

**О ВЛИЯНИИ УДЕЛЬНОГО ВЕСА И ХИМИЧЕСКОГО  
ВЫВЕТРИВАНИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ  
ТЯЖЕЛОЙ ФРАКЦИИ В МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
ПУДИНСКОЙ ОПОРНОЙ СКВАЖИНЫ  
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

А. Ф. СЕНАКОЛИС

(Представлена проф. А. В. Аксариним)

Изучение распределения минералов тяжелой фракции в мезозойских отложениях, вскрытых Пудинской опорной скважиной, позволило установить, что кривые процентного содержания имеют случайный характер. Это дало возможность подойти к ним как к временным рядам, для изучения которых была использована математическая обработка с определением вероятностных, корреляционных и спектральных характеристик. Перечисленные параметры позволили вскрыть особенности процесса осадконакопления по случайным его реализациям.

Исходным материалом послужили данные минералогического состава мезозойских пород, вскрытых Пудинской опорной скважиной в 1956 г. Минералогические исследования произведены сотрудниками петрографической лаборатории Новосибирского геологического управления под руководством А. Г. Пода. Количество использованных образцов составляет более 450, средняя частота отбора — 1 образец на 6—7 м. Расположение проб в разрезе характеризуется тем, что образцы из песчаных, алевроитовых и глинистых пород равномерно распределены по разрезу. Более того, анализ изменения процентного содержания таких минералов, как гранат, апатит, турмалин, рутил, анатаз и циркон показывает, что они одинаково ведут себя по разрезу в различных типах пород. Так, в интервале глубин от 700—1800 м у всех минералов в нижней части интервала наблюдается максимум в песчаных, алевроитовых и глинистых пробах, в верхней же части он переходит в минимум по всем типам пород. Это позволяет считать, что на конкретные реализации случайного процесса существенного влияния не оказали отбор образцов и типы пород.

Конкретные реализации, представленные кривыми изменения процентного содержания минералов тяжелой фракции по разрезу мезозойских отложений, носят периодически ритмический характер. Это хорошо обнаруживается на спектральных и корреляционных характеристиках случайных функций. На графике нормированной корреляционной функции видно, что, например, в содержании циркона в разрезе часто видна периодичность, повторяющаяся через 60—70 м и через 290—320 м. Аналогичная картина обнаруживается и на корреляционных функциях других минералов.

Аппроксимация данных процентного содержания минералов тяжелой фракции по разрезу Пудинской опорной скважины дает возможность установить особенности проявления процесса осадконакопления в мезо-

зойское время. На всех кривых процентного содержания наиболее устойчивых минералов (кварц, циркон, анатаз, апатит, турмалин, гранат, рутил, обломки кремнистых пород) выделяются два ритма I порядка. Нижний начинается с максимальных количеств указанных минералов в основании осадочного чехла и заканчивается минимальными значениями по границе киялинской и покурской свит (позднее готерив-барремское время). Начало верхнего ритма приурочено к верхней части киялинской свиты, ритм заканчивается вверху ипатовской свиты, предшествующей кампанским отложениям. Следует подчеркнуть, что максимумы каждого минерала сдвинуты во времени друг относительно друга. Так, граница верхнего отбивается по анатазу на глубине 1680 м, а по рутилу на глубине 1610 м. Начало максимумов по другим минералам тяжелой фракции приходится на этот 70-метровый интервал.

Каждый ритм разбивается 3—4 ритмами II порядка. Максимальными значениями характеризуются ритмы II порядка, начинающие ритм I порядка, минимальными — заканчивающие его. Ритмы II порядка подразделяются на мелкие, поэтому кривые представляют собой периодические колебания.

Анализ кривых позволяет вскрыть их генетическую сущность. Максимальные значения количества устойчивых минералов формировались в условиях наиболее интенсивной проработки химическим выветриванием пород области питания, минимальные — в условиях денудации наименее выветрелых пород. Анализ максимумов и позволяет выделить изменение интенсивности химического выветривания на протяжении формирования мезозойских отложений. Наибольшая интенсивность приурочена ко времени накопления тюменской, наунакской и куломзинской свит нижнего ритма и к верхней части киялинской и нижней части покурской свит верхнего ритма. В общих чертах полученные данные подтверждают цикличность мезозойского осадконакопления, установленную В. П. Казариновым (1958), Т. И. Гуровой (1960) и др. [1], [2].

Интересно сходство кривых распределения минералов со значениями кажущегося сопротивления электрокаротажной диаграммы, на которой фиксируются два максимума значений КС. Один совпадает с основанием нижнего ритма, другой с основанием верхнего. Появление максимумов КС является закономерным следствием наибольшей дифференциации вещества в условиях максимальной химической проработки пород в области питания.

Изучение конкретных реализаций показывает, что наряду со сходством они обнаруживают заметные различия. Нами сделана попытка выявить различия в распределении вероятностей конкретных реализаций и факторы, действующие при этом. Распределение вероятностей мгновенных значений случайных процессов можно представить плотностью и функцией распределения. Плотность распределения определялась по относительному времени пребывания реализации внутри заданного интервала, а функция распределения — по относительному времени пребывания конкретной реализации выше заданного уровня [4]. Рассматриваемые методы анализа распространяются главным образом на стационарные случайные процессы, обладающие эргодическим свойством. В связи с этим весь описываемый разрез был разбит на 4 интервала: два приходятся на нижний и верхний максимумы и два — на верхний и нижний минимумы.

В каждой части разреза, в пределах которой конкретную реализацию можно принять как стационарную и эргодированную, вычислялась плотность распределения вероятностей, и по ней определялась мода и амплитуда в нормированном виде. Если принять ширину интервала значений процентного содержания минерала за единицу, то мода показы-

вает, в какой части этого интервала дольше находится случайная функция. Если все время пребывания функции в заданном интервале принять за единицу, то по амплитуде мы можем определить продолжительность пребывания функции в модальном значении. Другими словами, мода и амплитуда графика плотности распределения показывает, на какой интервал значений приходится максимум времени пребывания случайной функции и какова продолжительность пребывания ее на этом уровне.

Кривые содержаний тяжелых минералов по разрезу характеризуются различными значениями моды и амплитуды плотности распределения

Таблица

**Основные параметры графиков плотности распределения вероятностей минералов в мезозойских отложениях Пудинской опорной скважины**

Интервалы глубин, м	Параметры	Гранат	Апатит	Турмалин	Рутил	Анагаз	Циркон
400—1100	Мода, % содержание	0,50	0,25	0,25	0,12	1,00	3,80
	Мода, доли единицы	0,060	0,044	0,060	0,115	0,099	0,209
	Амплитуда, доли единицы	0,215	0,084	0,103	0,050	0,070	0,082
1100—1700	Мода, % содержание	1,00	1,00	1,10	0,25	1,00	9,30
	Мода, доли единицы	0,049	0,044	0,055	0,044	0,099	0,500
	Амплитуда, доли единицы	0,112	0,052	0,084	0,051	0,062	0,040
1600—2250	Мода, % содержание	2,00	2,00	0,36	0,23	1,00	9,70
	Мода, доли единицы	0,105	0,083	0,128	0,164	0,250	0,425
	Амплитуда, доли единицы	0,338	0,204	0,132	0,122	0,058	0,107
2250—2940	Мода, % содержание	1,00	3,80	1,10	0,20	1,90	11,80
	Мода, доли единицы	0,063	0,055	0,061	0,060	0,106	0,295
	Амплитуда, доли единицы	0,333	0,150	0,121	0,203	0,200	0,127

вероятностей (таблица). Нами была предпринята попытка выявить факторы, определяющие поведение минералов в разрезе. Анализ таблицы показывает, что максимальным значением моды характеризуются наиболее устойчивые минералы. В связи с этим мы попытались проследить характер изменения плотностей вероятностей в зависимости от устойчивости минералов к химическому выветриванию. Следует сказать, что единого мнения об устойчивости минералов к химическому выветриванию в литературе нет [3], [5], что объясняется различием в методах решения этого вопроса. Тем не менее, ряд минералов: гранат—апатит—турмалин—рутил—анатаз—циркон можно представить с известной до-

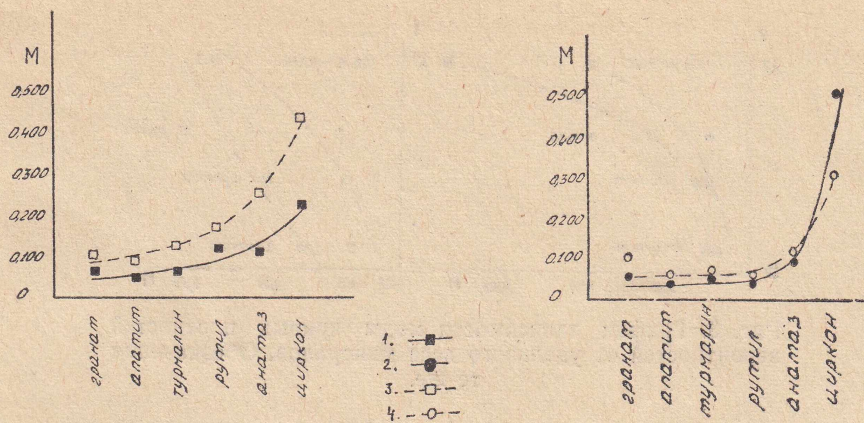


Рис. 1. Графики зависимости моды кривых плотностей вероятностей от устойчивости минералов к химическому выветриванию. Условные обозначения: 1—4 — кривые для различных интервалов глубин; 1 — от 400 до 1100 м — верхний минимум; 2 — от 1100 до 1700 м — верхний максимум; 3 — от 1600 до 2250 м — нижний минимум; 4 — от 2250 до 2940 м — нижний максимум.

стоверностью как ряд от наименее устойчивых минералов к наиболее устойчивым к химическому выветриванию.

На рис. 1, 2 приведены графики зависимости моды и амплитуды в указанном ряду для четырех частей разреза. Наиболее четкое увеличение устойчивости минералов обнаруживается для нижнего и верхнего минимумов кривых процентного содержания (рис. 1). Для участков разреза, характеризующегося максимальными содержаниями минералов, эта зависимость менее четкая, здесь гранат, апатит, турмалин и рутил имеют почти одинаковое значение моды, и лишь у анатаза, и особенно у циркона, ее величина резко возрастает.

Изменение амплитуды в указанном ряду имеет обратный характер (рис. 2). Максимального значения она достигает у наименее устойчивых

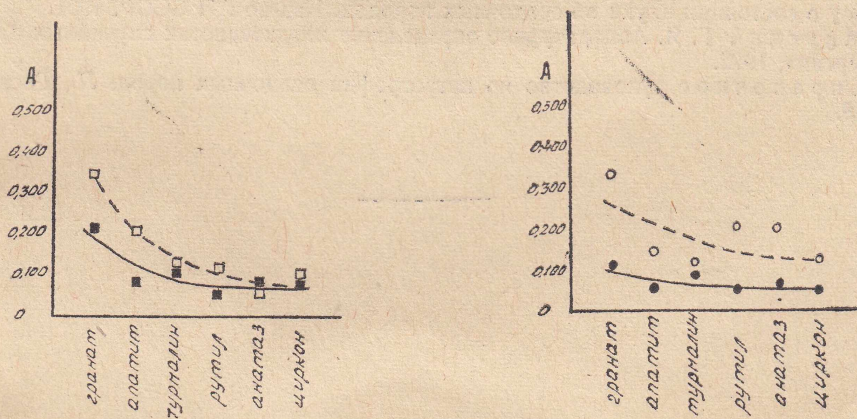


Рис. 2. Графики зависимости амплитуды кривых плотностей вероятностей от устойчивости минералов к химическому выветриванию. Обозначения те же.

минералов, минимального — у наиболее устойчивых. Наиболее четко эта зависимость обнаруживается в интервалах с минимальными содержаниями минералов.

Интересно сравнить вероятностные характеристики с удельным весом изучаемых минералов. Здесь достаточно наглядно улавливается связь лишь с модой, причем минералы подразделяются на две группы:

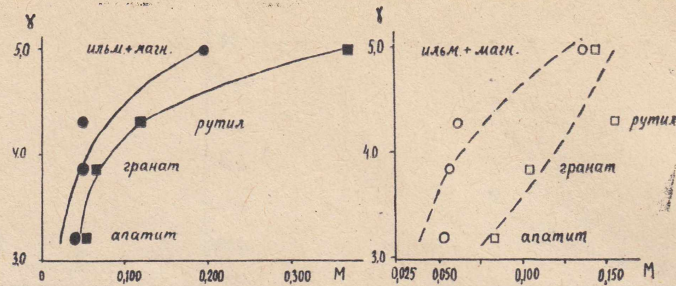


Рис. 3. График зависимости моды кривых плотностей вероятностей от удельного веса минералов. Обозначения те же.

в одну попадают циркон, анатаз, турмалин, в другую — гранат, апатит, рутил и ильменит с магнетитом (рис. 3). На всех графиках устанавливается одна и та же зависимость: мода увеличивается по мере увеличения удельного веса минералов.

Таким образом, анализ плотностей распределения вероятностей показывает, что на характер распределения минералов по разрезу влияют удельный вес минералов и их устойчивость к процессам химического выветривания. Наибольшее влияние этих факторов видно в период наименьшей интенсивности химических процессов, в периоды максимального развития химического выветривания в областях питания эта связь затухает.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гурова Т. И. О терригенно-минералогических комплексах мезозойских отложений Западно-Сибирской низменности. — Труды СНИИГГИМСа, вып. 9, 1960.
2. Казаринов В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М., Гостоптехиздат, 1958.
3. Логвиненко Н. В. К вопросу об осадочной дифференциации вещества. — В кн.: К вопросу о состоянии науки об осадочных породах. Изд-во АН СССР, 1951.
4. Мирский Г. Я. Аппаратурное определение характеристик случайных процессов. М., «Энергия», 1972.
5. Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Л., Гостоптехиздат, 1958.