

Оргкомитет конференции

И. В. Новиков, ведущий научный сотрудник Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН, доцент (председатель);
Е. Ю. Барабошкин, профессор кафедры региональной геологии и истории Земли геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова;
Н. Г. Зверьков, научный сотрудник лаборатории стратиграфии фанерозоя Геологического института РАН;
М. В. Корепов, начальник научного отдела Национального парка «Сенгилеевские горы»;
Ю. А. Кузьмина, исполнительный директор Ульяновского областного отделения Русского географического общества;
В. П. Моров, председатель Самарского палеонтологического общества;
О. А. Нечаева, директор Института нефтегазовых технологий;
М. С. Пичугин, зав. отделом туризма, экскурсий и взаимодействия с геопарком «Ундория» Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова;
М. А. Рогов, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией стратиграфии фанерозоя Геологического института РАН;
С. С. Саксонов, заместитель директора Института экологии Волжского бассейна РАН – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН;
А. В. Шишов, директор геопарка Ундория».

Программный комитет конференции

И. М. Стеньшин, директор Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова, научный руководитель геопарка «Ундория» (председатель);
А. В. Лопатин, директор Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН, академик РАН (сопредседатель);
Д. В. Травкин, председатель Ульяновского областного отделения Русского географического общества, руководитель Управления Российского общества «Знание» в ПФО (сопредседатель).

Ученые секретари

С. Н. Крючков, научный сотрудник Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова;
А. А. Морова, старший преподаватель Самарского государственного технического университета, член Самарского палеонтологического общества.

Редакционная коллегия сборника:

В. П. Моров, председатель Самарского палеонтологического общества;
М. А. Рогов, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией стратиграфии фанерозоя Геологического института РАН;
Н. Г. Зверьков, научный сотрудник лаборатории стратиграфии фанерозоя Геологического института РАН

Статьи публикуются в авторской редакции

В 74 Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя Европейской части России:

Всероссийская научно-практическая конференция (г. Ульяновск, 22 – 25 сентября 2023 г.) : сборник научных трудов / под. ред. В. П. Морова, М. А. Рогова, Н. Г. Зверькова. – Ундоры: Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова, 2023. – 211 с.

ISBN 978-5-907216-15-0

Сборник научных трудов «Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя Европейской части России» является результатом исследований ученых и практиков из различных городов России и других стран, которые были представлены на всероссийской научно-практической конференции 22-25 сентября 2023 года. В нем представлены мнения по широкому кругу вопросов по следующим направлениям палеонтология, палеоэкология и тафономия, региональная стратиграфия фанерозоя Европейской части России, палеобиогеография, история палеонтологии России, сохранение геологического наследия, геотуризм, палеонтологические коллекции музеев России.

УДК 562/569+551.2
ББК 28.1

© Коллектив авторов, текст, 2023
© Ульяновское областное отделение Русского географического общества, 2023
© Оформление. Ундоровский палеонтологический музей им. С. Е. Бирюкова 2023
© ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2023

ОПЫТ ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПЕТРОМАГНИТНЫХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СТРАТОТИПЕ СВИТЫ БЕЛОГРОДНИ (ДАТСКИЙ ЯРУС САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ)

А. М. Суринский¹, А.Ю. Гужиков¹, Д. А. Шелепов¹, Р. Р. Габдуллин²

¹Саратовский государственный университет, Саратов, aguzhikov@yandex.ru

²Московский государственный университет, Москва, gabdullin@fgp.msu.ru

Резюме: По результатам Фурье-преобразований вертикальных последовательностей петромагнитных и геохимических параметров в стратотипе свиты белгородни (датский ярус) выявлены циклы, соответствующие периодам большого и малого эксцентриситетов земной орбиты, рассчитаны время, за которое образовались изученные отложения (~2.1 млн. лет), и средняя скорость формирования глауконитов (~1 см/тыс. лет).

Ключевые слова: Палеоцен, глаукониты, петромагнетизм, Поволжье

CYCLOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS EXPERIENCE OF THE ROCK MAGNETIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BELOGRODNYA FORMATION STRATOTYPE (DANIAN STAGE OF THE SARATOV VOLGA RIGHT BANK AREA)

A. M. Surinsky¹, A. Yu. Guzhikov¹, D. A. Shelepov¹, R. R. Gabdullin²

¹Saratov State University, Saratov, aguzhikov@yandex.ru

²Moscow State University, Moscow, gabdullin@fgp.msu.ru

Abstract: By the results of Fourier transform of vertical subsequences of petromagnetic and geochemical parameters in the section there were identified the cycles, corresponding to the periods of long and short eccentricity of Earth orbit. The sedimentation time of studied section was estimated as (~2.1 myr), and the rate of glauconites sedimentation was estimated as (~1 cm/kyr).

Keywords: Paleocene, Danian stage, Belogrodni formation, glauconites, petromagnetism, geochemistry, cyclostratigraphy, Lower Volga region

Стратотип свиты белгородни (датский ярус) находится на правом берегу р. Волги, ~ в 300 м ниже по течению от с. Белгородня Воскресенского района. Свита представлена глауконитовыми, песчанистыми, слабоизвестковистыми силицитами, залегающими на мергелях радищевской свиты (маастрихт) и перекрывающимися опоками нижнесызранской подсвиты (датский ярус) (Унифицированная ..., 2015). В 2022 году нами взяты образцы с 50 уровней, характеризующих свиту белгородни, а также подстилающие и перекрывающие ее отложения (рис. 1).

При полевом опробовании разреза с помощью шанцевых инструментов на каждом уровне брались ориентированные штуфы, из которых выпиливались 2-3 кубика с ребрами по 2 см, предназначенные в дальнейшем для палеомагнитных исследований.

К настоящему времени получены данные о петромагнетизме (магнитной восприимчивости – K и естественной остаточной намагниченности – J_n), элементном составе (Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Zr) и проведен их циклостратиграфический анализ, результаты которого представлены в данной статье. Измерения K и J_n проводились на каппабридже MFK1-FB и спин-магнитометре JR-6 (компания AGICO). Значения петромагнитных параметров по образцам с одного уровня усреднялись. Элементный состав пород определялся методом рентгено-флуоресцентного анализа с помощью портативного рентгено-флуоресцентного анализатора вторичного излучения X-Met 8000 (ком-

пания Oxford Instruments Analytical). Определения по каждому образцу повторялись три раза и усреднялись.

Величина K определяется концентрациями пара- и ферромагнетиков в породе. Модуль J_n зависит от концентрации только ферромагнитных минералов и, кроме того, от степени упорядоченности их магнитных моментов. Глауконит является парамагнетиком, но в его составе присутствует тонкодисперсный магнетит, обладающий ферромагнитными свойствами. Поэтому глаукониты обладают остаточной намагниченностью.

Главным постулатом, положенным в основу циклостратиграфических исследований, является наличие связи между процессами осадконакопления и вариациями орбитальных параметров Земли (циклами Миланковича) (Kodama, Hinnov, 2015). Подобная связь обусловлена перераспределением инсоляции под действием астрономических факторов, неизбежно приводящим к климатическим изменениям, которые, в свою очередь, оказывают влияние на характер седиментации. Вариации петромагнитных параметров по разрезу, так же, как и геохимические характеристики, отражают важные особенности условий осадконакопления и поэтому широко используются в циклостратиграфическом анализе для выявления седиментационной ритмичности. Выявленные циклы считаются обусловленными изменениями орбитальных параметров, если отношения их периодов совпадают с кратностями циклов Миланковича. Чаще всего в осадоч-

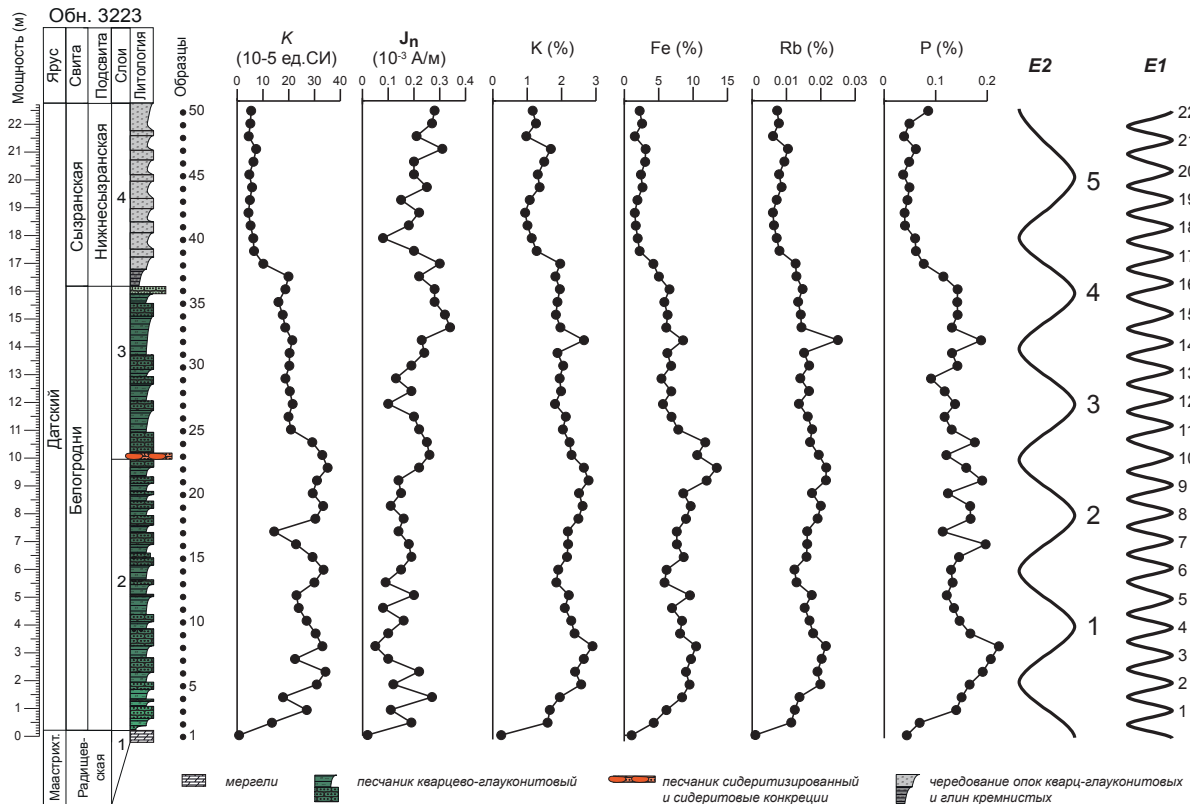


Рис. 1. Петромагнитные и геохимические характеристики стратотипа свиты белогродни.

ных последовательностях фиксируются циклы большого и малого эксцентриситетов земной орбиты (**E2** и **E1** соответственно), а также циклы наклона оси вращения Земли относительно эклиптики (**O**). **E2** / **E1** ~ 4, а **E1** / **O** ~ 2.5.

Фурье-преобразованию были подвергнуты как исходные вертикальные последовательности петромагнитных и геохимических данных, так и сглаженные путем осреднения значений в скользящем окне (размером 1 м). Для оценки значимости сигнала на частотной спектрограмме использовались значения удвоенного и утроенного стандартного отклонения (2σ и 3σ соответственно) спектра случайного сигнала, сгенерированного на основе свойств конкретной выборки (ее среднего значения и стандартного отклонения). Период выявленных циклов (T) определялся в метрах как величина обратная частоте, количество циклов рассчитывалось путем деления суммарной мощности на T .

Спектрограммы приемлемого качества с двумя значимыми пиками в области низких частот, периоды которых соотносятся как 4:1, получены при Фурье-преобразовании исходных рядов Fe, K, Rb, P и сглаженной последовательности J_n (рис. 2). Почти во всех случаях амплитуды пиков **E2** и **E1** намного превышают уровень 3σ . Исключение представляет спектрограмма по Fe, на которой амплитуда пика **E1** меньше 3σ , но больше 2σ . Пики, соответствующие циклу наклона земной оси к плоскости эклиптики, намечаются на спектрограмме по J_n . Максимум сигнала превышает 2σ , но сильно сдвинут влево относительно пика **O** идеального спектра (отношение частот, равное 2.1, отличается от ожидаемого **E1** / **O** ~ 2.5). Поэтому достоверное выделение в разрезе циклов **O** на основе имеющихся данных невозможно.

Снижение концентрации глауконита вверх по разрезу сопровождается очевидным трендом к уменьшению значений K и J_n , что дает основания считать глауконит и связанный с ним тонкодисперсный магнетит главными носителями магнитных свойств изученных отложений. Fe, K относятся к числу элементов, доминирующих в составе глауконита, а Rb и P образуют естественную ассоциацию с этим минералом (Юдович и др., 2018). Таким образом, набор параметров, по которым получены циклостратиграфические данные, определенно указывает на то, что выявленные циклы отражают ритмичность глауконитообразования по разрезу. Отсутствие положительных результатов при циклостратиграфическом анализе магнитной восприимчивости объясняется тем, что величина J_n обусловлена главным образом тонкодисперсным магнетитом, ассоциирующим с глауконитом, а в величину K заметный вклад вносят также другие обломочные парамагнитные минералы.

Несмотря на невысокое качество каждой спектрограммы в отдельности, совокупность полученных результатов является доказательством отражения в магнитных и геохимических характеристиках разреза седиментационной ритмичности, контролируемой изменениями эксцентриситета земной орбиты. Средняя продолжительность цикла большого эксцентриситета составляет 400 тыс. лет, малого эксцентриситета – 100 тыс. лет, но эти цифры варьируют в течение геологического времени. Согласно модели Дж. Ласкара с соавторами (Laskar et al., 2011) в палеоцене длительность циклов **E1** и **E2** была 381,6 тыс. лет и 95,4 тыс. лет соответственно.

Периоды **T2** и **T1**, соответствующие частотам $0,25 \text{ м}^{-1}$ и 1 м^{-1} , составляют 4 м и 1 м соответственно. Таким образом, глауконитам, слагающим свиту белогродни и низы ниж-

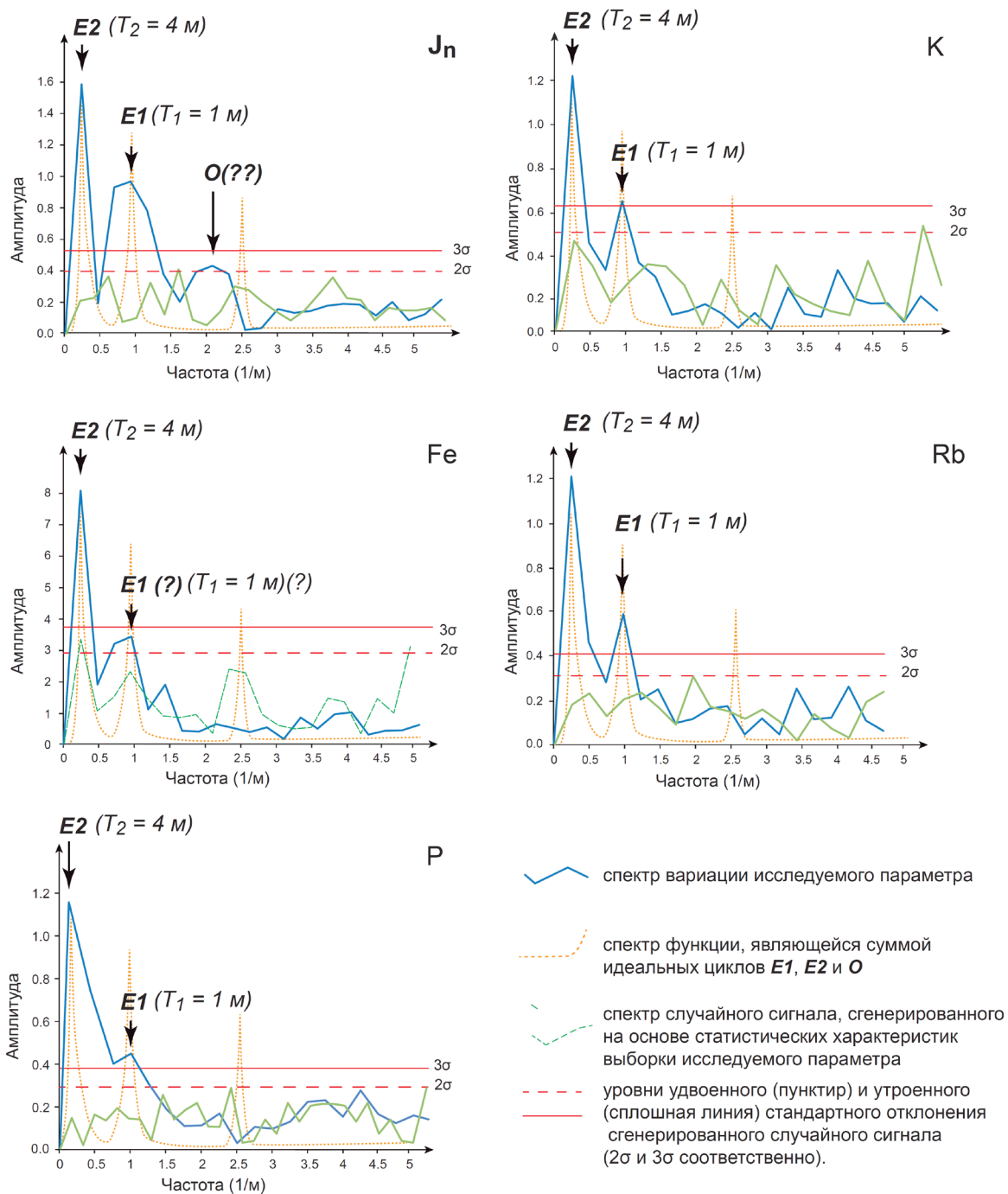


Рис. 2. Спектральные характеристики стратотипа свиты белгородни.

несызранской подсвиты, мощностью 22 м, соответствуют 5,5 циклов $T2$ (или 22 цикла $T1$). отождествив $T2$ и $T1$ с периодами циклов большого ($E2$) и малого ($E1$) эксцентриситетов соответственно, можно оценить время формирования исследуемого интервала отложений как $5,5 \cdot 381,6$ тыс. лет (или $22 \cdot 95,4$ тыс. лет) = 2098,8 тыс. лет, а скорость глауконитовой седиментации определить через отношение мощности разреза (22 м) к вычисленному времени формирования отложений: $2200 \text{ см} / 2098,8 \text{ тыс. лет} = 1,05 \text{ см} / \text{тыс. лет}$.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00159, <https://rscf.ru/project/23-27-00159/>.

Литература:

1. Унифицированная стратиграфическая схема палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона / ред.: М.А. Ахметьев, С.М. Шик, А.С. Алексеев; сост.: Г.Н. Александрова, М.А. Ахметьев, В.Н. Беньямовский и др. М.: ФГУП «ВНИГНИ», 2015. 96 с.
2. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Рыбина Н.В. Фосфориты и глауконит: причина паргенезиса // Вестник института геологии Коми научного центра УрО РАН. 2018. № 11. С. 43-47.
3. Kodama A., Hinnov L. Rock magnetic cyclostratigraphy: UK: West Sussex, Wiley & Sons, 2015. 166 p.
4. Laskar J., Fienga A., Gastineau M., Manche H. La2010: A new orbital solution for the long term motion of the Earth // Astronomy and Astrophysics. 2011. V. 532. A89. P. 1-15.