

Типы берегов и опасные геоморфологические процессы на берегах островов Русский и Шкота (залив Петра Великого, Японское море)

ЛЕБЕДЕВ И.И., НЕВСКИЙ В.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток
nevsky@tigdvo.ru

Аннотация. Предметом исследования являются опасные геоморфологические процессы на берегах островов Русский и Шкота (залив Петра Великого, Японское море). Цель работы – крупномасштабное картографирование морфогенетических типов берегов и качественная оценка потенциальной опасности проявления этих процессов. В результате крупномасштабного картографирования на острове Русский выделено 4 морфогенетических типа и 9 подтипов берегов, на острове Шкота – 4 типа и 8 подтипов. Картографическая легенда отражает степень переработки берегов волноприбойными процессами. Основными руководящими признаками выделения категорий являются морфология берегового уступа, а также морфология пляжа и размерность слагающего его материала. Наиболее опасными для населения и инженерных сооружений являются абразионные берега с обрывистым береговым уступом и узким, преимущественно валунным пляжем (например, восточные побережья обоих островов). Опасность в данном случае понимается как высокая вероятность трех геоморфологических событий – обвалов, оползней и быстрого подтопления пляжей и прилегающих территорий в результате штормового нагона и цунами. Степень опасности геоморфологических процессов в береговой зоне следует учитывать при проведении функционального зонирования территории этих островов в целях градостроительного проектирования.

Ключевые слова: береговая зона, морфогенетические типы берегов, геоморфологическое картографирование, опасные геоморфологические процессы.

Types of coasts and hazard geomorphic processes on the Russkii and Shkota islands coasts (Peter the Great Bay, the Sea of Japan)

LEBEDEV I.I., NEVSKY V.N.

Pacific Geographical Institute FEB RAS
nevsky@tigdvo.ru

Abstract. The subject of the research is dangerous geomorphic processes on the shores of the Russkii and Shkota islands (Peter the Great Bay, the Sea of Japan). The purpose of this work is large-scale mapping of morphogenetic types of coasts and the qualitative estimate of the potential hazard of these processes. As a result of large-scale mapping, four morphogenetic types and 12 subtypes of coasts were identified on Russkii Island, and four types and eight subtypes on Shkota Island. The cartographic legend reflects the degree of coast transformation by marine processes. The main guiding signs for identifying categories are the morphology of the cliff (coast scarp), the morphology of the beach, and the dimension of its material. It was concluded that the abrasion shores with a steep (precipitous) coastal cliff and a narrow, mainly boulder beach (for example, the eastern coasts of the both islands) were most dangerous for the population and engineering buildings. The danger in this case is understood as the high probability of three geomorphic

events – rockfalls, landslides, and rapid flooding of beaches and adjacent territories as a result of a storm surge and tsunami. For functional zoning of these islands we must take into account the degree of danger of geomorphic processes in the coastal zone.

Keywords: coastal zone, morphogenetic types of coasts, geomorphic mapping, hazardous geomorphic processes.

Введение

Южная часть Приморского края, примыкающая к берегу Японского моря, является наиболее освоенной территорией Дальнего Востока России. Здесь находится столица Дальневосточного федерального округа и административный центр Приморского края – г. Владивосток, а также такие крупные населенные пункты, как г. Находка (крупный морской порт), г. Большой Камень (судостроительный центр), пгт. Славянка (морской порт), пгт. Преображение (порт, база тралового флота). В акватории зал. Петра Великого (Южное Приморье) расположено много островов. Крупнейший из них – остров Русский. С юга к нему примыкает небольшой остров Шкота. Эти острова активно осваиваются в рамках генерального плана развития Владивостокского городского округа. Согласно функциональному зонированию, большая часть восточной территории о. Русский будет отдана под рекреационное природопользование [1]. Остров Шкота и южная часть о. Русский должны использоваться в качестве территорий с особым регламентом посещения. В связи с интенсивным освоением островов (с акцентом на рекреацию) особую актуальность приобретает крупномасштабное картографирование типов берегов с целью идентификации опасных геоморфологических процессов и оценки вероятности их проявления, что может служить основой для формирования устойчивой системы прибрежно-морского природопользования и минимизации социально-экономических рисков.

Объект исследования и методы

Остров Русский (площадь 97.6 км²) следует считать одним из основных современных полюсов роста г. Владивосток.

Ландшафт острова относится к горному классу [2]. Здесь преобладает низкогорный холмисто-увалистый рельеф с высотами до 290 м, включающий отдельные вершины и небольшие хребты [3]. Около 12 % территории, на которой расположены кампус ДВФУ, Океанариум, объекты энергетики, Дальневосточная пожарно-спасательная академия МЧС РФ и ряд других объектов, занимают полностью преобразованные антропогенные (урбанизированные) ландшафты. Остальная часть острова занята вторичными широколиственными лесами, редколесьями и кустарниками [4]. На острове можно выделить несколько типов природопользования: землепользование, водопользование, прибрежно-морское, рекреационное [5]. Они взаимодействуют между собой и образуют территориальные природно-ресурсные системы.

Практически все новые объекты сосредоточены в восточной части острова. Согласно концепции развития о. Русский, здесь планируется строительство второй очереди кампуса ДВФУ, центра международного сотрудничества, алмазного центра, инновационно-культурного центра и ряда других объектов [6].

Остров Шкота располагается южнее о. Русский, его площадь составляет 2.6 км²; максимальная высота над уровнем моря – 146.6 м [7], в XX в. его территория активно использовалась для военных нужд [8]. Острова Русский и Шкота соединяет аккумулятивная форма – томболо длиной 450 м, которая при наиболее сильных отливах осушается. Рельеф о. Шкота низкогорный, с локальными террасовидными участками в прибрежной зоне. Ландшафты прибрежного подкласса занимают около 12 % территории. В северной части острова представлен ландшафт пляжей на песчано-галечных отложениях без почв и растительного покрова.

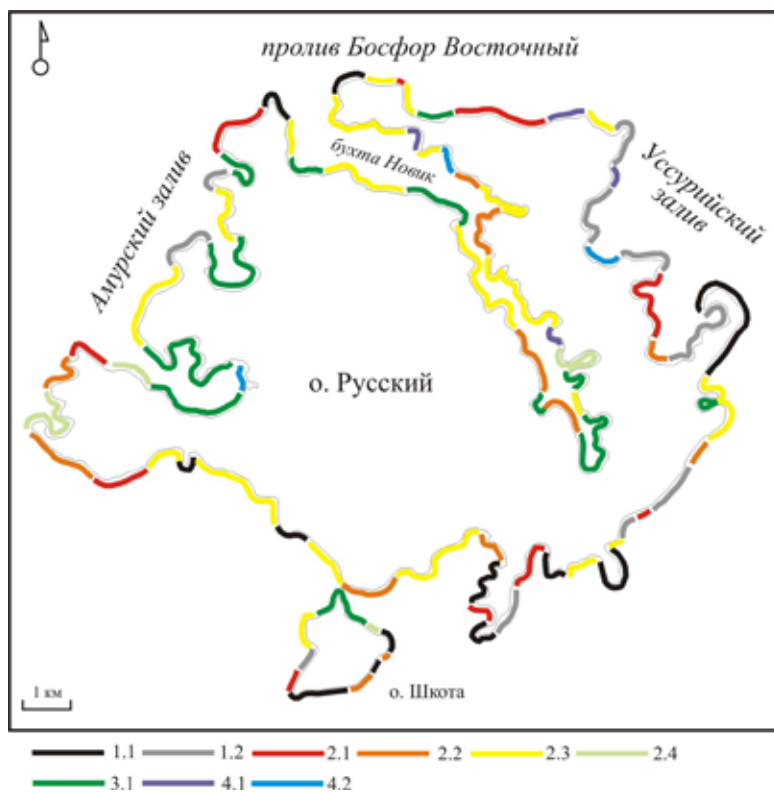
В настоящей работе применен комплекс географических методов: сравнительно-географический, картографический, описательный и статистический анализ. Типы берегов были выделены согласно классификации по степени их переработки волноприбойными процессами [9]. Признаки классифицирования, примерно соответствующие масштабу картографирования 1 : 50000, следующие: морфология берегового уступа и пляжа (если он имеется), включая механический состав материала пляжа. Эти показатели дают исчерпывающую информацию о генезисе данного участка берега. Морфологические характеристики были выявлены в результате полевых наблюдений и анализа данных дистанционного зондирования. Картографирование типов берегов выполнено в программном пакете ArcMap 10.1. Осуществлен также расчет коэффициента изрезанности, который соответствует отношению общей длины участка берега к геодезической линии, соединяющей концы участка берега [10].

На основании результатов полевых наблюдений и анализа топографических карт и космических изображений отмечены опасные экзогенные процессы, характерные для береговой зоны островов, и выявлены наиболее опасные с точки зрения их проявления типы берегов. Оценка потенциальной опасности проводилась на основании анализа морфологии береговых уступов и обвальных и оползневых отложений на пляжах. Отдельно при оценке опасности береговой зоны учитывалась и возможность проявления сильных цунами.

Результаты и обсуждение

Остров Русский

На побережье острова Русский выделено 4 типа и 12 подтипов берегов (см. рис., табл. 1). Общая длина береговой линии острова составляет 133.9 км.



Типы берегов остров
Русский и Шкота (ус-
ловные обозначения в
табл. 1)

Types of coasts of
Russkii and Shkota
Islands (legend in
Table 1)

Типы берегов островов Русский и Шкота
Table 1. Types of coasts of Russkii and Shkota islands

Тип берега	Тип берегового уступа	Тип пляжа	№	Длина, км/%	
				о. Русский	о. Шкота
Абразионный	Обрывистый (60–90°)	Без пляжа	1.1	39.6 / 29.6	2.3 / 24.4
		Узкий преимущественно валунный	1.2	4.6 / 3.5	0.1 / 1.5
Абразионно-денудационный	Обрывистый и крутой (40–60°)	Узкий валунно-галечный	2.1	2.1 / 1.6	0.5 / 5.4
		Средней ширины валунно-галечно-гравийный	2.2	0.7 / 0.6	1.6 / 17.2
	Крутой (25–40°)	Узкий валунно-галечно-гравийный	2.3	33.2 / 24.8	2.3 / 24.3
		Средней ширины галечно-гравийно-песчаный	2.4	10.7 / 8.0	1.0 / 10.7
Аккумулятивный	-	Галечно-гравийно-песчаный полного профиля	3.1	24.3 / 18.0	1.4 / 14.8
Техногенный	-	Без пляжа	4.1	12.5 / 9.3	0.2 / 1.7
		Узкий и средней ширины галечно-гравийно-песчаный	4.2	6.1 / 4.6	–
Всего	133.8 / 100	9.4 / 100			

Абразионный тип берега имеет длину 44.25 км (33.1 %) и является преобладающим типом берега на острове; коэффициент изрезанности береговой линии ($K_{из}$) составляет 1.2.

Абразионно-денудационные берега имеют суммарную длину 46.7 км (34.8 %) и $K_{из} = 1.0$. Берег с обрывистым и крутым береговым уступом общей длиной 2.8 км распространен, в основном на востоке и юге острова. Абразионно-денудационный берег с крутым береговым уступом (43.9 км) встречается фрагментарно на всем протяжении острова.

Аккумулятивный тип берега (24.2 км, или 18.1 %) локализуется на побережьях бухт Парис, Ахлестышева, Богдановича, Островная, Боярин, Филипповского, Новик (коэффициент изрезанности береговой линии 1.5).

В качестве отдельной категории выделяются техногенные берега. Влияние техногенеза проявляется в нарушении естественного хода процессов в береговой зоне. Эти нарушения обусловлены изменением контура береговой линии и поперечного профиля берега, что влечет изменение интенсивности и направленности морфолитодинамических процессов и дифференциации обломочного материала [11]. Техногенные берега имеют длину 12.5 км (9.4 %). В данном случае как техногенный рассматривается берег со сплошной «цепью» железобетонных и бетонных сооружений как на самом берегу, так и на прибрежной отмели. Эти сооружения могут быть пирсами, соединенными друг с другом, а также бетонными набережными с прислоненными пляжами.

Цунами на о. Русский является довольно редким событием, как и на всей территории Приморья. В 1983 г. цунами спровоцировало на восточном берегу острова Русский заплеск высотой от 0.5 м в бух. Парис и до 1.5 м в бухтах Аякс и Житкова, зона затопления при этом достигала 36 м [12]. При воздействии подобного заплеска, при его возможном повторении в будущем могут пострадать набережная кампуса ДВФУ и близлежащие места массового отдыха. Другой, требующей внимания, акваторией является бухта Ахлестышева, расположенная также в восточной части острова. Наиболее крупным событием на побережье этой бухты можно считать цунами 7 декабря 1833 г., когда дальность затопления достигала 50 м. Это цунами не является единственным из известных, здесь маркируется несколько событий цунами, относящихся к XIV–XIX вв. [13, 14]. В то же время бухта Ахлестышева является популярным местом отдыха у жителей Владивостока. В непосредственной близости от плоской береговой линии, на которой развиты галечно-гравийные и песчаные пляжи полного профиля, расположена база отдыха «Paradise» вместимостью 100 человек [15]. При проявлении цунами неизбежно затопление прибрежных низменностей, включая всю базу отдыха.

Штормовые нагоны считаются постоянными явлениями на берегах Японского моря. Их формирование связано с прохождением циклонов, в т.ч. тайфунов (табл. 2).

Таблица 2

Максимальные величины штормовых нагонов во время тайфунов
на побережье зал. Петра Великого [16]
Table 2. Maximal values of storm surges during typhoons
on Peter the Great Bay coasts

Тайфун	Дата	Величина нагона (см) в пунктах	
		Зал. Посыета	Владивосток
Талас	6.09.2011	25	20
Болавен	29.08.2012	26	25
Санба	18.09.2012	30	45
Халонг	18.07.2014	5	8
Чан-Хом	13.07.2015	22	23
Гони	26.08.2015	23	29
Лайонрок	30–31.08.2016	63	73

Тайфуны провоцируют опасные экзогенные процессы на островах Русский и Шкота. В результате выпадения значительного количества осадков и волнового гидродинамического воздействия на берег, т.е. усиления абразии, происходит активизация обвальных и оползневых процессов.

Обвалы – наиболее типичный опасный процесс на побережье о. Русский. Все обрывистые (40–90°) и в некоторых случаях крутые (30–40°) береговые уступы, которые хорошо идентифицируются по космическим снимкам и топографическим картам, являются обвалоопасными.

Оползни на о. Русский также характерны в основном для побережья. Идентификация оползневых склонов по картам и снимкам затруднительна. Недооцененную опасность представляют собой относительно небольшие оползни-осовы, от которых, могут пострадать значительные площади.

Согласно проведенной качественной оценке, наиболее опасными берегами следует считать абразионно-денудационные берега с обрывистым и крутым береговым уступом, формирующие обвалы и оползни. Средней степенью геоморфологической опасности характеризуются берега с преимущественно крутыми береговыми уступами, формирующие оползни, маломощные оползни-осовы и в редких случаях маломощные обвалы (обвалы-оползни). Низкая степень опасности характерна для аккумулятивных берегов. Однако в таких районах, например в бухте Ахлестышева, существует более высокая, по сравнению с другими участками побережья о. Русский, потенциальная опасность в случае затопления цунами.

Остров Шкота

Длина береговой линии острова Шкота 9.4 км. На острове выделено 4 типа и 8 подтипов берегов (табл. 1). Здесь преобладает абразионно-денудационный тип берега; его общая длина составляет 5.4 км при $K_{\text{и}} = 1.1$. Берег с обрывистыми и крутыми береговыми уступами характерен для восточной и юго-западной частей острова. Берега с крутым береговым уступом локализуются на севере, западе и, фрагментарно, на востоке острова. Абразионные берега имеют протяжение 2.4 км (27.6 %) при $K_{\text{и}} = 1.2$. Аккумулятивные берега присутствуют только на севере острова в виде косы, соединяющейся с островом Русский. Длина этого типа берега – 1.4 км (11.7 % от общей длины всех берегов), $K_{\text{и}} = 1.8$. На острове есть также фрагмент техногенного берега в виде нагромождения бетонных, фактически полуразрушенных блоков, без которых берег считался бы абразионно-денудационным. Этот тип берега имеет протяженность немногим более 100 м (1.7 % от общей протяженности всех берегов острова) и в масштабе карты не выражен.

Обвалы и небольшие оползни наиболее характерны для востока и юго-востока острова. Активная абразия наблюдается на всем побережье, поскольку остров полностью открыт ветрам южных, восточных и западных румбов.

Наиболее опасным подтипом берега является абразионный берег с обрывистым береговым уступом и узким преимущественно валунным пляжем. Главная опасность исходит, разумеется, от обвалов, следы которых в виде крупных глыб и блоков присутствуют повсеместно. Также повышенной опасностью характеризуется абразионно-денудационный берег с обрывистым и крутым береговым уступом и средней ширины галечно-гравийно-песчаным пляжем.

Выводы

Проведена типизация берегов островов Русский и Шкота с выделением 4 морфогенетических типов (абразионные, абразионно-денудационные, аккумулятивные и техногенные) и 9 подтипов. Преобладающими типами являются абразионный и абразионно-денудационный. Они же признаны наиболее опасными для населения. Следует отметить, что к такой категории относится треть всего побережья о. Русский. Береговая зона о. Русский в районе бухты Ахлестышева (самая восточная часть о. Русский) отличается повышенной опасностью затопления в случае цунами. Район этой бухты – практически единственное место, где событие цунами грозит затоплением большой площади. Однако цунами является опасным событием для всех южных и восточных берегов острова.

Полученные результаты пространственного и количественного анализа типов берегов островов Русский и Шкота могут служить основой для проведения функционального зонирования береговых зон.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-35-90042.

Литература

1. Генеральный план. Владивосток: официальный сайт администрации города [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.old.vlc.ru/life_city/architecture_and_construction/general_plan/ (дата обращения: 21.09.2020)
2. Ганзей К.С., Киселева А.Г., Пшеничникова Н.Ф. Ландшафты острова Русский (залив Петра Великого, Японское море): пространственная организация и особенности функционирования // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 138–143.
3. Короткий А.М. Колебания уровня Японского моря и ландшафты прибрежной зоны (этапы развития и тенденции) // Вестн. ДВО РАН. 1994. № 3. С. 22–42.
4. Ганзей К.С. Динамика использования земель с 2007 по 2014 гг. и перспективы развития острова Русский (залив Петра Великого) // География и природные ресурсы. 2016. №3. С. 160–167.
5. Бакланов П.Я., Бровко П.Ф., Воробьева Т.Ф., Говорушко С.М., Зонов Ю.Б., Каракин В.П., Качур А.Н., Ланкин А.С., Мошков А.В., Романов М.Т., Шейнгауз А.С. Региональное природопользование: методы изучения, оценок, управления. М.: Логос, 2002. 160 с.
6. Распоряжение Правительства РФ от 30 мая 2017 г. N 1134-р. О концепции развития острова Русский. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71591148/> (дата обращения: 13.07.2019)
7. Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф., Родникова И.М. Геоэкологический анализ ландшафтов острова Шкота (Японское море) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2019. № 3. С. 63–74.
8. Ганзей К.С., Пшеничникова Н.Ф., Киселева А.Г., Родникова И.М., Юрченко С.М. Влияние рекреационной деятельности на геосистемы островов залива Петра Великого // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития: материалы II Международной науч.-практ. конф. Иркутск, 2018. С. 313–321.
9. Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Классификация типов берегов Земного шара (применительно к картам физико-географического атласа мира) // Тр. Океанографической комиссии АН СССР. 1961. Т. 12. С. 94–108.
10. Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения. М.: Мысль, 1980. 280 с.

11. Айбулатов Н.А., Буданов В.И., Шуйский Ю.Д. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны моря // Водные ресурсы. 1979. № 3. С. 161–172.
12. Полякова А.М. Опасные и особо опасные гидрометеорологические явления в северной части Тихого океана и цунами в побережья Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2012. 182 с.
13. Ганзей Л.А., Раззигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Арсланов Х.А., Ганзей К.С. Проявление исторических цунами на о. Русский // Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 116–124.
14. Razzigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Arslanov Kh.A., Ivanova E.D., Ganzey K.S., Kharlamov A.A. Historical tsunami records on Russian Island, the Sea of Japan // Pure and Applied Geophysics. 2018. Vol. 175, N 4. P. 1507–1523.
15. Базы отдыха. Сайт Владивостока [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vl.ru/fun/relax-base> (дата обращения: 21.09.2020)
16. Любичкий Ю.В. Штормовой нагон в заливе Петра Великого (Японского моря), вызванный тайфуном Лайонрок (29 августа–2 сентября 2016 г.) // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 1. С. 31–39.

References

1. General plan. Vladivostok: official site of City administration. Available online: http://www.old.vlc.ru/life_city/architecture_and_construction/general_plan/ (accessed on September 21, 2020). (In Russian)
2. Ganzey K.S., Kiselyova A.G., Pshenichnikova N.F. Landscapes of Russkii Island (Peter the Great Bay, Sea of Japan): spatial organization and functioning peculiarities. *Advances in Current Natural Sciences*. 2016, 138–143. (In Russian)
3. Korotky A.M. Oscillations of the Sea of Japan and landscapes of coastal zone (development stages and tendencies). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 1994, 3, 22–42. (In Russian)
4. Ganzey K.S. Dynamics of land use (2007–2014) and future prospects for development of Russkii Island (Peter the Great Bay). *Geography and natural Resources*. 2016, 3, 160–167. (In Russian)
5. Baklanov P.Ya., Brovko P.F., Vorob'eva T.F., Govorushko S.M., Zonov Yu.B., Karakin V.P., Kachur A.N., Lankin A.S., Moshkov A.V., Romanov M.T., Sheingaus A.C. Regional land use: methods of study, assessment, management. Logos: Moscow, Russian, 2002, 160 p. (In Russian)
6. Russian Federation Government Order, May 30 2017 No. 1134-r. About the conception of Russkii Island development. Available online: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71591148/> (accessed on 13 July 2019).
7. Ganzey K.S., Kiselyova A.G., Pshenichnikova N.F., Rodnikova I.M. Geocological analyses of landscapes of Shkot Island (Sea of Japan). *Geoecology, Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology*. 2019, 3, 63–74. (In Russian)
8. Ganzey K.S., Pshenichnikova N.F., Kiselyova A.G., Rodnikova I.M., Yurchenko S.M. Influence of recreation on Peter the Great Bay islands geosystems. *Environmental security in a sustainable development. Materials of II International Scientific-Practical Conference*. Irkutsk, 2018, 313–321. (In Russian)
9. Ionin A.S., Kaplin P.A., Medvedev V.S. Classification of coastal types of the World (as applied to physico-geographical atlas maps of the World). *Bull. Oceanograph. Commission of the USSR Academy of Science*. 1961, 12, 94–108. (In Russian)
10. Marine Geomorphology. Terminology Guide. Coastal zone: processes, concepts, definitions. Mysl, Moscow, 1980, 280 p. (In Russian)
11. Aibulatov N.A., Budanov V.I., Shuisky Yu.D. Anthropogenic factor in the sea coastal zone development. *Water Resources*. 1979, 3, 161–172. (In Russian)
12. Polyakova A.M. Dangerous and especially dangerous hydrometeorological phenomena in the Northern Pacific and tsunami waves near the Primorye coast. *Dal'nauka, Vladivostok*, 2012, 182 p. (In Russian)
13. Ganzey L.A., Razzhigaeva N.G., Grebennikova T.A., Arslanov Kh.A., Ganzey K.S. Manifestation of historical tsunamis on the Russkii Island. *Advances in Current Natural Sciences*. 2016, 5, 116–124. (In Russian)
14. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Arslanov Kh.A., Ivanova E.D., Ganzey K.S., Kharlamov A.A. Historical tsunami records on Russkii Island, the Sea of Japan. *Pure and Applied Geophysics*. 2018, 175, 4, 1507–1523.
15. Recreation camps. Vladivostok Site. Available online: <http://www.vl.ru/fun/relax-base> (accessed on September 21, 2020)
16. Lyubitsky Yu.V. Storm surge in Peter the Great Bay (Sea of Japan) from August 29 to September 2, 2016, caused by the Lionrock typhoon. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2018, 1, 31–39. (In Russian)