельных компонентов осадков (рис. 3, 4). Анализируя распределение по площади разных генетических компонентов донных отложений и оценивая вклад разных источников поступления осадочного материала, можно отметить следующие закономерности.

Биогенная составляющая в виде раковинно-детритового материала в отложениях присутствует везде. На большей части территории она составляет основу современных донных осадков — от 45 до 75% осадочного материала (рис. 3). Лишь на небольших полях на севере, востоке и северо-востоке она содержится в подчиненном количестве — до 45% осадочного материала. Максимумы концентрации раковинной составляющей (более 85%) свойственны зоне вокруг острова, а именно его подводному продолжению.

Терригенная составляющая донных отложений в исследуемом районе представлена галькой, гравием и грубозернистым песком близ острова, а на остальной территории полигона — мелкозернистым песком, пелитом и в незначительной степени алевритом.

Количество терригенных компонентов, поступающих вследствие разрушения коренных пород острова, имеет существенное значение на небольшом участке близ острова. На удалении от острова их содержание резко уменьшается. Обломки пород острова распространены на подводном продолжении острова и у его подножия, с северной стороны острова — до глубин приблизительно 30 м, а с южной — 34 м.

Основная часть терригенной составляющей осадочного материала поступает из двух источников питания — твердого стока р. Дунай и размыва позднечетвертичных прибрежно-морских отложений [2].

Поскольку терригенная составляющая в донных отложениях района находится в подчиненном количестве вследствие наложения мощной биогенной седиментации, мы предприняли попытку проанализировать распределение по площади размерных фракций осадков, исключив раковинную составляющую, т.е. пересчитав результаты гранулометрического анализа на три компонента — псаммит, алеврит и пелит (рис. 4).

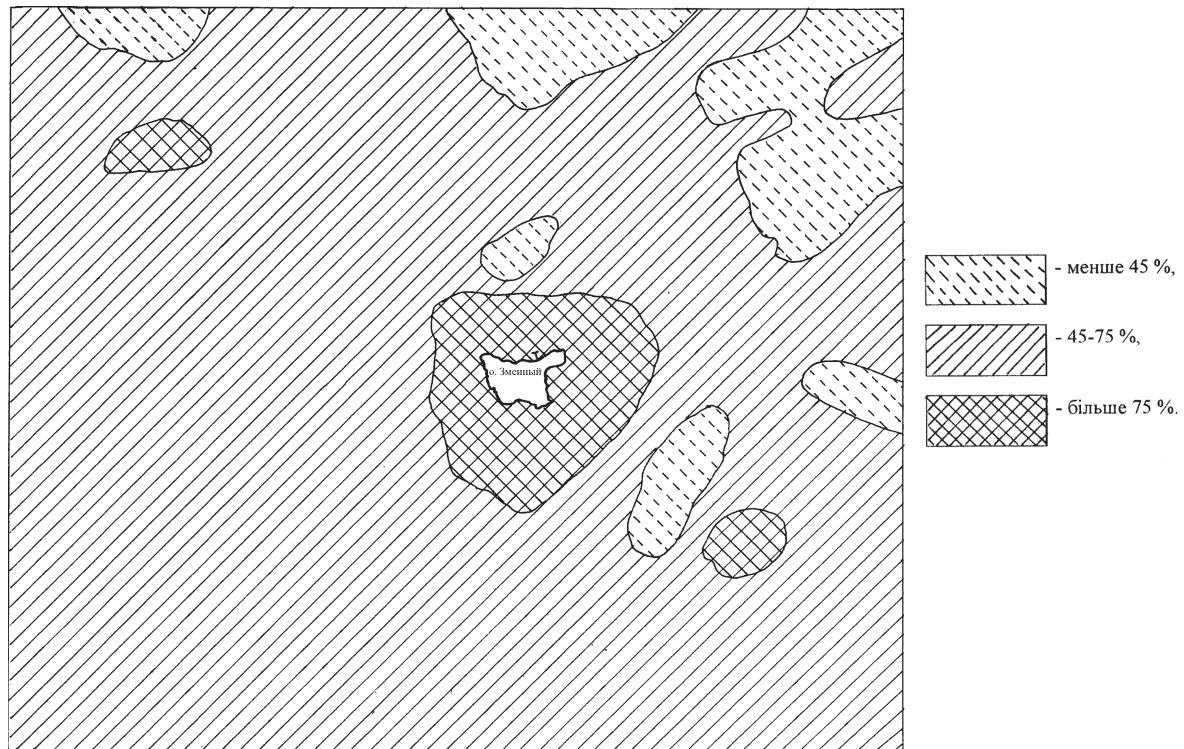


Рис. 3. Содержание раковинной составляющей в донных отложениях района о-ва Змеиный.

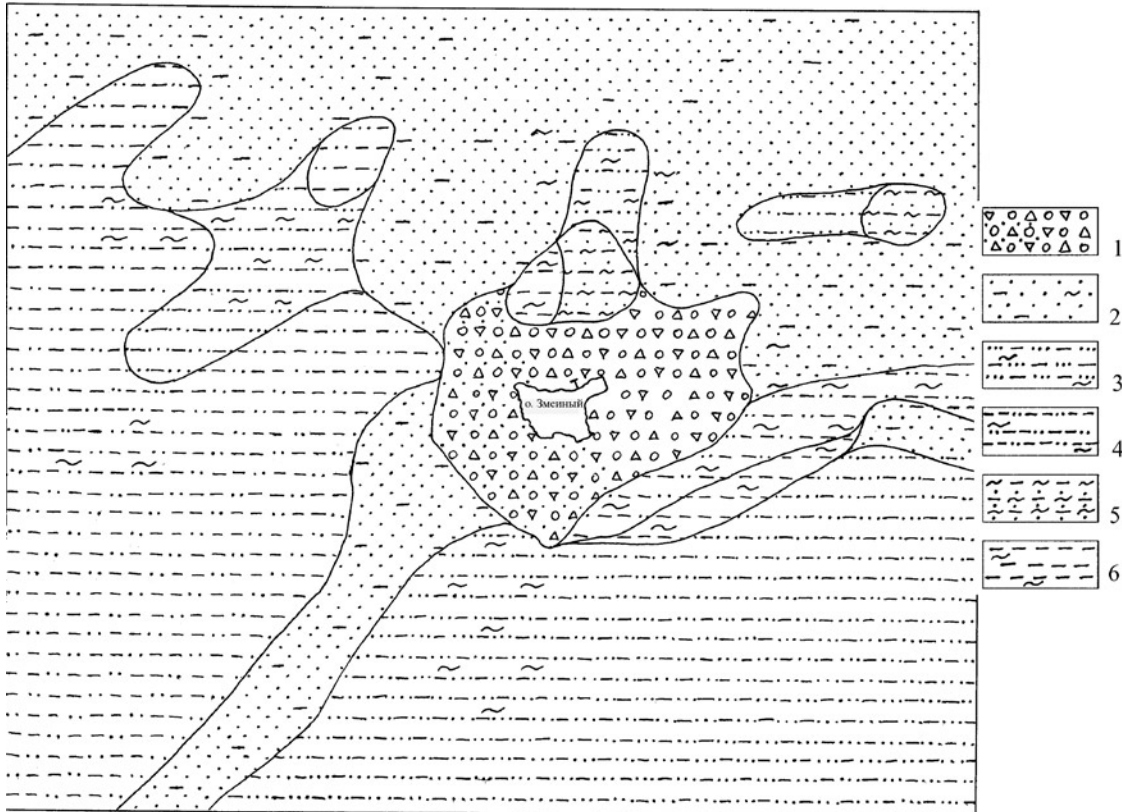


Рис. 4. Схема распределения размерных фракций донных отложений (без учета раковинной составляющей) в районе о-ва Змеиный

1 — гравийно-галечные отложения с примесью разнозернистого песка; 2 — песчаные мелкозернистые осадки с примесью пелита и алеврита; 3 — песчаные мелкозернистые илистые отложения с примесью алеврита; 4 — илы пелитовые мелкопесчаные с примесью алеврита; 5 — илы алевропелитовые с примесью мелкозернистого песка; 6 — илы пелитовые с примесью алеврита

Анализ полученных в результате этого данных показал следующее.

Средне- и крупнозернистый песок присутствует лишь в границах поля грубообломочных отложений на подводном продолжении острова и на его подножии. Его источником, безусловно, являются коренные породы острова, подвергающиеся разрушению под влиянием морской абразии.

Мелкозернистый песок, в существенном количестве присутствует в отложениях почти везде. В северной, восточной и юго-восточной частях района он формирует основу терригенной составляющей в отложениях, а в западной и юго-западной находится в подчиненном количестве.

Мелкозернистый песок этого района может быть как продуктом размыва поздне-четвертичных прибрежно-морских отложений, так и поступать с твердым стоком р. Дунай вследствие сальтации.

Об этих источниках поступления свидетельствуют выделенные терригенно-минералогические ассоциации — ассоциация ду-

найского выноса с характерным набором минералов (слюды, хлорит, амфиболы, цоизит, клиноцоизит, плагиоклазы, обломки пород) и ассоциация, присущая прибрежно-морским четвертичным отложениям (кварц, циркон, альмандин, ставролит, турмалин, дистен) [2]. Выделенные ассоциации более или менее разграничиваются между собой территориально: к западу от острова преобладает ассоциация дунайского выноса, а восточнее от него увеличивается количество минералов, характерных для прибрежно-морских четвертичных образований. Четкого литологического контроля между продуктами поступления материала из этих двух источников не прослеживается, хотя некоторые его черты все же намечаются. Так, шлейф почти не заиленных мелкопесчаных отложений, который протягивается от юго-западного окончания подводного продолжения острова и прослеживается через всю территорию, может быть результатом отклонения сальтационного потока выносов Дуная. Вероятно, остров создает гидродинамическую тень для

потока терригенного материала, приносимого от дельты Дуная, и в северной части полигона откладывается песчаный материал, а на юго-восток от острова — пелитовый материал.

Алевритовый материал находится в донных отложениях в виде примесей. В значимом количестве он встречается лишь на двух небольших участках алевропелитовых илистых отложений. Алевритовая составляющая, как и мелкопесчаная, является терригенной и связана с суспензионными выносами р. Дунай. Предположительно большая часть алеврита из этого района выносятся дальше на большие глубины.

Пелитовый материал формирует широкую зону заиления в южной и юго-восточной частях района. При этом в юго-восточной части он в количественном отношении преобладает над мелкопесчаной фракцией. Здесь формируются мелкопесчаные пелитовые илы. В юго-восточной части района пелит находится в подчиненном количестве по сравнению с мелкозернистым песком. Увеличение вклада пелитовой составляющей в осадках южнее острова предположительно связано с формированием «теневой» зоны за островом со спокойным гидродинамическим режимом. Присутствие в осадках пелитового материала вместе с мелкопесчаным и почти полное отсутствие при этом алеврита свидетельствует о том, что пелит является результатом сугубо морского седиментогенеза с характерным общим заилением этой части шельфа, в том числе и техногенным [13].

Таким образом, современные донные отложения шельфа, который примыкает к о-ву Змеиный, сформированы в результате наложения биогенных и терригенных процессов седиментации. Практически на всей территории района биогенные процессы преобладают, и формируются цельнораковинные и раковинно-детритовые отложения с разным количеством мелкопесчаного, пелитового, реже алевритового материала. Основными источниками поступления терригенного материала в этот район шельфа являются твердый сток р. Дунай, продукты размыва прибрежно-морских верхнечетвертичных отложений и в подчиненном значении продукты разрушения коренных пород о-ва Змеиный.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Дунайской гидрометобсерватории В.Н. Морозову и М.В. Корнилову за помощь в организации и проведении полевых работ.

1. Барковская М.Г. Терригенно-минералогические провинции приурезовой полосы и шельфа Черного моря // Проблемы геоморфологии, литологии и литодинамики шельфа. — М.: Наука, 1982. — С. 183–213.
2. Барковская М.Г. Донные осадки аванделты Дуная // Проблемы геологии шельфа.: — М.: Наука, 1975. — С. 170–174.
3. Зенкович В.П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — Т. 2. — 215 с.
4. Ионин А.С., Медведев В.С., Павлидис Ю.А. Шельф: рельеф, осадки и их формирование. — М.: Мысль, 1987, — 205 с.
5. Ищенко Л.В. Закономерности распределения донных отложений в прибрежной полосе шельфа Северо-западной части Черного моря // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. — 1970. — Вып. 4. — С. 58–64.
6. Кириченко О.Н. и др. Изучение закономерностей накопления и распределения терригенных постплиоценовых осадков шельфа Северного Черноморья в связи с постановкой поисковых работ на твердые полезные ископаемые. — Симферополь, 1975. — Т.1. — С.48–100.
7. Лонгинов В.В. Динамика береговой зоны бесприливных морей. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 182 с.
8. Петелин В.П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. — М.: Наука, 1967. — 128 с.
9. Сучков И.А., Федорончук Н.А., Шапран С.Д. Литологический состав донных отложений района о. Змеиный // Вестн. Одес. нац. ун-та. — 2005. — Т. 10. — вып. 4. Экология. — С. 100–107.
10. Сучков И.О., Федорончук Н.О., Чепіжко О.В. Палеогеоморфология і історія формування північно-західного шельфу Чорного моря // Вісник Одес. нац. ун. — 2001. — Т. 6. — Вип. 9. Геогр. та геол. науки. — С. 89–96.
11. Федорончук Н.О. Літологія донних відкладів та умови формування розсіпів на північно-західному шельфі Чорного моря: Дис. канд. геол. наук. — Одесса, 2001. — 165 с.
12. Федорончук Н.О., Сучков И.О., Резнік В.П., Иванов В.Г. Літологія донних відкладів та умови осадконакоплення на північно-західному шельфі Чорного моря // Геол. журн. — 2001. — № 3. — С. 41–52.
13. Фесюнов О.Е. Донные ландшафты северо-западного шельфа Черного моря. — Природа. — 1996, № 2, — С. 71–76.
14. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. — М.: Недра, 1975. — 304 с
15. Шнюков Е.Ф., Паланский М.Г., Иноземцев Ю.И. и др. Литолого-геохимические особенности и рудоносность донных отложений черноморского шельфа УССР. — Киев, 1979. — 322 с.
16. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — М.: Недра, 1989. — 198 с.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Одесса

Рецензент — чл.-корр. НАН Украины А.Ю. Митропольский