

УДК 552.5:551.763.3

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПЕРИТЕТИСА

*Н.В. Бадулина¹, Е.В. Яковишина¹, Р.Р. Габдуллин¹, Л.Ф. Копачевич¹, С.И. Бордунов¹,
Е.Н. Самарин¹, Б.Г. Покровский², А.Ю. Юрченко¹, А.В. Иванов³, Е.А. Бакай¹,
Т.И. Нигмаджанов¹, И.В. Блинова⁴, Ю.А. Машкина¹*

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

² Геологический институт РАН, Москва

³ Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина

⁴ ЗАО «МиМГО»

Поступила в редакцию 23.11.16

В результате обобщения собственных и опубликованных данных по верхнемеловым отложениям Ульяновско-Саратовского прогиба, Крыма и Северного Кавказа уточнены условия осадконакопления в кампан-маастрихтское время и предложены хроностратиграфические схемы вариаций глубин, солености и температуры для Северного Перитетиса в позднем кампане – маастрихте.

Ключевые слова: литология, геохимия, геологическая история, Восточно-Европейская платформа, Крым, Северный Кавказ.

Badulina N.V., Yakovishina E.V., Gabdullin R.R., Kopachevich L.F., Bordunov S.I., Samarin E.N., Pokrovskiy B.G., Jurchenko A.Ju., Ivanov A.V., Bakay E.A., Nigmatzhanov T.I., Blinova I.V., Mashkina Yu.A. Lithological and geochemical characteristics and origin conditions of Upper Cretaceous of Northern Peritethys. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2016. Volume 91, part 4–5. P. 136–147.

Depositional conditions in the Late Cretaceous time and chronostratigraphic scheme of variations of depth, salinity and temperature in the northern part of the Peritethys basin during late Campanian-Maastrichtian based upon generalizations of our own results and previously published data concerning Ulyanovsk-Saratov Trough, Crimea and the North Caucasus were proposed.

Key words: lithology, geochemistry, geological history, Eastern-European platform, Crimea, North Caucasus.

В настоящей работе представлено обобщение результатов многолетних работ коллектива авторов по изучению строения и условий формирования верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления – Крыма и Северного Кавказа.

Для полевых наблюдений и последующих лабораторных исследований были выбраны следующие естественные и искусственные обнажения в пределах Российской Федерации: Саратовская область (г. Вольск, разрез карьера цементного завода «Большевик»); Ульяновская область (г. Сенгилей, разрез карьера Сенгилейского цементного завода); Крым, Бахчисарайский район (Беш-Кош, Староселье, Токма, Чах-Махлы); Ставропольский край, р. Дарья.

Согласно палинспастической схеме А.Г. Смита и Дж.К. Брайдена (Smith, Briden, 1977), изученные разрезы Крыма, Кавказа и южной части Ульяновско-Саратовского прогиба в маастрихтское время располагались почти на одной палеошироте.

Материал и методы

На стадии полевого описания анализировалась элементарная пластовая цикличность для определения ее генезиса и оценки ее связи с астрономическими циклами Милютина Миланковича.

Ранее разрезы Ульяновско-Саратовского прогиба были изучены Р.Р. Габдуллиным и другими исследователями (А.В. Иванов, Е.Н. Самарин) комплексом методов, включавшим макроскопический анализ пород на обнажении и их микроскопическое изучение в шлифах, определение содержания диоксида углерода (CO₂) объемным методом на аппарате Кноппа-Фрезениуса и содержания органического углерода (C_{орг.}) методом автоматического кулонометрического титрования по величине рН на экспресс-анализаторе АН-7529, рентгено-фазовый анализ на рентгеновском дифрактометре ДРОН-4 (результаты автоматически обрабатывались на ЭВМ в программе «X-ray»), определение магнитной восприимчивости (k), естественной остаточной намагниченности (J_n), остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}),

разрушающего поля остаточной намагнитченности насыщения ($H'cs$) и прироста магнитной восприимчивости после нагрева до $500^{\circ}C$ в воздушной среде (dk), палеоэкологический анализ. Корреляция Jrs и $H'cs$ показывает циклы разбавления накапливающихся в бассейне седиментации фоновых осадков сносимым с суши терригенным материалом, содержащим магнитные минералы. В частности, при отрицательных значениях корреляции объем сносимых с суши магнитных минералов минимален, а при положительных величинах — максимален. Результаты этих исследований приведены в ряде работ (Габдуллин, 2002, 2004 а–в; Габдуллин, Иванов, 2001, 2003а, 2003б, 2004; Gabdullin et al., 1999 и др.).

Ранее для большинства рассматриваемых в работе разрезов, за исключением разреза р. Дарья, были предложены модели и механизмы формирования пластовой цикличности и определена связь с циклами М. Миланковича. Выяснено, что ведущими в формировании элементарной пластовой цикличности являются циклы эксцентриситета земной орбиты (Габдуллин, 2004а–в; Габдуллин, Иванов, 2001, 2003а, 2003б; Габдуллин и др., 2014; Gabdullin et al., 1999). Для большинства изученных разрезов связь с циклами М. Миланковича определялась путем подсчета (делением длительности формирования толщи на число осцилляций параметра) и спектрального анализа (Габдуллин, 2002; Габдуллин, Иванов, 2004). Для кампан-маастрихтского интервала разреза г. Вольск был выполнен вейвлетный анализ (Габдуллин и др., 2014), показавший связь вариаций ряда исследованных параметров с циклами эксцентриситета.

В сводном разрезе Русской плиты Д.П. Найдин (1995) выделил шесть секвенций, которым соответствуют 11 пачек, по Р.Р. Габдуллину (2002, 2007).

Ранее также (Габдуллин и др., 2015, 2016) был выполнен полный химический анализ элементов 112 образцов преимущественно карбонатных (и в меньшей степени терригенно-карбонатных) горных пород на рентгено-флюоресцентном спектрокане MARC.GV (НПО «Спектрон», Санкт-Петербург) на кафедре инженерной геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (Е.Н. Самарин). Проанализировано 62 образца: разрезы Токма (4), Беш-Кош (9), Староселье (9) и Сенгилей (32). Затем были подсчитаны соотношения и концентрация некоторых химических элементов, которые указывают на изменение условий осадконакопления (глубина бассейна, гидродинамика, климат и др.), что позволило уточнить сформулированные ранее представления о режиме седиментации (Габдуллин и др., 2014, 2015, 2016).

Изотопный анализ проведен на комплексе обораживания для анализа стабильных изотопов легких элементов Delta V Advantage (А.Ю. Юрченко, Б.Г. Покровский). Высушенные, измельченные образцы подвергались обработке 105%-ной полифосфорной кислотой на линии пробоподготовки

Gas Bench II, подключенной непосредственно к масс-спектрометру. Анализировался состав стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}C$) и кислорода ($\delta^{18}O$) углекислого газа, выделившегося в результате реакции карбоната с кислотой. Точность измерений контролировалась по международному стандарту NBS-19. Каждый образец анализировался дважды. Стандартное отклонение не превышало 0,1%. Палеотемпературы определены с погрешностью до 1, редко до 0,5 $^{\circ}C$, для их расчета использовано следующее уравнение:

$$t^{\circ}C = 16,5 - 4,3(\delta^{18}O_{OK} - \delta^{18}O_{OV}) + 0,14(\delta^{18}O_{OK} - \delta^{18}O_{OV})^2,$$

где $t^{\circ}C$ — температура воды, в которой образовывался карбонат кальция, $\delta^{18}O_{OK}$ — изотопный состав кислорода углекислого газа, полученного из карбоната кальция путем разложения его 105%-ной ортофосфорной кислотой и измеренного относительно стандарта PDB, а $\delta^{18}O_{OV}$ — изотопный состав углекислого газа, изотопно-уравновешенного с водой, в которой образовывался карбонат кальция, и измеренный относительно SMOW.

Было исследовано 39 образцов валовых проб карбонатных (мергель, известняк) и карбонат-содержащих (глинистый мергель, песчаный мергель, песчаный известняк, частично кремнеземные карбонатные породы) пород (Староселье — 4, Беш-Кош — 9, Сенгилей — 5, Вольск — 11, Дарья — 10). Результаты по разрезам Вольск и Дарья приводятся впервые.

Основные тренды вариаций температуры были взяты с кривых геохимического анализа, на которые были «посажены» значения палеотемператур. В итоге были построены палеотемпературные кривые по комплексу геохимических данных. Также была вынесена информация об организмах-индикаторах окружающей среды, что позволило уточнить и подтвердить полученные результаты и построить синтетическую кривую изменений температур по комплексу методов (для разрезов Сенгилей, Беш-Кош и ряда других).

Характеристика изученных разрезов кампан-маастрихтских отложений

Для Восточно-Европейской платформы (ВЕП) ранее Р.Р. Габдуллиным (2002) была предложена схема попачечного деления верхнемеловых отложений. Выделенные пачки являются секвенциями или их системными трактами (Габдуллин, 2007). Ранее (Габдуллин, 2004а–в) была предложена циклостратиграфическая шкала, из которой видно, что секвенции (пачки) коррелируются с эвстатическими циклами, а те, в свою очередь, — с циклами Миланковича (циклами эксцентриситета) (Олферьев и др., 2005).

Кампанский ярус. Исследованные разрезы кампанских отложений расположены в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба. В отложениях яруса выделены: пачка VII нижнего кампана, соответ-

ствующая IV секвенции, по Д.П. Найдину (1995), и пачки VIII и IX верхнего кампана, отвечающие V секвенции, по Д.П. Найдину (1995).

Нижнекампанские отложения широко развиты в Ульяновском Поволжье и на юге Саратовской области. Мощность нижней части нижнего кампана («птериевых слоев») может составлять 15–25 м. Вышележащие отложения зоны *V. mucronata* могут местами выпадать из разреза. Их максимальная мощность оценивается в 10–15 м. Отложения верхней части нижнего кампана, содержащие *Belemnella mucronata* (Nils.), характеризуются мощностью в 10–30 м (Москвин, 1986).

Верхнекампанские отложения повсеместно распространены в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба. Хорошим маркирующим горизонтом при сопоставлении разрезов в пределах Саратовского Поволжья могут служить «птериевые слои» – фарфоровидный мергель с *Hypoxytoma tenuicostata* (Roem.) в основании кампана и песчаники с фосфоритовыми желваками в основании зоны *V. mucronata* (Камышева-Елпатьевская, 1951).

Кампанские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба были изучены в двух разрезах: в карьерах Сенгилейского цемзавода и цемзавода «Большевик» и ряде других мест (Габдуллин, 2002; Габдуллин, Иванов, 2001, 2003, 2004; Габдуллин и др., 2014, 2016). В настоящей работе приведены результаты изотопных исследований образцов Р.Р. Габдуллина и Е.В. Яковишиной и выборочно – ранее полученные результаты для общей корреляции данных. Подробно рассмотрен только кампанский интервал разреза Сенгилей.

Нижний подъярус соответствует пачке VII (Габдуллин, 2002). «Птериевые слои». Они представлены циклическим переслаиванием темно серых, сизых кремнистых глин, опок и мергелей. Макрофоссилии: *Hypoxytoma tenuicostata* (Roem.), *Sphenoceras lobatus* (Goldf.), *Act. laevigatus* Arkh., *B. praecursor* Stoll. (Герасимов и др., 1962). В кровле и подошве «птериевых слоев» наблюдаются поверхности перерыва. Мощность 32,2 м. В разрезе у с. Нижняя Банновка можно выделить четыре подпачки (Габдуллин, 2002).

Карьер Сенгилейского цемзавода расположен севернее г. Сенгилей, юго-восточнее горы Гранное Ухо, на правом берегу р. Волга ниже с. Шиловка. В целом он идентичен разрезу, расположенному на правом берегу Волги выше г. Сенгилей, или разрезу в окрестностях с. Шиловка, описанным в работах (Архангельский, 1912; Беньямовский и др.,

1988; Герасимов и др., 1962; Глазунова, 1972; Милановский, 1940).

В забое карьера наблюдаются породы пачки VII (непосредственно в разрезе – I) – толща переслаивания серых алевроитовых глин и песчаных серо-коричневых мергелей (рис. 1). Эти отложения по стратиграфическому положению соответствуют «птериевым слоям» (Герасимов и др., 1962), зоне *Actinocamax laevigatus* и фораминиферовым слоям XIV с *Gavelinella stelligera* и *Bolivinoidea strigillatus* в «классическом» разрезе, находящемся на правом берегу Волги выше г. Сенгилей (Беньямовский и др., 1988). Видимая мощность пачки 1,8 м. Вверх по разрезу эта толща сменяется верхнекампанскими карбонатными породами пачки VIII. На рис. 1 приведены кривые вариации глубины, солености и температуры, выявленные по геохимическим данным.

Верхний подъярус кампанского яруса отвечает пачке VIII (непосредственно в разрезе – II). Рыхлый писчий мел (микроскопически биокластический известняк), в основании пачки песчаный, с фосфоритами и глауконитом. Ее нижняя часть (0,45 м) внешне напоминает «сурку». В подошве и в кровле пачки присутствуют поверхности размыва. Встречаются ростры белемнитов *Belemnella mucronata senior* Now., фрагменты скелетов губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и скелеты морских ежей, редкие ихнофоссилии *Teichichnus* и *Zoophycos*. Эта толща принадлежит слоям XIV *Cibicides temirensis* и XVIII *Brotzenella monterelensis* в разрезе выше г. Сенгилей (Беньямовский и др., 1988), откуда также происходят находки ростров *Paractinocamax* sp. Циклическость в данном разрезе отсутствует. Мощность пачки 2,7–3 м. Вариации условий окружающей среды приведены на рис. 2.

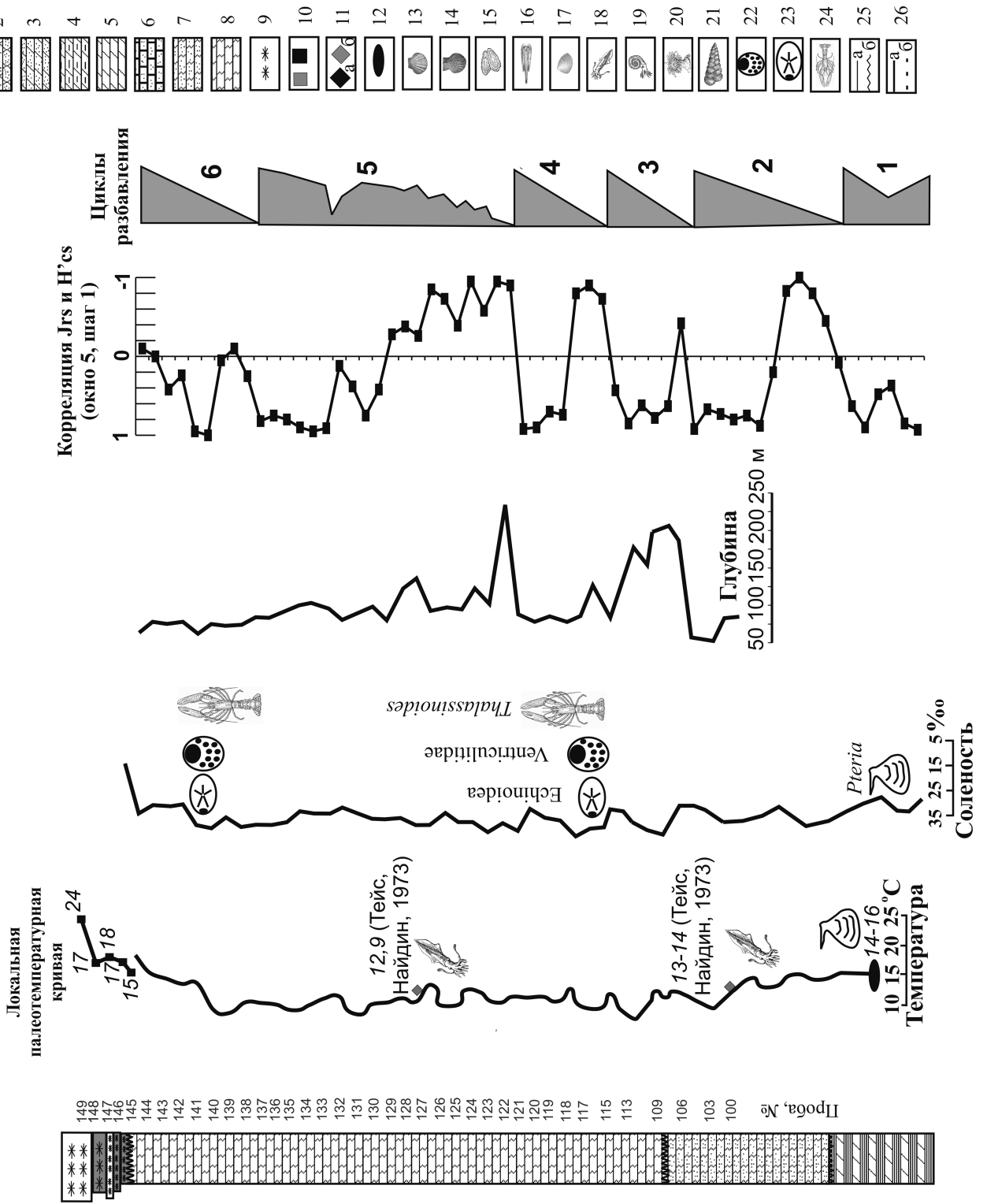
Маастрихтский ярус. Отложения этого яруса рассматриваются на примере разрезов ВЕП, Горного Крыма и Северного Кавказа. **Маастрихтские образования** на ВЕП – это пачки X ($K_2m_1^1$), XI ($K_2m_1^2$) нижнего маастрихта и пачка XII ($K_2m_1^3 - K_2m_1^{1-2}$) нижнего–верхнего маастрихта (Габдуллин, 2002, 2007), соответствующие VI секвенции (Найдин, 1995). Ниже будут рассмотрены разрезы Ульяновско-Саратовского прогиба – Сенгилей и Вольск.

Пачка X. Пачка установлена только в разрезе у сел. **Нижняя Банновка**. Глины черные, на ощупь жирные, в подошве охристые, гидрослюдистые, плитчатые. Пачка содержит ростры *Belemnella licharewi* Jel. и соответствует нижней подзоне нижнего маастрихта. Мощность 7–8 м. Также в разрезе

Рис. 1. Вариации температуры, солености и глубины, петромагнитная характеристика и циклы разбавления в кампане – зеландии Ульяновско-Саратовского прогиба на примере разреза карьера Сенгилейского цементного завода. Нумерация пачек для верхнемеловых отложений ВЕП по Р.Р. Габдуллину (2002), в скобках – порядковый номер пачки в данном разрезе. Условные обозначения: 1 – глины; 2 – песчаники; 3 – песчаные мергели; 4 – глинистые мергели; 5 – мергели; 6 – песчаные известняки; 7 – песчаный мел; 8 – писчий мел; 9 – диатомиты, опок; 10 – положение образцов в разрезе; 11 – расположение проб изотопной палеотермометрии: а – авторские, б – архивные; 12 – ареалы существования организмов-индикаторов условий окружающей среды; 13 – *Pecten*; 14 – *Chlamys*; 15 – *Ostrea*; 16 – *Pholadomya*; 17 – *Nucula*; 18 – *Belemnoides*; 19 – *Ammonoidea*; 20 – *Anthozoa* (кораллы); 21 – *Textularia* (фораминиферы); 22 – *Porifera* (губки); 23 – *Echinoidea* (морские ежи), 24 – *Thalassinoides* (ихнофоссилии); 25 – стратиграфические границы: а – согласные, б – несогласные; 26 – корреляционные линии: а – достоверные, б – предполагаемые

Сенгилей

Каманский	Верхний	Actinosax	Вепмиелла	Вепмиелла	Вепмиелла lanceolata	Мастрихтский
	Нижний	laevigatus	Вепмиелла	Actinosax	Вепмиелла lanceolata	
Ярус	Зеландский	Полъярус	Зона по Моллюскам	Пачка	IX (III)	Ярус
	IV					



карьера цементного завода «Коммунар» (Вольск) присутствуют отложения самой нижней подзоны ($K_2m_1^1$), представленные серовато-белым песчаным мелом с тонкими глинистыми прослоями (0,3–0,4 м), но они отсутствуют в карьере цементного завода «Большевик».

Пачка XI. Писчий мел, мел с прослоями зеленовато-серого мергеля либо песчаники известковистые, глауконитовые, выше по разрезу сменяющиеся песчанистыми опоками и алевритами (Нижняя Банновка). Пачка характеризуется находками *Belemnella lanceolata* (Schloth.), *Baculites anceps leopolensis* Now., *Acanthoscaphites tridens* (Kner), *Hoploscaphites constrictus* (J. Sow.) и др. Мощность пачки 10–21 м.

Данная пачка (непосредственно в разрезе – III) сложена ритмичным писчим мелом, мощностью 10,5 м (рис. 3). В основании пачки наблюдается пласт мергелистого известняка (0,5 м), с размывом залегающий на верхнекампанских отложениях. В нем встречаются ростры *Belemnella lanceolata* (Schloth.), что свидетельствует о присутствии в разрезе одноименной зоны нижнего маастрихта. Также встречаются скелеты губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и фрагменты скелетов морских ежей; ихнофоссилии: *Zoophycos*, *Teichnichnus*, *Planolites*. Пачка предположительно соответствует фораминиферовым слоям XXIII и XXIV с *Brotzenella complanata* и *Anomalinoides ukrainicus* соответственно в разрезе у с. Шиловка (Беньямовский и др., 1988). В кровле пачки наблюдается поверхность перерыва. Пачка с угловым несогласием перекрыта толщей переслаивания светлых и темных опок нижнего палеоцена.

На рис. 1 приведены кривые вариации глубины, солености и температуры. По геохимическим данным, цикличность в этом разрезе связана с циклами биопродуктивности и контролируется циклами эксцентриситета.

Разрез карьера цементного завода «Большевик». Данный разрез описан на северо-западном борту карьера. Разрезы окрестностей г. Вольска и карьеров цементных заводов детально изучены, их описание приведено в ряде работ (Архангельский, 1912; Герасимов и др., 1962; Глазунова, 1972; Дервиз, 1959; Камышева-Елпатьевская, 1967; Матесова, 1930; Милановский, 1940; Олферьев и др., 2009; Сельцер, Иванов, 2010 и др.).

Образования пачки XI (непосредственно в разрезе – VII) – это белый писчий мел с прослоями зеленовато-серого мергеля (10–15 м) нижнемаастрихтского возраста (Герасимов и др., 1962), относящегося к средней подзоне нижнего маастрихта

($K_2m_1^2$). Пачка содержит восемь циклитов переслаивания пластов писчего мела (2,5–0,2 м) и глинистого мергеля (0,03–0,17 м). Циклиты хорошо подчеркиваются профилем выветривания и не выдержаны по мощности (0,35–2,6 м). Цикличность этих и вышележащих маастрихтских отложений связана с циклами биопродуктивности и контролируется циклами эксцентриситета.

На рис. 2 приведен ряд параметрических кривых вариации палеоэкологических, химических и петромагнитных параметров.

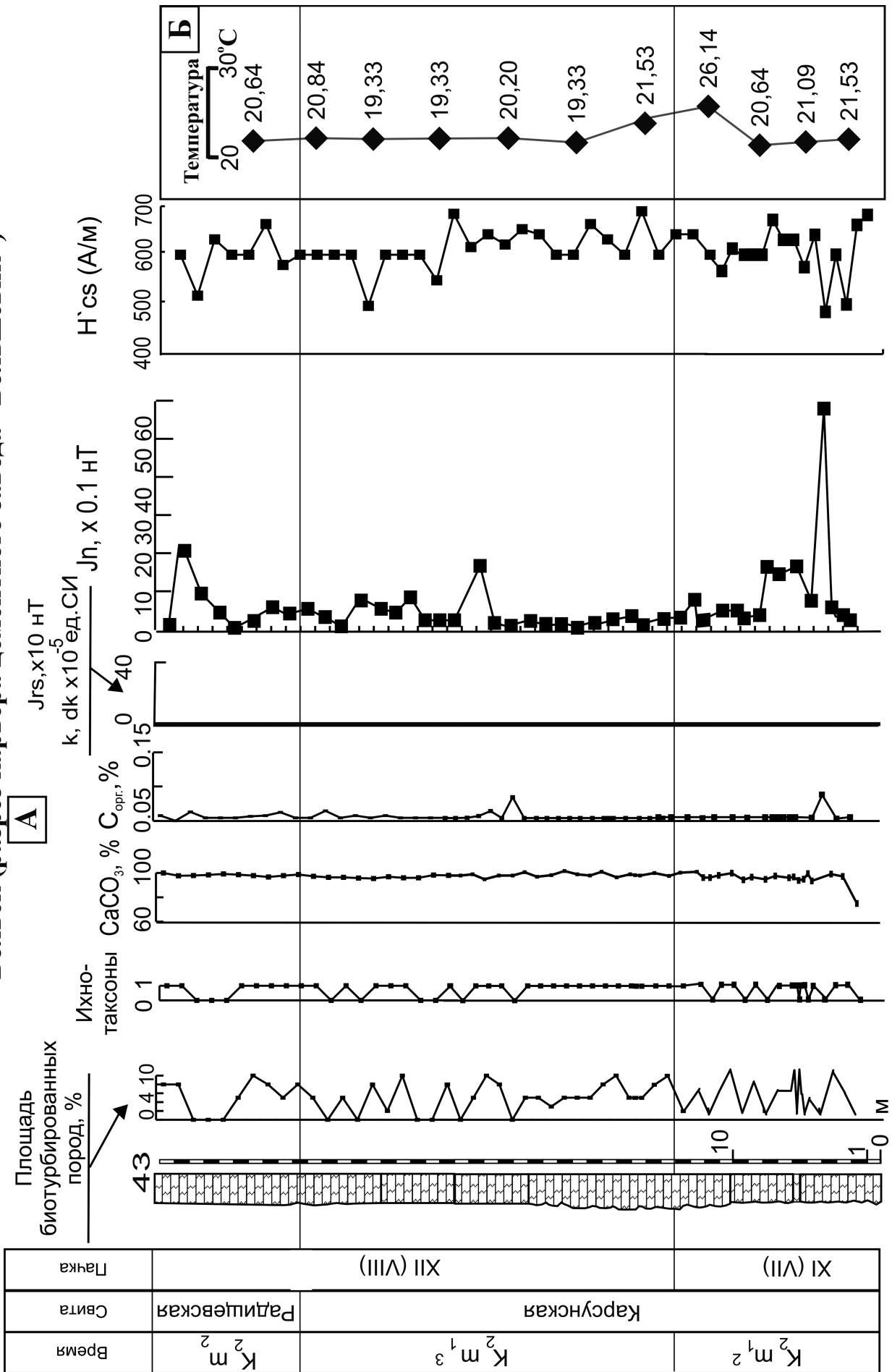
Пачка XII (непосредственно в разрезе – VIII). **Нижний и верхний подъярусы маастрихта.** Писчий мел с прослоями глин и мергелей, кверху сменяющийся глауконитовыми песчанистыми мергелями, мощностью 30–57 м. Внутри пачки проходит граница карсунской и радищевской свит, которая не всегда уверенно опознается в разрезе и слабо выражена на кривых петромагнитных параметров ($H'cs$ и Jrs). Третья подзона нижнего маастрихта ($K_2m_1^3$) устанавливается в разрезе по находкам *Belemnella lanceolata sumensis* Jel., *Baculites anceps leopolensis* Now., *Acanthoscaphites tridens* (Kner), *Hoploscaphites constrictus* (J. Sow.), *Inoceramus balticus* Boehm.

Пачка представлена циклитами чередования доминирующих пластов писчего мела (1,1–2 м) и подчиненных прослоев «глинистого мергеля» или «глины» (0,03–0,05 м). Рентгено-фазовый анализ показал, что большинство визуальное глинистых прослоев является глинистым писчим мелом. Циклиты хорошо проявляются в профиле выветривания и выдержаны по мощности (1,15–2,05 м). Более того, возможно выделение ритмов более высокого порядка путем группировки ритмов по парам: закономерно чередуются циклиты мощностью в 1 м с циклитами мощностью в 2 м, всего восемь циклитов третьего порядка и четыре циклита второго порядка в интервале 12 м. Выше по разрезу толща нециклична на протяжении 11 м, после чего распознаются два циклита мел–глина третьего порядка (мощность 1–2,5 м) или один цикл второго порядка. Затем на протяжении 10 м толща опять не проявляет ритмичности. Возможно, что ациклические интервалы в 10–12 м есть не что иное, как элементы циклита первого порядка, чередующиеся с циклическими интервалами, показывающими эвстатические циклы и циклы эксцентриситета более высокого порядка.

Причерноморский (Крымско-Кавказский регион). Маастрихтские отложения были детально исследованы в Крымском субрегионе и рекогносциро-

Рис. 2. Литолого-геохимическая и петромагнитная характеристика нижнемаастрихтских отложений карьера цементного завода «Большевик» у г. Вольска в Саратовской области: А – площадь биотурбированных пород, число ихнотаксонов, содержание карбоната кальция и органического углерода, магнитная восприимчивость и ее природ, естественная остаточная намагниченность, остаточная намагниченность насыщения и разрушающее поле остаточной намагниченности; Б – палеотермометрические данные Е.В. Яковишиной. Условные обозначения см. рис. 1. Сокращения: k – магнитная восприимчивость, ед. СИ; dk – природ магнитной восприимчивости после нагрева до 500°C в воздушной среде ед. СИ; Jrs – остаточная намагниченность насыщения, нТ; Jn – естественная остаточная намагниченность, нТ; H'cs – разрушающее поле остаточной намагниченности насыщения. Нулевая пачка для верхнемеловых отложений ВЕП по Р.Р. Габдуллину (2002), в скобках – порядковый номер пачки в данном разрезе

Вольск (разрез карьера цементного завода “Большевик”)



вочно Е.В. Яковишиной (МГУ) – в Кавказском субрегионе.

В **Крыму** исследования в основном проводились в Бахчисарайском районе в междуречье Кача–Бодрак, в пределах Качинского поднятия. Часть исследованных ранее разрезов (Габдуллин, 2002; Габдуллин и др., 2007; Сизанов и др., 2006; Alekseev, Koraevich, 1997) была доизучена путем дополнительного исследования ранее отобранных проб изотопным анализом (13 образцов) и полным геохимическим анализом (80 образцов).

Отложения маастрихта Горного Крыма протягиваются узкой полосой вдоль Второй гряды Крымских гор. Они согласно (со следами небольшого перерыва) залегают на породах верхнего кампана. В кровле они с несогласием различной амплитуды перекрываются известняками и известковистыми песчаниками датского яруса палеоцена.

В Юго-Западном Крыму нижний маастрихт принимается в объеме двух зон: нижней – *Belemnella lanceolata* (подпачки XX-1 и XX-2 пачки XX) и верхней – *Belemnella sumensis* (подпачка XX-3 пачки XX и пачка XXI). Верхний маастрихт охарактеризован зоной *Neobelemnella kazimiroviensis*. Мощность преимущественно карбонатных с небольшой долей терригенных отложений маастрихтского яруса в Юго-Западном Крыму варьирует от 0 до 150 м (Алексеев, 1989). По фораминиферам в нижнемаастрихтских отложениях горы Беш-Кош (Alekseev, Koraevich, 1997) выделены зоны *Brotzenella complanata* (подпачки XX-1, XX-2 и низы подпачки XX-3 пачки XX), *Gavelinella midwayensis* (верхи подпачки XX-3 пачки XX и низы пачки XXI) и *Brotzenella praeacuta* (верхи пачки XXI). В верхнем маастрихте установлены зоны *Brotzenella praeacuta* (основание – верхняя часть пачки XXII) и *Hanzaia ekbloمی* (верхи пачки XXII – пачка XXIII). Наиболее полный разрез маастрихта среди рассматриваемых в работе расположен на плато Беш-Кош.

Мощность отложений нижнего маастрихта (пачки XX и XXI) выдержана и обычно составляет 75–80 м (Алексеев, 1989). В **разрезе г. Беш-Кош** (рис. 3, А) мощность нижнего маастрихта равна 94 м (Alekseev, Koraevich, 1997). **Пачка XX.** Мергели и известняки темно-серые, светло-серые, внизу иногда глинистые, слабо алевроитистые (66 м). Пачка подразделяется на три подпачки (Alekseev, Koraevich, 1997).

Подпачка XX-1. Светло-серые пятнистые мергели. Содержание нерастворимого остатка возрастает вверх по разрезу от 7% в основании до 14–20% в кровле. Пачка плохо обнажена. Ритмичность не установлена. Мощность составляет 20 м. **Подпачка XX-2.** Светло-серые и желтоватые песчаные мергелистые известняки. Мощность данной подпачки составляет 23 м. Содержание нерастворимого остатка 10–28%. **Подпачка XX-3.** Серые песчаные мергели с пиритовыми конкрециями. Мощность 23 м. Содержание нерастворимого остатка варьирует от 17 до 22% (Alekseev, Koraevich,

1997). В средней и верхней подпачках пачки XX установлены ихнофоссилии *Thalassinoides*.

Пачка XXI формирует скальный уступ. Мергели темно-серые и светло-серые, слабо алевроитовые с пиритовыми конкрециями, мощность 28 м (Alekseev, Koraevich, 1997). В пачке встречены ихнофоссилии *Thalassinoides*.

Пачки XX и XXI содержат богатый комплекс гастропод (*Haustator* sp., *Athleta* sp. и др.), шести- (*Parasmilia biseriata* и др.) и восьмилучевых кораллов, брахиопод, ракообразных и губок. Известны находки чешуй и костей рыб. Редко встречаются морские ежи *Echinocorys* sp., морские звезды и морские лилии (Алексеев, 1989).

Отложения верхнего маастрихта представлены пачками XXII и XXIII и изучены в разрезе Беш-Кош и у с. Малое Садовое и Танковое (пачки XXII–XXIV) в долине р. Бельбек (Габдуллин, 2002, 2008). Породы верхнего маастрихта согласно перекрывают отложения нижнего маастрихта. Их мощность составляет 40–80 м (Алексеев, 1989).

В **разрезе г. Беш-Кош** мощность верхнемаастрихтских отложений оценивается в 48 м (Alekseev, Koraevich, 1997). **Пачка XXII.** Серые и желто-серые песчаные мергели с фрагментами скелетов губок и окремнелыми ходами *Thalassinoides*. Присутствует несколько пластов плотных мергелей, выделяющихся в профиле выветривания. Содержание терригенной примеси достигает 32–38%. Мощность 26 м (Alekseev, Koraevich, 1997).

Пачка XXIII. Желтовато-серые, песчаные, глауконитовые известняки с большим количеством поверхностей петротипа «твердое дно», линзами устриц и пектенид. Следует отметить присутствие пелеципод рода *Pholadomya*. Пачка содержит ростры белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skol.) и ядра аммонитов *Pachydiscus* ex gr. *neubergicus* (Hauer), подтверждающие ее верхнемаастрихтский возраст. В кровле – зеленовато-серые глауконитовые карбонатные (до 65% CaCO₃) песчаники (Алексеев, 1989). Мощность 22 м (Alekseev, Koraevich, 1997). В пачке установлены следы жизнедеятельности *Thalassinoides*.

Пачка XXIV. Мергели желтовато-сиреневые, алевроитовые, глауконитовые с многочисленными рострами белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skol.) и крупными раковинами пектинид *Entolium*. Данная пачка в разрезе Беш-Кош отсутствует (Alekseev, Koraevich, 1997).

На рис. 3, А показаны кривые вариации глубины, солёности и температуры по комплексу литологических, палеоэкологических и геохимических данных. Повышенные значения палеотемператур в самом конце маастрихта можно объяснить частично опесчаниванием карбонатного разреза и возможными диагенетическими изменениями, а также глобальным потеплением, вызванным излияниями траппов Декана. На этом же рисунке приведены данные палеотермометрии для разреза маастрихтских отложений разреза р. Дарья (рис. 3, Б) Кавказского субрегиона.

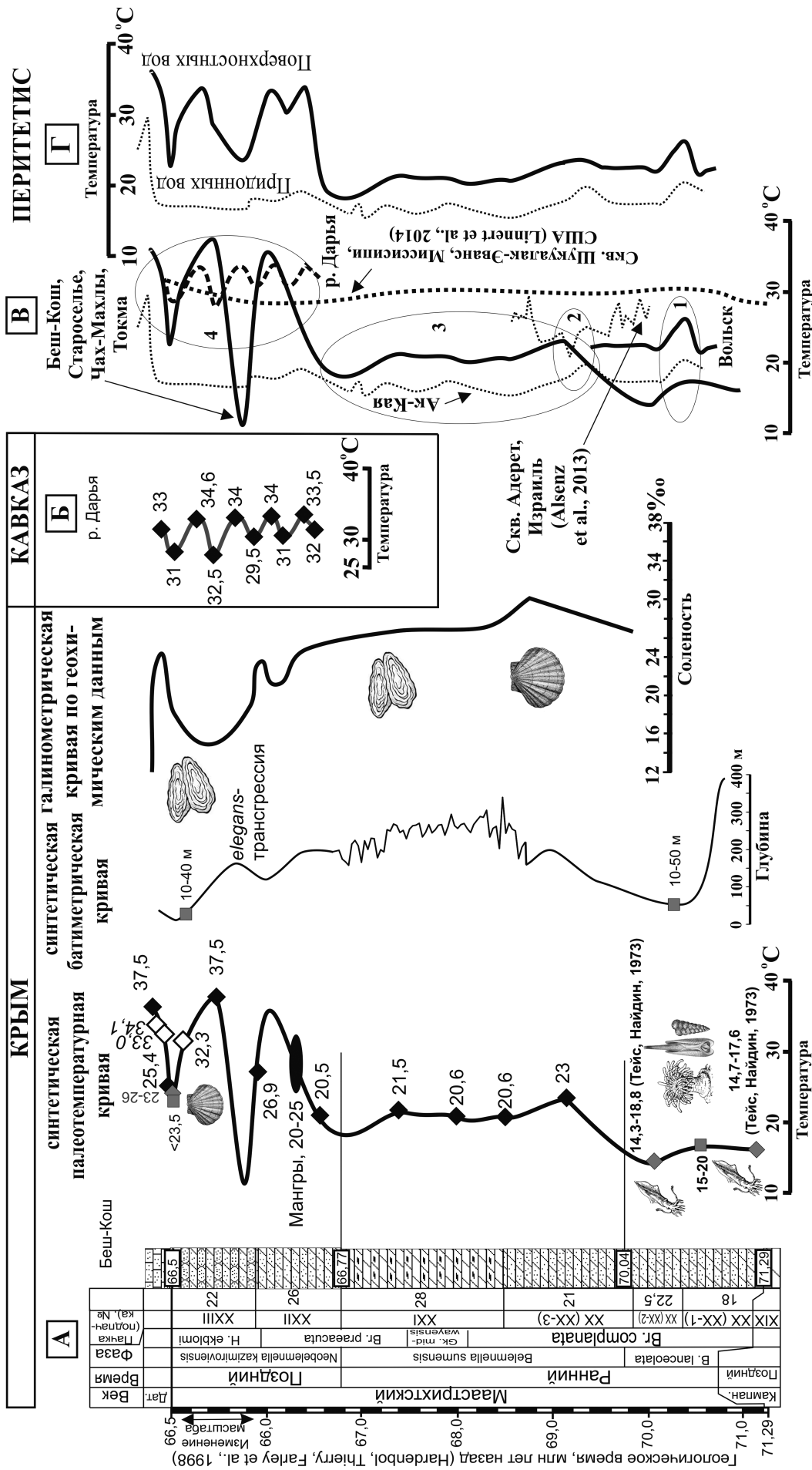


Рис. 3. Характеристика Перитетиса в маастрихтском веке по ряду изученных разрезов: А – вариации глубины, солёности и температуры по комплексу данных для Горного Крыма (разрезы Беш-Кош, Староселье, Чах-Махлы, Токма); Б – палеотемпературная кривая для Северного Кавказа (разрез Дарья) по образцам Е.В. Яковичиной. Палеотемпературные кривые для Перитетиса: В – корреляция палеотемпературных кривых для ряда разрезов, Г – синтетическая кривая. Условные обозначения см. рис. 1

Северный Кавказ. Разрез р. Дарья, изученный Е.В. Яковишиной в 2008 г., находится в Минераловодском районе Ставропольского края. Был впервые описан М.М. Москвиным (1942), позднее Л.С. Тер-Григорьянцем (1976) и другими исследователями. В этом районе маастрихтские отложения согласно залегают на подстилающих слоях кампана и с разрывом перекрываются палеогеновыми породами. Литологически маастрихтские отложения, особенно верхнемаастрихтские, мало изменчивы и представлены преимущественно плотными белыми и светло-серыми известняками с тонкими прослоями мергелей. В нижней части яруса отмечается примесь песчано-глинистого материала (возможно, из-за которой получены завышенные значения палеотемператур), в средней части возрастает карбонатность пород, а в кровле яруса преобладают известняки разной степени глинистости. Разрез представляет собой циклическое чередование известняков и мергелей, вскрытое в русле р. Дарья. Общая мощность составляет 58 м. Контакт с нижележащими породами не виден, граница с датскими отложениями представлена как стратиграфическим, так и структурным несогласием. С учетом микропалеонтологических данных (определения фораминифер выполнены В.Н. Беньямовским) этот разрез хеомстратиграфически сопоставлен с разрезом Беш-Кош (рис. 3, А, Б). Обращает внимание сходство трендов палеотемпературных кривых, что хорошо видно при их сопоставлении (выделены овалами на рис. 3, В). На этом же рисунке изображен фрагмент палеотемпературной кривой Вольска для начала маастрихта. На основе этих кривых можно построить синтетическую палеотемпературную кривую для маастрихта Северного Перитетиса (рис. 3, Г).

Обсуждение результатов

В результате обобщения собственных и опубликованных данных по целому комплексу исследований для четырех ключевых разрезов кампана и маастрихта (Сенгилей, Вольск, Беш-Кош и Дарья) впервые получены кривые вариации глубин, солености и температуры (рис. 1–3). Также для сравнения на рис. 3, В приведена палеотемпературная кривая для разреза горы Ак-Кая (Белая Скала), расположенной у Белогорска в одноименном районе Крыма (Толстова, Габдуллин, 2006). Для сопоставления результатов палеотемпературного анализа также вынесены кривые для океана Тетис (скв. Адерет в окрестностях Иерусалима (Alsenz et al., 2013)) и его западного продолжения – южной части США, штат Миссисипи (скв. Шукуалак-Эванс (Linnert et al., 2014)). Последний разрез локализован на юго-восточной периферии Западного Внутреннего бассейна и западной периферии центральной части Атлантического океана и в маастрихтское время располагался на одной палеошироте с Крымом. Осадконакопление про-

ходило здесь в эпиконтинентальной обстановке на периферии Атлантического океана.

Анализ кривых (рис. 3, В) показывает сходство трендов изменения палеотемпературы в маастрихтском веке. Овалами выделены участки наилучшей корреляции вариации палеотемператур по нескольким разрезам. Первый такой участок отвечает середине фазы *V. lanceolata* в раннем маастрихте, когда установлено потепление климата на первые градусы в пунктах Восточно-Европейской платформы (Вольск) и Крыма (Ак-Кая и разрезы Бахчисарайского района). Второй участок приурочен к началу фазы *V. sumensis* и отвечает приблизительно середине раннего маастрихта. В это время отчетливо видно потепление климата, сменявшееся последующим похолоданием и подтвержденное по данным из периферии Тетиса (Ак-Кая и разрезы Бахчисарайского района) и его центральной части (скв. Адерет). Третий участок отвечает середине и концу раннего маастрихта и фазе *V. sumensis* и соответствует времени относительно стабильного состояния климатической системы с небольшими циклическими вариациями температуры, установлен в разрезах Крыма. Четвертый характеризует поздний маастрихт, фазу *N. kazimiroviensis*, и представлен частыми климатическими вариациями, наблюдаемыми в разрезах Бахчисарайского района Крыма и на Кавказе (Дарья).

Обращают на себя внимание хорошая корреляция пиков палеотемпературных кривых и значительная величина перепада палеотемператур, составляющая обычно первые градусы. Один из пиков понижения температуры, имевший место в середине фазы *N. kazimiroviensis* и установленный в разрезе Беш-Кош, выделяется из общего тренда. Также в целом видна тенденция к повышению значений палеотемператур вплоть до 30°C и более. Такие высокие значения палеотемператур в конце маастрихта были характерны, например, для скв. Шукуалак-Эванс (США), но, следует заметить, что по данному разрезу получены относительно более высокие значения температуры для всего маастрихта. В разрезе Ак-Кая зафиксированы палеотемпературы на 10–15°C ниже, чем для других разрезов.

Проанализируем выявленные различия палеотемператур для маастрихта (Захаров и др., 2004; Тейс, Найдин, 1973; Alsenz et al., 2013; Linnert et al., 2014). Как правило, значение палеотемпературы, полученное по валовой пробе пород, на 4–6°C выше, чем по раковинам моллюсков. Нами были выполнены определения по породам. Известные значения палеотемпературы маастрихта Крыма, полученные по раковинам двустворчатых моллюсков, на 4–7°C выше, чем по скелетам белемнойдей. Низкие изотопные температуры могут быть объяснены либо локальными факторами (например, береговым апвеллингом), либо миграцией планктонных фораминифер в широком вертикальном интервале палеоглубин. По существующим оценкам, в ма-

стрихте средние значения палеотемпературы поверхностных вод тропической части океанов были не ниже 23,7–26,6°C, но не выше 32–33°C, причем для субтропического пояса, в котором в основном расположены рассматриваемые разрезы, средние температуры поверхностных вод в раннем маастрихте составляли около 15,1°C, в середине маастрихта – не более 22,2°C, а в позднем маастрихте – 14,0–21,5°C. Для этого же пояса средние значения придонных палеотемператур в позднем маастрихте составляли не более 9,0–10,0°C (Захаров и др., 2004). Для фазы *V. lanceolata* по результатам палеотермометрии ростров белемнитов из долины р. Бодрак (Крым) ранее был получен диапазон значений 14,3–18,8°C (Тейс, Найдин, 1973). Таким образом, величины палеотемператур для разреза Ак-Кая (по сравнению с более высокими значениями из разрезов Бахчисарайского района Крыма) можно объяснить вдольбереговым апвеллингом, а еще большие значения для разреза Вольска – меньшей глубиной эпиконтинентального бассейна и обилием бентосных форм, например двустворчатых моллюсков (фрагменты раковин которых находятся в породе). В центральной части Тетиса (скв. Адерет, Израиль) воды были теплее, чем на его периферии, что объясняется близостью к экваториальному поясу и, как следствие, более теплыми климатическими условиями. Частые вариации палеотемператур и в целом потепление климата в позднем маастрихте устанавливаются в разрезах Крыма и Кавказа, а значения, близкие к 30°C, не противоречат опубликованным данным (Захаров и др., 2004; Linnert et al., 2014).

Таким образом, впервые составлена синтетическая палеотемпературная кривая для маастрихта Северного Перитетиса (рис. 3, Г), состоящая из кривой палеотемператур придонных вод, построенной на основе определений из разреза Ак-Кая и поверхностных вод, – по данным разрезов Бахчисарайского района Крыма.

Расчитанные нами значения температур для позднего кампана – раннего маастрихта и большей части позднего маастрихта хорошо согласуются с результатами предшественников, например

(Тейс, Найдин, 1973), данными по экологии организмов-индикаторов условий окружающей среды (Габдуллин, 2002), включая «живых ископаемых», по которым возможно качественно оценить факторы палеосреды: температуру, соленость и глубину. Корреляция геохимических, литологических и палеоэкологических данных позволяет обоснованно, на наш взгляд, фиксировать изменения этих ключевых факторов в геологической истории и дать им количественную характеристику. Эти вариации четко связаны с эвстатическими циклами – шестью секвенциями Д.П. Найдина (1995) и 11-ю пачками, по Р.Р. Габдуллину (2002, 2007). Эвстатические циклы в разрезе проявлены в смене литологического состава и палеонтологической характеристики стратонтов. Для разрезов ВЕП выделены системные тракты (трансгрессивный – ТСТ и высокого стояния – ТВС) и привязаны к пачкам. Эвстатические флуктуации контролируются астрономо-климатическими циклами М. Миланковича, в частности циклами эксцентриситета орбиты Земли.

Заключение

Приведены характеристика верхнемеловых (маастрихтских) отложений северной части Перитетиса и результаты их исследований комплексом литологических, геохимических, палеоэкологических, петромагнитных и других методов.

Отмечено циклическое строение исследованных отложений и связь вариаций изученных параметров с эвстатическими и климатическими циклами, которые определяются астрономо-климатическими циклами Миланковича (в частности, циклами эксцентриситета).

По результатам полного геохимического анализа и изотопного анализа построены и впервые предложены кривые вариации глубин, солености и температуры для кампанского (рис. 1) и маастрихтского (рис. 3) веков. Палеотемпературные кривые получены с учетом корреляции всего комплекса геохимических данных, а также путем их сопоставления с палеоэкологическими данными.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 15-05-03004 и 15-05-04099.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев А.С. Верхний мел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / Под ред. О.А. Мазаровича, В.С. Милеева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 123–135.

Архангельский А.Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Мат-лы для геологии России. 1912. Т. 25. С. 138–353.

Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф., Акимец В.С. и др. К стратиграфии верхнего мела Ульяновского Поволжья по фораминиферам // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 5. С. 65–74.

Габдуллин Р.Р. Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 304 с.

Габдуллин Р.Р. Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Статья 1. Предпосылки и принципы создания шкалы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2004а. № 2. С. 11–20.

Габдуллин Р.Р. Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Статья 2. Совмещение шкал и циклов Миланковича // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2004б. № 3. С. 28–34.

Габдуллин Р.Р. Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Статья 3. Апробация шкалы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2004в. № 4. С. 17–21.

Габдуллин Р.Р. Верхнемеловые отложения Русской плиты: секвентная стратиграфия и циклы Миланковича // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2007. № 5. С. 16–25.

- Габдуллин Р.Р.* Строение и условия формирования отложений терминального маастрихта разреза с. Танковое, Юго-Западный Крым // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2008. № 4. С. 4–10.
- Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Комплексное изучение ритмичности карбонатного осадконакопления на примере поздне мелового бассейна Ульяновско-Саратовского прогиба // Тр. НИИ Геологии СГУ. Нов. сер. 2001. Т. 8. С. 69–90.
- Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* О гетерохронности верхнемеловых карбонатных отложений Русской плиты // Изв. вузов. Геол. и разведка. 2003а. № 6. С. 3–18.
- Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Результаты изучения ритмичности осадконакопления на севере Ульяновско-Саратовского бассейна в поздне меловое и раннепалеоценовое время // Недра Поволжья и Прикаспия, 2003б. Вып. 33. С. 24–30.
- Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Поздне меловые циклы Миланковича Восточного Тетиса и Перитетиса // Тр. НИИ Геологии СГУ. Нов. сер. 2004. Т. 26. С. 15–42.
- Габдуллин Р.Р., Первушов Е.М., Толстова Н.В.* Строение и генезис цикличной толщи переслаивания губковых и безгубковых горизонтов нижнего маастрихта Бахчисарайского района Юго-Западного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2007. № 1. С. 17–21.
- Габдуллин Р.Р., Самарин Е.Н., Иванов А.В.* и др. Астрономо-климатические циклы в разрезе верхнемеловых отложений Саратовского Поволжья // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2014. № 5. С. 55–71.
- Габдуллин Р.Р., Самарин Е.Н., Иванов А.В.* и др. Литолого-геохимическая и палеоэкологическая характеристика условий осадконакопления в Горном Крыму в маастрихтском веке // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2015. № 2. С. 39–56.
- Габдуллин Р.Р., Самарин Е.Н., Иванов А.В.* и др. Литолого-геохимическая, петромагнитная и палеоэкологическая характеристика условий осадконакопления в Ульяновско-Саратовском прогибе в кампане–зеландии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2016. № 5.
- Герасимов П.А., Мигачева Е.Е., Найдин Д.П., Стерлин Б.П.* Юрские и меловые отложения Русской платформы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 195 с.
- Глазунова А.Е.* Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Верхний мел. М.: Недра, 1972. 203 с.
- Дервиз Т.Л.* (отв. ред.) Волго-Уральская нефтеносная область. Юрские и меловые отложения. Л.: Гостоптехиздат, 1959. С. 8–352.
- Захаров Ю.Д., Соколова Е.А., Смышляева О.П.* и др. Новые данные по изотопам кислорода и углерода органических карбонатов и проблема низких изотопных палеотемператур тропиков в маастрихте // Тихоокеанская геол. 2004. Т. 23, вып. 4. С. 54–72.
- Камышева-Елпатьевская В.Г.* Маркирующие горизонты юрских, меловых и палеогеновых отложений Саратовского Поволжья // Уч. зап. СГУ имени Н.Г. Чернышевского. 1951. Т. 28. Вып. геол. С. 10–35.
- Камышева-Елпатьевская В.Г.* Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов нижнего Поволжья и сопредельных областей. Вып. 1. Общая часть. Фораминиферы. Саратов: СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 1967. 257 с.
- Матесова М.Н.* Геологические экскурсии в окрестности города Вольска // Тр. Вольского окружного научно-образовательного музея. Вып. 3. Вольск, 1930. 56 с.
- Милановский Е.В.* Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. Л.: Гостоптехиздат, 1940. 276 с.
- Москвин М.М.* Стратиграфия верхнемеловых отложений района Кавказских Минеральных Вод: Диссертация. Свердловск, 1942.
- Москвин М.М.* (отв. ред.). Стратиграфия СССР. Меловая система. Полутом 1. М.: Недра, 1986. С. 96–143.
- Найдин Д.П.* Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы. Статья 2. Верхнемеловые секвенции платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 5. С. 49–65.
- Олферьев А.Г., Беньямовский В.Н., Иванов А.В.* и др. Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Статья 1. Разрез карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2009. Т. 84, вып. 2. С. 5–22.
- Олферьев А.Г., Конаевич Л.Ф., Валащик И.* и др. Новые данные о строении сеноман-коньякских отложений западного склона Воронежской антеклизы (Брянская область) // Вест. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2005. № 4. С. 3–16.
- Сельцер В.Б., Иванов А.В.* Атлас поздне меловых аммонитов Саратовского Поволжья. М.: Книжный дом «Университет», 2010. 152 с.
- Сизанов Б.И., Рудакова А.В., Габдуллин Р.Р.* Новая методика выделения ритмов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2006. № 1. С. 25–31.
- Тейс Р.В., Найдин Д.П.* Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органических карбонатов. М.: Наука, 1973. 254 с.
- Тер-Григорьянц Л.С.* К стратиграфии верхнего мела платформенной части Восточного Предкавказья // Геология и нефтегазоносность мезозойских отложений Северного Кавказа. Тр. СевКавНИПИнефть. 1976. Вып. 23. С. 68–73.
- Толстова Н.В., Габдуллин Р.Р.* Ритмичность нижнекампанских и маастрихтских отложений Горного Крыма на примере разрезов с. Терновка и г. Ак-Кая: строение, типизация, условия формирования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2006. № 2. С. 17–23.
- Alekseev A.S., Kopaeovich L.F.* Foraminiferal biostratigraphy of the uppermost Campanian—Maastrichtian in SW Crimea (Bakhchisaray and Chakhmakhly sections) // Bull. Inst. Roy. Sci. Natur. Belgique. Sci. Terre. 1997. N 67. P. 103–118.
- Alsenz H., Regnery J., Ashckenazi-Polivoda S.* et al. Sea surface temperature record of a Late Cretaceous tropical Southern Tethys upwelling system // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2013. Vol. 392. P. 350–358.
- Gabdullin R.R., Guzhikov A.Ju., Bogachkin A.B.* et al. Periodities below and above the K/T boundary // Bull. Inst. Roy. Sci. Natur. Belgique. Sci. Terre. 1999. N 69. Suppl. A. P. 87–101.
- Linnert C., Robinson S.A., Lees J.A.* et al. Evidence for global cooling in the Late Cretaceous // Nature communications. 2014. Vol. 5. Article number: 4194.
- Smith A.G., Briden J.C.* Mesozoic and Cenozoic paleocontinental maps. Cambridge: Cambridge University Press, 1977. 64 p.

Сведения об авторах: *Бадулина Наталья Викторовна* – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* nvbadulina@mail.ru; *Яковишина Елена Васильевна* – канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. региональной геологии и истории Земли геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* yakovishina@mail.ru; *Габдуллин Руслан Рустемович* – канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. региональной геологии и истории Земли геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* mosgorsun@gambler.ru; *Копеевич Людмила Федоровна* – докт. геол.-минерал. наук, проф. каф. региональной геологии и истории Земли геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* lfkopaevich@mail.ru; *Бордунов Сергей Иванович* – канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. геологии и геохимии горючих ископаемых геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* sib_msu@mail.ru; *Самарин Евгений Николаевич* – канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. инженерной и экологической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* samarinen@mail.ru; *Покровский Борис Глебович* – докт. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. лаб. геохимии изотопов и геохронологии ГИН РАН, *e-mail:* pokrov@ginran.ru; *Юрченко Анна Юрьевна* – инженер каф. геологии и геохимии горючих ископаемых геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* annette1988@inbox.ru; *Иванов Алексей Викторович* – канд. геол.-минерал. наук, зав. каф. геоэкологии и инженерной геологии, зам. дир. Института урбанистики, архитектуры и строительства СГТУ имени Ю.А. Гагарина, *e-mail:* yashkovia@mail.ru; *Бакай Елена Андреевна* – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. каф. геологии и геохимии горючих ископаемых геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* bakay_lena@inbox.ru; *Нигмаджанов Тимур Искандарович* – магистрант каф. региональной геологии и истории Земли геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* tnigmadjanov@gmail.com; *Блинова Ирина Вадимовна* – геолог 2 категории отдела геологического сопровождения интерпретации ЗАО «МиМГО», *e-mail:* blinovairina43@mail.ru; *Машкина Юлия Александровна* – аспирант каф. литологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* julim902@gmail.com