июль-сентябрь

# Методика научных исследований

УДК 551.4.012→551.4:528.067.4(729.1+238.14)

## © 2017 г. Д.С. АСОЯН

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ И ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГОРНЫХ СТРАН В СУБТРОПИКАХ И ТРОПИКАХ

#### Институт географии РАН Москва, Россия e-mail: ds-asoyan@yandex.ru

По космическим снимкам составлены оценочные эколого-геоморфологические карты в масштабах 1:1000000 и 1:200000 на горные районы Среднего Чили (Чилийско-Аргентинские Анды) и Восточной Кубы (горы Съерра-Маэстра). На картах показаны проявления опасных, угрожающих и катастрофических эндо-экзогенных процессов. Установлено, что для крупномасштабного эколого-геоморфологического картографирования наиболее эффективны летние многозональные синтезированные и спектрозональные фотоснимки с пространственным разрешением от 8-15 до 30 м масштабов 1:700000-1:400000. К индикационным признакам проявлений процессов экзоморфогенеза относятся морфографические ступени рельефа и высотные ландшафтные пояса. В пределах последних – некоторые формы рельефа, растительный покров (главным образом сомкнутость крон древостоя), плотность дернового покрова и литолого-стратиграфические комплексы горных пород. Используя эти индикаторы, выделены ареалы гляцио-обвальных, нивационных, пролювиальных и делювиальных процессов, плоскостного смыва, а также линейной и русловой эрозии. Изученные дешифровочные признаки геообъектов позволяют облегчить и ускорить сложный процесс интерпретации космических снимков. Сравнительный анализ дешифровочных признаков геообъектов на космических снимках гор субтропиков и тропиков, а также гор умеренного пояса (Большой Кавказ, Курильские острова) показал, что ареалы экзогенных процессов выражены идентичными ландшафтно-индикационными признаками, несмотря на различия природных условий.

*Ключевые слова*: космические снимки, Чилийские и Аргентинские Анды, горы Сьерра-Маэстра, дешифровочные признаки рельефа, эколого-геоморфологические карты.

**DOI:** 10.7868/S043542811703004X

#### Введение

Теоретико-методическая проблема изучения дешифровочных признаков геообъектов — одна из главных при интерпретации космических снимков и эколого-геоморфологическом картографировании. Корректное определение признаков рельефа и других компонентов природы обеспечивает достоверность результатов визуального анализа материалов космических съемок, которое во многом зависит от профессиональной подготовки оператора, особенностей его ассоциативного мышления и научной интуиции. Как известно, признаки геообъектов зависят помимо технических параметров разного вида космических съемок и от ландшафтных условий. В результате

2017

многолетних методических исследований автора (камеральных, полевых наземных и аэровизуальных наблюдений) изучены дешифровочные признаки рельефа и проведено эколого-геоморфологическое картографирование с применением космических изображений. Эти исследования велись в тектонически активных орогенах, расположенных в различных географических поясах и регионально-типологических условиях.

Следует подчеркнуть, что изучение дешифровочных признаков рельефа проводилось нами в орогенах, расположенных в умеренном географическом поясе [1–3]. Вместе с тем проблемы, связанные с дешифрированием рельефа, а также проявлений экзогенных процессов в горах в субтропическом и тропическом поясах освещены еще недостаточно, поскольку они существенно отличаются по рельефу, характеру и интенсивности эндо- и экзогенных процессов, климатическим условиям и структуре высотных ландшафтных поясов, строению почвенно-растительного покрова от гор умеренного пояса. Данная статья посвящена характеристике дешифровочных признаков (ДП) на космических снимках элементов рельефа и проявлений экзогенных процессов в субтропическом и тропическом поясах на примере Чилийско-Аргентинских Анд и гор Сьерра-Маэстра (Восточная Куба), а также эколого-геоморфологическому картографированию этих регионов.

#### Материалы космических съемок

Для поставленных целей, с нашей точки зрения, целесообразно выбирать репрезентативные территории с набором разнообразных природных и геоморфологических ландшафтов, а также охватом не менее 100 км. Этому условию отвечают космические изображения, полученные в свое время с отечественной космической системы "Pecypc-Ф1-Ф2", автоматических космических аппаратов (AKA) "Космос" и с постоянно действующих современных ИСЗ "Ландсат-5–7" и других. Как показал сравнительный анализ возможностей изучения процессов экзо- и эндоморфогенеза для крупномасштабного эколого-геоморфологического картографирования из используемых снимков наиболее эффективны летние многозональные синтезированные и спектрозональные фотоснимки масштабов 1:700000–1:400000. Данные снимки обладают высокими качествами изображения, пространственное разрешение природных и некоторых антропогенных объектов среднего и резкого контраста равно 8–15 и до 30 м. Наиболее оптимальный масштаб картографирования – от 1:200000 до 1: 1000000.

При изучении ДП рельефа и проявлений экзогенных процессов, и составлении карт на Чилийско-Аргентинские Анды и горы Сьерра-Маэстра в Восточной Кубе нами использованы спектрозональные фотоснимки с натуральной передачей цветов изображения. Фотоснимки отличаются от многозональных, синтезированных в "ложных" цветах, лишь тем, что цвета изображения растительного покрова – основного дешифровочного признака проявлений экзогенных процессов – на них другие. Этот факт доказан при работах в горах умеренного широтного пояса на Большом Кавказе и на Курильских островах. Причем скорее важны не сами цвета изображения, а их различия для сопряженных в пространстве растительных сообществ. И те, и другие снимки эффективны для изучения ДП проявлений экзогенных процессов, а в конечном итоге – для эколого-геоморфологического картографирования. Для изучения деталей строения крупных оползней, ледово-каменных селей и ледников целесообразно привлекать космические снимки с пространственным разрешением от 0.4 до 10 м с КА "Ресурс-ДК", ИСЗ "Ikonos", КА "Quick Bird" (0.6 м) и др. Однако следует помнить, что они охватывают территорию от 60 км и меньше и для методических целей эколого-геоморфологического картографирования не пригодны.

По результатам интерпретации космических изображений и изученных дешифровочных признаков геообъектов созданы крупномасштабные эколого-геоморфологические оценочные карты (цветные и штриховые) на перечисленные выше регионы. На этих картах, в качестве критерия оценки экологической ситуации, приняты проявления опасных, угрожающих и катастрофических эндо-экзогенных процессов, непосредственно определяющих условия жизни и деятельности человека, часто причиняющих значительный материальный ущерб.

## Дешифровочные признаки геообъектов и проявлений экзогенных процессов, эколого-геоморфологическое картографирование

Геоморфологические объекты выделяются на космических снимках прямыми и косвенными ландшафтно-индикационными признаками (индикаторами). Например, для морфоструктур наиболее распространенными являются прямые признаки: размер, а также их форма – изометричная (в сводово-блоковых и глыбовых), эллипсовидная (в складчатых) и другие. К индикационным признакам морфоструктур относятся развитые в их пределах морфоскульптурные комплексы, выделяющиеся, в свою очередь, в основном рисунком изображения.

Установлены также дешифровочные признаки ареалов проявлений экзогенных процессов – преимущественно ландшафтно-индикационные, обусловленные природными особенностями территории. Они подчеркивают детали геолого-геоморфологического строения, не выраженные явно на космическом снимке. К индикационным признакам проявлений процессов экзоморфогенеза относятся морфографические ступени рельефа, высотные ландшафтные пояса, а в их пределах – растительный покров, плотность дернового покрова; кроме того, но в меньшей степени – литолого-стратиграфические комплексы горных пород. По комплексу перечисленных индикаторов выделяются ареалы гляцио-обвальных, нивационных, пролювиальных и делювиальных процессов, а также плоскостного смыва. В то же время проявления линейной и русловой эрозии и созданные ими формы рельефа четко отражены на снимках прямыми признаками (формой, рисунком, размерами).

Проведенные исследования ДП геообъектов позволили учесть, с одной стороны, влияние ландшафтных условий на фотофизиономичность природных компонентов на космических снимках, а с другой — выяснить различия или сходство признаков генетически однородных объектов.

Субтропический пояс. Чилийско-Аргентинские Анды и Продольная долина в пределах котловины Ранкагуа (Среднее Чили). Использованы спектрозональные космические фотоснимки, полученные с ИСЗ серии "Ресурс-Ф-1" (м-б 1:1000000, увеличенные примерно до м-ба 1:400000) и цветные фотоснимки (рис. 1). Как уже отмечено выше для поставленных целей можно использовать сканерные многозональные синтезированные изображения, полученные с современных ИСЗ "Landsat".

Чилийско-Аргентинские Анды относятся к орогенам андского типа, приуроченным к континентальным окраинам. Их отличают высокая сейсмичность и мощный современный вулканизм. Крупные меридионально ориентированные разломы определяют меридиональную ориентировку складчатых морфоструктур. Горная система состоит из Центральной Кордильеры с абс. высотами от 2000 м и выше (действующие вулканы Сан-Хосе – 5856 м, Майпо – 5323 м) и Береговой Кордильеры (до 1300 м). Хребты разделены рифтовой асимметричной Продольной долиной с замкнутой котловиной Ранкагуа. Наиболее четко на фотоснимке выражен остаточный борт рифта в виде системы разломов подчиненного порядка в зоне глубинного продольного разлома. Приразломные гряды расположены кулисообразно и ярусами поднимаются к осевой части Центральных Анд. Сочетание этих факторов обусловливает высокую неотектоническую активность и полный спектр экзогенных процессов.



Рис. 1. Космический спектрозональный фотоснимок Чилийско-Аргентинских Анд, Продольной долины с котловиной Ранкагуа. Получен с ИСЗ серии "Ресурс-Ф-1"

Структура высотной ландшафтной поясности своеобразна и четко выражена на спектрозональном космическом фотоснимке. В горах многочисленны катастрофические, угрожающие и опасные процессы – гляциальные, гравитационные, вулканизм и сейсмическая деятельность [1].

В высокогорье на абс. высотах от 2000 м до 5856 м развиты ледники и вечные снега нивального пояса. Нивальный пояс в высокогорье Центральной Кордильеры выделяется на фотоснимке почти белым однородным цветом снежных полей с более темными редкими прерывистыми контурами, соответствующими отдельным частям осевых хребтов и вершин. Ниже расположен субнивальный (так называемый андский) пояс, где холодная горная пустыня, сменяется горными степями. На западном склоне Анд интенсивные снегопады вызывают лавинную активность. В субнивальном поясе рельеф отображен мелко-перистым рисунком в средних и нижних частях склонов, обусловленным интенсивным эрозионным расчленением. Горная пустыня с эпизодическим растительным покровом и горные степи – сообщества злаков, низких трав и андских колючих кустарников высотой 40–50 см (маторалль) отличаются светло-бурым



Рис. 2. Эколого-геоморфологическая карта северной части Продольной долины Чили (котловина Ранкагуа) и прилегающих территорий. Составлена Д.С. Асоян и Р.С. Нарских

Ведущие экзогенные процессы по степени опасности: катастрофические и угрожающие в высокогорье Чилийско-Аргентинских Анд – районах высокой сейсмичности и современной вулканической деятельности (2000–5856 м): 1 – гляцио-обвальные, нивация, солифлюкция, лавины, сели, аккумуляция обломочного материала, 2 – нивация, обвально-осыпные; угрожающие и опасные в среднегорье: 3 – нивация, линейная и русловая эрозия, обвально-осыпные, лавины, сели в Центральной Кордильере (600–2000 м), 4 – линейная и русловая эрозия, обвально-осыпные, делювиальные в Береговой Кордильере (600–1300 м); относительно безопасные: 5 – плоскостной смыв, линейная и русловая эрозия, делювиальный в низкогорьях в Центральной и Береговой Кордильерах (ниже 600 м), 6 – плоскостной смыв, линейная и русловая эрозия в Продольной долине. Прочие обозначения: 7 – главный водораздел Чилийско-Аргентинских Анд, 8 – ледники, 9 – вечные снега, 10 – рудники (медные и молибденовые) [1]

цветом изображения<sup>1</sup>. В соответствии с типами склонов и наличием или отсутствием растительного покрова в нивальном и субнивальном поясах проявляются к а т а строфические и угрожающие гляцио-обвальные процессы, и лавины. Известны современные и частые извержения вулканов Сан-Хосе и Майпо, но они не причиняют материальный ущерб из-за отсутствия хозяйственного освоения, за исключением районов рудничных поселков (Эль-Теньенте и др.). На участках со слабой задернованностью интенсивны сели.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> На черно-белом варианте космических снимков разная степень плотности фототона (от почти черного и темно-серого вплоть до почти белого) соответствует на цветных снимках смене цветов от темно-коричневого, бурого, светло-коричневого и других до почти белого.

В среднегорье (600—2000 м) Центральных Кордильер рельеф отличается на космическом снимке перисто-дендритовым рисунком, что соответствует денудационноэрозионному расчленению с четко выраженными осевыми линиями хребтов и глубокими речными долинами. Здесь произрастают жестколистные леса типа омброфитов, которые выделяются на снимке темно-коричневым цветом изображения. На более низких уровнях на склонах светло- коричневым цветом отображены склерофильные жестколистные леса.

Для Береговой Кордильеры в среднегорной ступени рельефа (600—1300 м) характерен перисто-дендритовый рисунок склонов хребтов и средних частей речных долин. Водоразделам придают светло-коричневый цвет склерофильные жестколистные леса.

Рельефу низкогорья (ниже 600 м) присущ дендритовый рисунок, а растительный покров – ксерофильные колючие кустарники, разреженные и измененные антропогенным воздействием [4], отличаются светлым зеленовато-коричневым цветом.

В лесных поясах среднегорий Центральной Кордильеры (600–2000 м) и Береговой Кордильеры (600–1300 м) распространены угрожающие и опасные обвально-осыпные процессы, сели, линейная и русловая эрозия. Экзогенные процессы относительно безопасны на высотах ниже 600 м: в предгорьях Анд, в Береговой Кордильере и в котловине Ранкагуа. Днище Продольной долины с котловиной Ранкагуа в основном занято сельскохозяйственными угодьями; для них характерен геометрический мелкий рисунок светло-коричневых и светло-зеленых цветов. Четко выражена долина р. Качапоаль с разветвляющимся на рукава руслом. Развиты городская, дорожная и промышленная инфраструктуры. На эколого-геоморфологической карте м-ба 1:1000000 выделены ареалы экзогенных процессов в соответствии с морфографическими ярусами рельефа структурой высотных ландшафтных поясов и растительного покрова. Дана оценка степени их опасности (рис. 2).

*Тропический пояс. Горы Сьерра-Маэстра, Восточная Куба.* Эколого-геоморфологическая схема м-ба 1:200000 составлена по результатам интерпретации спектрозонального космического фотоснимка того же масштаба, полученного с ИСЗ серии "Ресурс-Ф1" (рис. 3).

Вдоль южного побережья Восточной Кубы в зоне глубинного широтного разлома происходят резко дифференцированные неотектонические и современные движения — поднятие Сьерра-Маэстра (пик Туркино 1974 м) и опускание желоба Кайман (впадина Бартлетт) (глубина до 7686 м), сопровождаемые частыми землетрясениями до 7 баллов. Центральная часть гор имеет асимметричное строение с крутым сбросовым южным склоном. Эти особенности морфоструктуры и климатические условия сезонно-влажных тропиков с годовыми осадками до 2000 мм/год, высокими температурами 25–30°, частыми ураганами способствуют развитию интенсивного тропического экзоморфогенеза. На рассматриваемой территории и в горах развиты угрожающие и опасные процессы (оползневые, процессы глубинной, боковой и линейной эрозии) (рис. 4).

На средних и низких ступенях блоковых гор Сьерра-Маэстра (на абс. высотах 800-1974 м и 500-1000 м) склоны покрыты горными влажными тропическими лесами с высоким проективным покрытием и сомкнутостью крон древостоя. ДП средних гор – крупно-перистый рисунок рельефа, темно-зеленый цвет тропических лесов; а в низких ступенях – мелко-перистый рисунок рельефа, светло-зеленый цвет леса. В условиях высокой степени увлажнения и густого лесного покрова формируются коры выветривания и мощный слой делювия, а в основании крутых склонов оползни. Здесь экологическую обстановку обостряют у г р о ж а ю щ и е и о пас ны е склоновые процессы средней интенсивности; на обвально-осыпных склонах крутизной  $10-20^{\circ}$ и аккумулятивных  $6-10^{\circ}$  проявляются эрозионные, обвально-осыпные процессы (рис. 4). Однако в этом же лесном поясе, некоторые склоны южной экспозиции заняты разреженными лесами (светло-зеленый цвет), где, предположительно, развиты более интенсивные склоновые процессы. По данным наземных исследований выявлено



*Рис. 3.* Космический спектрозональный фотоснимок Сьерра-Маэстра, Восточная Куба, получен с ИСЗ серии "Ресурс-Ф1"

145 оползневых образований, интенсивно развивающихся при следующих условиях: склоны крутизной более 35° преимущественно на вулканогенно-осадочных породах, густота морфолинеаментов 0.3 км/км<sup>2</sup>, густота речной сети более 1.4 км/км<sup>2</sup>, осадки более 1400 мм/год и нарушенный под антропогенным воздействием растительный покров. Оползни во многих случаях приурочены к сейсмоактивным разломам [5]. Под густым древесным ярусом интенсивны тропическая солифлюкция, карст, химическое выветривание. В предгорьях и на холмогорье на абс. высотах 300–500 м (дендритовый рисунок эрозионной сети) склоны заняты мезофильными полулистопадными тропическими лесами (до 400 м) и вечнозелеными лесами (400–500 м). ДП этих лесов – буровато-зеленый цвет изображения. Здесь, помимо эрозии и др. процессов, развиты отмеченные выше катастрофические явления, связанные с прохождением ураганов.

На равнине Кауто процессы относительно безопасны. ДП – геометрический рисунок с.-х. угодий (цвета угодий в зависимости от вида культурных насаждений), извилистые полосы речных долин, темно-коричневым цветом выделяются галерейные леса вдоль берегов. В долинах рек, на их выходе из гор, вследствие частого прохождения мощных тропических циклонов, образуются катастрофические паводки, при которых внезапно происходят (в течение 3–4 часов) переливы масс воды и разрушительные изменения русла. При этом осаждается аллювий, формируются валы, конуса выноса, уничтожаются с.-х. угодья [6]. Таким образом, угрожающий и опасный характер приобретают преимущественно оползневые и эрозионные процессы.



*Рис. 4.* Эколого-геоморфологическая схема центральной части гор Сьерра-Маэстра, Восточная Куба, оригинальный м-б 1:200000

Угрожающие и опасные процессы в условиях высокой сейсмичности и интенсивного тропического экзоморфогенеза: 1 — обвально-осыпные, оползни, тропическая солифлюкция, делювиальные, карст, линейная эрозия, плоскостной смыв (склоны Сьерра-Маэстра 800—1900 м), абразионные (вдоль побережья Карибского моря), 2 — обвально-осыпные, оползни, тропическая солифлюкция, линейная эрозия, плоскостной смыв, карст, делювиальные, пролювиальные, биогенные (скотопрогонные тропы) на склонах с более разреженной лесной растительностью (до 1600 м в Сьерра-Маэстра), 3 — плоскостной смыв, линейная и глубинная эрозия с угрожающими паводками при частом прохождении циклонов (предгорья северного склона Сьерра-Маэстра, 300—500 м); относительно безопасные процессы: 4 — плоскостной смыв, линейная, глубинная и боковая эрозия, аллювиально-пролювиальные, биогенные на холмистой равнине Кауто; 5 — алловиально-пролювиальные. Прочие обозначения: 6 — господствующие вершины, 7 — узкие хребты, 8 — куэсты в предгорьях и абразионные уступы на южном побережье, 9 — зоны тектонической трещиноватости, 10 — водохранилища

### Выводы

Сравнительный анализ дешифровочных признаков геообъектов на космических снимках гор субтропиков и тропиков, а также изученных нами ранее гор умеренного пояса показал, что ареалы экзогенных процессов выражены идентичными ландшафтно-индикационными признаками, несмотря на различия природных условий.

Основные индикаторы ареалов проявлений склоновых процессов — высотные ландшафтные пояса, а в их пределах растительный покров. Последний, главным образом, сомкнутость крон древостоя лесов и плотность дернового покрова, объективно отражают интенсивность проявлений процессов.

Изученные дешифровочные признаки геообъектов позволяют облегчить и ускорить сложный процесс интерпретации космических снимков.

Составленные эколого-геоморфологические карты на регионы Анд и Восточной Кубы с горами Сьерра-Маэстра имеют методическое и научное значение. Их можно также использовать в практической деятельности — при проектировании и строительстве дорог, аэродромных площадок, хозяйственных построек, качественной оценке земель для сельскохозяйственных угодий, поселков и разработке туристических маршрутов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Асоян Д.С. Оценка эколого-геоморфологической опасности по материалам космических съемок // Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология) М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. С. 229–245.
- 2. Асоян Д.С., Буланов С.А., Горбунов О.В. Эталоны фотообразов рельефа на космических изображениях // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 4. С. 75–82.
- Асоян Д.С. Эколого-геоморфологическое картографирование горных стран по материалам аэрокосмичекских съемок // Геоморфология и картография / Мат-лы XXXIII Пленума геоморфологической комиссии РАН. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2013. С. 267–273.
- 4. Carta fitogeografica de Chili miditerraneo. Por: V. Quintanilla (M. 1:1000000), 1984 // Facultad de Ingenieria. Departamento de Ingenieria Geografica. Universidad de Santiago de Chili. 1984.
- 5. Эрнандес Сантана Х.Р. Структурная геоморфология и современная геодинамика рельефа Юго-Восточной Кубы: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: ИГ РАН, 1987. 24 с.
- Манохин А.М. Рельеф Восточной Кубы и некоторые аспекты истории его развития // Землеведение. Нов. сер. 1990. Т. 17 (57). С. 92–107.

Поступила в редакцию 28.06.2016

Принята к печати 14.03.2017

# METHODICAL ISSUES OF SATELLITE IMAGES ANALYSIS AND OF ECOGEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF MOUNTAIN AREAS IN SUBTROPICS AND TROPICS

### **D.S. ASOYAN**

Institute of Geography RAS, Moscow, Russia e-mail: ds-asoyan@yandex.ru

### Summary

The issues concerning relief indicative features and exogenous processes evidences on satellite images in subtropics and tropics mountain areas are presented insufficiently in geomorphological publications. The paper presents ecogeomorphological maps of alpine regions of Middle Chile (Chilean-Argentinean Andes) and Eastern Cuba (Sierra Maestra Range) compiled at scales of 1:1000000 and 1:200000. The maps show manifestations of hazardous geomorphic processes. It was found that most effective for large-scale ecogeomorphological mapping are summer panchromatic and multispectral satellite images with resolution from 8–15 to 30 m/pixel. Indicative features of exogenous processes are topographic steps and altitudinal landscape zones with characteristic topographic patterns, vegetation cover (mainly leaf canopy and grass coverage), rock lithology. These indicators were used to distinguish areas of glacio-collapse, nivation, slope-wash and gully erosion, fluvial processes and forms. The established indicators facilitate the interpretation of satellite images. Comparative analysis of geomorphic process indication on satellite images in alpine regions of tropics, sub-tropics and temperate regions (Big Caucasus, Kuril Islands) revealed similarities in spite of the differences in natural settings.

*Keywords:* satellite images, Chilean and Argentinean Andes, Sierra Maestra Range, lanscape indicative features, ecogeomorphological maps.

## REFERENCES

- Asoyan D.S. Ecological-geomorphological hazards evaluation by means of the space survey data, in *Rel'ef sredy zhizni cheloveka (ekologicheskaya geomorfologiya)* (Relief of human life environment (Ecological geomorphology)). Moscow: Media-PRESS (Publ.), 2002. P. 229–245. (in Russ.)
- 2. Asoyan D.S., Bulanov S.A., and Gorbunov O.V. Standards of relief figures on satellite images. *Izv. Akad. Nauk. Ser. Geogr.* 2005. No. 4. P. 75–82. (in Russ.)
- Asoyan D.S. Ecological geomorphological mapping of mountain regions by means of the space survey data, in *Geomorfologiya i kartografiya (Geomorphology and cartography)*. Proc. of XXXIII Plenary meeting of the RAS Geomorphological Committee. Saratov: Izd-vo Saratov. Un-ta (Publ.), 2013. P. 267–273. (in Russ.)
- 4. Carta fitogeografica de Chili miditerraneo. Por: V. Quintanilla. (M. 1:1000000), 1984. Facultad de Ingenieria. Departamento de Ingenieria Geografica. *Universidad de Santiago de Chili*. 1984.
- 5. Hernandez Santana H.R. *Strukturnaya geomorfologiya i sovremennaya geodinamika rel'efa Yugo-Vostochnoy Kuby* (Structural geomorphology and modern geodynamics of relief in the South-Eastern Cuba). PhD thesis: Moscow: IG RAN (Publ.), 1987. 24 p. (in Russ.)
- 6. Manokhin A.M. Relief of the Eastern Cuba and some aspects of its development. *Zemlevedenie. Nov. Ser.* 1990. Vol. 17 (57). P. 92–107. (in Russ.)

Received 28.06.2016

Accepted 14.03.2017