

УДК 551.763.3:551.86(470.61)

## ВЕРХНИЙ КАМПАН–НИЖНИЙ МААСТРИХТ СЕВЕРА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

### СТАТЬЯ 2. УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

© 2014 г. В. Н. Беньямовский\*, А. С. Алексеев\*\*, А. В. Подгаецкий\*\*\*, М. Н. Овечкина\*\*\*\*,  
В. С. Вишневская\*, Л. Ф. Копаевич\*\*, В. Г. Пронин\*\*\*\*\*

\*Геологический институт РАН, Москва

\*\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва;

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

\*\*\*Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва

\*\*\*\*Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва; Отделение морской геологии  
Совета по геологическим наукам и Университета КваЗулу-Натал, ЮАР

\*\*\*\*\*ФГУНТП “Аэрогеология”

e-mail: vnben@mail.ru

Поступила в редакцию 26.11.2012 г., получена после доработки 29.05.2013 г.

Излагаются результаты комплексного изучения белгородской и павловской свит верхнего кампана, суходольской свиты переходного от кампана к маастрихту интервала, а также ефремово-степановской свиты маастрихта. На основе анализа менявшихся литологических показателей и коррелятивно связанного с ними состава биотических сообществ выделены разделенные перерывами три стадии развития (белгородско-павловская, суходольская и ефремово-степановская) морского бассейна, обрамлявшего с севера приподнятое сооружение палеозойского Донбасса в позднем кампане и раннем маастрихте. Каждая стадия характеризовалась определенным типом осадконакопления, усилением или ослаблением сноса терригенного материала с Донбасса и, возможно, с Украинского щита, флуктуациями температуры и глубины, а также направлением биогеографических связей. На белгородско-павловской стадии морской бассейн был относительно глубоководным и умеренно тепловодным, с нормальной соленостью и преимущественно карбонатным осадконакоплением. Суходольская стадия с терригенным типом седиментации, преобладанием агглютинирующих фораминифер, наряду с обилием радиолярий, происходила при регрессии морского бассейна и похолодании и отвечает глобальному “кампанско-маастрихтскому пограничному событию”. В первой половине ефремово-степановской стадии возобновилось существенно карбонатное осадконакопление, имели место потепление, трансгрессия и углубление бассейна, которые сменились новой регрессией в конце этого интервала.

*Ключевые слова:* верхний кампан, нижний маастрихт, условия осадконакопления, палеогеография, биотические и абиотические события, Ростовская область, Россия.

DOI: 10.7868/S0869592X14050032

#### ВВЕДЕНИЕ

Более полувека прошло с выхода в свет статьи О.С. Липник и Т.О. Ткаченко (1960), посвященной верхнекампанским и нижнемаастрихтским отложениям северных окраин Донбасса. В ней описан разрез скважины, пробуренной у села Кружиловка на границе Луганской области Украины с Ростовской областью России вблизи приподнятого складчатого сооружения Донбасса. Этот разрез составлен тремя толщами (в настоящей работе это павловская, суходольская и ефремово-степановская свиты): нижней мергельной с богатыми комплексами секретирующих извест-

ковистых бентосных фораминифер верхнего кампана; средней алевроитовой, в которой наряду с секретирующими очень существенную роль играют так называемые “примитивные” агглютинирующие бентосные фораминиферы, а также в массовом количестве встречаются радиолярии; и верхними мергелями с нижнемаастрихтским комплексом секретирующих бентосных фораминифер.

Средняя терригенная толща (суходольская свита) широко распространена по северной окраине Донбасса, в том числе и на российской территории в пределах Ростовской области. Поскольку

севернее в Саратовском Поволжье известна близкая по составу кремнистая налитовская свита (Найдин и др., 2008), можно было бы предположить, что эти свиты одновозрастны и, следовательно, их появление в карбонатном разрезе могло быть вызвано сходными условиями седиментации в едином морском бассейне. Однако возраст их оказался разным — налитовская свита древнее, и поэтому расшифровка условий накопления отложений суходольской свиты стала актуальной проблемой, которой и посвящена данная статья. В ней излагаются результаты литолого-минералогического анализа и реконструируется обстановка седиментации на рубеже кампанского и маастрихтского веков.

В первой статье (Беньямовский и др., 2012) приведено описание и подробно рассмотрено расчленение изученных разрезов (Тарасовский 1 и 2, Россыпное, Ефремово-Степановка и скв. 1А Знаменка; рис. 1); предложено новое свитное деление; по комплексам бентосных фораминифер, радиолярий, известкового наннопланктона и белемнитов выполнено зональное расчленение и определен возраст выделенных стратонов. В настоящей статье излагаются наши представления об изменениях условий осадконакопления и палеогеографии в позднем кампане—раннем маастрихте на северной периферии Донбасса на фоне региональных и глобальных событий.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для литолого-минералогического анализа были использованы образцы пород, отобранных через 0.5–1 м на микрофауну. Из образцов, собранных в разрезе Ефремово-Степановка, изготовлены 38 стандартных петрографических шлифов, которые были описаны А.С. Алексеевым с помощью поляризационного микроскопа Carl Zeiss AxioLab.

Карбонатность пород (содержание  $\text{CaCO}_3$ ) разреза Ефремово-Степановка рассчитывали на основе содержания  $\text{CO}_2$ , определенного в Геологическом институте РАН. Аналогичная процедура для разрезов Россыпное, Тарасовский 1 и 2, скв. 1А включала растворение растертых проб весом 10 г в 15%-ном растворе уксусной кислоты и расчет содержания  $\text{CaCO}_3$  по потере веса за счет выделения  $\text{CO}_2$  с точностью 2%. Всего карбонатность определена более чем в 100 образцах, графики ее изменения в разрезах Россыпное, Ефремово-Степановка и скв. 1А Знаменка приведены в первой статье (Беньямовский и др., 2012).

Рентгенометрическое определение фазового состава 24 образцов (рис. 2, табл. 1) проводили в Институте проблем комплексного освоения недр РАН по дифракционным спектрам порошковых проб на дифрактометре ДРОН 3.0. Препараты для

съемки готовили путем истирания проб в яшмовой ступке до крупности 0.063 мм и последующего их крепления в смеси с вазелином в кварцевой кювете. Съемка велась непрерывно в интервале  $6^\circ$ – $80^\circ$   $2\Theta$ . Условия съемки:  $\text{CuK}_\alpha$ -излучение, напряжение 35 кВ, сила тока 20 мкА, монохроматор, вращение, скорость счетчика  $2^\circ$  в минуту. Регистрацию и обработку спектра проводили на персональном компьютере по программе X-RAY (МГУ). Диагностику и исследования минералов глин, содержащихся в породах, выполняли на ориентированных препаратах фракции  $<0.002$  мм, как воздушно-сухих, так и насыщенных глицерином, скорость счетчика составляла  $1^\circ$  в минуту. Результаты приближенно-количественного анализа приведены в процентах на кристаллическую фазу (т.е. без учета рентгеноаморфной компоненты). Содержание полевых шпатов указано суммарно: микроклин + плагиоклаз. Фаза “иллит”, возможно, является ассоциацией иллит–смешанослойное соединение, р.а.ф. (рентгеноаморфная фаза) ( $d \sim 7.0 \text{ \AA}$ ).

Рентгенометрический анализ нерастворимых остатков трех образцов позволил уточнить минералогию некарбонатной составляющей осадочных пород, в частности глинистых минералов (рис. 2). Удаление карбонатов проведено раствором холодной 3%-ной  $\text{HCl}$  научным сотрудником лаборатории палеофлористики Геологического института РАН Г.Н. Александровой.

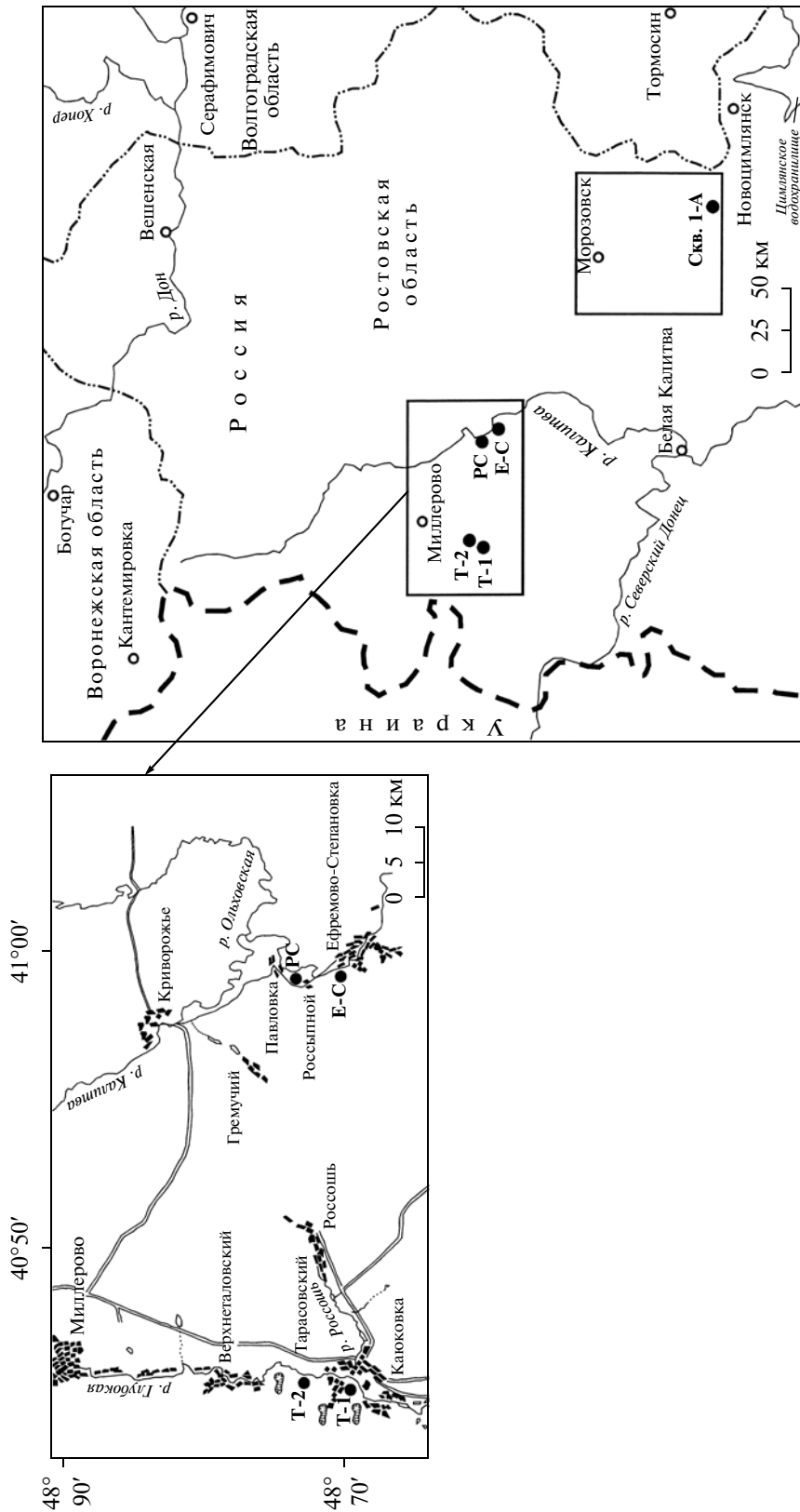
Валовый химический состав трех типичных проб был определен с помощью силикатного анализа в Геологическом институте РАН по стандартной методике (табл. 2).

В статье использована классификация мелмергельных пород, предложенная Г.И. Бушинским (1954) для верхнего мела соседней с рассматриваемым районом Днепровско-Донецкой впадины. Она удобна тем, что дает возможность выделения целого ряда градаций в тех интервалах карбонатности, где по другим классификациям выделяется только одна разновидность, что позволило подчеркнуть литологические различия между выделяемыми свитами.

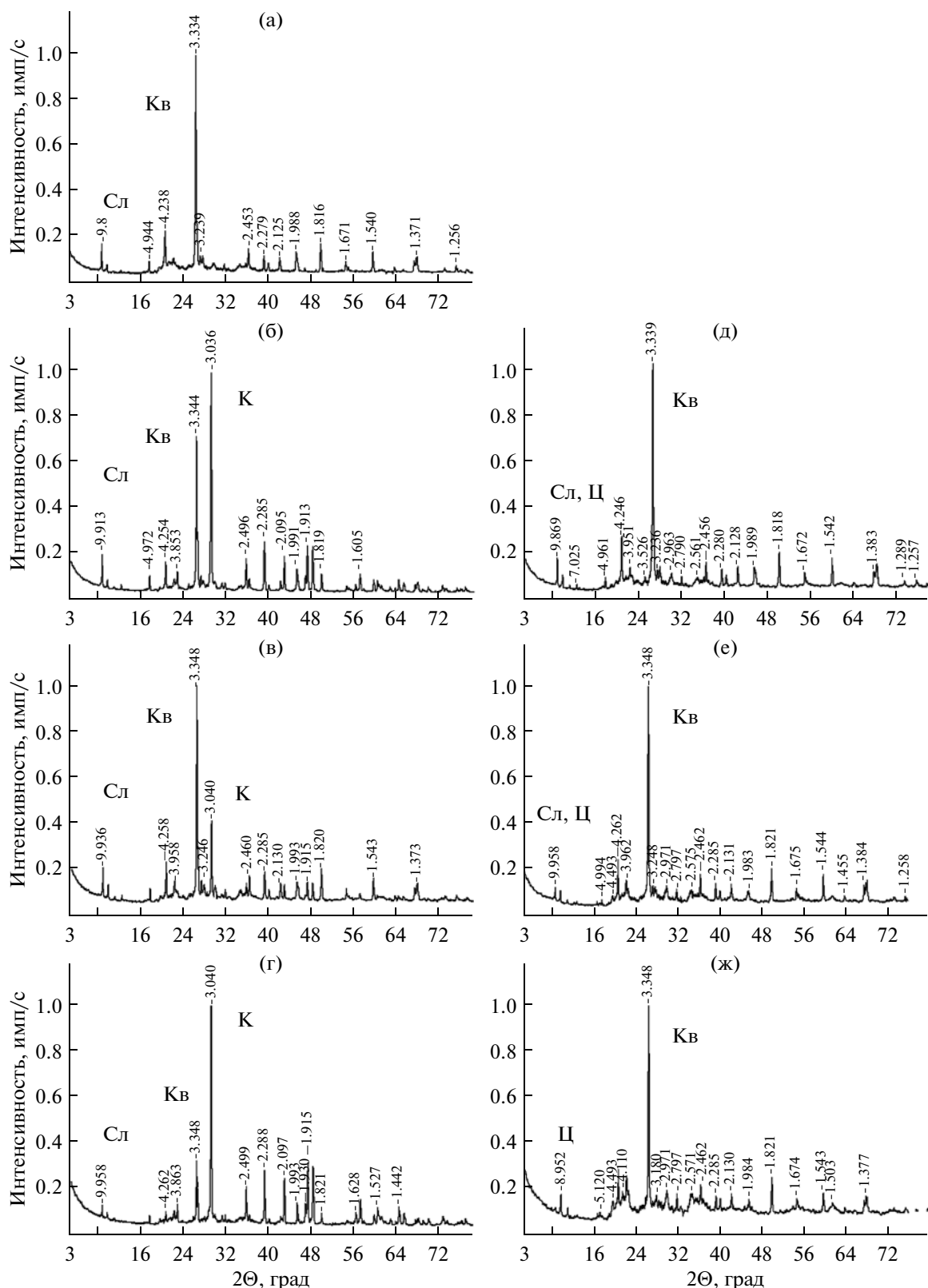
## ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИИ

Для разреза Ефремово-Степановка, в котором вскрыты все свиты за исключением белгородской, проведено изучение шлифов, позволившее дать следующую литологическую характеристику пород.

Павловская свита (обр. ЕС-1–ЕС-3). Мергель алевритовый с гнездообразными скоплениями алевритовых и тонкопесчаных зерен кварца (до 10%), с округлыми и угловатыми зернами светло-зеленого глауконита размером до 0.1 мм (от единичных до 5%) и редкими листочка-



**Рис. 1.** Географическая схема севера Ростовской области. Показаны местоположения изученных разрезов: Т-1 и Т-2 – Тарасовский 1 и 2, РС – Россыпное, Е-С – Ефремово-Степановка, а также скважины I-A Знаменка.



**Рис. 2.** Рентгенодифрактометрическая характеристика карбонатных пород и их нерастворимого остатка в разрезе Ефремово-Степановка.

а, б – ефремово-степановская свита: а – глина опоковидная (табл. 2, обр. ЕС-50), б – мергель глинистый (табл. 2, обр. ЕС-40); в – суходольская свита, глина известковистая (табл. 2, обр. ЕС-21); г – павловская свита, мергель глинистый (табл. 2, обр. ЕС-2), д–ж – нерастворимые остатки образцов ЕС-40, обр. ЕС-21, обр. ЕС-2 соответственно. Со-кращения главных минералов: Кв – кварц, К – кальцит, Сл – слюда, Ц – цеолит.

**Таблица 1.** Результаты рентгенометрического анализа пород разрезов Россыпное и Ефремово-Степановка

№ п/п	Номер пробы	Тип породы	Минеральный состав (главные минералы в % на кристаллическую фазу)					Свита
			кальцит	кварц	полевые шпаты	слюда	цеолиты	
<b>Россыпное</b>								
1	РС-3	карбонатный	94.2	2.4	н/о	0.3	3.1	белгородская
2	РС-5		94.2	2.6	н/о	0.6	2.7	
3	РС-6		79.1	12.9	н/о	1.6	6.5	павловская
4	РС-9		83.7	11.1	н/о	1.0	4.2	
5	РС-13		83.6	9.1	н/о	1.8	5.6	
6	РС-18		76.2	15.3	н/о	1.7	6.8	
7	РС-23		75.2	16.3	н/о	2.2	6.3	
8	РС-24	терригенный	12.5	63.9	10.3	4.8	8.4	суходольская
9	РС-27		21.5	44.9	17.1	6.8	10.2	
10	РС-32		20.3	40.0	16.7	6.5	16.6	
11	РС-37		22.2	52.6	14.8	2.5	7.9	
12	РС-42		14.0	63.7	10.6	4.2	7.5	
13	РС-47		15.2	56.4	14.0	5.5	9.0	
14	РС-52	терригенно-карбонатный	59.9	24.8	6.6	3.5	5.3	ефремово-степановская
15	РС-57		62.1	21.8	8.5	3.0	4.5	
<b>Ефремово-Степановка</b>								
16	ЕС-2	карбонатный	71.9	17.5	4.9	1.7	4.0	павловская
17	ЕС-6	терригенный	19.6	67.5	6.7	2.4	3.8	суходольская
18	ЕС-7		41.5	42.7	10.2	1.8	3.8	
19	ЕС-15		13.4	61.8	9.4	4.9	10.6	
20	ЕС-21		23.0	57.1	8.2	4.6	7.1	
21	ЕС-30		19.4	56.6	10.0	5.4	8.5	
22	ЕС-31	терригенно-карбонатный	47.7	34.3	10.5	4.5	3.0	ефремово-степановская
23	ЕС-35		57.8	30.2	5.6	3.9	2.5	
24	ЕС-40		54.0	31.0	7.8	3.9	3.3	

Примечание. В образцах ЕС-15 и ЕС-30 присутствует заметное количество рентгеноаморфной фазы ( $d \sim 7.0 \text{ \AA}$ ); н/о – не обнаружено. Приближенно-количественный анализ дается в процентах на кристаллическую фазу (т.е. без учета рентгеноаморфной компоненты). Содержание полевых шпатов приводится суммарное: микроклин + плагиоклаз.

ми слюды. В обр. ЕС-2 и ЕС-3 содержится заметное количество фрагментов кремневых спикул губок (до 10% площади шлифа). Отмечены редкие сечения раковин бентосных фораминифер и тонких раковин двустворчатых моллюсков. Следует отметить, что в обр. ЕС-1 присутствует овальное зерно кварцита диаметром 0.5 мм.

Суходольская свита (обр. ЕС-6–ЕС-30). В основании (обр. ЕС-6) – алеврит глинистый, сильно биотурбированный, с обильными зернами кварца алевритовой размерности и более крупными остроугольными зернами до 0.1 мм в поперечнике. В породе рассеяны округлые мелкие зерна глауконита размером до 0.15 мм (3–

5%), много очень маленьких листочков слюды. Выше (обр. ЕС-11 и ЕС-12) залегают алевриты глинистые и алевритовые глины с небольшим количеством мелкого глауконита (1–3%) и пластинками (до 0.2 мм) слюды (1–3%). Основная часть суходольской свиты (обр. ЕС-15–ЕС-30) представлена алевритовыми глинами с единичными мелкими (до 0.05 мм) зернами глауконита и участками неравномерного окремнения.

Ефремово-степановская свита. Распадается на две части. Внизу (обр. ЕС-31–ЕС-42) она сложена мергелями алевритовыми (зерен кварца до 30%), биотурбированными, с редкими раковинами бентосных фораминифер, единич-

**Таблица 2.** Валовый химический состав пород разреза Россыпное (мас. %)

Свита	Номер пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	П.п.п.	Сумма
Суходольская	РС-21	61.70	0.47	8.32	3.03	0.27	0.01	1.41	9.57	0.23	2.52	0.13	11.98	99.64
	РС-30	64.48	0.48	8.65	3.26	0.28	0.01	1.40	7.55	0.23	2.50	0.11	11.01	99.96
Ефремово-степановская	РС-40	42.09	0.28	4.00	2.06	0.21	0.02	0.69	25.80	0.15	1.47	0.18	22.25	99.20

ными зернами глауконита и слюды, единичными фрагментами кремневых спикул губок. В верхней части (обр. ЕС-43—ЕС-51) порода в шлифах представляет собой алевролит, обычно сильно биотурбированный, с листочками слюды (1–3%) и рассеянными угловатыми зернами глауконита (1–3%). Во всех шлифах этого интервала отмечается сильно окремнение.

Изучение карбонатности пород позволило уточнить, а в ряде случаев внести существенные изменения в литологическую характеристику верхнемеловой толщи. Ранее все породы, слагающие разрезы Ефремово-Степановка и Россыпное, считались мергелями (Овечкина, 2007, с. 49). После проведенных исследований породы белгородской свиты отнесены к глинистому мелу, породы павловской свиты — к глинистым мергелям, а суходольская свита оказалась представлена в основном глинами алевроитовыми, известковистыми, участками некарбонатными и алевролитами. Ефремово-степановская свита, перекрывающая суходольскую, сложена сильно глинистыми алевроитовыми мергелями. Вверх они сменяются алевролитом-кремнисто-глинистой толщей с минимальным содержанием карбонатного материала. Все литологические разности содержат в том или ином количестве мелкий глауконит, особенно многочисленный в нижней части суходольской свиты, где его почковидные зерна достигают довольно крупного размера.

Рентгенометрические исследования пород разреза Ефремово-Степановка показали, что кремнезем в них представлен  $\alpha$ -кварцем и почти не содержит аморфных форм типа опал-кristобалита в качестве породообразующих фаз, хотя в двух образцах из суходольской свиты (ЕС-15 и ЕС-30) присутствует заметное количество рентгеноаморфной фазы, скорее всего биогенного кремнезема (рис. 2, табл. 1).

Осадочные породы всех свит (табл. 1) характеризуются примесью гидрослюда и цеолитов, на что указывает присутствие на рентгенограммах рефлексов с  $d = 9.9$  и  $8.9$  Å соответственно. В белгородской, павловской и ефремово-степановской свитах разреза Россыпное цеолиты присутствуют в небольших количествах (в среднем 2.9, 5.9 и 4.9% соответственно), но их доля в два раза

повышается в глинах и алевролитах суходольской свиты (в среднем 9.9%). Аналогичная зависимость прослежена и в разрезе Ефремово-Степановка, хотя концентрация цеолитов там несколько ниже.

Полевые шпаты содержатся почти во всех образцах из суходольской и ефремово-степановской свит, составляя 5.6–17.1%. В разрезе Россыпное их содержание в породах суходольской свиты значительно повышено и в среднем составляет 13.9%. Концентрации кварца и кальцита в пробах по разрезу находятся в обратной зависимости и варьируют в широких пределах (20–60%). Количество кварца в породах суходольской свиты колеблется от 34.8 до 61%, тогда как в мергелях ефремово-степановской свиты снижается до 21.2–25.5%.

Рентгеновский анализ нерастворимого остатка показал, что некарбонатная часть пород павловской свиты (рис. 2ж) состоит из кварца, слюды, цеолита и фазы с отражением  $d = 4.11$  Å в центре широкого диффузного гало. Последнее свидетельствует о наличии некоторого количества кристобалита или опал-кристобалита, весьма характерного для верхнемеловых осадочных пород Восточно-Европейской платформы (Бардоши и др., 1965; Сеньковский, 1971, 1977; Шуменко, 1971; Найдин и др., 2008). Межплоскостные отражения цеолита 8.9, 7.9, 3.95 и 2.97 Å позволяют отнести его к гейландиту или близкому по структуре клиноптилолиту (Шуменко, 1971). Слюда представлена иллитом или гидратированной разностью мусковита.

Нерастворимый остаток пород суходольской свиты (рис. 2е) представлен кварцем, гидрослюдой и цеолитом. В составе нерастворимого остатка ефремово-степановской свиты кроме кварца, гидрослюда и цеолита появляются следы каолинита с параметрами решетки 7.05 и 3.52 Å (рис. 2д).

Силикатный анализ трех проб разреза Россыпное (табл. 2) показал, что в ефремово-степановской свите по сравнению с суходольской уменьшается на треть содержание SiO<sub>2</sub>, вдвое содержание алюминия, но почти в три раза возрастает количество кальция, с одновременным снижением

ем содержания калия, т.е. существенно увеличивается карбонатность. Важно отметить, что химический состав пород суходольской свиты в разрезе Россыпное по существу идентичен составу пород из разреза у с. Кружиловка (Липник, Такаченко, 1960), что подтверждает единство этой терригенной толщи.

### ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СРЕДЫ И БИОТЫ

Обобщение полученных результатов по изучению минералого-петрографического состава пород и их палеонтологической характеристики, изложенной в первой статье (Беньямовский и др., 2012), позволило подойти к расшифровке истории развития части морского бассейна, располагавшегося к северу от Донецкого острова, в позднем кампане–раннем маастрихте. Для реконструкции менявшихся параметров водной среды (глубины, температуры, солености и палеобиогеографических связей) кроме собственных данных использованы также опубликованные материалы по соседним районам Воронежской антеклизы, востоку Днепровско-Донецкой впадины и Приволжской моноклинали (Овечкина, 2007; Найдин и др., 2008; Закревская, 2009; Веклич, 2009).

#### Седиментологические индикаторы

Литологический состав пород изученного стратиграфического интервала вполне типичен для морского верхнего мела южных районов Восточно-Европейской платформы.

Во время формирования белгородской и павловской свит доминировало карбонатонакопление (Беньямовский и др., 2012, рис. 4), хотя на протяжении павловского времени происходило постепенное снижение карбонатности осадков с 60 до 50%.

На суходольской стадии развития бассейна произошла смена карбонатного осадконакопления на карбонатно-кремнисто-терригенное. Фиксируется падение карбонатности до 25%, а на отдельных уровнях до 3%. Зато резко возрастает содержание кварца и полевых шпатов до 60 и 17% соответственно. Это может свидетельствовать о резко усилившемся поступлении обломочного материала.

Седиментационная обстановка ефремово-степановского времени отражала повышение уровня накопления карбонатного биогенного материала (мергели).

Здесь необходимо отметить, что между белгородской и суходольской свитами на западе изучаемого региона (пос. Тарасовский) и между павловской, суходольской и ефремово-степановской

свитами на востоке (бассейн р. Калитва) зафиксированы перерывы в осадконакоплении различной продолжительности, которые указывают на исчезновение в эти моменты морских обстановок (рис. 3), но конкретные сведения о неморских этапах получить не представляется возможным.

Обращает на себя внимание постоянное присутствие во всех породах цеолитов, количество которых возрастает примерно в два раза в суходольской свите. Образование аутигенных цеолитов в морских осадках и породах происходит обычно при низкотемпературном изменении вулканического стекла и выделении из него растворимого кремнезема путем взаимодействия с карбонатным материалом (Petzing, Chester, 1979). Однако источником кремнезема может быть растворение кремневых скелетов микроорганизмов (в первую очередь, биогенного опала диатомовых водорослей и радиолярий, а также спикул губок) (Gingele, Schulz, 1993). Последний сценарий представляется нам более реалистичным, хотя поступление вулканического пепла воздушным путем из районов Закавказья и Турции, где в это время существовали очаги вулканизма (Дзоцендзе, 1964; Bektaş et al., 1999; Eyüboğlu, 2010), также нельзя исключить.

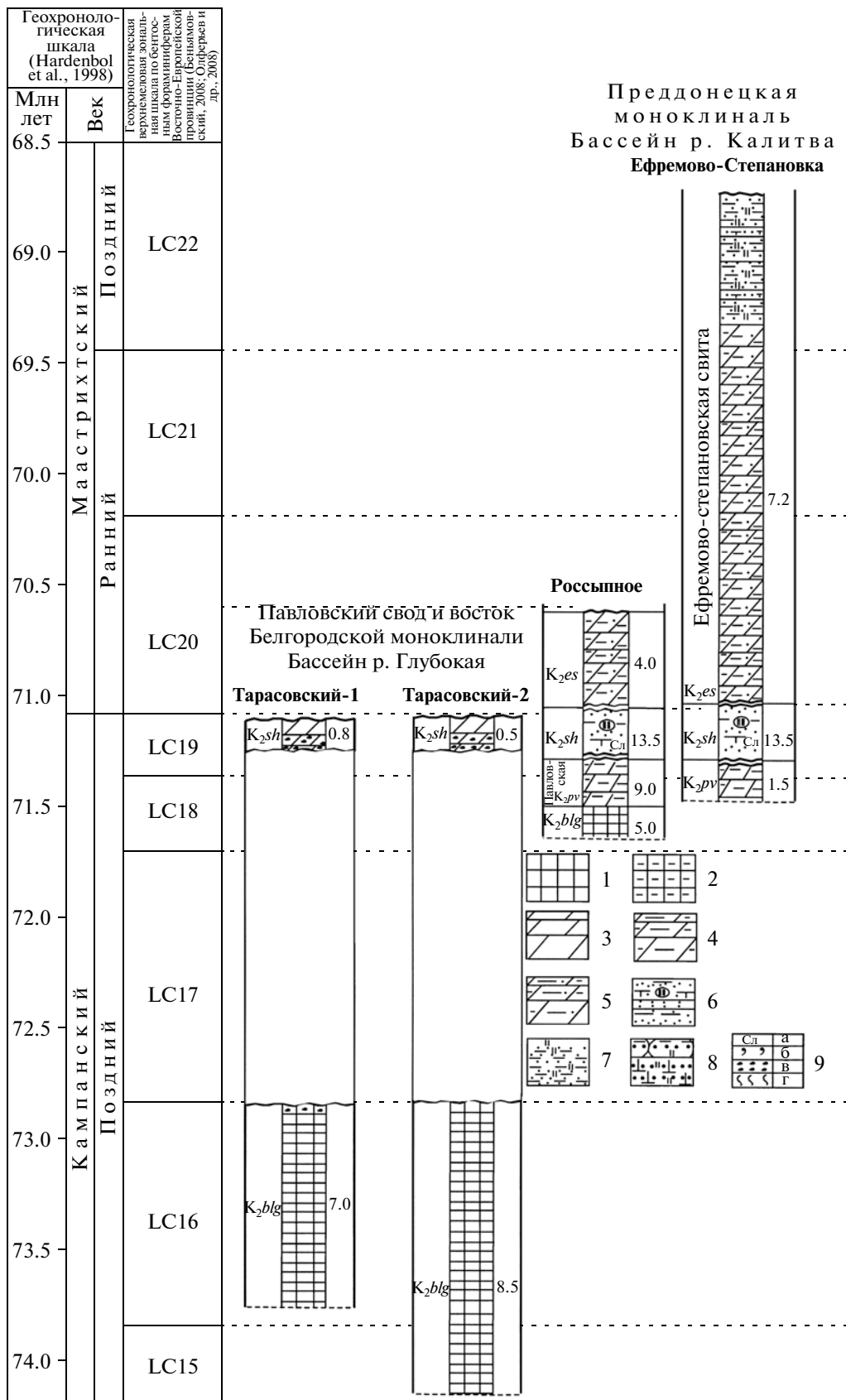
Биогенный опал в заметных количествах не сохранился в изученных породах, небольшая доля аморфной фазы (скорее всего, кремнезем) установлена в двух образцах из суходольской свиты и в одной пробе нерастворимого остатка из павловской свиты. Вместе с тем большинство образцов содержит значительное количество кремневых скелетов радиолярий и спикул губок, но по массе они составляют заведомо меньше 1%. Последняя оценка вытекает из того, что в породах суходольской свиты доля фракции >0.05 мм колеблется в основном от 2 до 5%, в единичных случаях достигая 15% и несколько более, а кремневые микрофоссилии составляют ее незначительную часть.

#### Биотические индикаторы

Из групп организмов, встреченных в изученных разрезах, наибольший потенциал для реконструкции обстановок имеют радиолярии и фораминиферы. Менее достоверную информацию в связи с вероятным сильным диагенетическим растворением может дать известковый наннопланктон. Из макрофауны представлены лишь белемниты, виды которых типичны для южнобorealной Европейской палеобиогеографической области (Найдин и др., 1984, 1988).

#### Радиолярии

В разрезе Ефремово-Степановка (Беньямовский и др., 2012, с. 52–53, рис. 8) отмечается сме-





на комплексов радиоларий, которая, как мы считаем, в первую очередь была вызвана температурными флуктуациями. На этом основании можно реконструировать относительно теплые и холодные фазы в развитии бассейна.

**Комплекс А.** Относительно теплыми морские воды были в павловское время и в самом начале суходольского времени (рис. 4). Почти половину видов радиолариевого комплекса этого времени составляли субтропические виды, первоначально описанные из Калифорнии: *Theocapsomma comys* Foreman, *Crucella espartoensis* Pessagno, *Phaseliforma carinata* Pessagno, *P. subcarinata* Pessagno, *Orbiculiforma ex gr. sempiterna* Pessagno, *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), *Dictyomitra densicostata* Pessagno и др.

**Комплекс Б.** Позже (начиная с уровня обр. ЕС-8) среди спумелларий произошло массовое развитие губчатых толстостенных форм рода *Prunobrachium* с вытянутым по вертикальной оси скелетом и простых дискоидных форм рода *Orbiculiforma*, составляющих более 70% комплекса. Палеобиогеографический анализ распространения радиоларий рода *Prunobrachium* показал (Амон, 2000), что его виды имеют отчетливое биполярное распространение и относятся к формам, населявшим умеренные и высокоширотные области. В Северном полушарии их ареал ограничен 35°–69° с.ш., в Южном – 50°–52° ю.ш. В верхнекампанских отложениях России, включая ее Северо-Восток, представители этого рода распространены преимущественно в Бореальной области (Вишневская, 2008, 2011). По-видимому, прунобрахиумы обитали в сравнительно неглубоких, холодноводных (или с прохладными водами) бассейнах вблизи береговой линии (Амон, 2000). Комплекс радиоларий с преобладанием орбикулиформ и прунобрахиумов отвечает температурному пессимуму. В то же время присутствие ряда калифорнийских видов *Spongurus occidentalis* Campbell et Clark, *Orbiculiforma renillaeformis* (Campbell et Clark), *O. sacramentoensis* Pessagno, *Stylotrochus polygonatus* (Campbell et Clark), *Tholodiscus fresnoensis* (Foreman) указывает на смешанный характер ассоциаций.

**Комплекс В.** О некотором потеплении (начиная с уровня обр. ЕС-13) свидетельствует состав комплексов радиоларий средней части суходоль-

ской свиты. В радиолариевых ассоциациях этого интервала до половины видов представлено субтропическими формами, среди которых отмечаются дискоидеи *Pseudoaulophacus riedeli* Pessagno, *Spongostaurus hokkaidoensis* Taketani, *Patulibrachium delvallensis* Pessagno, пруноидеи *Archaeospongoprimum andersoni* Pessagno, *A. hueyi* Pessagno, многочисленные циртоидеи *Archaeodictyomitra regina* (Campbell et Clark), *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), *A. enesseffi* Foreman, *A. tylotus* Foreman, *Lithostrobos natlandi* Campbell et Clark, *Dictyomitra andersoni* Campbell et Clark, а также некоторые калифорнийские *Orbiculiforma insignis* (Campbell et Clark), *Eucyrtis carnegiense* (Campbell et Clark), *Stichomitra manifesta* Foreman.

**Комплекс Г.** Завершается суходольская стадия (с уровня обр. ЕС-23 и до кровли свиты) импульсом похолодания. Более 75% видов комплекса представлены холодноводными формами с преобладанием губчатых родов *Spongurus*, *Phaseliforma*, *Amphymenium* (*A. concentricum* Lipman, *A. sibiricum* Lipman, *A. splendiaratum* Clark et Campbell, *A. vishnevskayae* Amon) и массовыми западно-сибирскими *Theocampe animula* Gorbovetz.

Радиоларии указывают на неустойчивость температуры морских водных масс суходольского бассейна, выражавшуюся в чередовании похолоданий и потеплений. Особенно четко похолодание проявилось в конце суходольского времени, что совпадает с реконструированным ходом температуры по наннопланктону на примере разрезов маастрихта Саратовской области (Овечкина, Алексеев, 2004; Овечкина, 2007).

### Фораминиферы

Белгородско-павловская стадия характеризовалась присутствием разнообразных секретирующих бентосных фораминифер с известковой стенкой (рис. 4). Агглютинирующие бентосные фораминиферы были представлены сложно построенными трохоидными атаксофрагмидами, материал стенок раковин которых вмещал обильный известковистый цемент. Помимо бентосных фораминифер постоянно присутствовало небольшое число планктонных форм родов *Globotruncana*, *Rugoglobigerina*, *Globigerinelloides* и *Archaeoglobigerina*. В наиболее западном разрезе (Тарасовка 1) глоботрунканы достаточно обиль-

←  
**Рис. 3.** Объемы перерывов в изученных разрезах, определенные на основе зональной шкалы по бентосным фораминиферам.

*K<sub>2</sub>es* – ефремово-степановская свита, *K<sub>2</sub>sh* – суходольская свита, *K<sub>2</sub>pv* – павловская свита, *K<sub>2</sub>blg* – белгородская свита. Слева от литологических колонок приведена мощность (м).

Здесь и на рис. 4 и 5: 1 – мел писчий; 2 – мел глинистый; 3 – мергели; 4 – мергели сильно глинистые; 5 – мергели сильно глинистые, опесчаненные; 6 – глины известковистые и некарбонатные (местами часто окремненные), в различной степени (иногда очень сильно) опесчаненные, участками переходящие в пески и алевролиты; 7 – глины некарбонатные и опоковидные, опесчаненные; 8 – песчаник и алевролиты окремненные и карбонатные; 9а – слюда, 9б – глауконит, 9в – желваки фосфоритов, 9г – биотурбация.

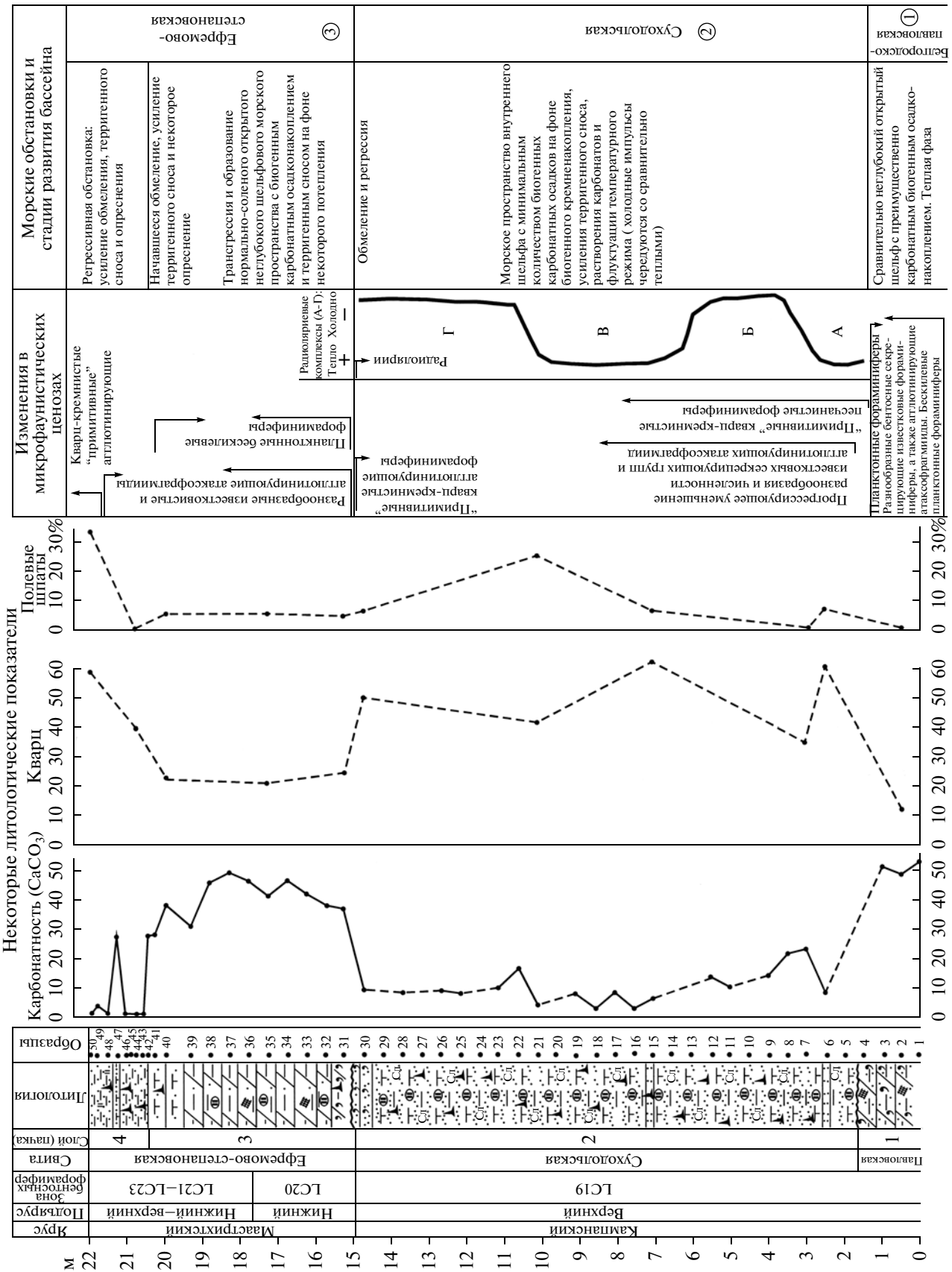


Рис. 4. Абiotические и биотические компоненты и стадии развития морского бассейна на севере Ростовской области в позднем кампане—маастрихте по материалу разреза Ефремово-Степановка. Условные обозначения см. на рис. 3.

ны и их раковины имеют хорошую сохранность (рис. 5). Состав комплексов фораминифер указывает на нормальную соленость вод и глубины, достаточные для существования их планктонных представителей. Палеобиогеографические связи были свободными, поскольку среди бентосных фораминифер присутствуют виды, широко распространенные в позднекампанских бассейнах Европейской палеобиогеографической области.

Суходольская стадия отражает существенные изменения в комплексе фораминифер. Во-первых, полностью исчезли планктонные фораминиферы. Во-вторых, резко упала численность и разнообразие известковистых секретирующих бентосных фораминифер. В основном остались эврибионтные дискорбиды. В-третьих, среди агглютинирующих произошла смена сложного устроенных трохоидных тонкопесчаных атаксофрагмид на “примитивные” с трубчатой выпрямленной или спирально- и клубковидно-свернутыми раковинами с кремнисто-кварцевой грубой песчаной стенкой, в которых песчинки разного размера скреплены минимальным количеством известкового цемента. Это может свидетельствовать об уменьшении глубины бассейна и смене характера донных осадков.

Среди “примитивных” агглютинирующих бентосных фораминифер присутствуют три группы видов, различающихся как по ареалу, так и по стратиграфическому интервалу распространения. Первая группа (6 видов) – это космополиты с широким диапазоном стратиграфического распространения, охватывающим весь мезокайнозой: *Psammospaera fusca* (Schulz), *Ammodiscus cf. incertus* (d’Orb.), *Glomospira gaultina* Berth., *G. charoides* (Jones et Parker), *Hyperammina friabilis* Brady, *Rhabdammina cylindrica* Glaes. Вторая группа (5 видов) представлена формами, распространенными в верхнемеловых отложениях Южного Зауралья и Западной Сибири (Субботина, 1964): *Hyperammina camelliformis* Bulat., *Reophax angusticollis* Kipr., *Naiphragmoides sibiricus* Zasp., *Adercotrima glomeratoformis* (Zasp.), *Spiroplectammina kelleri* Dain. Последний вид также известен в отложениях терминального кампана и нижнего маастрихта юго-восточной части Русской плиты (Барышникова, 1967). Третья группа (два вида) – эндемики, описанные из верхнекампанской суходольской свиты восточной окраины Донбасса (Липник, 1978): *Reophax incompletus* Lipnik и *Pseudoreophax? ambigens* Lipnik.

Ефремово-степановская стадия отмечена исчезновением характерного для суходольской свиты комплекса агглютинирующих фораминифер и появлением разнообразных секретирующих видов фораминифер с небольшой долей атаксофрагмид. В незначительном количестве появились бескилевые планктонные руго-

глобигерины. В финальную фазу существования ефремово-степановского бассейна произошли литологические изменения (мергели сменились алевролитами) и вслед за этим изменение таксономического состава комплексов фораминифер (рис. 4). Во-первых, исчезли планктонные формы (обр. ЕС-43). Позже (с уровня пробы ЕС-47) резко сократилась доля фораминифер с известковой раковиной и атаксофрагмид. В конце этой стадии (обр. ЕС-48–ЕС-50) отменилось господство “примитивных” агглютинирующих фораминифер. Вся последовательность событий указывает на обмеление и регрессию бассейна в конце ефремово-степановской стадии.

#### *Известковый наннопланктон*

Общий видовой состав комплексов известкового наннопланктона соответствует таковому для Бореальной области (Burnett, 1998). К сожалению, наннофоссилии имеют среднюю или плохую сохранность и весьма заметно растворены, что приводит к преобладанию устойчивых к коррозии видов (особенно *Micula decussata* Vekshina и *Watznaueria barnesae* (Black et Barnes) Perch-Neilsen; см. Thierstein, 1980; Henriksson, Malmgren, 1999) и не позволяет выявить истинное видовое разнообразие комплексов и соотношения в них различающихся по экологии форм. Тем не менее некоторые обобщения, опираясь на данные по разрезу Россыпное, можно сделать.

**Белгородская свита.** Число видов в образцах колеблется от 24 до 39 (обр. РС-5) при среднем значении 28.4. Обычны такие виды, как *Micula decussata* Vekshina, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *Kamptnerius magnificus* Deflandre и *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre et Fert) Reinhardt. Редкие тепловодные *Uniplanarius gothicus* (Deflandre) Hattner et Wise присутствуют только в обр. РС-5.

**Павловская свита.** Среднее видовое разнообразие практически не изменяется (27.2), обычны *Micula decussata* Vekshina, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre et Fert) Reinhardt, *Reinhardtites levis* Prins et Sissingh, *Prediscosphaera grandis* Perch-Nielsen, *Pr. cretacea* (Arkhangelsky) Gartner. Постоянно отмечаются редкие *Thoracosphaera saxae* Stradner. Как и в белгородской свите, тепловодные *Uniplanarius gothicus* (Deflandre) Hattner et Wise редки и встречены только в нескольких образцах.

**Суходольская свита.** Количество и разнообразие известкового наннопланктона в этой свите снижаются, что вполне согласуется с терригенным составом слагающих ее пород. Среднее таксономическое разнообразие уменьшается до 23.2 видов (минимум 17 видов на образец). Наи-

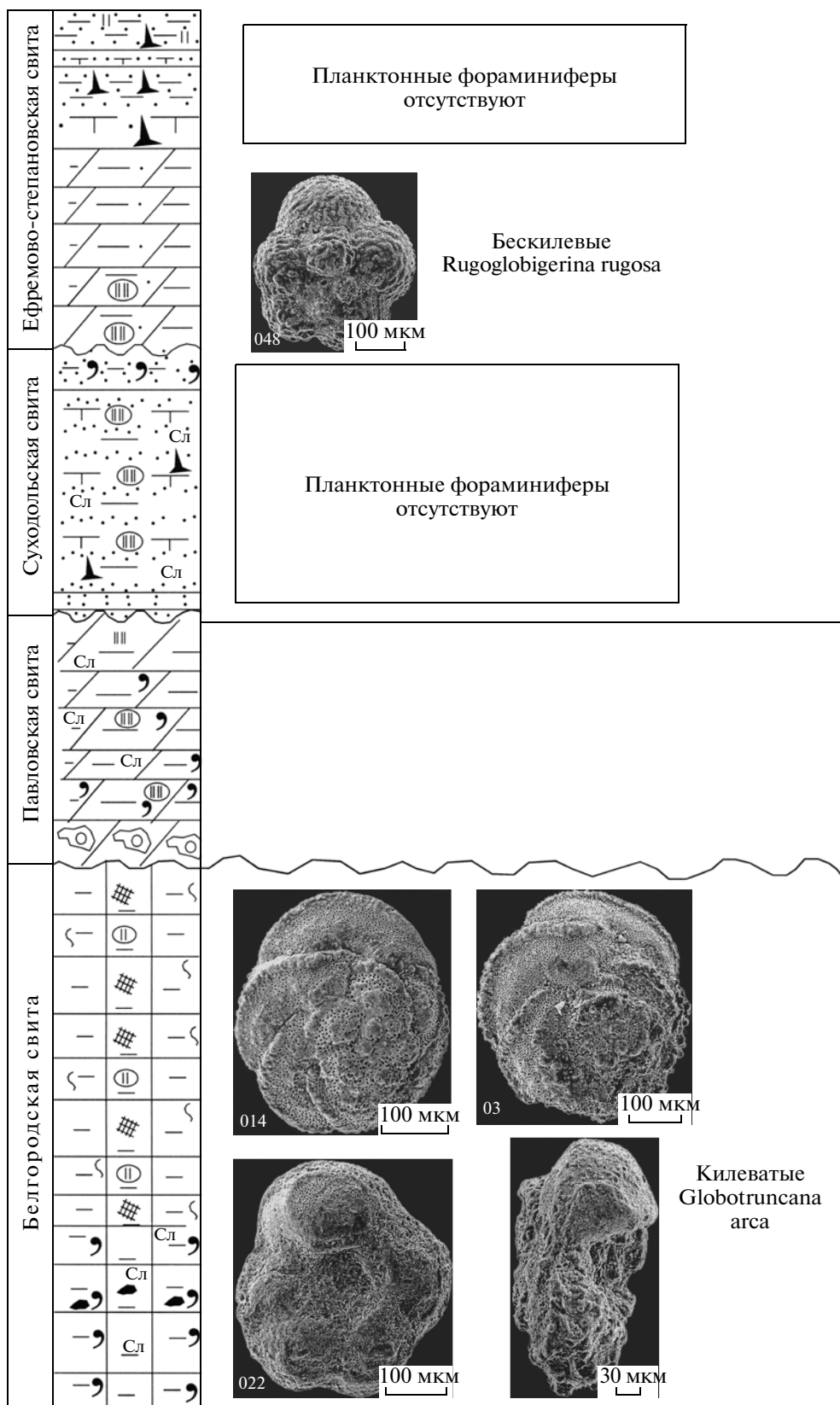


Рис. 5. Планктонные фораминиферы верхнего кампана и нижнего маастрихта севера Ростовской области. Условные обозначения см. на рис. 3.

более обычными формами в этой свите являются *Micula concava* (Stradner in Martini et Stradner) Verbeek, *Prediscosphaera grandis* Perch-Nielsen, *Pr. cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Watznaueria barnesae* (Black in Black et Barnes) Perch-Nielsen, *Reinhardtites levis* Prins et Sissingh. Редкие тепловодные *U. trifidus* (Stradner in Stradner et Papp) Hattner et Wise и *U. gothicus* (Deflandre) Hattner et Wise отмечены лишь в 5 образцах.

**Ефремово-степановская свита.** В мергелях этой свиты таксономическое разнообразие наннофоссилий вновь возрастает до 28.4 вида (максимум 37 видов в обр. РС-53). Наиболее обычными видами остаются *M. concava* (Stradner in Martini et Stradner) Verbeek, *M. decussata* Vekshina, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Watznaueria barnesae* (Black in Black et Barnes) Perch-Nielsen. Как и ниже по разрезу, более тепловодные виды рода *Uniplanarius* весьма редки и встречены только в обр. РС-53 и РС-58.

Таким образом, низкокарбонатная суходольская свита по сравнению с ниже- и вышележащими отложениями содержит существенно обедненные комплексы известкового наннопланктона. Это может отражать как уменьшение глубины бассейна, так и похолодание, а также более сильное растворение наннофоссилий в малокарбонатных осадках.

#### *Прочие группы*

В разрезе Ефремово-Степановка проанализирован состав биокластов в микропалеонтологических отмыках. Он оказался весьма бедным. Кроме присутствующих везде скелетов радиолярий и фораминифер, спикул кремневых губок и рыбных остатков, в павловской свите встречены фрагменты раковин двустворчатых моллюсков, призмы из разрушенных раковин иноцерамов, единичные раковины остракод. Нижняя часть суходольской свиты (обр. ЕС-12–ЕС-16) содержит редкие иглы морских ежей, но выше они исчезают, вновь появляясь в основании ефремово-степановских мергелей, в которых они встречаются преимущественно единично примерно в половине образцов. Исчезновение игл морских ежей в большей по мощности части суходольской свиты может интерпретироваться как указание на некоторое опреснение бассейна, но может быть вызвано развитием неподходящих илисто-алевритовых грунтов.

В породах суходольской свиты разреза Россыпное (обр. РС-22 и РС-23) выявлены многочисленные пустоты от растворившихся кремневых спикул губок. Но в разрезе Ефремово-Степановка спикулы очень многочисленны в верхней части павловской свиты, довольно редки в суходольской свите и почти отсутствуют в ефремово-степановской свите. Таким образом, эта группа не

дает существенной информации для палеоэкологических реконструкций, указывая лишь на то, что в морских водах было достаточно много свободной кремнекислоты.

#### **Палеогеографическая интерпретация**

Можно выделить три стадии развития бассейна, которые обозначены названиями соответствующих им свит: 1) белгородско-павловская (позднекампанская), 2) суходольская (переходный между кампаном и маастрихтом интервал), 3) ефремово-степановская (маастрихтская). Суходольская стадия отделена от остальных двух кратковременными перерывами.

**Белгородско-павловская стадия.** На этой стадии морской бассейн был относительно глубоководным и умеренно тепловодным, с нормальной соленостью и преимущественно карбонатным осадконакоплением. В бассейне обитало значительное число субтропических видов радиолярий (до 50%) и довольно заметным компонентом были планктонные фораминиферы. В павловское время происходило медленное снижение карбонатности накапливавшихся осадков, что может указывать на подготовку к следующей стадии.

**Суходольская стадия.** Началась с резкого падения карбонатности и поступления значительного количества тонкого терригенного материала, отмечена существенным ростом содержания цеолитов. Биотические индикаторы указывают на заметное снижение температуры вод, хотя в середине суходольской стадии имело место некоторое потепление (внезапное появление субтропических радиолярий), сменившееся новым импульсом похолодания с преобладанием аркто-бореальных и западносибирских таксонов радиолярий. Очевидно, что одновременно происходила регрессия, и морской бассейн стал существенно более мелководным, но не совсем мелким, так радиолярии в нем были достаточно многочисленными.

Факт смены в конце кампана–начале маастрихта карбонатных отложений на карбонатно-кремнисто-терригенные осадки с обилием остатков кремневых микроорганизмов (радиолярий, губок, “примитивных” агглютинирующих бентосных фораминифер из астроризид и аммодисцид) был установлен в северном и восточном обрамлении Донбасса – в междуречьях Дона и Северского Донца, Дона и Волги, на севере Ростовской области, а также в правобережном Поволжье (Морозов, 1958, 1962; Барышникова, 1958, 1967, 1978; Швембергер, 1962; Бланк, Горбенко, 1968; Липник, Ткаченко, 1960; Липник, 1974, 1978).

Изучение шлифов, а также данные по минералогическому составу в разрезе Ефремово-Степановка показали резкое возрастание доли силикатно-кварцевой составляющей. На этом основании

можно подтвердить вывод о резком усилении сноса обломочного материала с приподнятого Донбасса, что уже ранее предполагалось для маастрихта этого региона (Морозов, Орехова, 1970, с. 332, рис. 53; Гроссгейм, 1972). Складчатый Донбасс сложен в этом районе дислоцированными средне- и верхнекаменноугольными толщами, в строении которых значительную роль играют песчаные породы (Погребнов, 1975), которые и могли размываться, а их материал переоткладываться. Не вполне ясно, откуда поступал полевой шпат: из располагающегося южнее кристаллического Ростовского выступа или располагающегося западнее Приазовского массива. Ширина Донецкого острова была значительной: около 30–40 км при длине более 200 км.

Мы предполагаем, что снос терригенного материала производился небольшими реками, усиление деятельности которых могло вызвать некоторое опреснение прилегающих частей морского суходольского бассейна. Кроме того, пресные воды обычно поставляют значительное количество растворенного кремнезема (Conley, 1997), необходимого для построения скелетов диатомовыми водорослями и радиоляриями, что может объяснить некоторую кремнистость суходольских глин и алевролитов. Однако вопрос об опреснении является наиболее сложным, так как по всему разрезу суходольской свиты присутствуют стеноглинные радиолярии, а другие индикаторные группы (кроме морских ежей) отсутствуют.

**Ефремово-степановская стадия.** Она явилась как бы некоторым повторением павловской стадии, но со своими отличиями.

В ефремово-степановское (маастрихтское) время возобновилось существенно карбонатное осадконакопление. Синхронно с литолого-минералогическими изменениями происходили биотические изменения (рис. 2, 4). Почти исчезли кремневые группы (радиолярии и “примитивные” агглютинирующие фораминиферы с грубой песчанистой кварц-кремневой стенкой раковин). Бентосные фораминиферы были представлены разнообразными секретирующими известковыми и тонкопесчанистыми атаксофрагмидами. В незначительном количестве появились бескилевые планктонные *Rugoglobigera*. В коренном залегании фиксируются находки ростров белемнитов группы *Belemnella lanceolata* хорошей сохранности.

Таким образом, можно предполагать, что в ефремово-степановскую стадию в связи с повышением уровня моря и начавшейся трансгрессией значительная часть области сноса на Донецком острове была затоплена морем и резко сократилось поступление обломочного материала. Вероятно, после температурного пессимума в конце суходольской фазы наступило некоторое потепление, что так же, как и углубление бассейна, способствовало миграции в бассейн бескилевых

планктонных ругоглобигерин и появлению известковистых секретирующих, а также сложно устроенных агглютинирующих бентосных фораминифер.

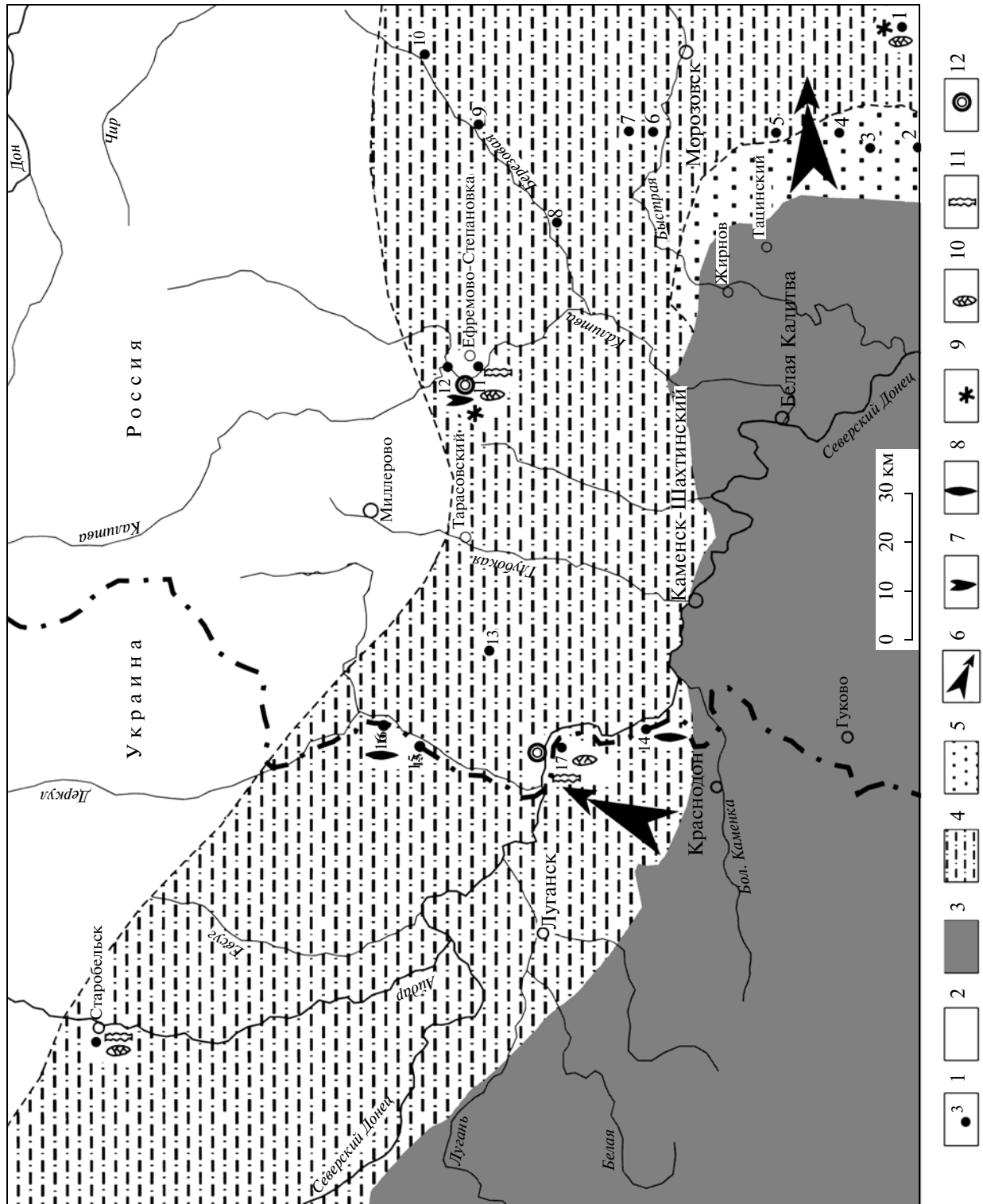
Важно отметить появление среди фораминифер таких форм, как *Anomalinoidea pinguis* (Jennings), *A. gankinoensis* (Neckaya), которые указывают на установление палеобиогеографических связей с Западно-Сибирским морем, откуда эти виды мигрировали в Восточно-Европейскую провинцию и широко в ней расселились в конце раннего маастрихта и в позднем маастрихте.

В финальную фазу ефремово-степановской стадии произошли литологические изменения: содержание  $\text{CaCO}_3$  упало почти до нулевой отметки и породы были представлены алевролитами. В самом верху толщи (обр. ЕС-50) наряду с высоким содержанием кварца отмечается и значительное присутствие полевых шпатов. Резкие изменения фиксируются и в составе фораминиферных ценозов (рис. 4). Во-первых, исчезают планктонные формы (обр. ЕС-43). Выше (с уровня пробы ЕС-47) резко сокращается участие секретирующих известковистых и агглютинирующих атаксофрагмид. Наконец, в самом верху (уровень ЕС-48–ЕС-50) вновь отмечается господство “примитивных” агглютинирующих. Такие изменения указывают на очередное обмеление бассейна, регрессию и приближение области сноса. Однако эта часть разреза находится в нарушенном состоянии, и часть зафиксированных изменений может быть объяснена вторичным окремнением меловых пород во время мел-палеогенового перерыва.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Как установлено биостратиграфическим анализом (Беньямовский и др., 2012), суходольское событие, выраженное в похолодании и регрессии (зона LC19 по бентосным фораминиферам), накопления кремнисто-терригенных осадков, имеет несколько более молодой возраст, чем ярко проявившееся в Саратовском Поволжье аналогичное налитовское событие (зоны LC 17 и 18). Поэтому они не могли быть вызваны одной и той же причиной, хотя и имели место незадолго до конца кампанского века.

Суходольское событие происходило в области, приближенной к окраинам Донецкого острова. Обобщение данных по палеогеографии северной части Ростовской области (табл. 3) позволяет реконструировать для суходольского времени к северу от суши, образовавшейся на месте Донбасса, обширную полосу преимущественно терригенной седиментации, имевшую ширину до 70–80 км и протягивавшуюся на запад по крайней мере до широт современных Луганска и Лисичанска (рис. 6). На восточном ограничении этой суши отмечается узкая полоса более грубых существен-



**Рис. 6.** Контуры распространения пород суходольской свиты (верхний кампан–нижний маастрихт).

1 – пункты, где установлено присутствие суходольской свиты (табл. 3); 2 – область, где в настоящее время отсутствуют отложения суходольской свиты; 3 – область распространения палеозойских пород в пределах Донецкого острова; 4, 5 – суходольская свита: 4 – фации глин известковистых и слабоизвестковистых, алевролитов, редко тонкозернистых песчаников, 5 – фации известковистых песчаников и кремнистых глин; 6 – направление сноса; 7–12 – находки: 7 – *Belemnitella langei*, 8 – *Belemnella licharewi*, 9 – известкового наннопланктона, 10 – секретирующих бентосных фораминифер, 11 – грубопесчаных агглютинирующих фораминифер, 12 – радиолярий.

Таблица 3. Пункты, где установлено присутствие суходольской свиты

Номер на карте (рис. 6)	Названия скважин и разрезов	Местоположение	Литология	Мощность, м	Источник
1	Скв. 1А Знаменка	Село Знаменка, Морозовский район, Ростовская область, Россия	Глины известковые, алевроитовые, слюдяные, кремнеземистые	29	Настоящая работа
2	Скв. 31	В 55 км к ЮЮВ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Песчаники известковистые	12	Морозов, 1962, черт 7
3	Скв. 40	В 44 км к ЮЮВ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Песчаники известковистые	22	Морозов, 1962, черт 7
4	Скв. 42	В 37 км к ЮЮВ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Песчаники известковистые	26	Морозов, 1962, черт 7
5	Скв. 61	В 25 км к ЮЮВ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Глины кремнистые	19	Морозов, 1962, черт 7
6	Скв. 66	В 17 км к ЗСЗ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Мергели песчанистые	13	Морозов, 1962, черт 7
7	Скв. 26	В 37 км к ЮЮВ от г. Морозовск, Ростовская область, Россия	Песчаники известковистые	9	Морозов, 1962, черт 7
8	Скв. 11	В 20 км выше устья р. Березовая, Ростовская область, Россия	Алевролиты и глины	48	Морозов, 1962, черт 4
9	Скв. 7	В 47 км выше устья р. Березовая, Ростовская область, Россия	Мергели, глины и алевролиты	35	Морозов, 1962, черт 4
10	Скв. 4	В окрестностях станицы Селивановской, Ростовская область, Россия	Алевролиты	22	Морозов, 1962, черт 4
11	Ефремово-Степановка	Село Ефремово-Степановка, правый берег р. Калитва, Ростовская область, Россия	Глины алевролитистые, известковистые, кремнеземистые, слюдяные, с прослоями алевролитов глинистых	13.5	Настоящая работа
12	Россыпное	В 2.5 км выше по течению от с. Ефремово-Степановка, Ростовская область, Россия	Глины известковистые, в различной степени окремненные и алевролитистые	13.5	Настоящая работа
13	Нижне-митякинский	Хутор Нижнемитякинский в 23 км к ЗЮЗ от пос. Тарасовский, Ростовская область, Россия	Мергели слюдяные, тонкозернистые, песчанистые	17.5	Полевой дневник Д.П. Найдина, 1954 г.
14	Большой Суходол	Село Большой Суходол (Великий Суходол), правый берег р. Северский Донец, Луганская область, Украина	Мергели песчанистые и пески желтовато-серые	—	Полевой дневник Д.П. Найдина, 1957 г.
15	Нижне-Герасимовский	Хутор Нижне-Герасимовский, правый берег р. Деркул в 25 км от устья, Луганская область, Украина	Глины мергелистые, плотные	6–7	Полевой дневник Д.П. Найдина, 1957 г.
16	Красный Деркул	Правый берег р. Деркул, в 4 км южнее с. Красный Деркул, в 30 км от устья, Луганская область, Украина	Мергелистые глины	7–8	Полевой дневник Д.П. Найдина, 1957 г.
17	Скв. Кружиловка	Скважина в окрестностях станицы Кружиловка на правом берегу р. С. Донец, Луганская область, Украина	Алевролиты карбонатные, слюдяные	49	Липник, Ткаченко, 1960
18	Скв. 106 Старобельск	Скв. 106, окрестности г. Старобельска, Луганская область, Украина	Глины известковистые, слюдяные, алевроитовые	12	Иванников, Липник, 1971



но песчаных осадков. К сожалению, далее к северу отложения этого возраста срезаны кайнозойской эрозией, что не позволяет определить границу области с терригенной седиментацией. Далее на запад, где Донбасс погружается под Днепровско-Донецкую впадину, в Харьковской области и на юге соседних Белгородской и Курской областей пограничные отложения кампана и маастрихта сложены почти целиком карбонатными породами (писчий мел), хотя детали этого перехода не совсем ясны.

Нельзя полностью исключить и влияния на рассматриваемый участок морского бассейна предполагаемой мощной авандельты речной системы Прото-Дона, которая показана на литолого-фациальной карте раннего кампана Восточно-Европейской платформы (Алексеев и др., 2005). Однако эта речная система начала функционировать значительно раньше, и основной объем терригенного материала разгружался восточнее, на юге современного Волгоградского Поволжья (Александрова и др., 2012).

Д.П. Найдин (1962, Найдин и др., 2008) полагал, что широкое развитие в отдельные моменты времени кремневых организмов в поздне меловом бассейне Поволжья могло быть связано с внедрением сюда прохладных и несколько опресненных аркто-бореальных вод. Общность видов “примитивных” агглютинирующих фораминифер и радиолярий в комплексах суходольской свиты и в аркто-бореальных комплексах Полярного Предуралья и Западной Сибири (Субботина, 1964; Амон, 2000; Практическое..., 1991) вроде бы подтверждает возможность и такой палеогеографической реконструкции. Однако чтобы влияние холодной арктической водной массы, поступившей с севера Тимано-Печорской провинции или Зауралья, сохранилось до Саратовского Поволжья и тем более северных окраин Донбасса, она должна была бы стать существенно опресненной, чего не наблюдается. По существу, отсутствуют признаки заметного снижения солености в составе биоты суходольского бассейна, хотя определение этого параметра древних бассейнов представляет собой самую сложную задачу.

Совокупность полученных данных убедительно свидетельствует, что суходольское событие попадает в тот интервал поздне меловой истории, когда происходили глобальные изменения уровня океана, возможно вызванные существенными похолоданиями и потеплениями в конце кампана и начале маастрихта (Miller et al., 1999). Это время недавно предложено было выделять (Voigt et al., 2010, 2012) как “кампан-маастрихтское пограничное событие” (СМВ или СМВЕ) – довольно длительный интервал (до 1 или даже 2.5 млн лет)

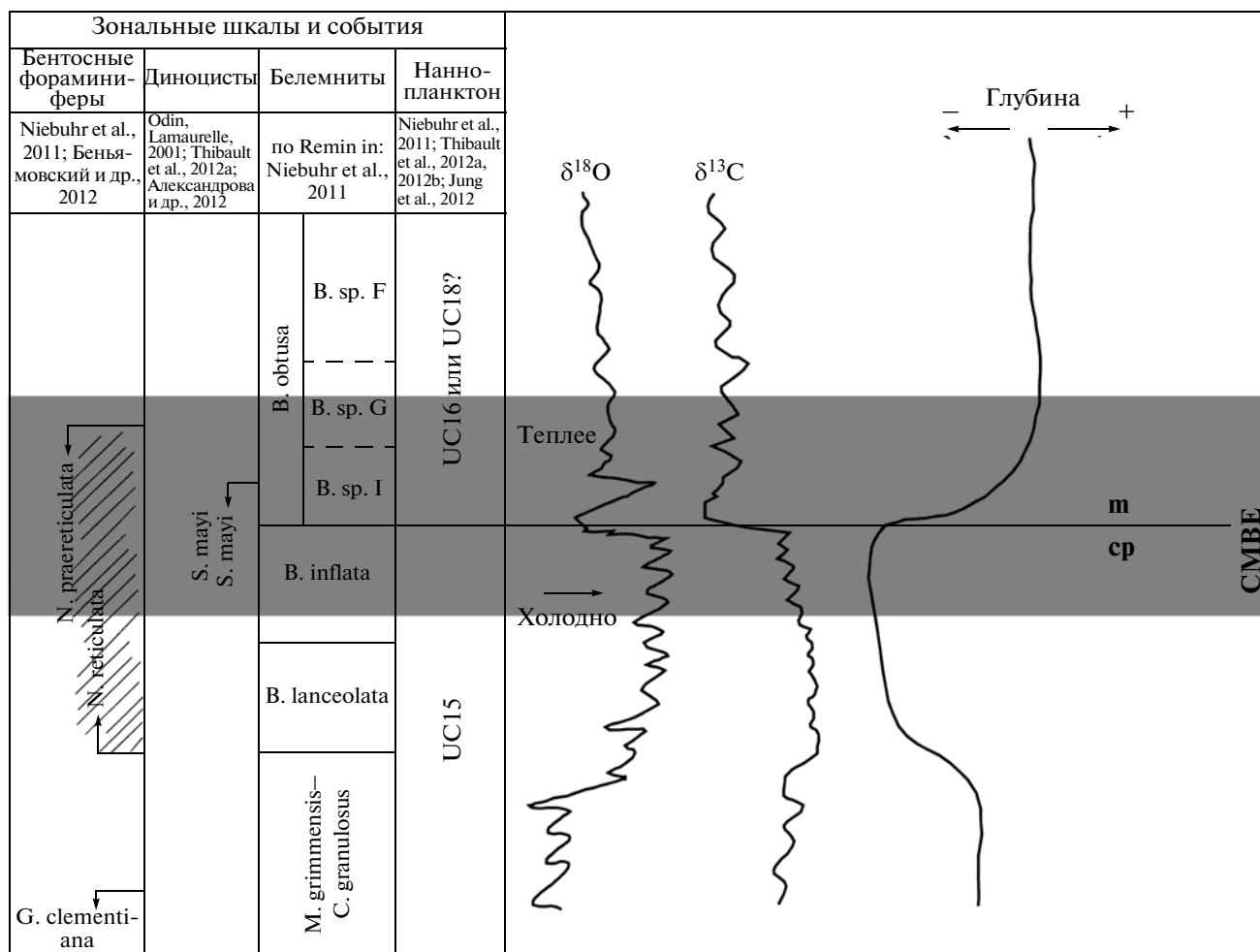
охлаждения океанических вод, сопровождавшийся отрицательной аномалией изотопного состава углерода и падениями уровня моря (рис. 7).

На поднятии Шатского в экваториальной зоне Тихого океана этот интервал определен в верхней части зоны UC16, в зоне UC17 и в базальной части зоны UC18 по известковому наннопланктону, где отмечен пик аномалии изотопного состава углерода (Jung et al., 2012). Он начинается несколько ниже уровня исчезновения *Uniplanarius trifidus* (Stradner) Hattner et Wise и *Broinsonia parca constricta* Hattner et al. и заканчивается выше уровня исчезновения *Tranolithus orionatus* (Reinhardt) Reinhardt. Согласно возрастной модели (по GTS 2004) это событие длилось с 72.1 до 70.5 млн лет назад.

В опорном для верхнего кампана и маастрихта Европейской палеобиогеографической области разрезе Кронсмор (Северная Германия) начало негативного сдвига  $\delta^{13}\text{C}$  совпадает с первым появлением одного из видов-индексов границы этих ярусов – аммонита *Pachydiscus neubergicus* (Hauer) – и располагается в верхней части зоны UC15 (Niebuhr et al., 2011). В этом случае традиционный маркер нижней границы маастрихта в этой области – белемнит *Belemnella lanceolata* (von Schlotheim) – появляется примерно на 450 тыс. лет раньше.

В более глубоководном разрезе Рёрдаль на севере Дании и в разрезе Стевнс на востоке Дании это изотопное событие установлено внутри зоны UC16 (подзона UC16d<sup>BP</sup>) и подразделено на три фазы (Thibault et al., 2012a). Граница кампана и маастрихта совпадает с фазой СМВс. Всего этими авторами выделено в верхней части кампана и нижнем маастрихте 15 изотопно-углеродных событий. Их прослеживание в глубоководном разрезе на плато Экмут в тропической части Индийского океана и корреляция с разрезами Северной Европы показали, что в бореальной области международная нижняя граница маастрихта, расположенная в подошве зоны *Belemnella obtusa*, отвечает фазе СМВа, т.е. примерно на 800 тыс. лет моложе, чем в стратотипическом разрезе Терсис во Франции (Thibault et al., 2012b).

На севере Ростовской области во время накопления суходольской свиты произошло падение уровня моря и некоторое похолодание, сопровождавшиеся усиленным привносом терригенного материала. Есть основания полагать, что суходольское событие отражает один из эпизодов “кампан-маастрихтского пограничного события”, имевшего глобальный масштаб, но различно проявленного в разных бассейнах земного шара.



**Рис. 7.** Положение кампан-маастрихтского пограничного события (СМВЕ) в различных зональных шкалах, генерализованные изменения изотопного состава углерода и кислорода в карбонатах и относительные колебания глубины морских бассейнов по (Jung et al., 2012; Niebuhr et al., 2011; Thibault et al., 2012a).

m — маастрихт, cp — кампан.

## ВЫВОДЫ

1. Проведено комплексное литолого-минералого-химическое изучение отложений верхнего кампана—нижнего маастрихта по опорным разрезам Ефремово-Степановка и Россыпное: определена карбонатность пород, выполнен рентгенодифрактометрический и силикатный анализ, а также анализ нерастворимого остатка. В результате получена информация о составе пород и тем самым созданы предпосылки для расшифровки их генезиса. Параллельно проведен анализ изменений и перестроек в составе ископаемой биоты.

2. Соединение вещественных и биотических параметров облегчило реконструкцию динамики развития северо-ростовского участка позднекампанско-раннемаастрихтского моря, располагавшегося на юге Русской плиты и омывавшего Донецкий остров. Выделены три стадии: а) белгородско-павловская (позднекампанская), б) суходольская

(позднекампанско-раннемаастрихтская), в) ефремово-степановская (маастрихтская). Каждая стадия характеризовалась определенными физико-географической обстановкой и составом биотических комплексов.

3. Подтверждено, что областью сноса терригенного материала являлось приподнятое сооружение складчатого Донбасса. Наиболее интенсивный снос осуществлялся в суходольскую стадию, когда в результате регрессии и падения уровня моря произошел “выплеск” песчано-алевритового материала с Донбасса на север в виде громадного языка, занимавшего обширную область по северной периферии Донецкого острова. Именно это событие способствовало кардинальной перестройке как в седиментации (падение карбонатности и увеличение терригенно-кремнистой составляющей, рост содержания цеолитов), так и в биоте (появление “примитивных”

кварц-кремневых агглютинирующих бентосных фораминифер и массовых радиолярий).

4. В суходольскую стадию по данным изучения радиолярий отчетливо прослеживается чередование теплых и прохладных интервалов. Особенно четкое похолодание реконструировано для конечной фазы суходольской стадии (вероятно, начало маастрихта), что может отвечать глобальному эпизоду похолодания, с которым некоторые ученые связывали даже появление ледовых шапок на полюсах (Miller et al., 1999). Поскольку суходольская стадия охватывала примерно 0.3 млн лет, продолжительность четырех эпизодов смены температурного фона поверхностных вод была чрезвычайно короткой (около 70–90 тыс. лет).

*Благодарности.* Авторы благодарят М.С. Бойко, который вместе с М.Н. Овечкиной провел полевое описание разреза и отбор образцов, Э.М. Спиридонова за предоставление образца чистого гейландита, Г.Н. Александрову за помощь в подготовке образцов к анализу.

Работа поддержана РФФИ, проекты №№ 10-05-00308, 12-05-00196 и 12-05-00690.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Вишневская В.С., Застрожных А.С.* Новые данные по биостратиграфии верхнего мела Нижнего Поволжья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 5. С. 25–64.
- Алексеев А.С., Копаевич Л.Ф., Барабошкин Е.Ю. и др.* Палеогеография юга Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления в позднем мелу. Статья 2. Палеогеографическая обстановка // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2005. Т. 80. Вып. 4. С. 20–35.
- Амон Э.О.* Верхнемеловые радиолярии Урала // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала. Вып. 5. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2000. 207 с.
- Бардоши Д., Конда Й., Рапп-Шик Ш., Толнаи В.* Кристобалит в бат-келловейских радиоляриях гор Баконь // Проблемы геохимии. М.: Наука, 1965. С. 521–536.
- Барышникова В.И.* Стратиграфическое значение фораминифер верхнемеловых отложений Нижнего Поволжья и бассейна среднего течения р. Дона // Труды научной конференции по стратиграфии мезозоя и палеогена Нижнего Поволжья и смежных областей. Вольск, 1958. С. 271–279.
- Барышникова В.И.* Стратиграфический очерк. Меловая система. Верхний отдел // Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов Нижнего Поволжья и сопредельных областей. Вып. 1. Общая часть. Фораминиферы. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1967. С. 44–66.
- Барышникова В.И.* О возрасте и условиях образования подлянцолятовых кремнистых глин Саратовского Правобережья // Вопросы стратиграфии и палеонтологии. № 3. Саратов: Сарат. гос. ун-т, 1978. С. 81–89.
- Беньямовский В.Н., Алексеев А.С., Овечкина М.Н. и др.* Верхний кампан–нижний маастрихт северо-запада Ростовской области. Статья 1. Характеристика разрез
- зов и палеонтологических комплексов, лито-биостратиграфия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 4. С. 33–67.
- Бланк М.Я., Горбенко В.Ф.* Стратиграфия верхнемеловой толщи Северного Донбасса // Материалы по геологии Донецкого бассейна. М.: Недра, 1968. С. 34–46.
- Бушинский Г.И.* Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1954. Вып. 156. 173 с.
- Веклич О.Д.* Характеристика верхнекампанских фораминифер північної окраїни Донбасу (с. Георгіївка) // Сборник научных трудов Института геологических наук НАН Украины. Киев: Изд-во Ин-та геол. наук НАН Украины, 2009. С. 207–211.
- Вишневская В.С.* Биогеография и происхождение некоторых высокоширотных мел-палеогеновых радиолярий // Бішстратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою України. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. Київ: ІГН НАН України, 2008. С. 397–403.
- Вишневская В.С.* Новые радиолярии сем. *Prunobrachidae* из верхов верхнего мела восточного склона Полярного Урала // Палеонтол. журн. 2011. № 4. С. 19–25.
- Гроссгейм В.А.* Терригенное осадконакопление в мезозое и кайнозое европейской части СССР (в связи с поисками литологических залежей нефти и газа) // Тр. ВНИГРИ. 1972. Вып. 314. 248 с.
- Дзоценидзе Г.С.* Эффузивные образования. Донеогеновый вулканизм // Геология СССР. Т. 10. Грузинская ССР. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. С. 387–414.
- Закревская Е.Ю.* Первая находка *Pseudosiderolites Smout* (фораминиферы) в верхнемеловых отложениях Ростовской области // Палеонтол. журн. 2009. № 1. С. 20–32.
- Іванніков О.В., Липник О.С.* Окраїни Донецького басейну. Стратиграфія. Верхня крейда // Стратиграфія УРСР. Т. VIII. Крейда. Київ: Наукова думка, 1971. С. 21–40.
- Липник Е.С.* Верхнемеловые фораминиферы северной части Украины // Обоснование стратиграфических подразделений мезо-кайнозоя Украины по микрофауне. Киев: Наукова думка, 1974. С. 68–92.
- Липник Е.С.* Некоторые агглютинирующие фораминиферы из нижнего маастрихта восточных окраин Донбасса // Палеонтол. сборник. 1978. № 15. С. 14–19.
- Липник О.С., Ткаченко Т.О.* Нові дані про нижньомаастрихтські відклади східних окраїн Донбасу // Докл. АН УССР. 1960. № 1. С. 77–81.
- Морозов Н.С.* Верхнемеловые отложения Нижнего Поволжья и бассейна среднего течения р. Дона // Труды научной конференции по стратиграфии мезозоя и палеогена Нижнего Поволжья и смежных областей. Вольск, 1958. С. 271–279.
- Морозов С.Н.* Верхнемеловые отложения междуречья Дона и Северного Донца и южной части Волго-Донского водораздела. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1962. 176 с.
- Морозов С.Н., Орехова В.М.* Меловая система. Верхний отдел // Геология СССР. Т. 46. Ростовская, Волгоград-

- ская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Ч. 1. Геол. описание. М.: Недра, 1970. С. 318–360.
- Найдин Д.П.* Палеогеография Русской платформы в меловой период. Верхнемеловая эпоха // Очерки региональной геологии СССР. Вып. 5. Юрские и меловые отложения Русской платформы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. С. 158–167.
- Найдин Д.П., Беньямовский В.Н., Конаевич Л.Ф.* Методы изучения трансгрессий и регрессий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 163 с.
- Найдин Д.П., Беньямовский В.Н., Конаевич Л.Ф.* Палеогеографическое обоснование стратиграфических построений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 136 с.
- Найдин Д.П., Беньямовский В.Н., Олферьев А.Г. и др.* Региональное опреснение поздне мелового эпиконтинентального моря Восточно-Европейской платформы. Статья 1. Позднекампанское опреснение Ульяновско-Саратовского участка моря // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2008. Т. 83. Вып. 1. С. 60–71.
- Овечкина М.Н.* Известковый нанопланктон верхнего мела (кампан и маастрихт) юга и востока Русской плиты // Тр. Палеонтол. ин-та РАН. 2007. Т. 288. 352 с.
- Овечкина М.Н., Алексеев А.С.* Изменения сообществ фито- и зоопланктона в маастрихтском бассейне Саратовского Поволжья // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 6. М.: ПИН РАН, 2004. С. 57–73.
- Погребнов Н.И.* (ред.). Путеводитель экскурсии по Донбассу и Северному Кавказу. VIII Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона, Москва, 1975 г. М.: Наука, 1975. 104 с.
- Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. Л.: Недра, 1991. 375 с.
- Сеньковский Ю.Н.* О минералогической природе кристобалита из осадочных пород запада Украины и Молдавии // Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд. Серия минералогии, петрографии и геохимии. Вып. 1. Киев: Наукова думка, 1971. С. 109–118.
- Сеньковский Ю.Н.* Литогенез кремнистых толщ юго-запада СССР. Киев: Наукова думка, 1977. 127 с.
- Субботина Н.Н.* (ред.). Фораминиферы меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Тр. ВНИГРИ. 1964. Вып. 234. 456 с.
- Швембергер Г.Н.* Стратиграфия верхнемеловых отложений северной части Ростовской области по фораминиферам // Геология и полезные ископаемые бассейна Дона и Поволжья. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та, 1962. С. 73–87.
- Шуменко С.И.* Литология и породообразующие организмы (кокколитофориды) верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1971. 164 с.
- Bektaş O., Sen C., Atici Y., Köprübaşı N.* Migration of the Upper Cretaceous subduction-related volcanism towards the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc // Geol. J. 1999. V. 34. P. 95–106.
- Burnett J.A.* Upper Cretaceous // Calcareous nannofossil biostratigraphy. Ed. Bown P.R. British Micropalaeontol. Soc. Publ. Ser. London: Chapman and Hall, 1998. P. 132–198.
- Conley D.J.* Riverine contribution of biogenic silica to the oceanic silica budget // Limnol. Oceanogr. 1997. V. 42. № 4. P. 774–777.
- Eyüboğlu Y.* Late Cretaceous high-K volcanism in the eastern Pontide orogenic belt: implications for the geodynamic evolution of NE Turkey // Int. Geol. Rev. 2010. V. 52. № 2–3. P. 142–186.
- Gingele F.X., Schulz H.D.* Autigenic zeolites in Late Pleistocene sediments of the South Atlantic (Angola Basin) // Mar. Geol. 1993. V. 111. № 1–2. P. 121–131.
- Henriksson A.S., Malmgren B.A.* Ranking of differential dissolution of terminal Cretaceous calcareous nannofossils using a statistical approach // Revista Española de Micropalaeontologia. 1999. V. 31. № 2. P. 289–296.
- Jung C., Voigt S., Friedrich O.* High-resolution carbon-isotope stratigraphy across the Campanian–Maastrichtian boundary at Shatsky Rise (tropical Pacific) // Cretaceous Res. 2012. V. 37. P. 177–185.
- Miller K.G., Barrera E., Olsson R.K. et al.* Does ice drive early Maastrichtian eustasy? // Geology. 1999. V. 27. P. 783–786.
- Niebuhr B., Hampton M.J., Gallagher L.T., Remin Z.* Integrated stratigraphy of the Krons Moor section (northern Germany), a reference point for the base of the Maastrichtian in the Boreal Realm // Acta Geol. Polonica. 2011. V. 61. № 2. P. 193–214.
- Odin G.S., Lamaurelle M.A.* The global Campanian–Maastrichtian Stage boundary // Episodes. 2001. V. 24. № 4. P. 229–238.
- Petzing J., Chester B.* Authigenic marine zeolites and their relationship to global volcanism // Mar. Geol. 1979. V. 29. № 1–4. P. 253–271.
- Thibault N., Harlou R., Schovsbo N. et al.* Upper Campanian–Maastrichtian nannofossil biostratigraphy and high-resolution carbon-isotope stratigraphy of the Danish Basin: Towards a standard  $\delta^{13}\text{C}$  curve for the Boreal Realm // Cretaceous Res. 2012a. V. 33. P. 72–90.
- Thibault N., Husson D., Harlou R. et al.* Astronomical calibration of upper Campanian–Maastrichtian carbon isotope events and calcareous plankton biostratigraphy in the Indian Ocean (ODP Hole 762C): Implication for the age of the Campanian–Maastrichtian boundary // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2012b. V. 337–338. P. 52–71.
- Thierstein H.R.* Selective dissolution of Late Cretaceous and earliest Tertiary calcareous nannofossils: Experimental evidence // Cretaceous Res. 1980. V. 1. № 2. P. 165–176.
- Voigt S., Friedrich O., Norris R.D., Schönfeld J.* Campanian–Maastrichtian carbon isotope stratigraphy: shelf–ocean correlation between the European shelf sea and tropical Pacific Ocean // Newsletters on Stratigraphy. 2010. V. 44. № 1. P. 57–72.
- Voigt S., Gale A.S., Jung C., Jenkyns H.C.* Global correlation of Upper Campanian–Maastrichtian successions using carbon-isotope stratigraphy: development of a new Maastrichtian timescale // Newsletters on Stratigraphy. 2012. V. 45. № 1. P. 25–53.

Рецензенты *Е.А. Щербинина, В.А. Захаров*