

УДК 911.8: 551.4

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЯЖЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КРЫМ)

*Кузнецов А.Г., Пащикова Н.Г.*

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени  
В.И.Вернадского», Симферополь, Российская Федерация  
E-mail: Kuznetsov\_geom@mail.ru, p.natali\_ledi@mail.ru*

Рассматриваются геологические особенности пляжей северо-западных берегов Тарханкутского полуострова. Обосновывается важность определения закономерностей возникновения и развития пляжей. Приводятся результаты гранулометрического анализа пляжных отложений и их минералого-петрографического состава.

**Ключевые слова:** берега, пляжи, гранулометрический анализ, минералого-петрографический состав.

### ВВЕДЕНИЕ

В современное время геологическое изучение пляжей очень актуально, в связи с тем, что пляж является лучшим средством защиты берега от его разрушения действием морских прибрежных вод.

Изучением геологического и тектонического строения, природы и условий Тарханкутского полуострова в разной степени занимались такие авторы, как Лебединский В.И., Богаец О.Т., Двойченко П.А., Коростылева П.Г., Фохт К.К., Черняк Н.Ю., Муратов М.В., Дзенс-Литовский А.И, Юдин В.В. и многие другие исследователи [1, 2, 3, 4, 5]. Однако среди всех работ, посвященных данной территории, лишь незначительная часть материала посвящена изучению возникновения и развития пляжей Тарханкутского полуострова, а так же проблеме разрушения его береговой части. Небольшие заметки, посвященные данной тематике, мы можем найти в работах Зенковича В.П., Леонтьева О.К., Юровского Ю.Г. [6, 7, 8]. Однако комплексные исследования, позволяющие сформировать представление и отобразить точные данные о геологических особенностях пляжей берегов Тарханкутского полуострова, в них не отображены.

Так как территория Тарханкутского полуострова довольно обширна, то целью статьи является рассмотрение геологических особенностей морских пляжей лишь северо-западных берегов Тарханкутского полуострова. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) определение понятия пляж и его роль в береговых процессах;
- 2) проведение геологического исследования пляжей северо-западных берегов Тарханкутского полуострова;
- 3) определение гранулометрического и минералого-петрографического состава обломочного материала пляжей Тарханкутского полуострова;
- 4) анализ полученных материалов;
- 5) определение классификации пляжей по гранулометрическому составу;
- 6) формирование соответствующих выводов.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЯЖЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КРЫМ)

---

Основными методами, используемыми для решения поставленных задач, являются литературно-аналитический, метод гранулометрического анализа пляжных отложений и их минералого-петрографического состава, различные методы обработки данных (построение циклограмм и кумулятивных кривых).

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для начала дадим характеристику пляжа. Пляж является самой распространенной аккумулятивной формой рельефа морских берегов, который состоит из морских отложений разного состава. Стадию пляжа проходит в своем развитии любая часть аккумулятивного берега [6, 7].

Существенная часть пляжа располагается выше уровня моря. Именно эту часть большинство людей и называют пляжем. На самом деле нижняя часть пляжа находится ниже среднего уровня моря и продолжается примерно до линии разбивания волн.

Средним уровнем моря пляж разделяется на подводную и надводную части, которые теснейшим образом связаны между собой как по форме профиля, так и по составу материала. В различные периоды года мощность и ширина этих частей может значительно меняться одна за счет другой. Иногда в сильные штормы вся надводная часть пляжа оказывается смытой в подводную. Вновь эта часть восстанавливается в период тихой погоды. На морских берегах, где снизу к пляжу примыкает аккумулятивная часть профиля, ее верхняя зона также принимает участие в этих изменениях; она может служить временным приемником и резервуаром мелкого обломочного материала.

Так как пляж является наиболее подвижной, быстро изменяющейся частью берега, нами было проведено геологическое исследование пляжей северо-западных берегов Тарханкутского полуострова по линии: мыс Каменный – мыс Черный – село Межводное – мыс Прибойный – мыс Тарханкут – село Оленевка – село Окуневка.

Как известно, пляжи бывают полного и неполного профиля. Пляжи с полным профилем имеют два склона, они полностью гасят энергию волн. Пляжи неполного профиля имеют один склон, который обращен к морю; они примыкают тыльной частью к береговому уступу и поэтому называются также прислоненными. Такие пляжи энергию волны гасят не полностью, и прибойный поток может достигать берегового уступа, абразировать или размывать его. Эти пляжи указывают на то, что берег является абразионным. Исследуя территорию Тарханкутского полуострова, мы определили, что берег здесь абразионный и все пляжи неполного профиля.

Верхняя граница пляжа отмечается пределом заплеска наиболее крупных штормовых волн и на берегах рассматриваемой территории эта граница совпадает с тыловым швом пляжа. На пляжах Тарханкутского полуострова угол внешнего склона пляжа непосредственно связан с характером материала: чем последний крупнее, тем пляж круче. Угол наклона песчаных пляжей –  $2.5-3^\circ$ , песчано-гравийных (песчано-галечных) –  $6-8^\circ$ , галечно-валунных –  $8-12^\circ$ .

Благодаря мощному воздействию волн и подвижности материала, внешний

склон пляжа принимает форму предельного профиля равновесия почти с той же скоростью, с какой усиливается или ослабевает волнение. Это относится к его надводной части. Площадь прислоненных тарханкутских пляжей является прямой, реже с рядом вогнутых участков.

Теперь рассмотрим гранулометрический состав пляжей северо-западных берегов Тарханкутского полуострова, для определения которого отбирались пробы отложений пляжа в четырнадцати пунктах берега. Материал брался в средней части пляжа с площади 1 м<sup>2</sup>. Затем материал тщательно перемешивали и он квартовался, а одна часть пробы оставлялась для анализа. После этого пробу взвешивали, а затем разделяли по фракциям. При помощи ситового метода, частицы диаметром до 10 мм разделялись на фракции, а более крупные – в процессе грохочения. Далее материал каждой фракции взвешивался и определялся её процент от общей массы пробы [9].

Ниже характеризуются особенности гранулометрического и минералогопетрографического состава обломочного материала пляжей Тарханкутского полуострова (Таблица 1).

Таблица 1.

Характеристика морских отложений пляжей Тарханкутского полуострова

№ пробы	Состав отложений	Ширина пляжа	Состав фракций (в мм), содержание (в %)											Минералогопетрографический состав фракции 20 - 50 мм (в %)			
			Валуны				Галька			Гравий							Песок
			200-100	100-50	50 - 20	20 - 10	10 - 7	7-5	5-3	3 -2	2-1	1 -0.25	0.25-0.1	Известняки	Песчаники	Мертели	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Гравий - галька	7			31.5	62.9	4.5	1.1							100		
2	Гравий-галька-валуны	12	7.8	3.9	62.8	22.5	2	1							85	15	
3	Песок-гравий-галька	21		0.5	1.3	1	5.7	6.9	0.9	6.5	2.7	35	39.5	45	43	12	

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЯЖЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ  
БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КРЫМ)**

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Гравий - галька	5.5		20.8	73.6	5.6								50	45	5
5	Гравий - галька	10		14.1	52.9	31.7	1.3							57	43	
6	Песок-гравий-галька	22.5		0.9	4.7	0.5	0.6	0.2	1	1.2	2.5	38.3	50.1	64	36	
7	Гравий-галька	12		10.5	57.9	21.1	10.5							36.2	33.3	30.5
8	Гравий-галька	5		9.2	72.4	18.4								38	45.7	16.3
9	Песок - гравий - галька	22.5		45.9	25.6	3.8	0.9	0.4	1.1	1.9	2.1	13.9	4.3	50.8	34.1	15.1
10	Гравий-галька	8		20.0	56.7	23.3								53	39.3	7.7
11	Песок - Гравий-галька-валуны	12	12.0	28.5	38.3	7.5	5.3	1.2	1.5	0.9	1.5	3.0	0.3	47.9	40.9	11.2
12	Песок - гравий-галька	20		14.3	31.2	26.0	2.6	0.9	1.3	0.3	1.3	20.8	1.3	50	44.9	5.1
13	Галька-валуны	12	35.0	12.5	40.0	12.5								100		
14	Песок-гравий-галька	15		0.3	1.4	2.2	2.5	3.1	5.9	7.5	5.8	29.6	40.7	56	35.8	8.2

\* Примечание: местоположения проб: 1. В 2-х км к юго-западу от м.Каменный. 2. В 200 м к северо-востоку от м. Черный. 3. Бухта Ярылгачская. 4. В 4-х км к юго-западу от с. Межводное. 5. Северо-восток п.г.т Черноморское. 6. П.г.т. Черноморское, южная часть бухты Узкая. 7. Устье балки Ожиновая. 8. Устье балки Гледовая. 9. Центральная часть бухты Кипчак. 10. Устье балки Большой Кастель. 11. Центральная часть Джангульского оползневоего побережья. 12. У с. Оленевка. 13. У м. Малый Атлеш. 14. У с. Окуневка.

Для графического изображения результатов гранулометрического анализа были использованы циклограммы и кумулятивные кривые (Рис. 1).

Кумулятивная кривая характеризует содержание в пробе зерен любого размера. Для ее построения по оси абсцисс откладывают логарифмы конечных размеров фракций, а по оси ординат отмечают проценты суммарного содержания фракций.

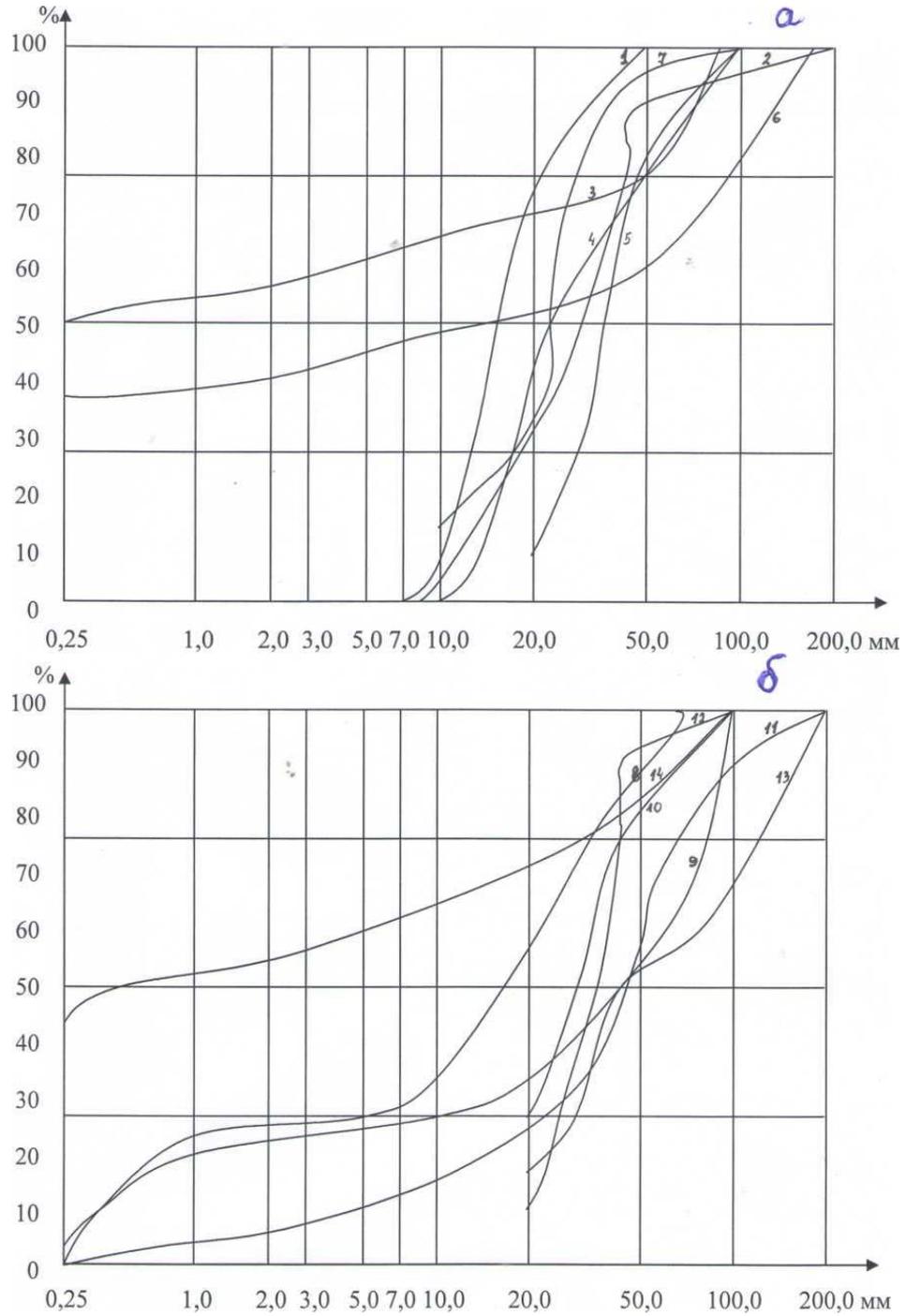


Рис. 1. Кумулятивные кривые гранулометрического состава отложений пляжей берегов Тарханкутского полуострова.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЯЖЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КРЫМ)

По кумулятивной кривой определяются: – средний размер обломков в пробе медианный диаметр (Md) и степень отсортированности – коэффициент сортировки ( $S_0$ ):  $S_0 = Q_3/Q_1$ , где  $Q_1$  и  $Q_3$  – первая и третья квантили. Md,  $Q_1$  и  $Q_3$  определяются по кумулятивной кривой, на которой они равны абсциссе, соответствующей 50, 25 и 75%.

По кумулятивным кривым установлен медианный диаметр частиц в пробах (Таблица 2).

Таблица 2.

Медианный диаметр обломков и коэффициент сортировки  
частиц проб

№ проб	Медианный диаметр Md, мм	Коэффициент сортировки, $S_0$	№ проб	Медианный диаметр Md, мм	Коэффициент сортировки, $S_0$
1	18	1.7	8	40	1.5
2	35	2.4	9	46	6.3
3	19	2.8	10	36	2.2
4	41	1.5	11	46	2.9
5	30	2.8	12	18	7.0
6	17	2.1	13	49	4.5
7	28	2.4	14	16	1.8

Все кривые по их форме можно объединить в два типа:

1. Выпукло-вогнутая форма кумулятивных кривых (№ 3,6,9,11,12,14) характерна для песчано-гравийно-галечных пляжей (Рис.1а);

2. Выпуклая форма (№ 1,2,4,5,7,8,9,13) характерна для гравийно-галечных, галечных и галечно-валунных пляжей (Рис. 1б) .

У кривых № 9,11,12 медианный диаметр обломков изменяется от 18 до 46 мм, средний размер – 37 мм, а у кривых № 1-8, 10,13,14 – от 18 до 49 мм, средний размер – 35 мм. Это свидетельствует, что для большинства пляжей Тарханкутского полуострова характерны галечники (исключение составляют лишь карманные бухты, где преобладают песчаные пляжи).

Коэффициенты сортировки у кривых № 9,11,12 изменяются от 2.9 до 7.0, средний  $S_0 = 5.4$ , а у кривых № 1-8,10,13,14 – от 1.5 до 4.5, средний  $S_0 = 2.4$ . Это свидетельствует о том, что материал галечных пляжей отсортирован лучше, чем материал песчано-гравийно-галечных.

По гранулометрическому составу пляжи были разделены на пять категорий по пятибалльной шкале, где баллы отображают степень устойчивости отложений пляжа к волнению моря (Табл. 3). Чем крупнее материал пляжа, тем устойчивее он к размыву.

## Классификация пляжей по гранулометрическому составу

Баллы	Категории гранулометрического состава	Длина берега	
		км	%
1	Песчаные	29.9	23
2	Песчано-гравийно-галечные	35.1	27
3	Гравийно-галечные	27.3	21
4	Галечные	20.8	16
5	Галечно-валунные и валунные	16.9	13

Подытоживая полученные данные, можно определить, что пляжи Тарханкутского полуострова в основном песчано-гравийно-галечные, песчаные, гравийно-галечные. Они занимают соответственно 27, 23 и 21% протяженности береговой линии и встречаются от с. Окуневка до Караджинской бухты, от нее до п.г.т. Черноморское и от п.г.т. Черноморское до с. Межводное.

Песчаные пляжи встречаются только в карманных бухтах, вблизи с. Межводное и в бухте между мысами Тарханкут и Прибойный. Они занимают 23% длины береговой линии.

Местами встречаются «дикие» пляжи, состоящие из валунов и глыб поперечником до 2 м. Отложения, слагающие «дикие» пляжи, вымываются из коллювия и пролювия. Такие пляжи есть у м. Прибойный, между ним и п.г.т.Черноморское, у берегов Атлеша, а также у краев конусов выноса крупных оврагов.

### ВЫВОДЫ

Пляжи северо-западных берегов Тарханкутского полуострова по результатам гранулометрического анализа в основном гравийно-галечниковые, песчаные находятся только в карманных мелких бухтах. По построенным кумулятивным кривым установлено, что преобладающим медианным диаметром обломков пляжей является 35-37 мм, а коэффициент сортировки обломков в среднем 2,4-5,4. По минералого-петрографическому составу пляжный обломочный материал представлен известняками (преобладают), а также песчаниками, реже мергелями.

Изучение закономерностей возникновения и развития пляжа имеет большое практическое значение, прежде всего потому, что пляж лучшее средство защиты берега от размыва его волнами.

### Список литературы

1. Богаец О.Т., Захарчук С.М., Плахотный Л.Г. Особливості складчатості Тарханкутського півострова // Геологічний журнал. 1967. Т. 27. № 2. С. 85 – 90.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЯЖЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КРЫМ)

2. Дзенс-Литовский А.И. Тарханкутский полуостров (географическое положение, геологическое строение и геоморфологические условия) // Очерки по физической географии Крыма. Вып. 2. М.-Л., 1938.
3. Коростелева П.Г., Овчинникова Г.Н. Тарханкут. Краткий географический и исторический очерк. Черноморское, 2002. 128 с.
4. Лебединский, В. И. С геологическим молотком по Крыму. М.: Недра, 1982. 159 с.
5. Юдин В.В. Геология и геодинамика Тарханкутского полуострова // «Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа» Сб. докладов XI Междунар. конф. «Крым-2013». Симферополь, 2013. С. 107-121.
6. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 416 с.
7. Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сафонов Г.А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1975. 385 с.
8. Юровский Ю.Г. Морфология побережий Крыма и устойчивость пляжей // Экомир. 2013. №1 (25). С. 19 – 23.
9. Вистелиус А.Б. Морфометрия обломочных частиц // Труды лаборатории аэрометодов АН СССР. 1960. Т.9.

## GEOLOGICAL FEATURES OF THE BEACHES AT THE NORTH-WESTERN COAST OF PENINSULA TARKHANKUT (CRIMEA)

**Kuznetsov A.G., Pashkova N.G.**

*Taurida Academy FSAEI IN « V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Simferopol, Russian Federation.*

*E-mail: Kuznetsov\_geom@mail.ru, p.natali\_ledi@mail.ru*

The beach is the most widespread accumulative forms of the sea coasts relief, consisting of various compositions of marine sediments. A stage of the beach in its development passes any part of accumulative coast. The beach is the most mobile and rapidly changing part of the coast. This article focuses on geological and petrological features of the beaches at the north-western coasts of peninsula Tarkhankut. Analyzing the results of granulometric and mineralogical - petrographic researches at the beach deposits along the coastline at the north-western coasts of peninsula Tarkhankut: Stone cape - Black cape – Mezhdvodnoe village – Priboyny cape – Tarhankut cape – Olenevka village – village Okunevka.

There are beaches of complete and incomplete profile. Beaches with complete profile have two slopes; they are fully quenched wave energy. Beaches with incomplete profile have one slope, which is seaward; their rear part adjoins to shore ledges. These beaches are not completely quenching wave energy and undertow flow can reach the shore ledge, wash it out and make abrasion. These beaches indicate that the coast is abrasive. At this research area whole coast is abrasive and all of the beaches have incomplete profile.

Upper borderline of the beach a marked as limit of the splashing largest storm waves. On the shores of considered territory the boundary coincides with the rear seam of the beach. On the beach of peninsula Tarkhankut outer slope angle of the beach directly linked to nature of the material: the larger material steeper the beach. According to granulometric composition all of the beaches were split into 5 categories on the five-point scale, where

points indicate degree of stability in beach deposits to sea state. The larger beach material, the more resistant it is to erosion.

For determining granulometric composition of the beaches were taken samples of beach deposits in fourteen locations at shore. Material was taken in the middle part of the beach with an area of 1 square meter. Thereafter material mixed thoroughly and quartered. For a graphic representation of the granulometric analysis results were used cycloramas and cumulative curves. By the construction of the cumulative curves established that the predominant median diameter of the beach wrecks is 35- 37 mm, and the coefficient of wrecks sorting on an average is 2,4- 5,4.

The beaches of the north-western coasts of peninsula Tarkhankut, based on the granulometric and mineralogical results mostly gravel and pebble. Sandy beaches can be found only in the pocket bays. In some places can be found wild beaches, consisting of boulders and blocks with cross section of 2 meters. According to mineralogical-petrographic composition, beach detrital material represented by limestones (prevailed) and sandstones, less often – marls.

Research of regularity of occurrence and development of the beach has great practical development, first of all because beach is the best means of protecting the coast from waves erosion.

**Keywords:** coasts, beaches, granulometric composition, mineralogical-petrographic composition.

#### References

1. Bogachuk O.T., Zakharchuk V.M., Plakhotnik L.G. Features folding Tarkhankut Peninsula. *Geologichny jomal (Geologichny magazine)*, 1967, T. 27, №2, p.85 – 90.
2. Dzents-Lithuanian A.I. Tarhankutskij poluostrov (geograficheskoe polozhenie, geologicheskoe stroenie i geomorfologicheskie uslovija) (Tarkhankut Peninsula (geographical location, geological structure and geomorphological conditions)) // *Essays on the physical geography of the Crimea. Vol. 2. Leningrad, 1938.*
3. Korostelyova P.G., Ovchinnikov G.N. (Tarhankut. Kratkij geograficheskij i istoricheskij ocherk) Tarhankut. Brief geographical and historical overview. Black, 2002. 128 p.
4. Lebedinsky V.I. S geologicheskim molotkom po Krymu (With a geological hammer in Crimea). M.: Nedra, 1982. 159 p.
5. Yudin V.V. Geologija i geodinamika Tarhankutskogo poluostrova (Geology and Geodynamics Tarkhankut peninsula) // "Azov-Black Sea landfill studying geodynamics and fluid dynamics of formation of oil and gas fields," Coll. Reports XI Intern. Conf. "Crimea 2013". Simferopol, 2013. p.107-121.
6. Zenkovich V.P. Osnovy uchenija o razvittii morskikh beregov (Fundamentals of development of coasts)/ M: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1962. 416 p.
7. Leontiev D.C., Nikiforov L.G., Safonov G.A. Geomorfologija morskikh beregov (Geomorphology coasts). M.: MGU, 1975.385p.
8. Yurovsky Y.G. The morphology of the coasts of the Crimea and the stability of beaches. *Ecomir (Ecomir)*, 2013, №1 (25), p. 19 – 23.
9. Vistelius A.B. Morfometrija oblomochnyh chastic (Morphometry of pyroclastic particles) // *Proceedings of the USSR Academy of Sciences Laboratory of aerial methods. - 1960. - T.9.*

*Поступила в редакцию 4.03.2015 г.*