

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

**Петромагнитный метод, как инструмент изучения седиментационной  
цикличности мела–палеогена Русской плиты и Крыма.**  
НАУЧНЫЙ ДОКЛАД ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ПОДГОТОВЛЕННОЙ  
НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ДИССЕРТАЦИИ)

аспиранта 3 курса  
направления 05.06.01 «Науки о Земле»  
геологического факультета

Суринского Арсения Михайловича

Научный руководитель

Гужиков А. Ю.

Доктор геол. - мин. наук, профессор \_\_\_\_\_ А.Ю. Гужиков

Саратов 2017

*Доклад представлен на совместном заседании кафедры общей геологии и полезных ископаемых и государственной экзаменационной комиссии 07.06.17*

Циклостратиграфический анализ (циклостратиграфия) является одним из перспективных методов современной стратиграфии, который позволяет на основе астрономически обусловленной цикличности климата получать данные о продолжительности и скорости образования отложений. Для выявления астрономической цикличности можно использовать любые геологические данные, если они обусловлены седиментационной ритмичностью. Однако, петромагнитные характеристики, благодаря своей высокой информативности, и экспрессности определений завоевали в настоящее время высокую популярность и позволили решить широкий спектр геологических задач.

Целью исследований было выявление астрономических циклов известной длительности (циклов Миланковича): эксцентриситета земной орбиты, изменения наклона земной оси относительно эклиптики, прецессии в разрезах мела и палеогена Русской плиты и Горного Крыма по петромагнитным данным. Полученные данные задействованы для детального расчленения и корреляции разрезов, расчетов скоростей формирования отложений и оценки длительности перерывов в осадконакоплении. Для реализации целей исследования было проведено петромагнитное опробование опорных разрезов мела и палеогена Нижнего Поволжья, Прикаспия и Горного Крыма. Для выявления циклов использовались методы спектрального анализа (Фурье-преобразование). Комплексная геологической интерпретации полученных в ходе исследований данных.

Циклостратиграфические исследования базируются на причинно-следственной связи между астрономическими циклами и условиями осадконакопления. Циклы Миланковича влияют на инсоляцию и, следовательно, воздействуют на глобальный климат, вариации которого находят отражение в седиментационной ритмичности.

Основные достижения в циклостратиграфии связаны с именами Милутина Миланковича, первооткрывателя астрономических циклов, Хейса, в 1979 доказавшего возможность выделения цикличности с помощью математического аппарата, Гейла, применившего для циклостратиграфического анализа петромагнитные данные. В 2015 году вышел в свет фундаментальный труд Кепента Кодамы и Лизы Хиннов «Магнетизм горных пород в циклостратиграфии», обобщивший главные методические и практические достижения в этой области. Циклостратиграфия, как научное направление, широко используется в зарубежных геологических исследованиях, но в нашей стране, к сожалению, до сих пор не получила должного распространения. Тем не менее, из отечественных исследователей следует отметить Р.Р. Габдуллина и А.И. Рыбкину, применивших циклостратиграфический анализ к верхнему мелу Русской плиты и миоцену Керченско-Таманского прогиба.

Первое защищаемое положение. На основе выявленных в разрезах мела–палеогена Русской плиты и Горного Крыма циклов изменений эксцентриситета земной орбиты (длительностью ~ 400 000 и ~ 100 000 лет) и наклона земной оси относительно эклиптики (~ 40 000 лет) рассчитаны средние скорости формирования карбонатных, карбонатно-терригенных и кремнисто-терригенных отложений.

Разрез «Нижняя Банновка» был полностью отобран с высокой детальностью, при которой каждый сантиметр мощности разреза. В общей сложности, магнитная восприимчивость была измерена у 5460 образцов. В качестве математического аппарата для выделения цикличности применялся спектральный анализ. Спектральное представление временного ряда используется для выявления периодической составляющей полученного сигнала. Спектр сигнала показывает, какие частоты, составляющие исследуемые вариации, характеризуются периодичностью. Присутствие определенных видов циклов Миланковича идентифицируется по кратности высокоамплитудных пиков на спектрограмме. К примеру, кратность пиков

4:1 свидетельствует о наличии циклов большого (E1) и малого (E2) эксцентриситета земной орбиты.

В целях выяснения влияния гиаусов на результаты спектрального анализа временных рядов магнитной восприимчивости нами была проведена проверка, заключающаяся в моделировании идеальных циклов Миланковича, разделенных перерывами. Результаты проведенного нами численного моделирования показывают, что крупные перерывы в осадконакоплении не оказывают значительного влияния на спектральную характеристику сигнала, если число перерывов мало, по сравнению с количеством циклов. Вы можете видеть, что при произвольном удалении («вырезании») фрагментов произвольной продолжительности из идеальной последовательности, представляющий собой сумму синусоидальных волн с соотношением частот 1:4, характер спектрограмм практически не меняется. Произвольное редуцирование эталонных временных рядов астрономической цикличности было проведено в четырех различных вариантах, результаты редуцирования вы можете наблюдать на спектрограммах, представленных на слайде.

На этом слайде можно видеть хорошее совпадение теоретической спектрограммы, соответствующей известным циклам, и реальной спектрограммы по вертикальному ряду магнитной восприимчивости в туронской-коньякской толще нижнебанновского разреза. Поскольку периоды известных циклов соотносятся, как 4:1, мы имеем право отождествить их с циклами большого и малого эксцентриситета, периодичность которых равно 400 и 100 тыс. лет соответственно. Циклы угла наклона земной оси к плоскости эклиптики и циклы прецессии надежно не выделяются в силу неравномерности скорости осадконакопления.

По результатам спектрального анализа нами было определено число циклов по разрезу, а так как их период известен, то соответственно были рассчитаны продолжительность и скорость осадконакопления. Исходя из результатов спектрального анализа, следует заключить, что скорость

осадконакопления в разрезе турона коньяка Нижняя Банновка равна 1,5 см/тыс. лет, а накапливались они в течении 1,2 млн. лет.

Продолжительность и скорость осадконакопления были определены также по разрезам «Каменный Брод», «Озерки», «Токма», «Чахмахлы», «Плато Актолагай», и по интервалу сантона-маастрихта в разрезе «Нижняя Банновка».

Второе защищаемое положение. По результатам совместного анализа петромагнитных и циклостратиграфических данных в разрезах верхнего мела Поволжья обоснован преимущественно туронский возраст вольской свиты, выявлены крупные hiatus и рассчитана их продолжительность.

Существуют различные точки зрения на стратификацию туронской-коньякской толщи в нижнебанновском разрезе. В стратиграфической схеме верхнего мела ВЕП принята точка зрения о наличии в разрезе двух свит – банновской и вольской, соответствующих турону и коньяку, соответственно. (Нужно заметить, что граница свит плохо определяется по литологическим признакам, но выразительно фиксируется по петромагнитным данным.) Е.Е. милановский отнес всю толщу к турону. Точки зрения о преимущественно коньякском возрасте вольской свиты придерживались, Найдин, Габдуллин и Харитонов с соавторами. Наши данные позволяют аргументировать преимущественно туронский возраст вольской свиты. Наша модель базируется на известных закономерностях в изменениях концентраций терригенных ферромагнетиков в осадке при колебаниях уровня моря. При трансгрессии количество ферромагнетиков и величина магнитной восприимчивости минимальны, при регрессии наоборот.

Отождествив трансгрессивно-регрессивные ритмы, выделенные нами по магнитной восприимчивости, с известными секвенциями, обусловленными эвстатическими изменениями, мы, можем установить уровни перерывов в осадконакоплении, а по циклостратиграфическим данным (по числу астрономических циклов известной продолжительности) можем оценить продолжительность этих перерывов. В данном случае, три

трансгрессивно-регрессивных петромагнитных ритма сопоставляются с секвенциями: турон-2, турон-3 и турон-4, то есть лишь самые верхи вольской свиты могут соответствовать низам коньякского яруса. Продолжительность гиатусов на границах оценивается как 0,5 и 0,7 млн. лет.

Аналогичные исследования были проведены по разрезам «Каменный Брод», «Озерки», и по интервалу сантона-маастрихта в разрезе «Нижняя Банновка».

Третье защищаемое положение. Новый способ расчета скорости осадконакопления карбонатных отложений по их магнитной восприимчивости для любого стратиграфического уровня при безусловном знании скоростей седиментации, минимум, на двух других интервалах разреза, определенных традиционными методами.

Новый способ базируется на двух главных предпосылках: величина  $K$  определяется концентрацией аллотигенных частиц, количество аллотигенного материала, поступающего в осадок за единицу геологического времени, было постоянной величиной.

Учитывая, что карбонатные породы, зачастую, диамагнитны, перед проведением расчетов необходима процедура нормировки всех значений  $K$  к положительным значениям. Далее, по известным значениям скоростей осадконакопления, определенных традиционными методами, находятся скорости осадконакопления для каждого стратиграфического уровня.

Методика была апробирована на карбонатном разрезе кампана-маастрихта Большевик. Скорости на двух интервалах разреза были определены по палеоманитным данным, с помощью известного приема: отношение мощности отложений к продолжительности хронов  $S_{32n} 1n$  и  $S_{32n} 1r$ . Далее, с помощью формулы по каждому исследованному стратиграфическому уровню получены значения скоростей осадконакопления. С помощью этой же методики проведены расчеты по возрастному аналогу большевика – карьере Коммунар. Результат применения

новой методики – получение кривой, характеризующей непрерывную динамику изменения скорости осадконакопления по разрезу.

Уважаемые слушатели, благодарю вас за ваше внимание.