

УДК 551.782

Ю.В. Ростовцева¹, К.П. Коиав², А.И. Рыбкина³**ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ
КОНКСКОГО РЕГИОЯРУСА ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ
(КУРИНСКИЙ ПРОГИБ)**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1

ТГУ Институт геологии имени Александра Джанелидзе, 0186, Тбилиси, ул. А. Политковской, 31
ФГБУН Геофизический центр РАН, 119296, Москва, ул. Молодежная, 3

Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, GSP-1, Leninskiye Gory, 1

Alexander Janelidze Institute of Geology, 0186, Tbilisi, A. Politkovskaya, 31

Geophysical center of the RAS, 119296, Moscow, Molodezhnaya st., 3

Впервые выполнены циклостратиграфические исследования мелководно-морских отложений среднего миоцена (конкского региояруса) Восточной Грузии (Восточный Паратетис, Куринский прогиб). По результатам статистической обработки магнитной восприимчивости пород, включающей построение Lomb-Scargle и REDFIT периодограмм, а также использования разложения Гаусса, в изучаемых отложениях выявлено наличие цикла длиной 2,4–2,7 м, отвечающего, скорее всего, долгопериодным колебаниям прецессии. Установлено, что скорость седиментации менялась во времени в зависимости от условий осадконакопления и составляла от 8,75 до 13,75 см/1000 лет. Предполагается, что изучаемые конкские отложения (сартаганские и веселянские слои) накапливались на протяжении не менее 475–600 тыс. лет. Формирование сартаганских слоев по времени сопоставимо с глобальным циклом изменения уровня вод ТВ 2,5.

Ключевые слова: конкский региоярус, средний миоцен, Восточный Паратетис, скорость осадконакопления, циклостратиграфия.

The shallow-marine sediments of the Middle Miocene (mainly the Konkian) of the Eastern Georgia (Eastern Paratethys, Kura basin) were investigated by cyclostratigraphy methods. Time series analysis (Lomb-Scargle and REDFIT periodograms, Gaussian filters) revealed statistically significant signal with 2,4–2,7 m wavelength corresponding most likely to the precession cycle. Based on statistical processes, a sedimentation rate of the studied sediments from 8,75 to 13,75 cm/kyr for different depositional setting was detected. We suggest that the studied Eastern Georgia Konkian sediments (Sartaganian and Veselyankian beds) accumulated during of at least 475–600 kyr. The Sartaganian (beds with most diverse marine fauna of the Konkian) can be correlated with interval of highest sea-level rise of TB 2,5 cycle.

Key words: Konkian, Middle Miocene, Eastern Paratethys, sedimentation rate, cyclostratigraphy.

Введение. Для сопоставления региоярусов Восточного Паратетиса с общей стратиграфической шкалой необходимо изучение отложений, накопившихся в нормальноморских условиях при восстановлении связи существовавших бассейнов с водами Мирового океана. Конкские среднемиоценовые отложения Восточного Паратетиса содержат остатки флоры и фауны, которые свидетельствуют об их формировании при влиянии нормальноморских вод, что определяет высокую значимость всестороннего исследования этих толщ. Несмотря на длительную историю изучения конкских отложений, до сих пор вопросы их расчленения, сопоставления с общей стратиграфической шкалой, а также датирования остаются во многом дискуссионными [Невесская

и др., 2004; Palcu et al., 2017]. По наличию в этих толщах фауны моллюсков, микрофауны, а также нанопланктона нерасчлененных зон NN6–NN7 считается, что конкский региоярус Восточного Паратетиса отвечает нижней части серравалия Средиземноморья и верхам бадения (косовию) Центрального Паратетиса [Nilgen et al., 2012; Попов и др., 2013]. Датировок абсолютного возраста для конкских отложений нет. Предполагается, что накопление конкских отложений могло происходить с 13,8–13,4 по 13,0–12,1 млн лет назад (л. н.) [Невесская и др., 2004; Попов и др., 2013; Palcu et al., 2017]. Максимальные оценки длительности этого региояруса составляют не более 1 млн лет (около 800–900 тыс. лет) [Невесская и др., 2003; Nilgen et al., 2012; Попов и др., 2013]. Согласно

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра нефтегазовой седиментологии и морской геологии, зав. кафедрой; e-mail: rostovtseva@list.ru

² ТГУ Институт геологии имени Александра Джанелидзе, ст. науч. с., e-mail: koiava_ka@yahoo.com

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизический центр Российской академии наук, зам. директора; e-mail: a.rybkina@gcras.ru

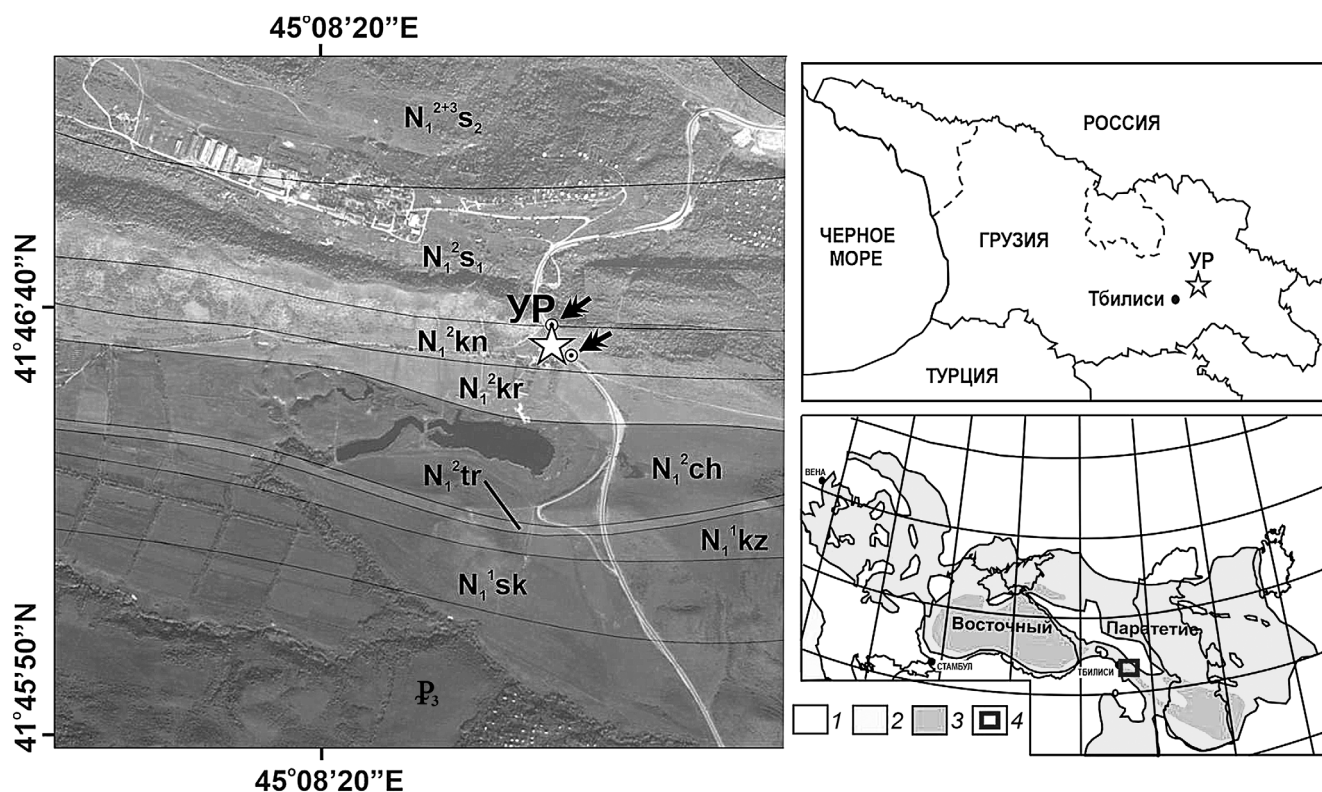


Рис. 1. Расположение изучаемых отложений, вскрываемых в разрезе Уджарма (УР) в Восточной Грузии. Восточный Паратетис во время последней морской трансгрессии среднего миоцена, по [Studenska et al., 1998] с упрощением: 1 — области суши, 2 — мелководные обстановки, 3 — глубоководные обстановки, 4 — положение изучаемого района

новым данным [Palcu et al., 2017], полученным при изучении относительно глубоководных отложений среднего миоцена в разрезе горы Зеленского (Таманский п-ов), верхняя и нижняя границы конкского региояруса (включающего веселянские, сартаганские и картвельские слои) датируются 12,65 и 13,4 млн лет соответственно. При этом считается, что веселянские и сартаганские слои в целом отвечают средней части хрона C5Ar (C5Ar.2n, C5Ar.2r, C5Ar.1n и низам C5Ar.1r), их накопление происходило в течение ~240 тыс. лет (приблизительно с 12,89 по 12,65 млн л. н.) со скоростью седиментации около 2,2 см/1000 лет.

Для выявления режимов седиментации и оценки длительности формирования толщ впервые проведено циклостратиграфическое исследование мелководно-морских конкских отложений Куринского прогиба (разрез Уджарма, Кахетия, Восточная Грузия), результаты которого рассматриваются в статье. В работе за основу принята региональная стратиграфическая шкала неогеновых отложений южных регионов европейской части России в последней редакции [Невесская и др., 2004], в которой конкский региоярус выделяется в объеме сартаганских и веселянских слоев.

Объект исследования. Конкские отложения разреза Уджарма (41°77'62,24" N, 45°14'95,65" E), вскрытые вблизи сел Мухровани и Уджарма (Кахетия, Восточная Грузия) в новом обнажении, послужили основным объектом исследования (рис. 1).

Ранее среднемиоценовые отложения вблизи с. Уджарма изучали многие ученые — М.М. Грачевский [1954], О.И. Джанелидзе [1961, 1970], В.А. Крашенинников [2003], Е.М. Жгенти, Л.С. Майсурадзе [2016] и др. В результате этих работ были получены данные о палеонтологической характеристике рассматриваемых толщ, выполнены определения видового состава макро- и микрофаунистических комплексов, составлено общее описание разреза и получены первые представления об особенностях литологического строения и условиях накопления отложений. Установлено, что в разрезе Уджарма прослеживаются породы картвельских (фоладовых), сартаганских и веселянских слоев, сменяющихся выше нижесарматскими отложениями [Джанелидзе, 1970; Крашенинников и др., 2003]. В толщах конкского возраста определен разнообразный комплекс моллюсков с *Anadara turonica*, *Turritella atamanica*, *Macra basteroti*, *Ervilia trigonula*, *Chlamys sartaganicus*, *Cardium* sp. и др. [Джанелидзе, 1970].

В ходе исследований выявлено послойное строение рассматриваемых толщ (рис. 2). Для более детального стратиграфического расчленения отложений изучены комплексы фораминифер (определения сделаны К.П. Коиава) (рис. 3, 4). Раковины фораминифер выявлены не во всех слоях рассматриваемого разреза.

Отложения слоев 2–4, содержащие *Varidentella reussi sartaganica* (Krasheninnikov), *Rotalia maschan-*

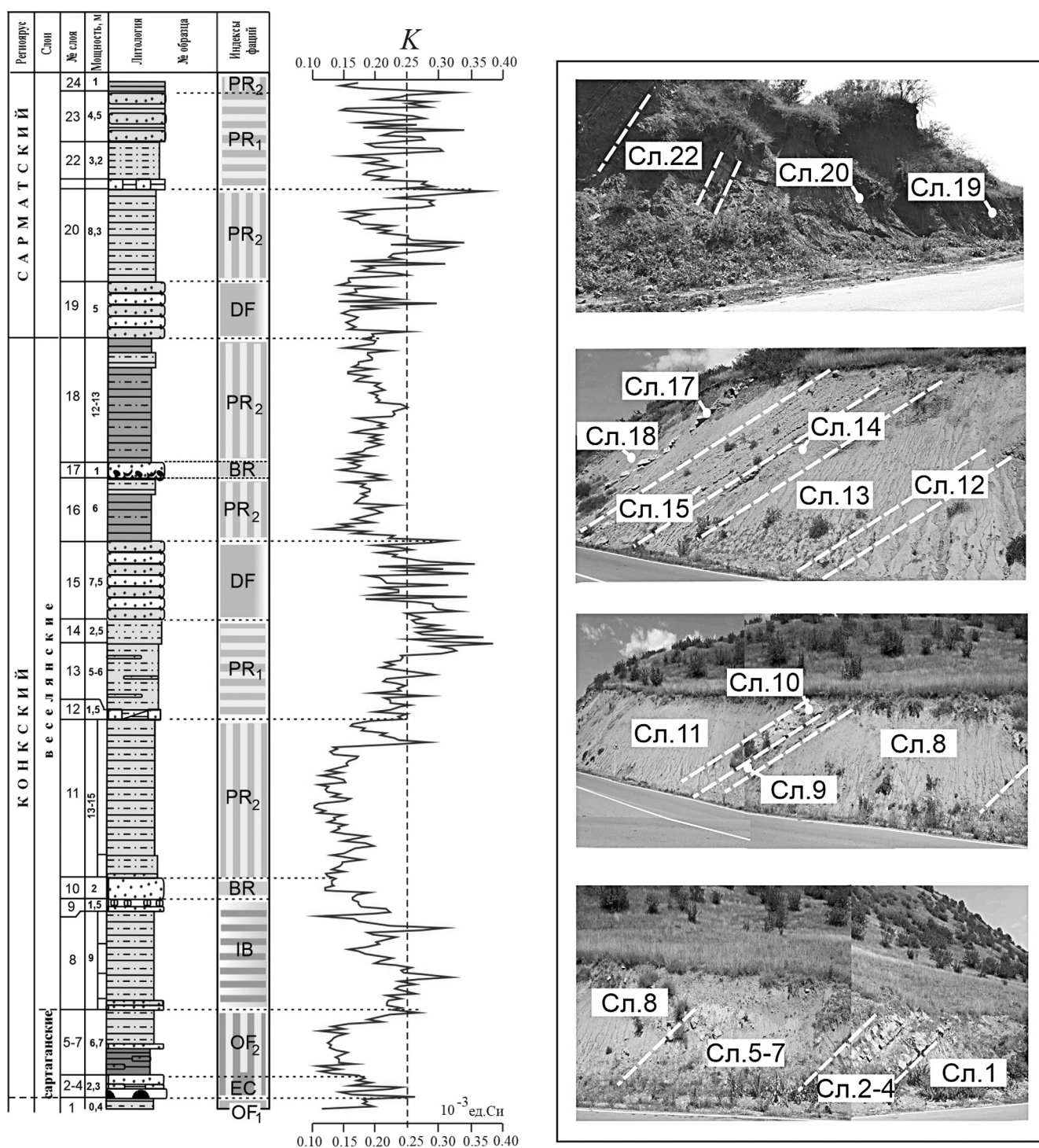


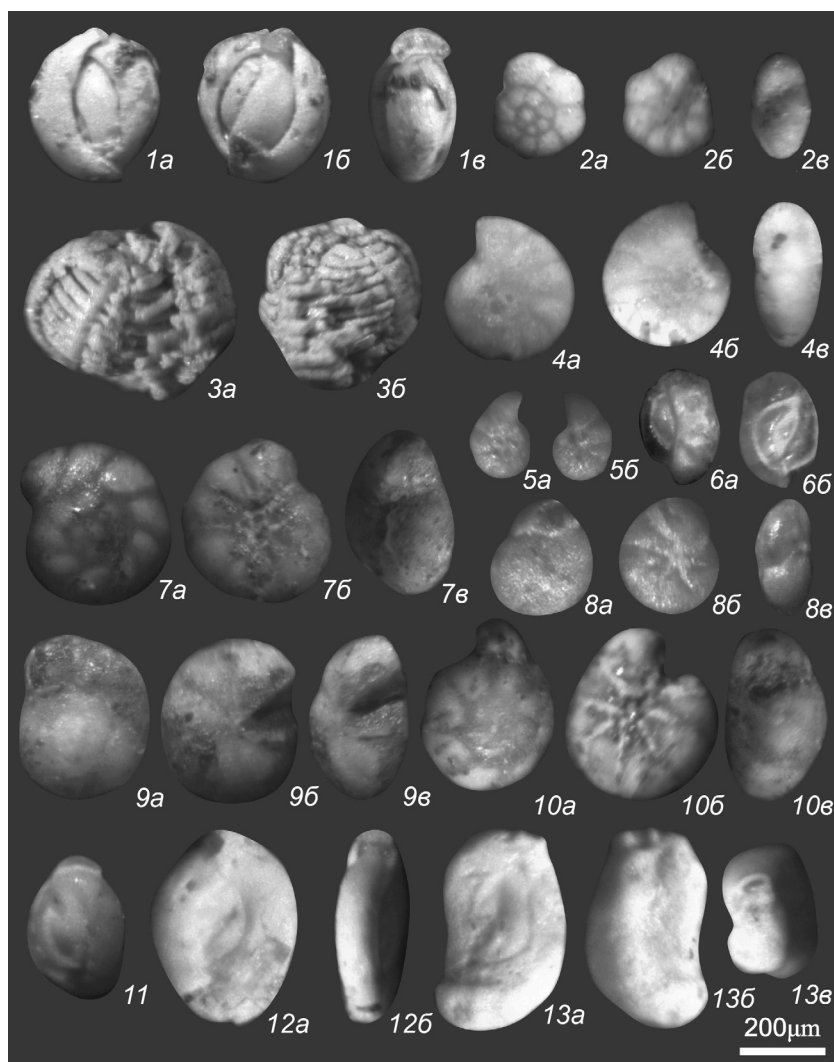
Рис. 2. Литологическое строение изучаемых отложений с характеристикой магнитной восприимчивости пород. Фациальные типы осадков прибрежного мелководья: участки с низкой подвижностью вод (OF₂), участки со средней подвижностью вод (OF₁), краевые части песчаных покровов (IB), центральные части песчаных покровов (BR), трансгрессивные слои размыва (EC), нижняя часть проделты (PR₂), верхняя часть проделты (PR₁), краевые части фронта дельты (DF).

liensis Pronina, *R. conquisita* (Krashenninikov) *Borelis melo* (Fichtel et Moll), *Porosonion granosum* (d'Orbigny), *Cibicides* aff. *dorzotumidus* Serova, *Ammonia beccarii* (Linnaeus), *A. aff. viennensis* (d'Orbigny), *Quinqueloculina akneriana argunica* Gerke, по составу фораминифер отвечают конкскому региоарусу. Наличие в них *Borelis melo* (Fichtel et Moll) и *Varidentella reussi sartaganica* (Krashenninikov) позволило отнести эти отложения

к сартаганским слоям, так же, как и породы слоя 6 с *Borelis melo* (Fichtel et Moll). Видовой состав фораминифер в рассматриваемых отложениях имеет большое сходство с сартаганскими комплексами фораминифер Предкавказья [Богданович, 1965] и Крыма [Крашенинников и др., 2003].

В залегающих выше слоях 11, 16 и 18 выявлены *Ammonia beccarii* (Linnaeus), *A. aff. viennensis* (d'Orbigny), *Discorbis kartvelicus* Krashenninikov,

Рис. 4. Фораминиферы из конкских и сарматских отложений разреза Уджарма (Кахетия, Восточная Грузия; определения К.П. Коиава): 1а, б, в — *Varidentella reussi sartaganica* (Krasheninnikov); 2а, б, в — *Rotalia conquistata* (Krasheninnikov); 3а, б — *Borelis melo* (Fichtel et Moll); 4а, б, в — *Porosononion granosum* (d'Orbigny); 5а, б — *Porosononion* sp.; 6а, б — *Triloculina* aff. *transverso-costata* Didkovskiy; 7а, б, в — *Rotalia maschanliensis* Pronina; 8а, б, в — *Rotalina* aff. *kalebergensis* (d'Orbigny); 9а, б, в — *Cibicides* aff. *dorotumidus* Serova; 10а, б, в — *Ammonia beccari* (Linnaeus); 11 — *Varidentella reussi reussi* (Bogdanovich); 12а, б — *Spiroloculina* aff. *kolesnikov* Bogdanovich; 13а, б, в — *Sinuloculina* aff. *microdon* (Reuss)



Discorbis sp., *Rotalia maschanliensis* Pronina, *Rotalina* aff. *kalebergensis* (d'Orbigny), *Triloculina* aff. *transverso-costata* Didkovskiy, *Elphidium jukovi* Serova, *Varidentella reussi sartaganica* (Krasheninnikov), *Cibicides* sp., *Porosononion* sp., *Quinqueloculina* sp., *Spiroloculina* sp. Представители рода *Ammonia* встречаются в большом количестве. Конкский возраст этих отложений подтверждается присутствием в них *Varidentella reussi sartaganica* (Krasheninnikov) и *Discorbis kartvelicus* Krasheninnikov [Maissuradze et al., 2014]. Предполагается, что рассматриваемые породы, скорее всего, относятся к веселянским слоям.

Отложения слоя 19 охарактеризованы единичными экземплярами *Varidentella reussi reussi* (Bogdanovich), *Sinuloculina* aff. *microdon* (Reuss), *Spiroloculina* aff. *kolesnikov* Bogdanovich, *Cicloforina* sp., *Varidentella* sp. Несмотря на бедный комплекс фораминифер, развитие милиолид в нем и появление *Varidentella reussi reussi* (Bogdanovich) позволяют рассматриваемые отложения относить к нижнему сармату [Maissuradze, Koiava, 2011].

Отложения разреза Уджарма мощностью около 90 м сложены в основном глинами. В разрезе присутствуют прослои песчаников, реже гравелитов

и мелкогалечных конгломератов. Алевритовый материал в основном встречается в виде примеси, реже образует самостоятельные отдельные прослои. Карбонатные породы, представленные двумя горизонтами мелких микробияльных желвачков (слой 9), наблюдаются только на одном уровне в разрезе. В отложениях присутствуют цельноскелетные органогенные остатки и их обломки, местами образующие отдельные скопления. В разрезе встречаются единичные прослои с признаками вторичной карбонатизации.

Материалы и методы исследования. Для получения данных о циклостратиграфии была измерена магнитная восприимчивость пород (*K*) изучаемых отложений. Измерения проводились непрерывно через каждые 20 см каппаметром КТ-5 («Geofyzika», BRNO, Чехия) по разрезу вкосте простирания пород. В каждой точке сделано три замера. Всего получено около 1314 определений. В дальнейшем данные обрабатывались статистическими методами с построением Lomb-Scargle и REDFIT периодограмм с использованием программы PAST 3, а также с помощью программы AnalySeries [Paillard et al., 1996; Hammer et al., 2001; Schulz, Mudelsee, 2002]. Циклостратиграфические

исследования выполнены в соответствии с общепринятой методикой [Weedon, 2003].

В результате терромагнитного анализа установлено, что в рассматриваемых породах основные минералы-носители намагниченности представлены магнетитом и маггемитом [Пилипенко и др., 2019]. Магнетит, скорее всего, — детритовый компонент.

Циклостратиграфические исследования сопровождались фаціальным анализом толщ, что необходимо для определения обстановок седиментации. Установлено, что отложения содержат трансгрессивные слои размыва в основании разреза (слои 2–4), выше сменяющиеся глинистыми образованиями слабоподвижного прибрежного мелководья (слои 5–7) [Ростовцева, 2020]. В низах разреза выявлено также наличие алеврито-песчано-глинистых и песчаных осадочных образований краевых и центральных частей волновых аккумулятивных накоплений (песчаных покровов) активноводного прибрежного мелководья (слои 8–10), развитие которых определено также на отдельном интервале выше в рассматриваемых отложениях (слой 17). Большую часть разреза составляют подводные речные выносы, представленные в основном алеврито-песчано-глинистыми осадочными образованиями продельты (слои 11–14, 16, 18, 20–24), реже краевых частей фронта дельты (слои 15, 19), в целом отвечающими периферии авандельтовых отложений. Фаціальное строение рассматриваемых толщ свидетельствует о их накоплении в пределах прибрежного мелководья (на глубине не более 40–50 м) при наличии разных режимов седиментации, что необходимо учитывать при интерпретации данных циклостратиграфических исследований [Rostovtseva et al., 2019].

Результаты исследований и их обсуждение.

В ходе исследования установлено, что магнитная восприимчивость (K) изучаемых пород характеризуется значениями от 0,103 до $0,387 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ. Более высокими величинами K (до $0,387 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ), приуроченными к отдельным интервалам в разрезе, отличаются отложения с признаками заметного опесчанивания. Этим интервалам соответствуют трансгрессивные слои размыва (слои 2–4), накопления песчаных покровов (слои 8–10) и часть авандельтовых отложений (краевых частей фронта дельты и верхних частей продельты) (слои 12–15, 19–24). Пониженные значения K ($\leq 0,250 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ) свойственны осадкам слабоподвижного мелководья и более глинистым отложениям нижних частей продельты (слои 5–7, 11, 16, 18) (рис. 2).

Спектральный анализ эквидистантных рядов данных магнитной восприимчивости пород для всего разреза, включающего как конкские, так и сарматские отложения, позволил выявить наличие нескольких резко выраженных пиковых значений. На Lomb-Scargle периодограмме выделяется

единичный пик, который превышает интервал спектральных шумов с 99%-ным уровнем доверия и отвечает циклу протяженностью 166,5 м. Этот цикл с длиной почти в 2 раза большей, чем общая мощность разреза (около 91–98 м), не может быть использован для полноценных циклостратиграфических исследований. На REDFIT периодограмме наряду с этим пиком отмечается другой пик, который также превышает интервал спектральных шумов с 99%-ным уровнем доверия, соответствующий циклу протяженностью 2,4 м (рис. 5). Этот цикл в целом отвечает всем параметрам, которые необходимо рассматривать при выявлении долгопериодных астрономических колебаний.

Учитывая наличие действия разных режимов седиментации при формировании изучаемых отложений, определение пиковых значений частот выполнено также для отдельных интервалов разреза, характеризующих разные обстановки осадконакопления. В результате установлено, что на REDFIT периодограммах для преимущественно глинистых отложений слоев 5–9, 11, 12–15, 16–18, 19–24 выделяются валидные циклы длиной 3,3; 3,0; 2,4; 2,1 и 2,4 м соответственно. Толщам нижней части разреза свойственны циклы с чуть большей протяженностью, что может быть связано с более высокой скоростью седиментации в тот период времени. Для верхней части разреза выделяются циклы с близкими значениями длины от 2,1 до 2,4 м, что в целом совпадает с протяженностью цикла, установленной для всего разреза. Для конкских отложений длина цикла в среднем составляет 2,7 м, для сарматских — 2,4 м. Эти значения длины циклов выбраны за основу для дальнейшего анализа данных магнитной восприимчивости пород с помощью программы AnalySeries, позволяющей использовать разложение Гаусса (рис. 6).

Высокая сходимость результатов спектрального анализа, полученных для разных частей изучаемого разреза, свидетельствует о наличии общей закономерности строения рассматриваемых толщ, связанной с проявлением факторов астрономического масштаба (циклов Миланковича).

Конкский региоярус Восточного Паратетиса сопоставляется с косовием верхней части бадения Центрального Паратетиса, длительность которого не превышает 1 млн лет [Hohenegger et al., 2014]. Согласно новым данным [Palcu et al., 2017], формирование конкских отложений Восточного Паратетиса, включающих картвельские, сартаганские и веселянские слои, происходило на протяжении ~750 тыс. лет. В изучаемом разрезе мощность конкских отложений, включающих сартаганские и веселянские слои, составляет 67,8 (68) м. В этой последовательности осадочных образований выделяется от 25 до 28 циклов длиной 2,7 (в среднем для конкских отложений) и 2,4 м (в среднем для отложений всего разреза) соответственно. Если цикл длиной 2,4–2,7 м рассматри-

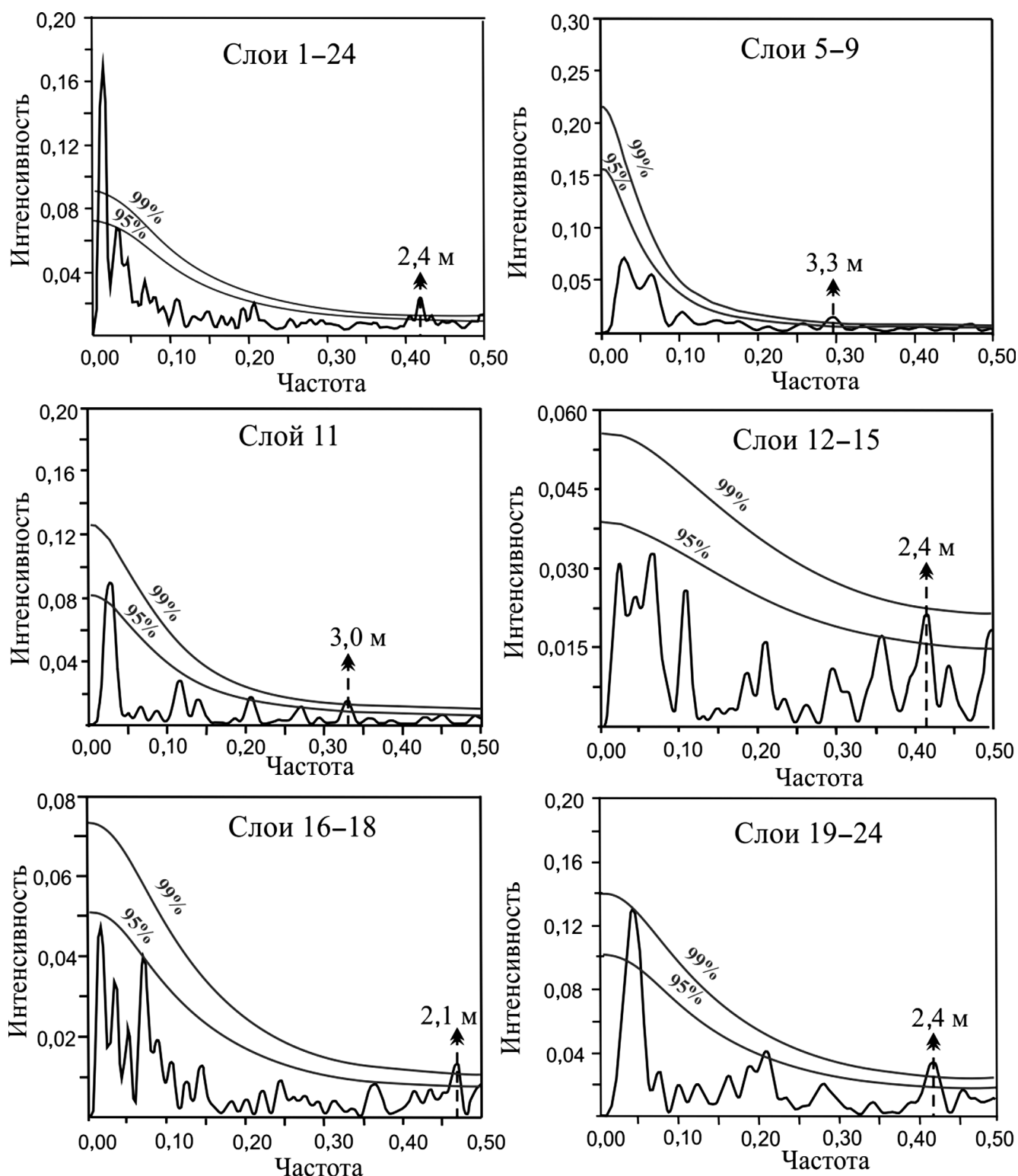


Рис. 5. REDFIT периодогаммы спектрального анализа данных о магнитной восприимчивости изучаемых пород (разрез Уджарма, Восточная Грузия) с характеристикой длины выявленных циклов.

вать как запись, связанную с долгопериодными астрономическими колебаниями угла наклона земной оси и эксцентриситета орбиты Земли с периодами 41 000 и 100 000 лет, то время накопления рассматриваемых отложений составило бы >1 млн лет (1025÷2800 тыс. лет). На основании этого можно предположить, что этот цикл

лучше сопоставим с периодами лунно-солнечной прецессии (~19 000, 22 000 и 24 000 лет). В этом случае максимальную длительность формирования изучаемых конкских отложений можно оценить в ≤532÷672 тыс. лет, что в целом согласуется с представлениями о возможной продолжительности конкского регияруса.

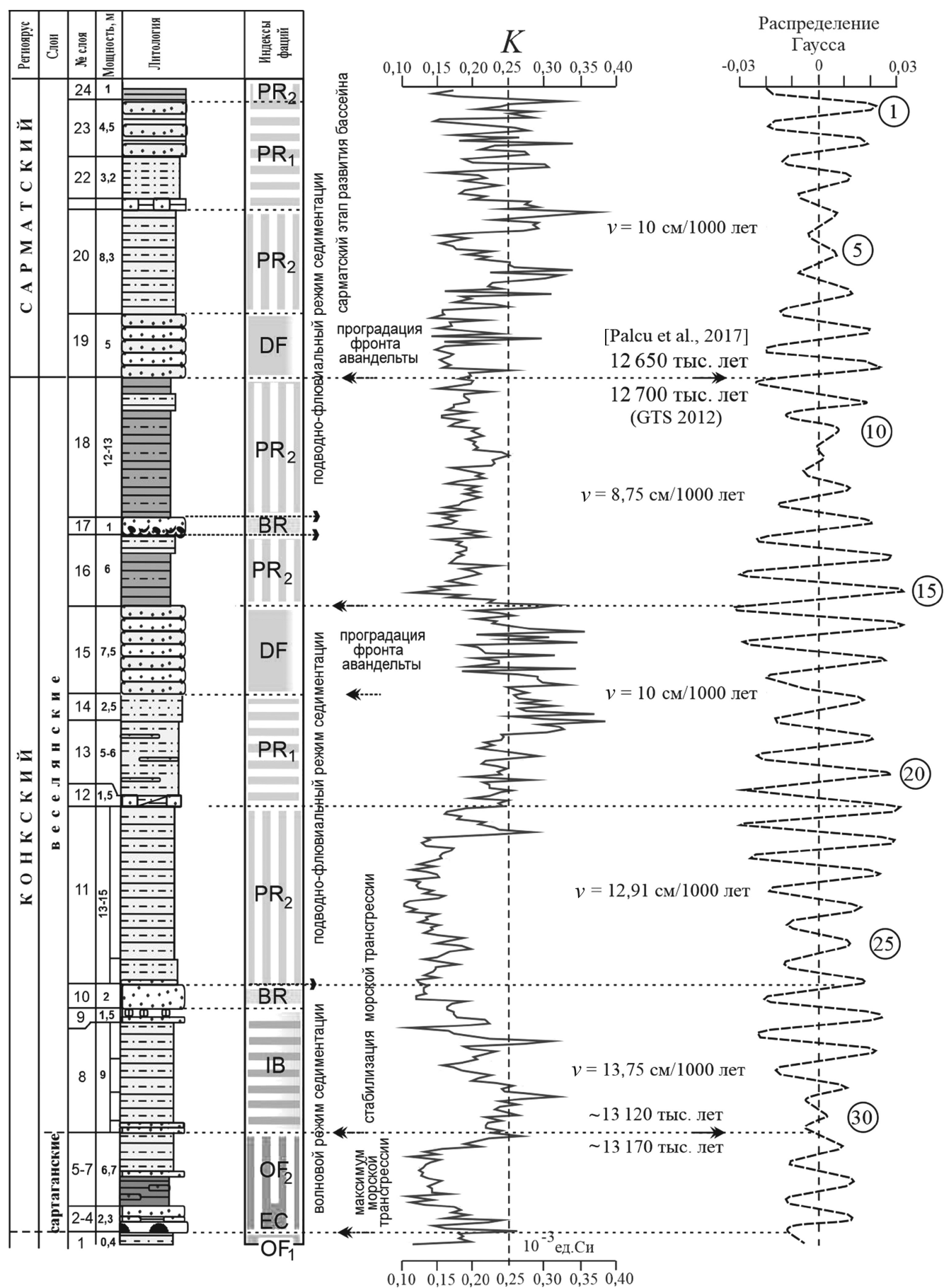


Рис. 6. Результаты AnalySeries анализа данных о магнитной восприимчивости изучаемых пород (разрез Уджарма, Восточная Грузия). Обозначения фаций см. на рис. 2

Если цикл длиной 2,4–2,7 м связан с периодом прецессии, то скорость седиментации рассматриваемых отложений составляла от 8,75 до 13,75 см/1000 лет. Отложения нижней части разреза, отвечающие трансгрессивным осадкам и накоплениям песчаных покровов, формировались с более высокой скоростью (в среднем ~13,75 см/1000 лет). Осадочные образования периферии авандельтовых образований, составляющие большую часть разреза и представленные преимущественно отложениями проделты, накапливались при чуть меньшей скорости — от 8,75 до 12,91 см/1000 лет. В верхах конкских отложений установлены наиболее низкие значения скорости седиментации (в среднем 8,75 см/1000 лет).

Анализ данных магнитной восприимчивости пород с помощью программы AnalySeries, включающей возможность использовать разложение Гаусса, позволил сопоставить выявленную цикличность по пиковым значениям (2,4 и 2,7 м) с послойным строением разреза (рис. 5). На основе имеющихся материалов можно получить несколько предположительных возрастных определений. Согласно представлениям многих исследователей [Hilgen et al., 2012; Попов и др., 2013; Hohenegger et al., 2014; Palcu et al., 2015; Palcu et al., 2017], границы между конкским и сарматским регионарусом в Восточном Паратетисе, а также между косовием и сарматом в Центральном Паратетисе в целом совпадают по возрасту.

По новым данным [Palcu et al., 2017], эти границы соответствуют 12,65 млн лет, а по материалам GTS2012 [Hilgen et al., 2012] отвечают 12,7 млн лет. С учетом этого, а также по результатам анализа особенностей цикличности толщ, предполагается, что накопление изучаемых отложений конкского возраста происходило на протяжении не менее 475–600 тыс. лет (в интервале от ~13 300–13 125 до 12 700–12 650 тыс. лет), а всего разреза — в течение ~620–790 тыс. лет (от ~13300–13125 до ~12500–12450 тыс. лет). При такой интерпретации отложения нижней части разреза (слои 2–7), относимые по наличию в них *Borelis melo* (Fichtel & Moll) к сартаганским слоям, имеют возраст древнее 13 100 тыс. лет. В этом случае выявленный в ходе тестовых палеомагнитных исследований [Пилипенко и др., 2019] интервал с прямой

намагниченностью в низах изучаемого разреза (слой 8) можно сопоставить с частью хрона C5AAn (13 183–13 032 тыс. лет) общей стратиграфической шкалы. Накопление сартаганских слоев по времени сопоставимо с максимумом поднятия уровня вод глобального цикла ТВ 2,5 [Hag et al., 1988]. Считается, что формирование отложений косовия Центрального Паратетиса, отвечающих развитию последней морской трансгрессии среднего миоцена, началось до 13,1 млн л. н. [Hohenegger et al., 2014].

Заключение. В результате исследований впервые составлено детальное послойное описание рассматриваемого разреза с учетом микроскопического изучения пород, а также выполнены пилотные циклостратиграфические исследования мелководно-морских отложений конкского и сарматского возраста Восточной Грузии.

Установлено, что магнитная восприимчивость (*K*) изучаемых пород характеризуется значениями от 0,103 до $0,387 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ, ее повышенные величины свойственны интервалам опесчанивания отложений.

Спектральный анализ эквидистантных рядов данных магнитной восприимчивости пород позволил выявить цикл, сопоставимый с долгопериодными астрономическими колебаниями длиной 2,4 м для отложений всего разреза и длиной в среднем 2,7 м для толщ конкского регионаруса. Установленный цикл длиной 2,4–2,7 м лучше сопоставим с периодами прецессионных колебаний (19 000, 22 000 и 24 000 лет). С учетом этого были получены расчеты скорости седиментации, которая менялась во времени в зависимости от существовавших условий осадконакопления и составляла от 8,75 до 13,75 см/1000 лет. Трансгрессивные осадки и отложения краевых и центральных частей песчаных покровов накапливались с более высокой скоростью, чем осадки на периферии авандельтовых образований, представленных преимущественно глинами проделты.

Предполагается, что формирование отложений всего разреза происходило в течение не более ~790 тыс. лет, а толщ конкского регионаруса — на протяжении не менее 475–600 тыс. лет.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 19-77-10075).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданович А.К. Стратиграфическое и фаціальное распределение фораминифер в миоцене Западного Предкавказья и вопросы их генезиса // Тр. КФВНИИ, 1965. Т. 16. С. 300–350.

Грачевский М.М. К вопросу об условиях жизни и исторического развития фауны конкских пластов Восточной Грузии // Тр. Сектора палеобиологии АН ГССР. 1954. Т. 2. С. 89–135.

Джанелидзе О.И. Расчленение конкского горизонта Грузии по фауне фораминифер // Тр. Ин-та палеобиологии АН Грузии. 1961. Т. 6. С. 67–95.

Джанелидзе О.И. Фораминиферы нижнего и среднего миоцена Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1970. 88 с.

Жгенти Е.М., Майсурадзе Л.С. Караганский, картвельский и конкский регионарусы Грузии: история развития моллюсков и фораминифер и их стратиграфическое значение. Тбилиси: Универсал, 2016. 91 с.

Крашенинников В.А., Басов И.А., Головина Л.А. Восточный Паратетис: тарханский и конкский регионарусы (стратиграфия, микропалеонтология, биономия, палеогеографические связи). М.: Научный мир, 2003. 193 с.

Невесская Л.А., Гончарова И.А., Ильина Л.Б. и др. О стратиграфической шкале неогена Восточного Паратетиса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11, № 2. С. 3–26.

Невесская Л.А., Коваленко Е.И., Белуженко Е.В. и др. Объяснительная записка к унифицированной региональной стратиграфической схеме неогеновых отложений южных регионов европейской части России. М.: Палеонтологический ин-т РАН, 2004. 83 с.

Пилипенко О.В., Ростовцева Ю.В., Рыбкина А.И. Петромагнитные и палеомагнитные исследования конкских отложений разреза Уджарма (Кахетия, Грузия) // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: Мат-лы 25-й юбилейной Всеросс. школы-семинара по проблемам палеомагнетизма и магнетизма горных пород. М., Ярославль: Филигрань, 2019. С. 193–198.

Попов С.В., Ахметьев М.А., Головина Л.А. и др. Региональная стратиграфическая шкала неогена юга России: состояние и перспективы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства. М.: Наука, 2013. С. 356–359.

Ростовцева Ю.В. Обстановки осадконакопления во время последней в среднем миоцене трансгрессии в Восточном Паратетисе (Куринский прогиб, Восточная Грузия) // Литология и полез. ископаемые. 2020. № 6. С. 569–580.

Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level changes // Sea-level changes — an integrated approach // SEPM Spec. Publ. 1988. Vol. 42. P. 71–108.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electronica. 2001. Vol. 4, N 1. 9 p.

Hilgen F.J., Lourens L.J., Van Dam J.A. The Neogene Period // A Geological Time Scale. Cambridge University Press, 2012. P. 923–979.

Hohenegger J., Aoria S., Wagreich M. Timing of the Middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys // Geologica Carpathica. 2014. Vol. 65. P. 55–66.

Maissuradze L., Koiava K. Biodiversity of Sarmatian foraminifera of the Eastern Paratethys // Bull. of the Georgian National Academy of Sciences. 2011. Vol. 5. N 1. P. 143–151.

Maissuradze L., Koiava K., Kvaliashvili L., Spezzaferri S. Biodiversity, evolution and biostratigraphic significance of Konkian foraminifers of Euxine-Caspian basin of Eastern Paratethys // Proceed. Georgian National Museum, Natural Sciences and Prehistory Section. 2014. Vol. 6. P. 9–22.

Paillard D., Labeyrie L., Yiou P. Macintosh program performs timeseries analysis // Transaction Amer. Geophys. Un. 1996. Vol. 77. 379 p.

Palcu D.V., Golovina L.A., Vernyhorova Y.V. et al. Middle Miocene paleoenvironmental crises in Central Eurasia caused by changes in marine gateway configuration // Global Planet. Change. 2017. Vol. 158. P. 57–71.

Palcu D., Tulbure M., Bartol M. et al. The Badenian–Sarmatian extinction event in the Carpathian foredeep basin of Romania: paleogeographic changes in the Paratethys domain // Global Planet. Change. 2015. Vol. 133. P. 346–358.

Rostovtseva Yu.V., Rybkina A.I., Sokolova A.Yu. The depositional setting of the Konkian sediments of the Taman Peninsula // Moscow University Geol. Bull. 2019. Vol. 74, N 1. P. 50–55.

Schulz M., Mudelsee M. REDFIT: estimating red-noise spectra directly from unevenly spaced paleoclimatic time series // Computers and Geosci. 2002. Vol. 28. P. 421–426.

Studencka B., Gontsharova I.A., Popov S.V. The bivalve faunas as a basis for reconstruction of the Middle Miocene history of the Paratethys // Acta Geol. Polonica. 1998. Vol. 48, N 3. P. 285–342.

Weedon G.P. Time series analysis and cyclostratigraphy. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 260 p.

Поступила в редакцию 24.06.2020

Поступила с доработки 30.06.2020

Принята к публикации 30.06.2020