

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

УДК 551.435.4

DOI: 10.23885/2500-123x-2018-2-3-144-150

## ДИЛЮВИАЛЬНЫЕ МЕЗОФОРМЫ РЕЛЬЕФА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО КРЫМА ПО ДАННЫМ КОСМОСНИМКОВ

**А.С. Богуславский, С.И. Казаков, Е.Е. Лемешко,  
И.Г. Берзова, Н.В. Хамицевич**

Черноморский гидрофизический полигон РАН, п.г.т. Кацивели, г. Ялта

al\_bhs@mail.ru; science@bshpg-ras.ru; egor.lem.88@gmail.com; bezova\_ira@ukr.net; nadin\_88@bk.ru

**Аннотация.** Геоморфологические особенности территории юго-западной части Горного Крыма, выявляемые в результате анализа космоснимков с помощью программы Google Earth, подтверждают гипотезу М.Г. Гросвальда о трансконтинентальной гидрологической катастрофе в результате прорыва талых вод подпрудного бассейна Панарктического ледового покрова в конце последнего ледникового периода. Выявлены диллювиальные мезоформы рельефа, аналогичные формам классического скебленда Колумбийского плато США, – кули, спиллвеи, гигантская рябь течения, сухие водопады, эворзионные ниши и воронки, кольцевые структуры, а также мисфитные долины, останцы, рассеченные кuestы, потоковые друмлины. Полученные данные будут способствовать лучшему пониманию гидролого-гидрогеологических условий, рациональному природопользованию и землепользованию в регионе.

**Ключевые слова:** Горный Крым, диллювий, рельеф, канальный скебленд, космоснимки, Google Earth, геоморфология, рациональное природопользование.

### Введение

Впервые идея о катастрофических сбросах плейстоценового ледниково-подпрудного озера Миссула как причине специфического флювиально-катастрофического ландшафта канального скебленда (англ. *Channeled Scabland*) Колумбийского базальтового плато в США была высказана в начале 1920-х годов Джоем Харленом Бретцем [1]. Характерными особенностями Колумбийского классического скебленда являются переплетающиеся (анастомозирующие) сухие каналы и каньоны (кули, англ. *coulee*), сухие водопады (катараакты, англ. *cataracts*), сквозные долины и ущелья прорыва (спиллвеи, англ. *spillway*) разного масштаба, останцы, возвышенности обтекаемой формы (потоковые друмлины), эворзионные ниши и котлы [1–3]. В начале 1980-х годов М.Г.Гросвальд и А.Н.Рудой обнаружили следы прорывов (йокульлаупов) подпрудных горно-ледниковых озер на Алтае и Саяно-Тувинском нагорье. Далее, в 1990-е годы в результате исследований транссибирской системы гряд и ложбин с помощью анализа космоснимков, М.Г.Гросвальд пришел к выводу, что эта система является следом катастрофических потоков (фладстримов), возникших в результате прорыва талых вод гигантского подпрудного озера Панарктического ледового покрова. Эти потоки пересекали Сибирь и впадали частью в Черное море, частью прямо в Северную Атлантику по системе европейских пра-

долин. Таким образом, в конце последнего ледникового периода имел место мегафлад – катастрофический потоп глобального масштаба и огромной мощности, со скоростями течения 30–40 м/с, объемом стока порядка миллиона км<sup>3</sup> и расходами, превышающими миллион м<sup>3</sup>/с [4]. В результате анализа форм рельефа, созданных мегафладом, А.Н.Рудым [5] была разработана теория диллювиального (флювиально-катастрофического) морфолитогенеза, в которой диллювиальные формы рельефа, с сохранением большинства англоязычных терминов классического скебленда [2], группируются в три подтипа: диллювиально-эрэзионный, диллювиально-эрэзионный и диллювиально-аккумулятивный [5].

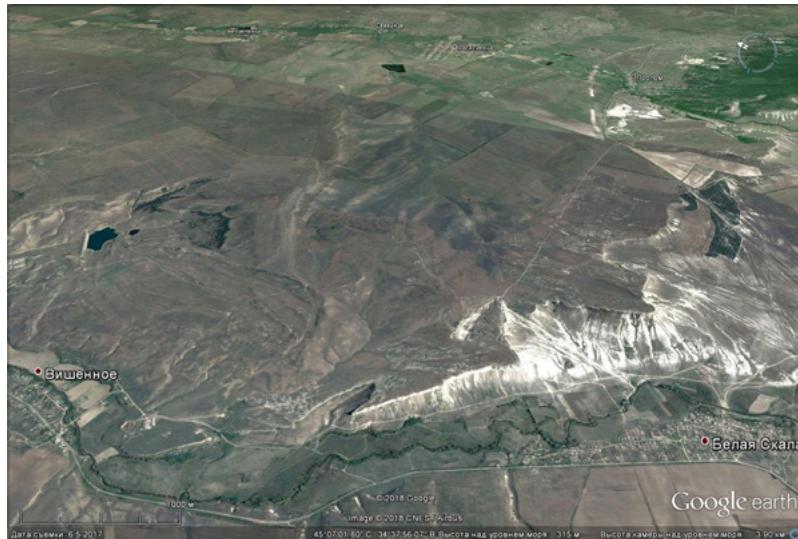
Согласно палеореконструкциям М.Г.Гросвальда, на Крымский полуостров мегафлад пришел со стороны Азовского моря, куда стекались две ветви потока – с северо-востока по долине Дона, и с востока по Манычскому спиллвею [4]. Таким образом, общее направление потока мегафлада было с северо-востока на юго-запад. На некоторое время Азово-Черноморский и Каспийский бассейны соединились, и восстал из прошлого древний океан Паратетис, который, однако, не был спокойным, а представлял собой всесокрушающий потоп, ревущий и бурлящий гигантскими волнами, вихрями и водными торнадо.

С конца 1970-х г.г. наиболее результативным методом геоморфологического анализа диллювия является

интерпретация аэрофотоснимков и космоснимков [2]. Палеореконструкции Евразийской гидросферной катастрофы [4,5] стали возможными, благодаря появлению качественных спутниковых изображений. Начиная с 2005 г., космоснимки высокого разрешения стали доступны в программе Google Earth, которая стала эффективным объектно-ориентированным инструментом ГИС-анализа и моделирования [6]. Важным для геоморфологического анализа качеством Google Earth является возможность выбора угла направления обзора к горизонту, а также улучшенные трехмерные изображения отдельных горных вершин и хребтов, что позволяет четче различить особенности рельефа. Ниже представлены характерные космоснимки отдельных участков юго-западной части Горного Крыма, и дана краткая интерпретация диллювиальных мезоформ рельефа (размеры n x10 – n x1000 м). Построена реконструкция основных направлений потока мегафлода.

### Космоснимки и интерпретация

Вторгнувшись со стороны Азовского моря в юго-западном направлении, волны мегафлода, имея огромный запас кинетической и потенциальной энергии, легко преодолели степную часть Крыма и обрушились на Внешнюю гряду Крымских гор, ускоряя подъем в долинах рек, поворачивая их вспять, и заплескиваясь на плато яйл. На меловых плато к северу от Белогорска, рис. 1, и в долинах, рис. 2, наблюдаются формы скебленда, оставленные фладстримами. Самый мощный из них проходит по долине р. Биюк-Карасу, по линии с. Садовое–с. Вишенное–г. Белогорск, и разветвляется в двух направлениях: Белогорск–Карасевка и Белогорск–Зеленогорское–Яковлевка с заплеском на плато Караби, рис. 3, и далее в обход Караби по межгорным долинам, а к западу – заплески на плато горных массивов Северная Демерджи, рис. 4, и Чатырдаг, рис. 5.



**Рис. 1.** Плато Белой Скалы. Наклонный вид против потока. В центре расширяющийся кули со следами продольного роллерного вихря, слева поле поперечной гигантской ряби течения, справа катараакты [2].



**Рис. 2.** Долина с. Яковлевка, вид против потока. Гигантская рябь течения (поперечные и продольные формы), Мисфитная долина [2] с чередованием бортовых эрозионных валов и ложбин



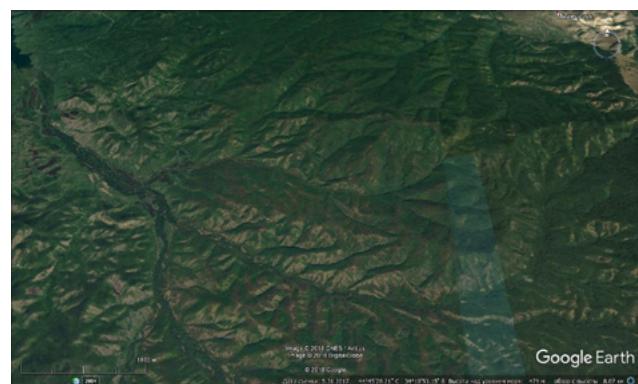
**Рис. 3.** Заплеск потока на плато Караби, вид по потоку. Продольные линейные гряды и террасы с эворзионными воронками и нишами



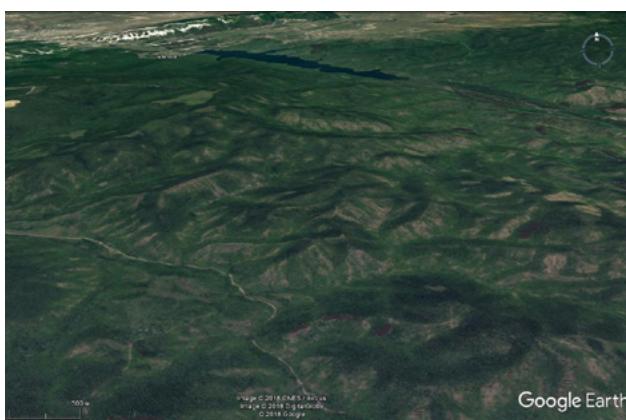
**Рис. 4.** Заплеск потока на г. Северная Демерджи, вид по потоку. Линейные гряды, полуокруглые эворзионные ниши террас



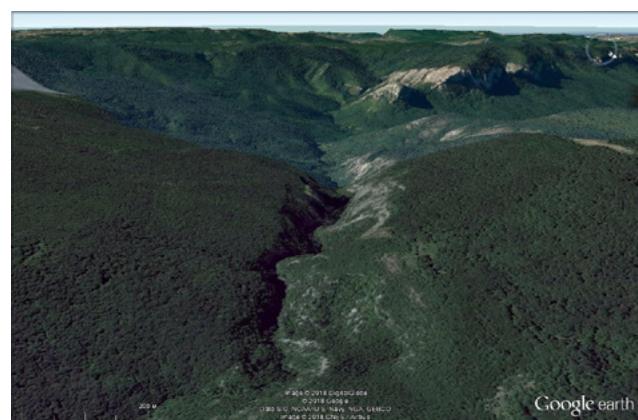
**Рис. 5.** Чатырдаг, вид в направлении потока. Эворзионно-ударная кальдера с нишами, заплеск потока на плато – линейные гряды и воронки



**Рис. 6.** Центральная котловина Госзаповедника к юго-западу от Чатырдага, вид с юга. Гигантская рябь течения, следы вихревых потоков



**Рис. 7.** Центральная котловина Госзаповедника, вид с юга. Вихревые кольцевые структуры зон подсоса водных торнадо



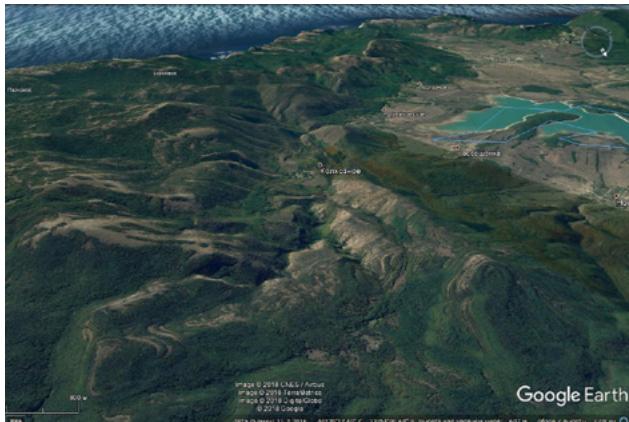
**Рис. 8.** Большой Каньон Крыма, вид в направлении потока. Мощный кули – след гигантского водного торнадо, далее по потоку – эворзионно-ударная кальдера противоположного борта Каралезской долины

Далее к юго-западу, фладстрим ворвался в обширную центральную котловину Госзаповедника, где под действием силы Кориолиса, отклоняющей поток вправо, возник огромный антициклонический вихрь. На его фоне развились мезомасштабные вихревые потоки – горизонтальные роллерные вихри (со сплетающимися струями, осевым и продольным вращением бегущей цепи

тороидальных вихрей), вертикальные водные торнадо с кольцевыми структурами [2] оснований (зон подсоса), «отпечатавшимися» в пластичных породах таврической серии дна котловины, рис. 6,7. На подходе к Главной гряде волны мегафлада, встречая препятствие «дна», всучивались и обрушивались, завихряясь вертикально исполинским прибоем, и горизонтально в отдельных «буяхах» северных

краевых долин яйл. Формировались огромные горизонтальные, наклонные и вертикальные вихри-торнадо, прорезавшие, подобно гигантским

стальным «шнекам», глубокие каньоны на подходе к Главной гряде, и оставившие свои «отпечатки» на их бортах, рис. 8–11.



**Рис. 9.** Верхний каньон р. Черной – продолжение «следа» водного торнадо Большого каньона

Достигнув верхних отметок Главной гряды, фладстримы растекались бурлящими потоками по плато яйл, высверливая вихрями обширные поля кавитационных воронок правильной круговой формы

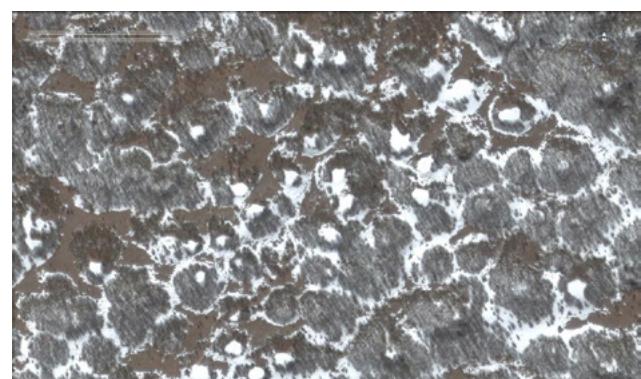


**Рис. 10.** Долина и нижний каньон Черной речки, вид по потоку. Кули, следы водного торнадо и «шнеков» продольных роллерных вихрей

с центральными провалами (рис. 12). Часть потока обрушилась по спиллвеям сквозных долин и ущелий на Южный берег Крыма, формируя в известняковых обрывах катараракты сухих водопадов, рис. 13,14.



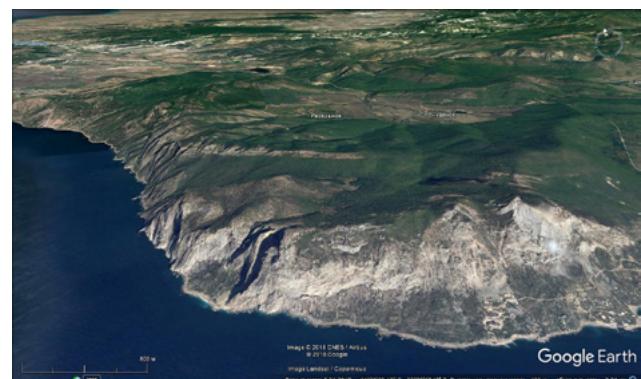
**Рис. 11.** Кули сквозной долины Бештекне, вид по потоку. Справа гигантская полукульцевая структура с возвышением и воронками в центре, эворзионными нишами террас



**Рис. 12.** Эворзионные воронки Ай-Петринской яйлы зимой. Вид сверху



**Рис. 13.** Прорывные ущелья и катараракты Главной гряды, Форосская яйла. Теперь по ним стекают на ЮБК облачные струи холодного воздуха



**Рис. 14.** Прорывные ущелья и катараракты Главной гряды, Мыс Айя

Часть фладстримов в фазе развития мегафлода и его основной поток в фазе спада не преодолели Главную гряду, а повернули на запад и северо-запад, вниз по долинам рек, формируя мисфитные долины, рассеченные куэсты и останцы нижней

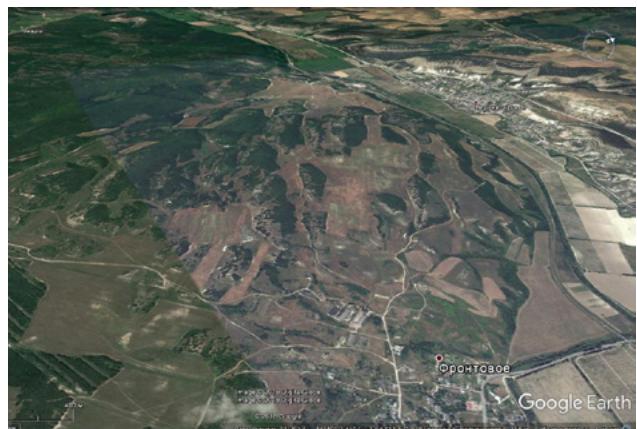
части бассейнов рек Бельбека, Качи и Альмы, рис. 15. На подходе к западному побережью, растекаясь более спокойным потоком в расширениях долин, они сформировали поля грядово-ложбинных и потоково-друмлинных скеблендов, рис. 16,17.



**Рис. 15.** Долина р. Бельбек, вид по потоку. Мисфитные долины, рассеченные куэсты, останцы с эрозионно-эвзорзионными верхними гребнями и горизонтальными нишами у подножий



**Рис. 16.** Нижняя часть долины р. Кача, с. Фурмановка, вид по потоку. Поле канального скэблена – анастомозирующие каналы [2] и гривы [4]



**Рис. 17.** Нижнее течение р. Бельбек, с. Фронтовое. Друмлинный скебленд



**Рис. 18.** Примерные направления потоков мегафлода

### Палеореконструкция направлений потока

Картина палеореконструкции направлений потоков мегафлода юго-западной части Горного Крыма (в фазе начала спада), полученная по результатам обобщения данных космоснимков, показана на рис. 18. Эта картина еще требует дальнейшего уточнения и детализации.

### Заключение

Интерпретация космоснимков высокого разрешения территории юго-западной части Горного Крыма, доступных в программе Google Earth, показывает следы колоссальной гидрологической катастрофы, произошедшей в недавнем геологиче-

ском прошлом. Выявляемые геоморфологические особенности территории согласуются с гипотезой М.Г. Гросвальда о трансконтинентальном потопе в результате прорыва гигантского подпрудного озера талых вод Панарктического ледового покрова по завершении последнего ледникового периода.

Обнаруживаются мезоформы диллювиального рельефа, подобные формам классического скебленда Колумбийского плато (США): кули, спиллвеи, анастомозирующие каналы, гигантская рябь течения, сухие водопады, водобойные котлы, эвзорзионные ниши, воронки, кольцевые структуры, а также мисфитные долины, останцы, рассеченные куэсты, обтекаемые холмы (потоковые друмлины).

Полученные данные будут способствовать лучшему пониманию гидрологических и гидрогеологических особенностей, рациональному природопользованию и землепользованию региона.

*Работа подготовлена при поддержке Программы президиума РАН № 19 «Фундаментальные проблемы геолого-геофизического изучения литосферных процессов».*

#### **Список литературы**

1. *Bretz J H. The Channeled Scabland of the Columbia Plateau. //J. Geology, 1923, v. 31, p. 617–649.*
2. *Baker V.R. and Nummedal D. (Editors). The channeled scabland. A guide to the geomorphology of the Columbia Basin, Washington. Comparative Planetary Geology Field Conference, Columbia Basin, June 5–8, 1978. NASA. 1978. – 186 pp.*
3. *Baker V.R. The channeled scabland: a retrospective. //Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2009, v. 37, p. 6.1–6.19.*
4. *Гросвальд М.Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики. М: Научный мир, 1999. – 120 с.*
5. *Рудой А.Н. Основы теории диллювиального морфолитогенеза. //Изв. РГО, 1997, т. 129, вып. 1, с. 12–22.*
6. *Hu Q., Wu W., Xia T., Yu Q., Yang P., Li Z., and Song Q. Exploring the use of Google Earth imagery and object-based methods in land use/cover mapping. //Remote Sensing, 2013, №5, p. 6026–6042.*

## DILUVIUM RELIEF MESOFORMS OF THE SOUTH-WEST MOUNTAIN CRIMEA BY SPACE IMAGERY DATA

**A.S.Bohuslavsky, S.I. Kazakov, E.E.Lemeshko, I.G.Berzova, N.V. Khamitsevich**

Black Sea Hydrophysical Proving Ground of the Russian Academy of Sciences Katsiveli, Yalta  
al\_bhs@mail.ru; science@bshpg-ras.ru; egor.lem.88@gmail.com; bezova\_ira@ukr.net; nadin\_88@bk.ru;

**Abstract.** Interpretation of high-resolution satellite images of the southwestern Mountainous Crimea, available in the Google Earth global imagery program, reveals clear traces of the huge hydrological catastrophe that occurred in the recent geological past. The geomorphological peculiarities of the study area revealed during the space imagery analysis confirm M.G. Grosswald's hypothesis on the transcontinental megaflood as a result of the breakthrough of melted-ice pond waters of the Panarctic ice sheet at the end of the last glaciation. On the satellite images, the diluvium relief mesoforms are found, similar to forms of the classical Channeled Scabland of the Columbia Plateau (USA) – coulee, spillways, giant ripples, cataracts, eversion potholes, niches, funnels, ring structures, traces of longitudinal and transverse roller vortices; as well as misfit valleys, buttes, dissected cuestas, drumlin-like streamline-shaped hills. The obtained data will contribute to a better understanding of present hydrological and hydrogeological conditions, rational environmental management and land use of the region.

**Keywords:** Mountain Crimea, diluvium, relief, channeled scabland, space images, Google Earth, geomorphology, environmental management, land use.

### References

1. Bretz J H. The Channeled Scabland of the Columbia Plateau. //J. Geology, 1923, v. 31, p. 617–649.
2. Baker V. R. and Nummedal D. (Editors). The channeled scabland. A guide to the geomorphology of the Columbia Basin, Washington. Comparative Planetary Geology Field Conference, Columbia Basin, June 5–8, 1978. NASA. 1978. – 186 pp.
3. Baker V.R. The channeled scabland: a retrospective. //Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2009, v. 37, p. 6.1–6.19.
4. Grosvald M.G. Evrazijskie gidrosfernye katastrofy i oledenie Arktiki [Eurasian hydrosphere catastrophes and the glaciation of the Arctic]. Moscow: "Nauchnyi mir", 1999. – 120 pp. (In Russian).
5. Rudoy A.N. Basics of the theory of diluvial morpholithogenesis. //Izvestija Russkogo geograficheskogo obshhestva, v. 129, Issue 1, p. 12–22. (In Russian).
6. Hu Q., Wu W., Xia T., Yu Q., Yang P., Li Z., and Song Q. Exploring the use of Google Earth imagery and object-based methods in land use/cover mapping. //Remote Sensing, 2013, №5, p. 6026–6042.