

УДК 551.351:574.2(582.26)+(262.5)

Н.А. Федорончук, А.А. Снигирева, И.А. Сучков

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛЯЖЕВЫХ ПЕСКОВ ОДЕССЫ, ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСКУССТВЕННОГО НАМЫВА ПЛЯЖЕЙ И ВЛИЯНИЕ НА БИОТУ

N.A. Fedoronchuk, A.A. Snigirova, I.A. Suchkov

GRAIN COMPOSITION OF THE ODESSA SAND BEACHES, ITS CHANGES AS A RESULT OF BEACH RENOURISHMENT AND INFLUENCE ON BIOTA

В 2007 г. в западной части Одесского залива был осуществлен намыв пляжевых песков. Непосредственно до намыва пляжей, через год и спустя пять лет после намыва нами проанализирован гранулометрический состав песков приурезовой части и изучено состояние микроводорослей.

Сравнение гранулометрического состава пляжевых песков до намыва и после него показало, что характерный для пляжей среднезернистый песок с примесью крупнозернистого был замещен чистым хорошо сортированным мелкозернистым песком. Спустя пять лет после намыва песка начал восстанавливаться литодинамический баланс и устанавливаться гранулометрический состав отложений, соответствующий характерным для данного берега гидродинамическим условиям.

Намыв песка повлиял на состав микроводорослей песков. Стали массово развиваться группы жгутиковых водорослей. В 2012 г. общая численность микроводорослей снизилась, что свидетельствует о восстановлении микрофлоры.

Учет гранулометрических особенностей отложений при проектировании мероприятий по развитию пляжевых зон обеспечит экономическую целесообразность и устойчивость результатов проводимых работ, а также минимизирует неблагоприятное влияние таких мероприятий на характерную литоральную биоту, что позитивно скажется на рекреационных условиях и экологическом состоянии побережий в целом.

Ключевые слова: литодинамика, пляжевые пески, гранулометрический состав, намыв песков, биота, Одесское побережье.

In order to maintain the shore protection systems of Odessa the renourishment of sand beaches in the Gulf of Odessa was organized in 2007. We analyzed the sand grain size of the splash zone at monitoring sites before the beach renourishment, in one year and 5 years after renourishment. Simultaneously, on the monitoring sites the microscopic algae were studied. The algae are indicators of the ecological state of the littoral zone.

A comparison of particle size of sand beaches before the renourishment and after showed that the median diameter of sand sediment significantly decreased, and its sorting code increased after renourishment on most sites. Median diameter decreased threefold. The medium-size sand with a dash of coarse-size sand, which is natural for Odessa coastal beaches, actually was replaced by clean well sorted fine sand. Five years after the renourishment as a result of the wave rewashing of beach sediments the grain size of the sand splash zone has changed. A huge amount of renourished sand was washed into the sea and beaches width declined sharply. The medium-grained sand began to prevail in the sediments. The content of coarse fraction increased. The median diameter of the sand increased by 1.4 times. Therefore, the lithodynamic balance began to recover. The sand grain composition of the deposits corresponding to natural hydrodynamic conditions was formed.

Sand renourishment in the Gulf of Odessa let us to investigate the response of algae community to changed habitat parameters. The beach renourishment led to higher organic matter content in the pore water, which affected taxonomical composition of microalgae. Groups of flagellates, which are capable to utilize organic matter, began to actively develop. In 2012, the total abundance of micro-algae decreases again, showing similar conditions on beaches with natural and artificial sand and indicating that the recovery of microorganisms is occurred.

Monitoring of sand grain composition changes showed that the western coast of the Gulf of Odessa is characterized by hydrodynamic processes where the medium-grained sands are persistent. The projects on beach zones development should take into account the granulometric features of the deposits on the shore that will provide the economical viability and sustainability.

Keywords: lithodynamics, beach sand, sand grain composition, renourishment, biota, Odessa coast.

ВВЕДЕНИЕ

Пляжи г. Одесса расположены в пределах Одесского залива, который характеризуется двумя типами берегов. Аккумулятивно-стабильный тип берега прослеживается в восточной части Одесского залива от обширной пересыпи Хаджибейского и Куяльницкого лиманов до мыса «Е» (с. Крыжановка). Для этой части Одесского побережья характерен естественный широкий песчаный пляж и малые глубины прибрежной части литорали. За-

падной части Одесского залива от мыса Ланжерон до мыса Большой Фонтан и западнее (до п. Черноморка включительно) свойственны абразионные берега, которые были укреплены системой берегозащитных сооружений, включающих, в том числе, и искусственно созданные в 70-х годах XX ст. песчаные пляжи.

Несмотря на существующую систему взаимно перпендикулярных волноломов и волнорезов, более чем за 30 лет намывные пляжи в Одессе

истощились, поэтому в 2007 г. с целью увеличения территории песчаных пляжей и поддержания берегозащитной системы был осуществлен повторный намыв пляжевых песков в западной части Одесского залива. Источником намываемого песка послужило месторождение песков Одесской банки, расположенное на северо-западном шельфе Черного моря.

Для естественных пляжей Одесского залива характерно преобладание среднезернистых песчаных отложений с некоторой долей раковинно-детритового материала (Лонгинов, 1963; Федорончук и др., 2001). В условиях длительного существования пляжей с характерным гранулометрическим составом сформировались устойчивые, приспособленные к сложившимся условиям, сообщества различных донных организмов, обеспечивающие нормальное функционирование экосистемы литорали.

Искусственный намыв песков более мелкой фракции привел к изменению гранулометрического состава пляжевых песков Одесского побережья, а также к изменению сообществ разных уровней: от микроскопических водорослей литорали, являющихся основой формирования первичной продукции экосистемы пляжей, до возглавляющих пищевую пирамиду прибрежной экосистемы донных рыб.

Песок является наиболее эффективным агентом очищения воды, особенно от органического загрязнения, ключевую роль в этих процессах играют микроорганизмы. Микроводоросли прибрежных экосистем принимают участие в процессах самоочищения, что особенно актуально для песчаных пляжей, представляющих собой природный фильтр. Они являются кормовой базой для бентосных организмов от простейших до рыб, индикаторами экологического состояния водоема.

Размер песчинок и формируемый ими объем порового пространства особенно важен для микро- и мейобентосных организмов (инфузорий, фораминифер, ракообразных, червей и др.). Существование тех или иных представителей этой группы напрямую зависит от размеров зерен песка, так как для них характерны выработанные в процессе эволюции приспособления к такому образу жизни. Это прежде всего мелкие размеры, удлинённая форма тела, наличие прикрепительных органов (присосок, щетинок и т.д.). Резкое изменение условий обитания, например уменьшение жизненного пространства, полностью изменяет видовое разнообразие мейобентосных организмов.

К изменению качественных характеристик субстрата очень чувствительны и большинство донных рыб, главным образом бычковых, прибрежной части Одесского залива. Это связано с их малоподвижным образом жизни, без продолжительных миграций, обитанием в основном среди валунов или в полостях берегоукрепительных сооружений. Работы по засыпке песка привели к погребению всех мест обитания бычковых рыб, что отразилось в трехкратном снижении их уловов в 2008 г. (Черникова, Заморков, 2011) и в деградации донных биоценозов. Для некоторых видов рыб, предпочитающих каменистые субстраты, отмечалось их полное исчезновение в результате берегоукрепительных работ.

Прибрежная зона представляет собой крайне чувствительную к каким-либо изменениям контактную область, где наблюдается интенсификация литодинамических, физико-химических, и как следствие, биологических процессов. Именно в зоне море – берег наиболее активно проявляются результаты изменений природных условий, здесь сосредоточены организмы, принимающие на себя «удары» как со стороны моря, так и со стороны суши, являющиеся при этом индикаторами состояния среды (Зайцев, 2008). Изменения каких-либо условий находят отклик в их биологическом разнообразии и количественных параметрах. Подходы к изучению контактных зон предполагают применение современных методов исследования, часто объединяющих различные науки, как например, геологические, гидробиологические, ботанические, зоологические.

Цель данных исследований – охарактеризовать гранулометрический состав пляжевых отложений Одесского побережья, оценить степень изменения и восстановления песчаных пляжей после проведения намыва песка, а также показать влияние изменения гранулометрического состава песка на гидробионты.

РАЙОН РАБОТ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район работ – черноморское побережье г. Одесса. **Объектом исследований** являлись пески пляжей, их гранулометрический состав и состояние гидробионтов. Применяемые **методы исследований** включали отбор проб пляжевых отложений, их гранулометрический анализ водно-ситовым методом и отмучиванием, отбор и обработка проб микроводорослей песков, а также мониторинг состояния изучаемых параметров с периодами 1 год и 4 года.

В пределах пляжей Одессы, подвергшихся намывке, нами был проанализирован грануломе-

трический состав песков приурезовой части пляжей на 13 точках мониторинга непосредственно до намыва пляжей (2007 г.), через год после намыва (2008 г.) и спустя пять лет (2012 г.). Точки мониторинга расположены на двух участках Одесского побережья – на участке от пляжа Ланжерон до Аркадии и на участке Большого Фонтана (между 10- и 14-й станциями) (рис. 1). Данные участки Одесского побережья в естественном состоянии являются абразионными, однако в настоящее время они приведены в стабильное состояние благодаря системе берегозащитных сооружений, включающих дренажные системы, вылаживание склонов, а также систему волнорезов и подводных волноломов, образующих своеобразные ванны – ловушки песка (Зелинский и др., 1978).

Для сравнения и определения характерного для данных литодинамических условий гранулометрического состава нами были опробованы и проанализированы пляжевые отложения одной из бухт абразионного участка Ланжерон – Аркадия, не подвергавшейся намыву песка.

На всех точках пробы отбирались в приурезовой части, выше заплеска спокойных волн, что позволило сравнивать параметры без учета влияния изменения гранулометрического состава песков перпендикулярно к линии берега. Такой подход к пробоотбору позволил охарактеризовать пляжевые отложения независимо от изменений, связанных с закономерными процессами сортировки осадка волнами и ветром, происходящими в направлении моря и в направлении берега от волноприбойной зоны.

Для характеристики изменения гранулометрического состава пляжевых отложений аккумулятивно-стабильных участков Одесского залива по нормали к береговой линии в районе пляжа Лузановка были отобраны семь проб по профилю длиной 25 м на всю ширину пляжа (от глубины моря 0,5 м до внутренней части пляжа). Был проанализирован их гранулометрический состав, изучены гранулометрические параметры по профилю берега.

Гранулометрический анализ выполнен в лаборатории морской геологии и геохимии Одес-



Рис. 1. Схема расположения точек мониторинга в пределах Одесского залива (а – на участке Ланжерон – Аркадия; б – на участке 10-14-й станции Большого Фонтана).

Fig. 1. Scheme of location of the monitoring points within the Gulf of Odessa (а – within the area Langeron – Arcadia, б – within the area 10-14-th station of Big Fountain).

ского национального университета имени И.И.Мечникова (ОНУ) водно-ситовым методом (Чаповский, 1975), с разделением проб на 8 размерных фракций. Параллельно изучено распределение микроводорослей песчаных субстратов в поверхностном (2 см) слое. Качественные и количественные пробы микроводорослей песков обработаны в лаборатории гидробиологической станции ОНУ, результаты анализов отражены в работах (Снигирева, Александров, 2010; Снигирева, Ковалева, 2012; Snigirova, 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гранулометрический анализ пляжевых отложений до намыва песка (2007 г.) показал, что на большинстве точек мониторинга отложения приуезовой зоны были представлены средне- и крупнозернистыми песками, часто с примесью раковинного детрита псефитовой размерности (в среднем до 22%). В составе песчаных фракций преобладал среднезернистый песок (в среднем более 40%), мелкозернистый песок в среднем составлял 23% осадка, крупнозернистый – 15%. Пески характеризовались средней и хорошей степенью

сортировки с коэффициентами от 1,23 до 1,98, в среднем 1,51. Отложения представляли собой 1-2-компонентные обломочные и органогенно-обломочные осадки, имели преимущественно одномодальное распределение гранулометрических фракций и медианный диаметр от 0,13 до 2 мм, в среднем 0,46 мм.

Участок побережья от Ланжерона до Аркадии характеризовался значительным содержанием раковинного детрита псефитовой размерности (см. таблицу, рис. 2а), медианный диаметр отложений составлял от 0,23 до 0,86 мм, осадки характеризовались средней степенью сортировки. Между 10- и 14-й станциями Большого Фонтана преобладали средне- и хорошосортированные мелко-среднезернистые пески с примесью крупнозернистого песка и раковинного детрита (см. таблицу, рис. 3а).

После намыва песка на обоих участках берега стала доминировать мелкозернистая псаммитовая фракция, так как намываемый материал представлял собой преимущественно мелкозернистый кварцевый песок Одесской банки. Спустя год после намыва пески приуезовой зоны представляли собой исключительно средне-мелкозернистые

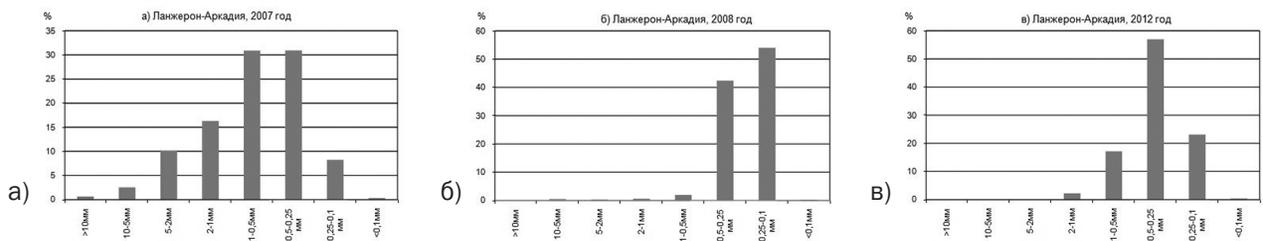


Рис. 2. Изменения содержаний гранулометрических фракций в приуезовых пляжевых отложениях Одесского побережья на участке Ланжерон – Аркадия в результате намыва песка (а – до намыва, б – спустя год после намыва, в – спустя пять лет после намыва).

Fig. 2. Changes in the contents granulometric fractions in the beach sediments of the splash zone of the Odessa coast within the area of Langeron – Arcadia as a result of renourishment of sand (а – before renourishment, б – a year after renourishment, в – five years after renourishment).

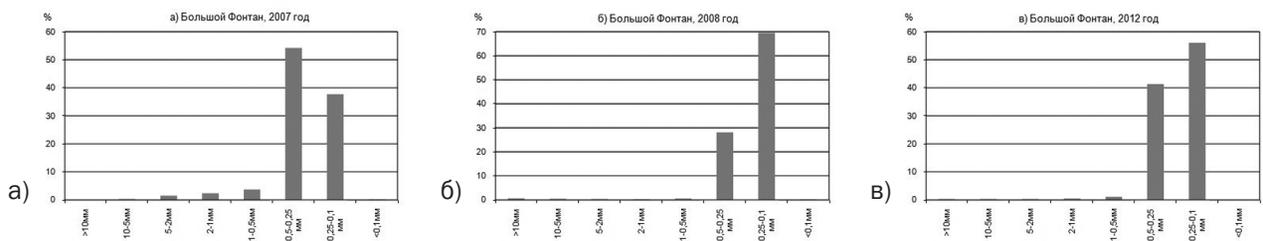


Рис. 3. Изменения содержаний гранулометрических фракций в приуезовых пляжевых отложениях Одесского побережья на участке Большой Фонтан в результате намыва песка (а – до намыва, б – спустя год после намыва, в – спустя пять лет после намыва).

Fig. 3. Changes in the contents granulometric fractions in the beach sediments of the splash zone of the Odessa coast within the area of Big Fountain as a result of renourishment of sand (а – before renourishment, б – a year after renourishment, в – five years after renourishment).

разновидности, раковинный детрит псефитовой размерности практически исчез из осадков, максимальное его содержание составляло не более 2% (в среднем – 1,75%). В составе песчаных фракций стал преобладать мелкозернистый песок (62%), среднезернистый песок составил 35% осадка, крупнозернистый – 1,5% (табл., рис. 2б, 3б). При этом осадки характеризовались высокой степенью сортировки с коэффициентами от 1,26 до 1,51, в среднем 1,37. Медианный диаметр составлял от 0,12 до 0,3 мм, в среднем 0,17 мм.

Анализ гранулометрического состава песков в тех же точках спустя еще четыре года показал, что размерность песков приурезовой части несколько изменилась. На участке Ланжерон – Аркадия в осадках стала доминировать среднепесчаная фракция, в качестве примесей появился крупнозернистый песок (табл., рис. 2в). На участке Большой Фонтан увеличилась доля среднезернистого песка, хотя по-прежнему преобладал мелкозернистый (см. таблицу, рис. 3в). В целом, по побережью отложения стали в основном мелко-среднепесчаными. Содержание раковинного детрита псефитовой размерности не увеличилось и осталось в среднем на уровне 1,7%. Однако, за это время произошло изменение в размере песчаных фракций: в осадках стал преобладать уже не мелкозернистый, а среднезернистый материал (51%), содержание мелкозернистой песчаной фракции уменьшилось до 30%, а крупнозернистой – увеличилось в среднем до 10%. Медианный диаметр возрос в среднем до 0,23 мм (минимум 0,16 мм, максимум – 0,39 мм), степень сортировки песков незначительно снизилась.

Результаты выполненного в 2012 г. гранулометрического анализа приурезовых песков одной из бухт участка Ланжерон – Аркадия, не подвергавшейся намыву, дают представления о естественном гранулометрическом составе отложений, характерном для сложившихся гидродинамических условий данного участка берега. Пляжевые отложения здесь представлены хорошо сортированным среднезернистым песком с примесями мелко- и крупнозернистого, с примесью псефита (7%), сложенного мелким гравием, мелкой галькой и раковинным детритом. Медианный диаметр составляет 0,3 мм, степень сортировки хорошая, коэффициент сортировки – 1,38. Именно такие отложения можно считать наиболее устойчивыми в сложившихся гидродинамических условиях этой части побережья.

Анализ гранулометрического состава проб пляжевых отложений соседнего аккумулятивно-

стабильного участка Одесского побережья (Лузановка) также показал в зоне заплеска волн характерное для Одесского побережья преобладание среднезернистой песчаной фракции (50%) при наличии мелкозернистой (до 30%) и крупнозернистой (14%). Медианный диаметр отложений в этой зоне составляет 0,25 мм. При этом в сторону моря и в сторону берега гранулометрические показатели закономерно меняются под действием волновых и ветровых процессов, при этом среднепесчаная размерность остается преобладающей в разных зонах пляжа, что еще раз подтверждает устойчивость в условиях Одесского побережья именно среднезернистых песков.

Результаты альгологических исследований показали изменение численности микроводорослей в зоне заплеска под влиянием намыва песка. Для прибрежных песков Одесского залива характерна разнообразная по составу и достаточно обильная по численности флора микроскопических водорослей, представленная диатомовыми, динофитовыми, криптофитовыми, зелеными водорослями и цианобактериями. Численность микроводорослей литоральных песков в период исследований колебалась в пределах 5-99 тыс. кл./см³ на изученных станциях в 2007 г., от 41 до 202 тыс. кл./см³ – в 2008 г. и от 6 до 106 тыс. кл./см³ – в 2012 г.

Численность микроводорослей на пляжах, где проводился намыв песка, в 2008 г. увеличилась в 1,5 раза (рис. 4). В 2012 г. наблюдалось снижение численности водорослей в 3 раза, что говорит о восстановлении сообщества микроводорослей прибрежных песков в связи с возвращением физических условий (гранулометрического состава песка). Изменения численности микроводорослей на пляжах с естественным песчаным субстратом наблюдались в меньшем

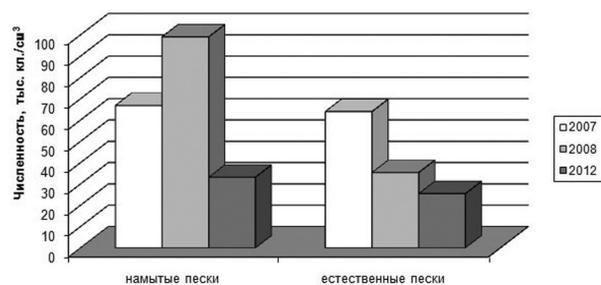


Рис. 4. Изменения численности микроводорослей в приурезовых пляжевых отложениях Одесского побережья до и после намыва песка.

Fig. 4. Changes in the number of micro-algae in the beach sediments of the splash zone of the Odessa coast before and after the renourishment of sand.

Таблица. Изменение гранулометрического состава приурезовых пляжевых отложений Одесского побережья на точках мониторинга в результате искусственного намыва песков
 Table. Changing the granulometric composition of beach sediments of the splash zone of the Odessa coast at monitoring points as a result of renourishment of sand

Год опробования	Средние содержания гранулометрических фракций, %					Медианный диаметр, мм	Коэффициент сортировки (S ₀)
	Псефит, >1 мм	Крупнозернистый песок, 1-0,5 мм	Среднезернистый песок, 0,5-0,25 мм	Мелкозернистый песок, 0,25-0,1 мм	Алеврит и пелит, <0,1 мм		
Участок Ланжерон – Аркадия							
2007 (до намыва)	29,65	30,90	30,93	8,25	0,20	0,54	1,58
2008 (один год после намыва)	1,43	1,95	42,40	54,02	0,20	0,18	1,37
2012 (пять лет после намыва)	2,32	17,16	57,01	23,15	0,36	0,27	1,43
Участок 10-14 станции Большого Фонтана							
2007 (до намыва)	4,10	3,71	54,25	37,69	0,24	0,22	1,45
2008 (один год после намыва)	1,64	0,51	28,11	69,51	0,23	0,15	1,36
2012 (пять лет после намыва)	1,32	1,09	41,36	56,06	0,16	0,16	1,44

диапазоне: от 5 до 154 тыс. кл./см³ за весь период исследований. Средние значения численности на всех изученных станциях в 2007 и 2012 гг. практически не отличаются, тогда как в 2008 г, непосредственно после работ, разнятся в три раза.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Сравнение гранулометрического состава пляжевых песков до намыва и после него показало, что на большинстве точек мониторинга после намыва песка значительно уменьшился медианный диаметр осадка и увеличилась степень его сортировки.

Резкое уменьшение размеров частиц осадка, улучшение его сортировки и исчезновение крупных частиц раковинного детрита привело к уменьшению порового пространства в осадке, являющемся средой обитания мелких животных, микроводорослей, цианобактерий и других микроорганизмов. Намыв песка вызвал гибель как организмов песков, взятых из Одесской банки, так и организмов прибрежной зоны Одесского залива, оказавшихся засыпанными грунтом. При разложении погибших организмов в воду поступило большое количество растворенного органического вещества, а в результате перемешивания осадков высвобождались биогенные элементы. Эти процессы привели к изменению трофического режима поровой и прибрежной морской воды. Известно, что микроводоросли бентоса представлены в основном фотосинтезирующими организмами и в условиях, богатых

биогенными веществами, дают вспышку численности. Кроме того, при наличии большого количества растворенного органического вещества некоторые группы автотрофов могут переходить на смешанный тип питания и утилизировать готовое органическое вещество. К таким группам относятся криптофитовые и динофитовые водоросли, численность которых увеличилась в результате намыва песка. В данном случае эти группы выступили в качестве индикаторов изменения состояния среды.

Анализ проб, отобранных на пляжах с естественным субстратом, не подвергавшийся намыву, позволил проследить уровень естественных изменений численности микроводорослей: они наблюдались в пределах 25-64 тыс. кл./см³ (рис. 4) в 2007 и 2012 гг. Разброс значений численности в 2008 г. на пляжах с намывом песка составил 41-202 тыс. кл./см³, тогда как на естественных пляжах – 5-69 тыс. кл./см³. Такие отличия и увеличение даже ниже порога значений численности в 8 раз показывают значимость изменившихся условий в результате берегоукрепительных работ. Восстановление микрофлоры и выравнивание физико-химических условий пляжевых песков наблюдается на пятый год после намыва, о чем свидетельствуют сходные значения численности в 2007 и 2012 гг. на всех исследованных пляжах (рис. 4).

Намыв мелкозернистых песков не позволил добиться устойчивых результатов в отношении увеличения ширины пляжей – большая часть пе-

ска после осенних штормов была вынесена за пределы пляжевой зоны Одессы, и территория намывных пляжей резко сократилась.

В течение пяти лет после намыва в результате волнового перемыва пляжевых отложений произошли изменения в гранулометрическом составе песков, начал восстанавливаться литодинамический баланс и устанавливаться гранулометрический состав отложений в соответствии с характерными для данного берега гидродинамическими условиями. Изменения гранулометрического состава отложений за этот период, в целом, направлены на восстановление гранулометрических параметров, а именно на увеличение размерности песка в сторону среднезернистого и на некоторое ухудшение степени сотрировки осадка.

Таким образом, изменения гранулометрического состава пляжевых отложений в результате перемыва морем намывных наносов показывают, что для берегов западной части Одесского залива в зоне системы берегозащитных сооружений характерными являются гидродинамические процессы, приводящие к накоплению среднезернистых песков, а более мелкие гранулометрические фракции являются неустойчивыми в данных условиях. На этом участке Одесского побережья среднезер-

нистый песок, во-первых, остается в пляжевой зоне и не уносится в море, а во-вторых, является более благоприятным грунтом для обитания донных гидробионтов. Наличие более крупных фракций песка обеспечивает благоприятную циркуляцию воды через песчаный фильтр пляжа, ее самоочищение посредством жизнедеятельности микроорганизмов и водорослей. Крупный песок обеспечивает достаточное жизненное пространство для ракообразных, формирует благоприятный кислородный режим, что препятствует заморным явлениям и обеспечивает достаточную кормовую базу для более крупных представителей бентоса, включая рыб.

Исходя из сказанного, при проектировании будущих мероприятий по развитию пляжевой зоны Одессы и поддержанию системы берегозащиты крайне необходимо учитывать гранулометрические особенности пляжевых отложений. Это, с одной стороны, обеспечит экономическую целесообразность и устойчивость результатов проводимых работ, а с другой – минимизирует неблагоприятное влияние проводимых мероприятий на характерную биоту зоны литорали, что позитивно скажется на рекреационных условиях Одесского побережья и экологии района в целом.

REFERENCES

Zelinsky I.P., Zayarny L.A., Kuznetsov V.P., Rozovsky L.B., 1978. General scheme of landslide and bank protection measures on the Black Sea coast of the Ukrainian SSR, Odessa, 80 p. (In Russian).

Zaitsev Yu.P., 2008. Microorganisms community of marine sandy beaches pore waters. Data and hypotheses, *Microbiology and biotechnology*, No. 2 (3), pp. 8-20. (In Russian).

Longinov V.V., 1963. The dynamics of the coastal zone of tideless seas, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow, 379 p. (In Russian).

Snigirova A.A., Alexandrov B.G., 2010. Effect of shore protection work at the Odessa Gulf coast microflora (The Black Sea), *Scientific Notes Ternopil National Pedagogical University named after V.Hnatiuk, Series: Biology. Special Issue "Hydroecology"*, No. 3 (44), pp. 253-256. (In Russian).

Snigireva A.A., Kovaleva G.V., 2012. Influence of shore protection works on change of the taxonomic composition of microalgae, Sea of Azov and the Kerch Strait pre-prolivial zone in the Black Sea: problems of management of coastal areas to ensure environmental safety and environmental management: a collection of articles (based on the Russian-Ukrainian seminar, Rostov-on-Don, 6-8 June 2011), *YuNTs RAN, Rostov n/D*, pp. 176-188. (In Russian).

Генеральная схема противооползневых и берегозащитных мероприятий на Черноморском побережье Украинской ССР / И.П.Зелинский, Л.А.Заярный, В.П.Кузнецов, Л.Б.Розовский. – Одесса, 1978. – 80 с.

Зайцев Ю.П. Сообщество микроорганизмов поровых вод песчаных пляжей Черного моря. Факты и гипотезы / Ю.П. Зайцев // *Мікробіологія та біотехнологія*. – 2008. – № 2 (3). – С. 8-20.

Лонгинов В.В. Динамика береговой зоны бесприливных морей / В.В. Лонгинов – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 379 с.

Снигирева А.А. Влияние берегоукрепительных работ на микрофлору побережья Одесского залива (Черное море) / А.А. Снигирева, Б.Г. Александров // *Наук. зап. Тернопіл. нац. пед. ун-ту ім.В.Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип. Гідроекологія*. – 2010. – № 3 (44). – С. 253-256.

Снигирева А.А. Влияние берегоукрепительных работ на изменение таксономического состава микроводорослей / А.А. Снигирева, Г.В. Ковалева // *Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в Чёрном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования: сб. ст. (по м-лам рос.-укр. семинара, Ростов-на-Дону, 6-8 июня 2011 г.) / гл. ред. акад. Г.Г. Матишов, акад. В.А. Иванов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. – С. 176-188.*

Fedoronchuk N.O., Suchkov I.O., Reznik V.P., Ivanov V.G., 2001. Lithology of bottom sediments and sedimentation conditions in the North-western Black Sea shelf", Geological Journal, No.3, pp. 41-52. (In Ukrainian).

Chapovskiy Ye.G., 1975. Laboratory jobs on the Soil and Soil Mechanics, Nedra, Moscow, pp. 304. (In Russian).

Chernykova S.Yu., Zamorov V.V., 2011. Fish fauna of the Odessa Bay (the Black Sea) in the first decades of the XXI century", Maritime Ecological Journal, No. 3, Vol. 10, pp.76-85. (In Russian).

Snigirova A., 2013. Benthic microalgae under the influence of beach nourishment in the Gulf of Odessa (the Black Sea), Botanica Lithuanica, vol. 19 (2), pp. 120-128, ISSN 2029-932X, DOI: 10.2478/botlit-2013-0015.

Федорончук Н.О. Літологія донних відкладів та умови осадконакопичення на Північно-Західному шельфі Чорного моря / Н.О. Федорончук, І.О. Сучков, В.П. Резнік, В.Г. Іванов // Геол. журн. – 2001. – № 3. – С. 41-52.

Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов / Чаповский Е.Г. – Изд. 4-е. – М.: Недра, 1975. – 304 с.

Черникова С.Ю. Ихтиофауна Одесского залива (Черное море) в первом десятилетии XXI века / С.Ю. Черникова, В.В. Заморов // Мор. экол. журн., 2011. – Т. 10, № 3. – С. 76-85.

Snigirova A. Benthic microalgae under the influence of beach nourishment in the Gulf of Odessa (the Black Sea) / Snigirova A. // Botanica Lithuanica. – 2013. – Vol. 19 (2). – P. 120-128. – DOI: 10.2478/botlit-2013-0015.

Manuscript resived 14 November 2014;
revision accepted 2 February 2015.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
Одеса, Україна;
fedoronch@gmail.com
Рецензент: О.Ю. Митропольський

Н.О. Федорончук, А.О. Снігірєва, І.О. Сучков

ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ПЛЯЖЕВИХ ПІСКІВ ОДЕСИ, ЙОГО ЗМІНИ В РЕЗУЛЬТАТІ ШТУЧНОГО НАМИВУ ПЛЯЖІВ І ВПЛИВ НА БІОТУ

У 2007 р. у західній частині Одеської затоки було здійснено намив пляжевих пісків. Безпосередньо до намиву пляжів, через рік і через п'ять років після намиву нами проаналізовано гранулометричний склад пісків приурізаної частини і вивчено стан мікроводоростей.

Порівняння гранулометричного складу пляжевих пісків до намиву і після нього показало, що характерний для пляжів середньозернистий пісок з домішкою крупнозернистого був заміщений чистим добре відсортованим дрібнозернистим піском. Через п'ять років після намиву піску почав відновлюватися літодинамічний баланс і встановлюватися гранулометричний склад відкладів, який відповідав характерним для даного берегу гідродинамічним умовам.

Намив піску вплинув на склад мікроводоростей пісків. Почали масово розвиватися групи джугтикових водоростей. У 2012 р. загальна чисельність мікроводоростей знизилася, що свідчить про відновлення мікрофлори.

Врахування гранулометричних особливостей відкладів при проектуванні заходів щодо розвитку пляжевих зон забезпечить економічну доцільність і стійкість результатів проведених робіт, а також мінімізує несприятливий вплив таких заходів на характерну літоральну біоту, що позитивно позначиться на рекреаційних умовах та екологічному стані узбереж у цілому.

Ключові слова: літодинаміка, пляжеві піски, намив пісків, гранулометричний склад, біота, Одеське узбережжя.