

ПЕТРОГРАФИЯ

А. Б. ВИСТЕЛИУС и Н. Н. ЯРОСЛАВСКАЯ

**ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЦВЕТОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ТЕРРИГЕННОГО МЕЛА ЗАКАСПИЯ**

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 11 I 1954)

1. Целью настоящей статьи является постановка вопроса о возможности использования цветовой характеристики горных пород для выделения по ней терригенно-минералогических провинций в толщах терригенных отложений. Необходимость изучения указанного вопроса вытекает прежде всего из потребностей аэрогеологических работ, при которых крайне важно иметь методы, позволяющие производить палеогеографические реконструкции на основе признаков, улавливаемых с воздуха. Материалом для работы послужили песчано-алевритовые отложения апт — сеномана Закаспия, исследованные одним из авторов летом 1952 г.

2. Цветовая характеристика песчано-алевритовых отложений была получена путем спектрофотометрирования образцов пород на универсальном фотометре ФМ-2 с интерференционными светофильтрами\*, позволяющими получить коэффициенты отражения для следующих длин волн (в м $\mu$ ): 450, 467, 490, 510, 534, 570, 594, 604, 638, 672 и 699. Повторное спектрофотометрирование одного и того же образца показало, что точность определения коэффициентов отражения имеет статистику стандарта ( $s$ ) порядка 3,6%, что в пересчете на цветовые координаты  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  (<sup>2</sup>) давало точность около единицы третьего знака. При спектрофотометрировании использовалась в качестве источника света лампа накаливания 8 в, мощностью 30 вт. По коэффициентам спектрального отражения вычислялись координаты  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , которые в дальнейшем подвергались геологической интерпретации после их математической обработки. При расчете координат вычисления велись на световой источник  $C$ .

3. Всего было исследовано 123 образца, отобранных из шести разрезов (М. Балхан, Такеджик, Туар, Дошан, Айракты, Таш-иол). Образцы пород отбирались с поверхности обнажений после их расчистки геологическим молотком. Стратиграфическое расчленение разрезов М. Балхана, Такеджик и у Туар производилось по данным работ (<sup>1, 3, 4</sup>). Кроме того, в разрезе М. Балхана и Такеджика была отобрана фауна, позволяющая точно привязать положение отдельных слоев. В частности, в М. Балхане на границе апта и альба по схеме (<sup>1, 4</sup>) были найдены\*\* *Acanthoplites ex gr. polani* Seun., *Ac. cf. aschiltaensis* Antts и *Ancyloceras* sp., указывающие на принадлежность слоев к подзоне *polani*, т. е. к подошве нижнего альба. В раз-

\* Интерференционные светофильтры были любезно предоставлены нам М. В. Савостьяновой.

\*\* Определения пелеципод были любезно выполнены А. А. Савельевым и Бобковой, аммонитов—А. Е. Глазуновой.

резе Такеджик, в нижней его части найден *Chelonicerus* sp., а близ него в осыпи *Deshayesites bodei* Kaen, указывающий на наличие близ этого места нижнего апта. У бровки, увенчивающей разрез, были найдены тригониевые ракушняки с *Trigonia* cf. *tatianae* Savel (nom. nsc.), *Tr. ex gr. aliformis* Park., *Tr. sp. indet.* (ex gr. *Scabrae*), *Exogyra* cf. *conica* d'Orb.

Эти ракушняки, по мнению А. А. Савельева, очень напоминают как по фауне, так и по их фациальному характеру тригониевые ракушняки верхнего альба Мангышлака.

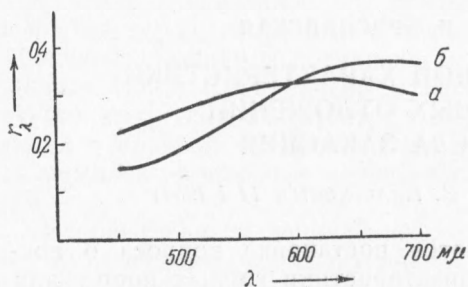


Рис. 1. Спектры отражения характерных образцов с М. Балхана (а) и Туара (б).  $r_{\lambda}$  — коэффициент отражения

В разрезе Туар отборка образцов была начата выше слоя красных глин, увенчивающих барремские отложения, и закончена в толще красноватых песчаников с крупными конкрециями, хорошо параллелизующихся с такими же песчаниками в альбе Такеджика (3). По разрезам с Мангышлака (Дошан, Айрақты, Таш-иол) мы располагали подробными описаниями А. А. Савельева, позволившими стратиграфически точно привязать все отобранные образцы, охватившие интервал от апта до сеномана включительно.

4. Изучение кривых отражения показывает, что они в основном делятся на два типа. Первый тип — монотонная кривая, постепенно поднимающаяся в красной части спектра с наиболее крутой частью в интервале длин волн от 510 до 605 мμ. Этот тип кривых чаще встречается в разрезах к северу от М. Балхана. Второй тип кривой имеет максимум, обычно располагающийся в интервале длин волн от 530 до 635 мμ. Эти кривые более характерны для разреза М. Балхана (см. рис. 1).

Таблица 1

	Разрезы					
	М. Балхан	Такеджик	Туар	Дошан	Айрақты	Таш-иол
$r_{X, Y}$	+0,92	+0,93	+0,87	+0,95	+0,97	+0,97

В табл. 1 приведены значения коэффициентов корреляции  $r_{X, Y}$  между координатами X, Y. В табл. 3 дана оценка реальности разли-

Таблица 2

Статистика	Разрезы					
	М. Балхан	Такеджик	Туар	Дошан	Айрақты	Таш-иол
Среднее ( $\bar{X}$ ) . . . . .	0,3603	0,3710	0,3810	0,3774	0,3706	0,3920
Дисперсия ( $s^2$ ) . . . . .	0,000141	0,000301	0,000885	0,000338	0,000716	0,000199
Среднее ( $\bar{Y}$ ) . . . . .	0,3556	0,3606	0,3655	0,3658	0,3599	0,3748
Дисперсия ( $s^2$ ) . . . . .	0,000059	0,000939	0,000067	0,000172	0,000429	0,000109
Число наблюдений n . . . . .	23	20	18	22	18	22

чия между коэффициентами корреляции после преобразования  $Z$  Фишера. При этом цифры внутри табл. 3 дают значения  $t = \frac{|Z_1 - Z_2|}{\sigma_{|Z_1 - Z_2|}}$ , где обозначения общепринятые. Из данных табл. 1 и 3 видна сильная, в общем однотипная, линейная связь между координатами  $X$  и  $Y$ .

В табл. 2 даны статистики, необходимые для сравнения средних значений цветовых координат  $\bar{X}, \bar{Y}$ , а в табл. 4 — результаты сравнения средних значений ( $\bar{X}$ ) по всем изученным разрезам. При этом внутри табл. 4 располагаются значения  $t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma_{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}}$ , где  $\sigma_{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}$  вычислялось по Стьюденту.

Анализ приведенных данных показывает, что в общем средние  $\bar{X}$  мало отличаются друг от друга, за исключением двух районов — М. Балхана, в котором  $\bar{X}$  имеет резко пониженное значение, и Таш-

Таблица 3

	Такеджик	Туар	Дошан	Айракты	Таш-иол
М. Балхан . . .	0,2	0,8	0,8	1,6	1,6
Такеджик . . .		1,0	0,6	1,3	1,3
Туар . . . . .			1,6	2,3	2,3
Дошан . . . . .				0,8	0,8
Айракты . . . . .					0,0

Таблица 4

	Такеджик	Туар	Дошан	Айракты	Таш-иол
М. Балхан . . .	2,3	3,1	3,7	1,6	8,2
Такеджик . . .		1,4	1,1	1	4,2
Туар . . . . .			0,5	1,2	1,4
Дошан . . . . .				0,9	2,9
Айракты . . . . .					3,2

иол, в котором  $\bar{X}$  отличается повышенной величиной. Остальные средние образуют в общем однородную группу, частные отклонения среди которой вряд ли разумно предметно интерпретировать при существующем числе наблюдений. Ознакомление с коэффициентами корреляции по разрезам с однотипными средними также указывает, что все разрезы в общем представляют однородную группу.

5. Оценивая полученные данные в системе цветовых характеристик  $\lambda, p$ , легко заметить, что все значения  $\lambda$  близки между собой (порядка  $\lambda = 582$  м $\mu$ ). Резкие различия наблюдаются только в чистоте тона  $p$ , для которого в разрезе М. Балхана наблюдается наинизшее значение, равное 33, в то время как в наиболее удаленном разрезе Таш-иол значение  $p$  достигает 47. Важно отметить, что по величинам  $p$ (<sup>2</sup>) разрезы Туаркыра и Мангышлака в целом заметно отличаются от разреза М. Балхана, обладая более чистым тоном заметной на глаз красноватой окраски.

6. Согласно исследованиям одного из авторов (А. Б. Вистелиуса), выполненным в 1952—1953 гг., весь терригенный апт — сеноман Закаспия может быть грубо разделен на две терригенно-минералогические провинции — закаспийскую ильменитовую и западно-туркменскую гранат-хромитовую, с областью питания гранат-хромитовой провинции на юго-востоке или юге. Первая провинция, северная, охва-

Таблица 5

Значения $X$	Ильменит		Магнетит	
	мало ( $\leq 20\%$ )	много ( $\geq 20\%$ )	мало (редкие зерна или нет)	много (цельные % или их доли)
$< 0,3700$	25	5	18	12
$\geq 0,3700$	5	24	8	21

тывает всю территорию Закаспия от г. Коша-Сейра в системе хр. Б. Балхана до обрыва Такеджика и на севере до Мангышлака. Западно-туркменская провинция охватывает хр. М. Балхан и более восточные хребты до района Копетдага у Кызыл-арвата во всяком случае. Соотношение между выделенными провинциями показано на рис. 2.

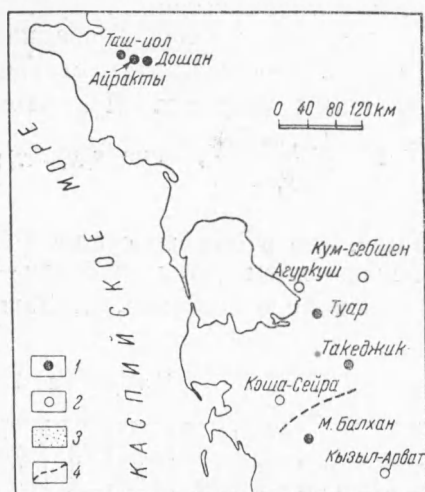


Рис. 2. Схема расположения исследованных разрезов. 1—разрезы с изученной цветовой характеристикой пород и минералогическим составом шлиха, 2—разрезы с изученным минералогическим составом шлиха, 3—территория Западно-Туркменской шлиховой провинции, 4—предполагаемая граница Западно-Туркменской шлиховой провинции

Исходя из резко выраженного минералогического облика каждой из указанных провинций, мы исследовали связь между значениями координаты  $X$  цветовой характеристики и содержанием в шлихе характерных минералов закаспийской провинции ильменита и отдельно магнетита. Для решения задачи был использован наиболее простой метод  $\chi^2$ . В табл. 5 приведены значения частот после разности наблюдений по содержанию ильменита и магнетита в зависимости от значения координаты  $X$ .

Вычисление  $\chi^2$  для ильменита с  $X$  и отдельно для магнетита с  $X$  (разность наблюдений была проведена для разрезов М. Балхана, Такеджика и Туара\*) показало, что для ильменита  $\chi^2 = 25,7$  и для магнетита 6,34, что отвечает, соответственно, доверительным вероятностям  $< 0,002$  и  $< 0,02$ . Эти значения показывают, что обогащение породы минералами, характерными для закаспийской провинции (ильменит и магнетит), приводит к повышению значений координаты  $X$ , в то время как породы, бедные этими минералами, т. е. образовавшиеся в условиях приноса материала с юга или юго-востока, обладают низкими значениями  $X$ . Так как  $X$  и  $Y$  имеют сильную положительную корреляцию, то отсюда следует, что апт-сеноманские песчано-алевритовые отложения закаспийской провинции окрашены в цвета, отличающиеся от тех же отложений западно-туркменской провинции. Конкретно, породы закаспийской провинции имеют более чистые красноватые оттенки окраски, чем породы западно-туркменской провинции, имеющие меньшую чистоту тона.

Обнаруженная разница в окраске пород в областях с разными источниками питания терригенным материалом в принципе доказывает возможность аэрогеологического картирования терригенно-минералогических провинций с воздуха. Для внедрения указанного метода необходимо проведение региональных работ с параллельным исследованием спектрофотометрических особенностей отложений.

Лаборатория аэрометодов  
Академии наук СССР  
Ленинград

Поступило  
7 1 1954

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. В. Александров, И. И. Никшич, Тр. Гл. геол.-разв. упр., в. 14 (1930).  
<sup>2</sup> М. М. Гуревич, Цвет и его измерение, 1950. <sup>3</sup> Н. П. Луппов, Изв. Геол.-разв. упр., в. 54 (1931). <sup>4</sup> А. Д. Нацкий, Матер. по общ. и прикл. геол., в. 4 (1916).

\* Указанные разрезы были выбраны в связи с их положением у южной границы и в центральной части закаспийской провинции. Распространить целиком нашу интерпретацию на Мангышлак было опасно, так как пока неизвестна провинция, примыкающая к закаспийской с севера.