
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ РОССЫПЕЙ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ НА ОСТРОВЕ ШРИ-ЛАНКА

Г.Н. Колосова, Гамини Зойса

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115923

В работе на основе применения приемов геоморфологического анализа рельефа о. Шри-Ланка сделан прогноз и выявлены места возможных концентраций россыпей драгоценных камней.

Для оценки территории острова Шри-Ланка (его юго-западной части — района Ратнапура) с целью обнаружения россыпей драгоценных камней с невысоким удельным весом ($> 3,0 < 5,0$ г/см³: — сапфиров, турмалинов, цирконов, топазов) и выработки поисковых критериев нами был проведен геоморфологический анализ рельефа данной территории. Изучались прежде всего речные долины как основа для прогноза россыпей и поиска камнецветного сырья [2; 3; 4; 5]. Для этого были использованы теоретически разработанные геоморфологические методы поисков россыпных месторождений полезных ископаемых, прошедшие апробацию в различных регионах РФ: на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке, в Ближнем Зарубежье и Африке. В большей степени методические приемы поисков применяются россыпных рудных минералов с высоким удельным весом, в меньшей — для минералов с невысокой плотностью.

Морфометрические исследования рельефа, проведенные нами в районе Ратнапура (бассейн реки Калу-Ганга) внесли существенное дополнение к поисковым приемам, используемым в практике геолого-разведочных работ.

Так, используя топографическую карту масштаба 1 : 50000 территории была составлена карта порядков речной сети. На ней были выделены спрямленные (линейные) участки речных долин и фрагменты долин, расположенных под прямым углом, кольцевые и хордовые участки наследующие, как правило, тектонически ослабленные зоны (возможно, минерализованные); разломы и оперяющие их трещины; зоны трещиноватости и дробления [1; 8; 4]. Были построены и проанализированы продольные профили речных долин; гипсометрические профили рельефа через междуречья и долины, изучены поля абсолютных высот и их распределение по площади, косвенно свидетельствующие о морфоструктурном плане территории [1]. Составлена таблица морфометрических показателей рельефа и прежде всего речных долин, где возможно формирование россыпей.

Используя полученную комплексную информацию по рельефу бассейна р. Калу-Ганга и проведя анализ геологической карты и карты полезных ископаемых мелкого масштаба, мы составили прогнозную карту с выделением перспективных участков на обнаружение россыпей. Содержание карты прогноза и поиска россыпей драгоценных камней приведено в таблице.

Таблица 1

**Основные морфометрические показатели рельефа бассейна реки Калу-Ганга
и возможное положение россыпей драгоценных камней с уд. весом $> 3,0 \text{ г/см}^3 < 5,0$**

Название реки	Общая длина реки в пределах участка (L, м)	Абс. высота макс. (м) (Н абс. макс.)	Абс. высота мин. (м) (Н абс. мин.)	Глубина вреза дна долины (Н, м)	Общий уклон долины (I)	Уклоны дна долины в зоне размытия и транзита	Уклоны дна долины в зоне аккумуляции и транзита	Степень выполаживания продольного профиля на участках возможного транзита и аккумуляции россыпей	Абсолютная высота положения «головки» предпологаемого участка концентрации минералов с уд. весом $> 3,0 < 5 \text{ г/см}^3$	Длина участка концентрации минералов с уд. весом $> 3,0 < 5 \text{ г/см}^3$	Абсолютная высота положения «головки» предпологаемого участка концентрации минералов с уд. весом $> 3,0 < 5 \text{ г/см}^3$	Абсолютная высота россыпи (м)	Тип продольного профиля реки на отдельных участках
Правобережные притоки р. Калу-Ганга													
р. Катугас	3 750	200	3 (5)	195	0,05	0,09	0,017	5,3	40 — <10	2 000 (для минералов с уд. весом > 4)	20	20	Крутой, ступенчатый; полого-вогнутый
р. Маха Ела	10 000	400	3 (5)	395	0,04	0,15	0,025 0,003	50 8,3	50 — <10	2 500—4 000 (для минералов с уд. весом > 3)	40	40	Крутой; полого-ступенчатый; пологий
р. Безымянная (условно Хиндурангала)	4 600	92	5	87	0,02	0,048	0,005	9,6	20	3 000	20	20	Крутой; пологий, ровный
р. Валокал-Дола	4 900	120	10(5)	105	0,02	0,021			Возможны отдельные концентрации				Прямой, выпуклый
р. Намба-Пуна	5 350	100	10—5	90	0,02	0,038	0,004	9,5	20; <20	2 750	20	20	Прямой, пологий
Лев. приток р. Хиндурангала	750	300	20	280	0,37	0,37			Зона транзита, врезания				Висячая долина
Лев. приток р. Ягирила Ела	4 650	90	10—5	80	0,02	0,035	0,004	8,75	20; <20	2 500	20	20	Крутой, ступенчатый; пологий, ровный
Левобережные притоки р. Калу-Ганга													
р. Парагала-Ганга	25 000	420	10—5	410	0,02	0,07; 0,04	0,006 0,005 0,0007	11	160—50 80—20	1900; 10000 и > 10000 (локальные концентрации)	160; 80	80	Крутой, ступенчатый; полого вогнутый

Окончание

Название реки	Общая длина реки в пределах участка (L, м)	Абс. высота макс. (м) (Н абс. макс.)	Абс. высота мин. (м) (Н абс. мин.)	Глубина вреза дна долины (Н, м)	Общий уклон долины (I)	Уклоны днищ долин в зоне размытия и транзита	Уклоны днищ долин в зоне аккумуляции	Степень выполаживания продольного профиля на участках возможного транзита и аккумуляции россыпей	Абсолютная высота «головки» предпологаемой россыпи (м)	Длина предполагаемого участка концентрации минералов с уд. весом > 3,0 — < 5 г/см ³	Абсолютная высота «головки» предпологаемой россыпи (м)	Тип продольного профиля реки на отдельных участках
р. Пасгам-Ела	5 250	120	10—15	105	0,02	0,053	0,008	6,6	40—20 <20	3 600	40	Кругой, полого-наклонный
Безымянный левобережный приток Паругала-Ганга	3 000	400	15—20	380	0,12			Зона транзита				Кругой
р. Курулу-Ганга	17 750 (без р. Кудала-Ганга)	225	10—15	210	0,01	0,026	0,09 0,0015	17,3	220—160 40; <40	6 750 5 250	40	Полого-ступенчатый, выположенный
Правобережный приток Курулу Ганга (р-н Индуга-локанда)	9 000	180	10—15	170	0,02	0,08 0,05	0,016 0,0017	28,6	не определено			Ступенчатый, пологовогнутый; выположенный

Известно, что большинство промышленных россыпей приурочено к аллювию разнопорядковых долин [2]. Чтобы понять процессы образования аллювиальных россыпей, необходимо знать закономерности деятельности водных потоков и формирования толщ аллювия в них [6]. Водотоки и долины рек принято делить на порядки. В настоящее время обычно пользуются системой деления Хортон—Страллера, согласно которой к первому порядку относятся водотоки, не имеющие притоков. Из слияния водотоков первого порядка образуется водоток второго порядка и т.д. При этом впадение водотоков низкого порядка не увеличивает порядкового числа долины [2]. Порядок водотока лишь ориентировочно говорит о его водности (определение порядков речных долин были выполнены не для всех водотоков района в связи с невысоким качеством предоставленного картографического материала).

Водность потока определяется площадью его водосбора. Глубина и ширина речных долин водотоков разного порядка возрастает с увеличением порядка, особенно сильно в условиях платообразного, равнинного и низкогорного рельефа. В связи с этим увеличивается объем переработанного рекой материала, поступающего на дно долины со склонов и прилегающих вершинных поверхностей междуречий. В ходе эродирующей деятельности рек и транспортировки наносов происходит частичное или полное высвобождение полезного компонента из коренных источников, расположенных в бортах речной долины, в ее днище. Формируется толща аллювия различной мощности, включающая россыпные полезные минералы.

Формирование россыпей корректируется особенностями строения речной долины, типом продольного профиля рек, неотектоническим планом территории, величиной денудационного среза коренного источника, климатом территории [2; 3]. Для обнаружения россыпей драгоценных камней в бассейне р. Калу-Ганга были составлены продольные профили разнопорядковых долин и определены оптимальные значения уклонов продольного профиля в местах возможных их концентраций. При этом учитывалось, что россыпь, содержащая минералы с невысоким удельным весом, может быть растянута по дну долины. Однако драгоценные камни гравийной и мелкогалечной размерности в связи с увеличением их гидравлической крупности [2] могут вести себя в потоке как минералы с высоким удельным весом.

Уклон продольного профиля реки (i) рассчитывался по формуле

$$I = \Delta h/L, \text{ м}$$

где Δh (м) — разница абсолютных высот днища реки между ее истоком и устьем; L — длина реки, м.

Подобным образом рассчитывают уклоны продольного профиля на отдельных звеньях днищ речных долин.

Нами определены: длина рек (в пределах района работ), уклоны на разных отрезках днищ долин (в местах врезания и выколаживания), длина возможного продуктивного участка, абсолютные высоты днищ россыпных долин.

На продольных профилях рек отмечено наличие перегибов — геоморфологических «ловушек», каждая из которых характеризуется определенными уклонами и длиной участка. Выделены зоны транзита, где уклоны возрастают в десятки раз. Особое внимание при этом уделено местам сочленения резких перегибов и выполаживания продольного профиля. Оценивалось положение известных горных выработок, зафиксированных на карте относительно положения стрелы прогиба — участка максимальной вогнутости продольного профиля водотока [7]. Стрела прогиба разграничивает участки на профиле с разной направленностью гидрологических и тектонических процессов.

Для рек разных порядков помимо уклонов продольного профиля дополнительно можно вычислить числовые характеристики, которые показывают во сколько раз на определенных участках происходит выполаживание продольного профиля (уменьшение уклонов) или, наоборот, врезание (резкое увеличение уклонов). В первом случае они характеризуются цифровыми значениями со знаком «+» и благоприятны для концентрации россыпей; во втором случае — со знаком «-» и неблагоприятны для формирования долинных россыпей (см. табл.). Для выработки поисковых критериев россыпей на определенных территориях обычно изучаются эталонные россыпи разнопорядковых долин, для которых известно положение коренных источников.

В нашем случае оценивалось совпадение или частичное совпадение известных россыпей (данные шурфовых работ местных геологов) и перспективных участков, полученных нами в процессе расчетов уклонов продольного профиля рек. Случаи несовпадения рассматривались отдельно.

Кроме того, для выяснения геоморфологической позиции россыпей и их связи с определенными формами рельефа (вершинными поверхностями горных гряд, где сформированы коры выветривания), их склонами, террасовым комплексом речных долин для 148 известных горных выработок были определены их абсолютные и относительные высоты над урезом рек и тип рельефа.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты.

Карта спрямленных участков долин показала раздробленность территории на блоки с разной направленностью новейших тектонических движений. Наибольшая раздробленность отмечается в восточной части района.

Преобладающий тип рисунка речных долин — ортогонально-решетчатый. Реки этого типа наследуют как правило зоны разломов, трещиноватости и дробления; реже отмечается параллельный тип рек и древовидный, с которым связана, обычно, погребенная речная сеть.

В результате анализа продольных профилей дна речных долин района Ратнапуры были выявлены следующие их типы: крутой, ступенчатый, пологий, ровный, полого-вогнутый, полого-ступенчатый, выпуклый, выположенный [6; 7; 5]. Преобладают: ступенчатый, полого-вогнутый и выположенный.

Россыпи приурочены к участкам полого-вогнутого, выположенного и реже к отдельным участкам ступенчатого профиля.

Анализ продольных профилей дна речных долин бассейна р. Калу-Ганга и их уклонов позволил наметить участки, благоприятные для накопления россыпей. В долинах низких порядков (II порядок) возможна локализация россыпей в пределах днищ долин с уклоном 0,017 — 0,025 — 0,003 — 0,005; редко 0,008. Длина предполагаемого продуктивного участка — 2,0—4,0 км. Продольный профиль — ступенчатый, полого-вогнутый, пологий, ровный. Длина рек в пределах района работ — 3,750 м — 10 000 м. Абсолютная высота положения «головки» предполагаемой россыпи 20—40 м.

В долинах рек III порядка россыпи локализируются в пределах днищ с уклонами 0,004—0,006; очень редко 0,007. Длина продуктивного участка — 2750 м; 1900 м; на участках рассеянной концентрации до 10 км. Продольный профиль днищ долин — прямой, пологий, ступенчатый, полого-вогнутый. Длина рек от 5350 м до 25 000 м; абсолютная высота положения «головки» предполагаемой россыпи 20 м, реже 160, 80 м (см. табл. 1).

В долинах IV—V порядков (р. Калу-Ганга) формирование россыпей происходит за счет выноса продуктивного аллювия водотоками 1—3 порядков, привязанных к 15—20 м террасе р. Калу-Ганга. Происходит ее размыв и обогащение локальных участков. Формирование россыпей происходит и за счет образования подводных дельт — устьевых частей боковых притоков низких порядков. Продольный профиль реки — пологий. Абсолютные высоты предполагаемых продуктивных участков — 20 м.

Проведенные исследования следует продолжить и на других территориях острова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Аристархова Л.Б.* Морфоструктурный анализ аэрокосмических снимков и топографических карт. — М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 27—33.
- [2] *Воскресенский С.С.* Геоморфология россыпей. — М.: Изд-во МГУ, 1985.
- [3] *Колосова Г.Н.* Методика поисков долинных россыпей в горных странах / Техногенные отложения и охрана окружающей среды. — Пермь: ПГУ, 1989.
- [4] *Колосова Г.Н.* Геоморфологические методы поисков россыпей в Нигерии (плато Джос) // Проблемы теории и практики в инженерных исследованиях. Труды XXXIII научной конференции РУДН. — М., 1997. — С. 325—326.
- [5] *Колосова Г.Н.* Методика поисков россыпных месторождений полезных ископаемых // Вестник РУДН. Серия «Инженерные исследования. Современные инженерные технологии». — 2004. — С. 74—75.
- [6] *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. — М., 1955.
- [7] *Хмельва Н.В.* Развитие продольных профилей рек // Эрозионные процессы. — М.: Изд-во МГУ, 1984.
- [8] *Четвертков С.С.* Геологическая информативность гидросети Якутии и Поволжья. — Изд-во Саратовского Университета, 1988. — С. 13—17.
- [9] Шри-Ланка. Справочная карта. М-б 1 : 750 000. — М.: Изд-во ГУГик, 1978.
- [10] Atlas of Sri Lanka. ARJUNA'S. T. Somase-Karam, M.P. Perera, M.B.G. de Silva, H. Godellawatta; 1997.

PLACER EXPLORATION IN SRI LANKA OF GEOMORFOLOGIC INVASTIGATION METHODS

G.N. Kolosova, Gamini Soisa

Engineering faculty
Peoples' Friendship Russian University
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115923

Morphometric methods of evaluation of relief and river valleys in first place have been used to evaluate the territory of Shri Lanka with the search for deposits in view.