

УДК 551.4 551.44

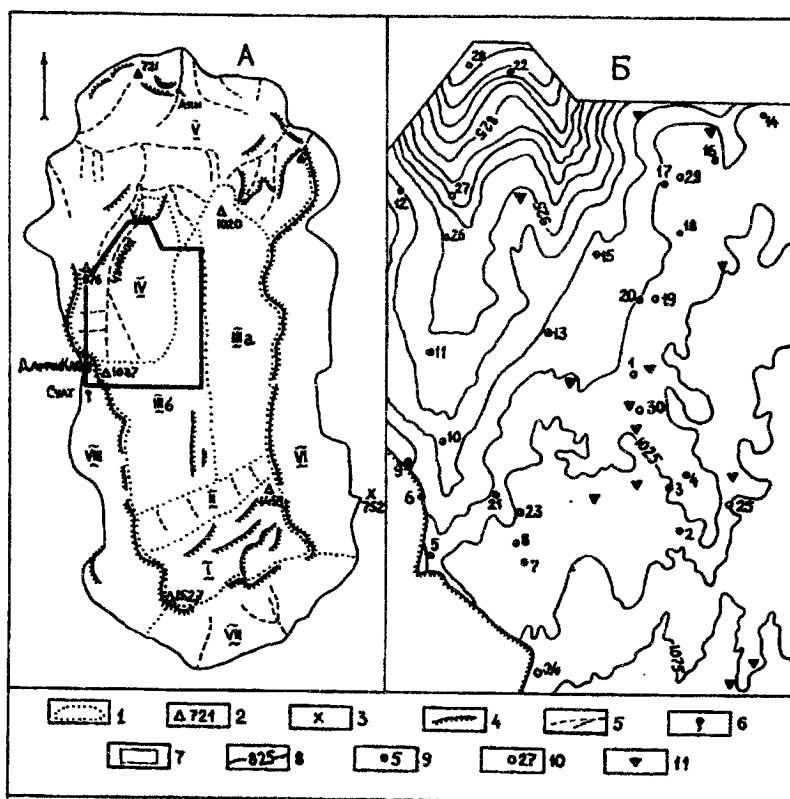
Г. Н. Амеличев

## **МЕТОДЫ МОРФОЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

Карстовый массив Чатырдаг занимает центральное положение среди горных массивов Главной гряды Крыма. Он выделяется своей приподнятостью и плосковершинностью, обособленностью и относительной смещенностью к северу от фронтальной линии Крымских гор. В пределах его северного склона, на северо-западном и центральном участках нижнего плато (рис. 1) давно известны выходы рыжевато-бурых глинисто-гравийно-галечниковых отложений, о генезисе и возрасте этих отложений уже длительное время ведутся научные споры. Высказывались мнения об их элювиальном [2], морском, гляциальном [4], делювиальном и флювиальном [3; 6] происхождении и возрасте, колеблющемся от сарматского до позднечетвертичного. Выводы этих ученых базировались в основном на качественных характеристиках изучаемых отложений и в настоящее время требуют уточнения.

В ходе полевых картировочных работ, проведенных в летние сезоны 1995-1998 гг. было выявлено 30 местонахождений галечников, которые расположены дискретно, в виде отдельных обнажений, на участке площадью 8 км<sup>2</sup>. Из них 22 исследованы по нижеприведенной методике в полном объеме и 8 – в сокращенном варианте.

Детальные геологические исследования показали, что выходы изучаемых отложений представлены рыхлыми обломочными накоплениями незначительной (в среднем менее 1 м) мощности. Основная масса осадка состоит из хорошо окатанных галек и гравия кварца, песчаника и железосодержащих минералов (сидерита, гетита, лимонита). В отдельных пробах преобладают глинисто-песчаные фракции. Текстурные особенности осадка выражены крайне слабо. Лишь в толще суглинков, приуроченных к тальвегам временных водотоков, скопления кварцевой гальки образуют неясно выраженные линзы и прослои. Чаще же обнажения напоминают рудные гнезда, где роль рудного тела выполняют обломочные отложения, а роль вмещающей полости – карстовая каверна или канал, вскрытые на поверхности. Контакт с подстилающими известняками несогласный, что свидетельствует о перерыве в осадконакоплении, об отложении обломочного материала на уже сформировавшийся рельеф.



**Рис. 1. Орогидрографическая схема массива Чатырдаг (А) и район детальных исследований (Б)**

1 – границы орографических элементов; 2 – основные вершины и их высотные отметки, м; 3 – перевалы; 4 – обрывы, уступы; 5 – тальвеги временных водотоков; 6 – основные источники; 7 – район детальных исследований; 8 – горизонтали, м; 9-10 – обнажения галечников и номера точек наблюдения (т/н) на них (9 – исследованные в полном объеме, 10 – исследованные в сокращенном варианте); 11 – крупные карстовые полости. Орографические элементы: I – верхнее плато, II – северный склон верхнего плато, IIIa – восточный холмистый участок нижнего плато, IIIb – западный грядовый участок нижнего плато, IV – Чумнохский водосбор нижнего плато, V – северный склон массива, VI – восточный склон массива, VII – южный склон массива, VIII – западный склон массива

Анализ местных коренных пород и исследуемых отложений свидетельствует в пользу аллохтонного происхождения последних. Они сформировались в результате разрушения и перетолжения осадков (конгломераты, песчаники и др.), не характерных для мест их современной аккумуляции. Тем самым снимается вопрос об элювиальном генезисе галечников.

Интересные результаты дал анализ гипсометрического положения точек наблюдения (т/н) на обнажениях. По вертикали район развития галечников ограничен высотными отметками 705 м (т/н 28) и 1060 м в.у.м. (т/н 24). Внутри 355-метровой амплитуды, разбитой на 8 высотных ступеней с шагом 50 м (рис. 2 А),

обнажения распределились следующим образом. Наибольшее количество местонахождений сконцентрировано в интервале высот 1001-1050 м – 61%. Очевидно, этим отметкам соответствовали наиболее оптимальные условия аккумуляции и сохранности обломочного материала. Последовательное убывание количества обнажений к нижним ступеням рельефа свидетельствует об ухудшении этих условий, об усилении процессов, способствующих деградации галечникового покрова. При сравнении количества обнажений и пещер (рис. 2 А, Б) в районе исследования отчетливо проявляется их взаимосвязь. Идентичные изменения сравниваемых показателей указывают, что в их основе лежит общий фактор, регулирующий оба распределения. Таким фактором, несомненно, является наличие воды. Вода способствует активному переносу и аккумуляции наносов, она же является необходимым условием формирования карстовых полостей. Очевидно, попадая в пределы сильно трещиноватой поверхности нижнего плато поверхностные воды, представленные одним или несколькими водотоками, резко теряли транспортирующую энергию за счет подземных перехватов стока. Ниже отметки 850 м обломочный материал и входные отверстия пещер вообще не встречаются. Это свидетельствует о том, что весь поверхностный сток был полностью переведен в недра массива. Увеличение местонахождений галечников на отметках 700-800 м обеспечивается появлением древних пещер-источников, воды которых и отложили этот материал.

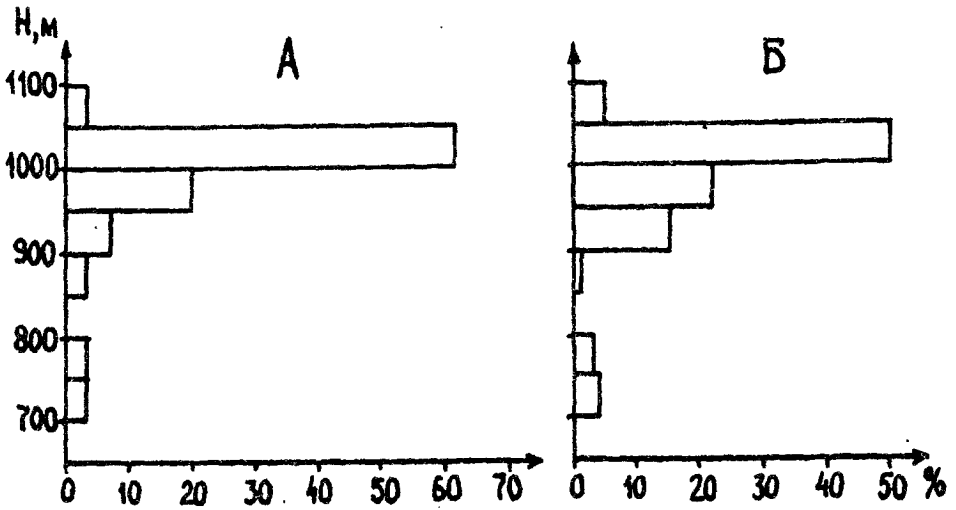


Рис. 2. Гистограммы высотного распределения количества (%) обнажений галечников (А) и пещер (Б) в районе исследования

Таким образом, итоги геоморфологического анализа указывают на тесную связь обломочных отложений с древней гидрографической сетью. Это позволяет предварительно классифицировать песчано-галечниковые отложения Чатырдага как древние аллювиальные накопления.

**МЕТОДЫ МОРФОЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

Тем не менее, остается открытым вопрос, откуда были принесены данные отложения. Ответить на него позволяет ряд специальных методов, среди которых основная роль отводится гранулометрическому, морфометрическому, минералогическому петрографическому анализам обломков и изучению их окатанности.

Гранулометрический анализ является основным методом исследования, определяющим зерновой (механический) состав кластических пород. Полученная с его помощью информация позволяет в итоге осуществлять реконструкции палеогеографической обстановки осадконакопления. Анализ проводится путем разделения частиц, слагающих рыхлые породы, на классы крупности (фракции размерности) и установления массы и процента выхода каждого класса (фракции). Разделение осуществляется следующими способами: а) ареометрический – основанный на различной скорости осаждения частиц разной крупности в воде; б) непосредственное измерение поперечника частиц; в) ситовой анализ, заключающийся в просеивании зерен породы через сита с последовательно уменьшающимися размерами отверстий [9]. При изучении крупнообломочных отложений Чатырдага использовались два последних способа. Результаты анализа проб из 22 исследованных обнажений представлены в таблице 1. Ее данные свидетельствуют, что изучаемые осадки на 71,5% состоят из грубообломочных частиц (44,0% – гравий, 27,5% – галька) и на 28,5% – из мелкообломочных (песок, алеврит, глина).

Таблица 1. Результаты гранулометрического анализа обломочных отложений Чатырдага (в процентах)

№ обнажений (г/н)	Фракции, мм								
	Менее 0,25	0,25-0,50	0,51-1,00	1,01-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	5,01-7,00	7,01-10,00	Более 10
1	3	5	4	13/15	10/11	13/14	14/15	14/16	24/29
2	15	17	7	30/48	6/9	10/17	8/14	4/7	3/5
3	4	4	1	8/8	5/6	11/12	12/13	11/12	44/49
4	9	7	3	8/10	6/7	14/18	18/22	7/9	28/34
5	13	11	3	11/15	8/12	16/22	14/19	12/16	12/16
6	2	0	2	2/2	2/2	3/4	5/5	9/9	75/78
7	12	17	6	56/88	5/8	1/1	1/1	1/1	1/1
8	0	0	0	0	1	1	4	9	85
9	0	0	1	1/1	2/2	6/6	10/10	25/26	55/55
10	19	15	7	3/4	3/4	4/7	7/12	10/18	32/55
11	2	3	3	8/9	2/3	5/5	7/8	14/16	56/59
12	25	17	5	6/11	3/6	5/10	6/11	11/21	22/41
13	17	17	9	23/40	1/2	1/2	3/5	10/18	19/33
14	16	18	16	20/39	1/2	1/2	3/7	7/13	18/37
15	17	17	11	5/10	15/20	13/23	12/22	12/22	8/13
16	13	10	7	6/9	5/7	10/15	13/18	17/25	19/26
17	26	23	10	9/22	3/6	3/6	8/20	10/26	8/20
18	8	4	4	9/11	9/10	14/16	13/16	13/16	26/31
19	3	4	5	11/12	11/13	26/30	21/24	12/14	7/7
20	9	8	7	13/19	8/11	10/15	9/13	10/13	26/29
21	25	30	10	3/7	0/2	2/6	3/8	10/29	17/48
22	17	17	8	9/15	6/10	10/16	8/13	5/10	21/36
Среднее	11,6	11,1	5,8	11,5	4,6	7,8	9,0	10,6	27,5

Примечание: в числителе – с учетом мелкообломочных фракций, в знаменателе – без учета

Результаты гранулометрического анализа позволяют рассчитать другие статистические параметры обломков, изучение территориального распределения которых значительно облегчает генетическую идентификацию осадка. К таким

параметрам относятся максимальный, средневзвешенный, медианный, модальный диаметры частиц и их сортированность.

Определение максимального диаметра проводилось по самому крупному обломку в пробе путем непосредственного замера его длины, ширины и толщины. Затем рассчитывались объем частицы и ее номинальный диаметр по формуле [8]:

$$D = 3 \sqrt{\frac{6y}{\pi}},$$

где  $D$  – номинальный диаметр, мм;  $y$  – объем частицы, мм<sup>3</sup>, определенный по длине, толщине и ширине обломка;  $\pi = 3,14$ .

Средневзвешенный диаметр ( $D_{\text{взв.}}$ ) вычислялся с учетом весового процента каждой фракции по формуле:

$$D_{\text{взв.}} = (a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n)/(x_1 + x_2 + \dots + x_n),$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – среднее значение класса размерности, мм;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – весовой процент фракции; знаменатель – сумма весовых процентов всех фракций пробы, равная 100%.

Значение медианного диаметра для каждой пробы снималось с кумулятивной кривой. Величина модального диаметра ( $D_{\text{мод.}}$ ) рассчитывалась по формуле [1]:

$$D_{\text{мод.}} = a + (\Delta l(f_2 - f_1))/(2f_2 - f_1 - f_3),$$

где  $a$  – начало модального интервала (интервала с наибольшей частотой);  $\Delta l$  – ширина интервала;  $f_1$  – частота интервала, предшествующего модальному;  $f_2$  – частота модального интервала;  $f_3$  – частота интервала, следующего за модальным.

Коэффициент сортировки ( $S_0$ ), являющийся мерой изменчивости (однообразия) осадка и несущий информацию о гидродинамической обстановке осадконакопления, вычислялся по формуле [8]:

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}},$$

где  $Q_3, Q_1$  – третья и первая квартили (значения ординаты кумулятивной кривой, отвечающие распределению 25 и 75% классов крупности).

Таким образом, были получены все необходимые статистические характеристики (таблица 2), территориальное распределение которых представлено на рисунке 3.

На первых пяти схемах (рис. 3 А, Б, В, Г, Д) четко пролеживается расположенная у южной границы зона максимальных значений размера и минимальных величин сортировки, вытянутая в восточном направлении. Ее «ось тяжести» проходит примерно через т/н 6, 8, 3, 4. Далее она изменяет направление на субмеридиональное и достаточно ясно прослеживается через т/н 1, 20, 18 (схемы А, Б, В, Г), 19 (Д), 16 (А, Б, В, Д), 14 (А, Б), расположенные на участке нижнего плато между пещерами Симферопольская и Эмине-Баир-Коба в Центрально-Пещерной Долине. Особый характер конфигурации изолиний на схемах Г, Д и, в некоторой степени, А свидетельствует о раздвоении этой зоны в районе пещеры Охотничья (т/н 20, 19). Левая ветвь имеет направление в сторону пещер Мраморная и Белоснежка (т/н 15, 22, 28).

**МЕТОДЫ МОРФОЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

Таблица 2. Статистические характеристики размера обломков  
галечников Чатырдага

№ обна- жения (т/н)	Диаметры, мм						Коэф- фициент сорти- ровки
	Макси- мальный	Средне- взвешен- ный	Модаль- ный	Медиан- ный	Первой квартили, Q <sub>1</sub>	Третьей квартили, Q <sub>3</sub>	
1	42	10,86	19,90	5,3	2,5	8,7	1,87
2	35	4,16	1,55	1,8	0,9	4,1	2,13
3	60	19,70	32,02	8,4	4,0	9,3	1,52
4	52	13,67	27,80	5,4	3,3	9,0	1,65
5	38	7,74	4,54	4,1	2,4	7,0	1,71
6	145	60,58	73,37	9,5	8,6	10,3	1,09
7	24	18,75	1,52	0,9	0,9	1,0	1,05
8	50	26,84	28,90	9,3	9,0	9,7	1,04
9	20	11,36	13,45	8,7	7,0	9,2	1,15
10	34	14,79	19,65	8,7	5,9	9,2	1,25
11	19	10,51	13,79	8,8	6,0	9,3	1,24
12	19	8,90	12,95	7,8	3,8	9,1	1,55
13	19	7,18	1,51	6,3	0,9	8,9	3,14
14	50	13,34	1,48	6,0	0,9	9,1	3,18
15	22	6,72	4,86	4,8	2,9	7,1	1,56
16	21	8,14	10,41	6,2	3,5	8,3	1,54
17	19	6,93	8,50	5,6	1,9	7,8	2,03
18	47	12,23	22,07	5,4	2,9	10,0	1,86
19	21	5,38	3,61	3,7	2,5	5,5	1,48
20	37	11,24	19,60	4,5	2,0	8,7	2,09
21	26	11,97	14,54	8,1	6,2	12,3	1,41
22	29	9,76	17,97	5,5	2,5	10,2	2,02
23	24	Нет данных					
24	10						
25	7						
26	15						
27	12						
28	12						
29	10						
30	7						

Вторая аналогичная зона, менее сложная и короткая, выделяется у западной границы участка, пространственно совпадая с балкой Чумнох. Она прослеживается через т/н 6, 10, 11 (все схемы), 12 (А, Б, Г, слабее В). Для обеих зон характерно закономерное, с небольшими вариациями, снижение всех видов диаметров от т/н 6 к т/н 16 и 12. Это является одним из фактов, укладывающихся в рамки закона Штернберга, который гласит, что средний размер обломков в руслах рек

экспоненциально уменьшается вниз по течению. Таким образом, еще раз подтверждается аллювиальный генезис исследуемых отложений. «Оси тяжести» указанных зон маркируют положение древнего водотока, а характер распределения диаметров и конфигурация изолиний позволяют определить наиболее вероятное направление палеостока ( $\rightarrow$  т/н 6  $\rightarrow$  8  $\rightarrow$  3  $\rightarrow$  4  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  20  $\rightarrow$  18  $\rightarrow$  16) и примерное положение области денудации (в районе т/н 6 и западнее). Рост значений сортировки вниз по течению объясняется либо значительными сезонными вариациями водности палеопотока, либо влиянием карстовых процессов, суффозии, плоскостного и линейного смыва, нарушающих общую закономерность.

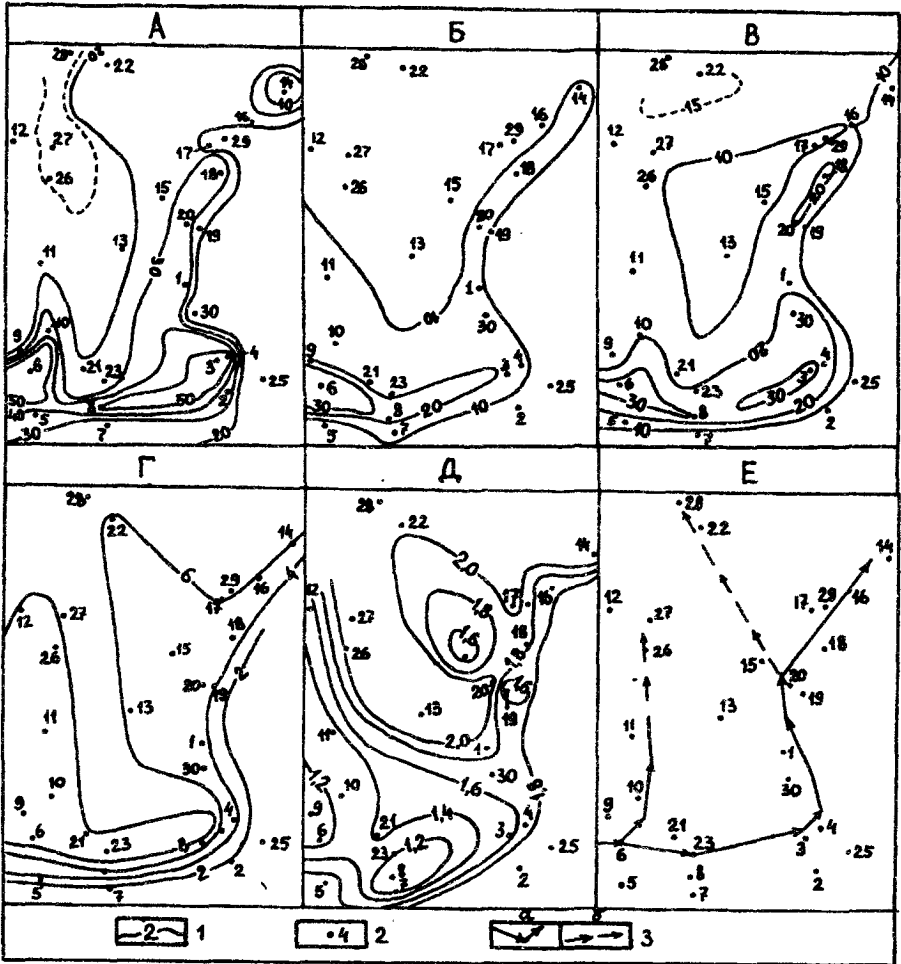


Рис. 3. Схемы территориального распределения статистических характеристик размера частиц (А-Д) и реконструкции направлений переноса обломков (Е) в галечниках Чатырдага

Диаметры: А – максимальный, Б – средневзвешенный, В – модальный, Г – медианный, Д – сортировка. 1 – изолинии статистических характеристик размера (А-Г – мм; Д – коэффициент); 2 – точки наблюдения и их номера; 3 – направления переноса обломков: а – надежно установленные, б – предполагаемые

**МЕТОДЫ МОРФОЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

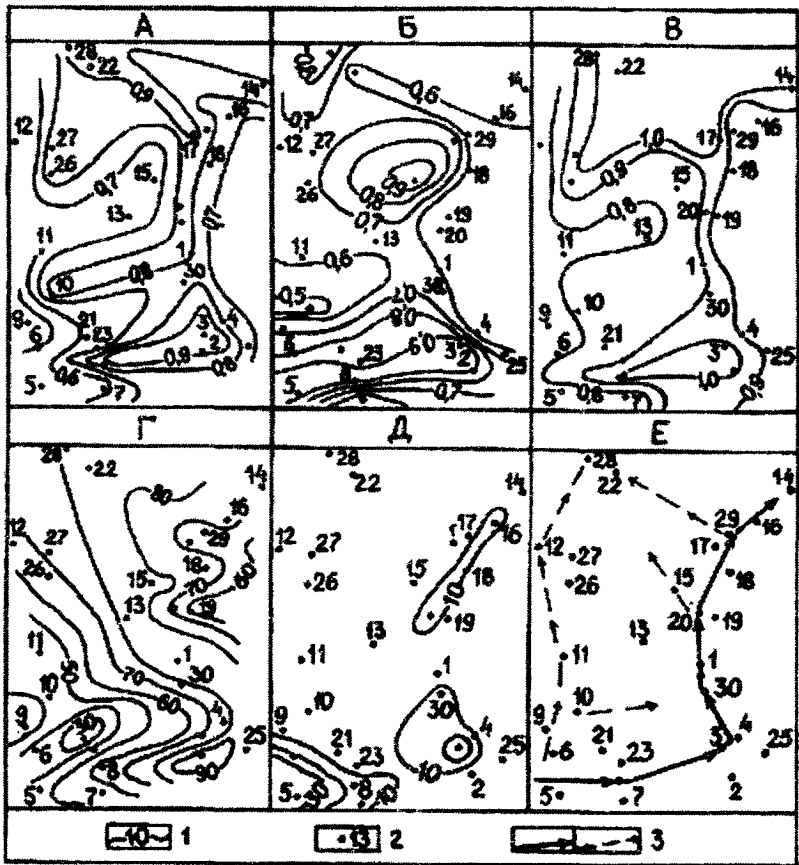


Рис. 4. Схемы территориального распределения коэффициентов формы (А-В), содержания обломков кварца (Г), песчаника (Д) и реконструкция перемещения наносов (Е)

1 – изолинии коэффициентов формы обломков и содержания (%) минералов и/или пород; 2 – обнажения и их номера; 3 – реконструированные направления переноса обломков: а – надежно

С целью верификации полученных данных, был проведен морфометрический анализ обломков и изучен характер территориального размещения его статистических показателей. Форма обломка – это его внешний облик, закономерное сочетание граней (плоскостей), ребер, вершин тела, взаиморасположение которых есть результат воздействия дезинтеграционных и регенерационных процессов морфолитогенеза. Количественно форму можно охарактеризовать с помощью коэффициентов удлиненности, уплощенности, сферичности, окатанности и др., которые базируются на различных соотношениях главных показателей размерности – длины, ширины, толщины. Морфометрические коэффициенты несут палеогеографическую информацию о среде осадконакопления, являются индикаторами гидрологических и геолого-геоморфологических условий в пределах тех или иных фаций [9].



Таблица 3. Распределение коэффициентов формы в галечниках Чатырдага

№ обнажения	Коэффициенты		
	Удлиненности (в/а)	Уплощенности (с/в)	Сферичности (Д/а)
1	0,83	0,60	0,93
2	0,97	0,96	1,00
3	0,96	0,98	1,00
4	0,83	0,50	0,87
5	0,56	1,00	0,84
6	0,50	0,80	0,72
7	0,57	0,50	0,69
8	0,95	0,95	1,00
9	0,50	0,67	0,67
10	0,87	0,43	0,85
11	0,60	0,67	0,76
12	0,60	0,67	0,76
13	0,60	0,67	0,76
14	0,90	0,67	1,00
15	0,60	1,00	0,88
16	0,75	0,61	0,87
17	0,94	0,81	1,00
18	0,76	0,62	0,88
19	0,80	0,50	0,84
20	0,86	0,54	0,92
21	0,63	0,84	0,87
22	0,93	0,59	1,00
23	0,64	0,83	0,87
24	0,75	0,56	0,84
25	0,75	0,67	0,89
26	0,87	0,69	1,00
27	0,85	0,64	0,92
28	0,91	0,90	1,00
29	0,83	0,50	0,87
30	0,75	0,67	0,89

Коэффициент удлиненности (изометричности) рассчитывается как отношение ширины (в) обломка к его длине (а), коэффициент уплощенности – как отношение толщины (с) к ширине, а коэффициент сферичности – как отношение номинального диаметра (Д) обломка к его длине [8]. Результаты расчетов, выполненные по этой методике, приведены в таблице 3. Эти данные также представлены в виде схем (рис. 4 А-В), отражающих территориальное распределение морфометрических коэффициентов. Их анализ показал наличие на севере и юге участка двух зон, в которых отлагались преимущественно шаровидные частицы. Среди разнообразных по форме обломков они выпадают в осадок в первую очередь, так как шар имеет максимальный объем (вес) при минимальной площади сферы.

**МЕТОДЫ МОРФОЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

Таблица 4. Распределение окатанности (баллы)  
в грубообломочных фракциях галечников Чатырдага

№ обнажения (т/н)	Фракции, мм						Среднее
	1,01-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	5,01-7,00	7,01-10,00	Более 10	
1	1,73	2,01	2,50	2,65	2,60	2,90	2,40
2	1,90	2,30	2,65	2,90	2,25	2,32	2,39
3	2,55	3,00	3,42	3,77	3,72	3,61	3,35
4	2,00	2,05	2,50	2,90	2,95	3,15	2,59
5	1,70	1,30	1,10	1,17	1,23	1,57	1,35
6	2,17	1,67	1,39	1,48	1,52	1,87	1,68
7	1,43	1,45	1,73	1,00	1,17	2,00	1,46
8	1,55	1,64	1,68	2,25	2,49	2,52	2,02
9	2,30	2,43	2,45	2,96	2,44	2,46	2,51
10	1,76	1,78	1,89	1,60	2,07	1,86	1,83
11	1,29	1,33	1,38	1,00	1,19	1,93	1,36
12	2,00	2,10	2,12	1,93	2,00	1,90	2,01
13	1,38	1,70	2,43	2,69	2,91	2,63	2,29
14	1,24	1,43	1,64	2,60	2,67	2,77	2,06
15	3,20	2,82	3,36	3,20	3,00	3,24	3,14
16	2,45	2,90	2,62	2,91	3,36	3,14	2,90
17	2,29	1,75	2,52	2,86	1,96	3,25	2,44
18	2,61	2,48	2,87	2,97	2,77	3,19	2,82
19	3,08	3,58	3,58	3,68	3,69	3,55	3,53
20	3,02	2,72	2,90	3,37	3,38	3,60	3,16
21	2,36	2,43	2,33	2,71	2,78	2,34	2,49
22	3,35	3,05	3,04	2,96	3,00	3,57	3,16
<b>Среднее</b>	<b>2,15</b>	<b>2,18</b>	<b>2,37</b>	<b>2,53</b>	<b>2,51</b>	<b>2,70</b>	<b>2,41</b>
$C_v$	0,29	0,29	0,28	0,32	0,30	0,24	0,63
23							3,16
24							1,20
25							1,90
26							2,20
27							2,44
28							3,67
29							2,50
30							3,09
<b>Среднее</b>							<b>2,44</b>
$C_v$							0,27

В данном случае равноосные обломки являются индикатором изменения гидродинамических условий потока (уменьшение уклона русла, снижение скорости потока или водности). Разъединяющая обе зоны область пониженных значений

коэффициентов формы соответствует участкам, где соотношения между главными размерными осями обломков достигают наибольших амплитуд.

При исследовании окатанности – количественного показателя, характеризующего степень приближения формы обломка к геометрии шара или круга, – была использована визуальная оценка частиц по 5-балльной шкале, предложенной А.В. Хабаковым [10]. Согласно ей окатанность обломков возрастает от 0 до 4 баллов. Высший балл имеют «зрелые» частицы шарообразной формы.

Исследование окатанности галечников проводилось по следующей методике. В каждой из выделенных в ходе гранулометрического анализа фракций бессистемно отбиралось от 21 до 60 галек. Такой объем выборки определен исследованиями Н.В. Разумихина [9] и позволяет значительно сократить трудоемкость камеральной обработки без снижения достоверности и репрезентативности получаемых результатов. Каждая из отобранных галек оценивалась по 5-балльной шкале, а окатанность фракции – как среднее арифметическое.

Оценка окатанности в т/н 23-30, характеризующихся слабой выраженностью обнажений, проводилась в целом для пробы без разделения по фракциям. Всего было выполнено около 4000 определений. Их результаты сведены в таблицу 4. Из нее видно, что на окатанность галек Чатырдага оказывает влияние их размер. Закономерность проявляется в снижении окатанности от крупных обломков к мелким. В целом для плато эта зависимость может быть описана уравнением линейной связи  $y=0,02x+2,23$  с коэффициентом корреляции 0,83 ( $y$  – окатанность, баллы;  $x$  – средний диаметр фракции, мм). Реконструированные направления и пути сноса обломочного материала, восстановленные в ходе анализа территориального распределения показателей окатанности, совпадают с палеогеоморфологическими построениями, выполненными по результатам изучения гранулометрии и морфометрии частиц.

Попутно с изучением размеров и формы галечников проводились исследования их минералого-петрографического состава. Процентное содержание пород и минералов в пробе определялось путем подсчета количества галек разного состава в каждой фракции с последующим осреднением значений. По результатам опробования установлено, что в среднем 65,5% обломков галечников представлены кварцем, 15,4% – железосодержащими минералами (сидерит, гётит, лимонит), 10,8% – песчаником, 5,5% – известняком, 2,5% – кремнем. Территориальное распределение содержания в пробах кварца и песчаника (рис. 4 Г, Д) – явно аллювтонных компонентов осадка – еще раз подтвердили правильность осуществленных палеорекопструкций и достоверность сделанных заключений.

В итоге комплекс морфолитогенетических методов позволил интерпретировать исследуемые отложения как остаточные фрагменты древнего делювиально-пролювиального покрова, который через т/н 6-8-3-4-1-20-18-16 пересекала транзитная река. Указанные обнажения, в отличие от других, укладываются в рамки закономерностей, характерных для осадков аллювиального генезиса. Поступление каменного материала в пределы нижнего плато, судя по минералого-петрографическому составу, осуществлялось с северных склонов г. Черной (дальняя область питания) и западных склонов Чатырдага (ближняя область питания), в

# **МЕТОДЫ МОРФОСТРАТИГОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРУБООБЛОМОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ЧАТЫРДАГ, ГОРНЫЙ КРЫМ)**

прошлом главенствовавших в рельефе. После активизации эрозионных процессов в позднем плейстоцене многочисленные перехваты стока обусловили значительную перестройку гидрографической сети, приведшую к изменению области питания древнего водотока и прекращению поступления наносов с запада. В результате этого меридиональный участок реки (т/н 4-1-20-18-16) продолжал усиленно развиваться, питаясь обильными талыми водами с северных склонов верхнего плато, а широтный (т/н 6-8-3) – деградировал. В голоцене активное развитие карста обусловило полный перехват поверхностного стока, распад древней долины на отдельные карстовые формы, в элементах которых сохранились фрагменты аллювиальных отложений.

Проведенные исследования значительно уточнили геолого-геоморфологическую историю развития массива, позволили наметить новые перспективные районы поиска пещер. Полученные материалы будут учтены при организации научной базы данных при создаваемом в Крыму Национальном карстово-спелеологическом парке «Чатырдаг», помогут грамотно эксплуатировать посещаемые пещерные комплексы массива.

## **Список литературы**

1. Бочаров М.К. Методы математической статистики в географии.– М.: Мысль, 1971.– 375 с.
2. Васильевский П.М., Желтов П.И. Гидрогеологические исследования г. Чатырдаг в Крыму // Труды ВГРО.– М.; Л., 1932.– Вып. 142.– 99 с.
3. Дублянский В.Н., Шутов Ю.И. Карстовая водоносная система Вялова и некоторые вопросы гидрогеологии Чатырдага // Геологический журнал.– 1978.– № 4.– С. 115-121.
4. Ковалевский С.А. О покровном оледенении Горного Крыма, его времени, условиях и важнейших последствиях // ДАН СССР.– 1966.– Т. 171.– № 2.
5. Лысенко Н.И., Гришанков Г.Е. Об одной загадке Чатырдага // Бюлл. Комис. по изуч. четв. периода.– 1972.– № 38.– С. 134-137.
6. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы.– М.: Недра, 1981.– 751 с.
7. Разумихин Н.В. Палеогеографические и гидрологические основы формирования аллювиальных россыпей.– Л.: Изд-во ЛГУ, 1982.– 256 с.

*Поступила в редакцию 15.02.02 г.*