

УДК 552.54:551.763.31(477.75)

Н.В. Толстова, Р.Р. Габдуллин

РИТМИЧНОСТЬ НИЖНЕКАМПАНСКИХ И МААСТРИХТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРНОГО КРЫМА НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗОВ С. ТЕРНОВКА И Г. АК-КАЯ: СТРОЕНИЕ, ТИПИЗАЦИЯ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Введение. На протяжении многих лет авторы проводили детальные комплексные исследования кампанских и маастрихтских карбонатных разрезов в районе Горного Крыма. Новые разрезы впервые исследованы методами, которые ранее применялись к серии обнажений разновозрастных слоев в данном районе (горы Кизил-Чигир, Беш-Кош). Методика исследования циклической толщи включала макроскопическое изучение пород на обнажении и микроскопическое в шлифах; определение содержания CaCO₃ путем растворения карбонатной составляющей сильной соляной кислотой; рентгенофазовый анализ, проводившийся на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2 методом ориентированного препарата, а также петромагнитные определения магнитной восприимчивости (k).

Основная цель исследований — реконструкция условий осадконакопления циклически построенных осадков путем их изучения комплексом аналитических методов. Главные задачи: 1) описание разрезов и выделение пластовых циклитов; 2) типизация циклитов; 3) аналитические исследования; 4) реконструкция палеогеографических условий седиментации на основе существующих механизмов и моделей; 5) циклостратиграфическая корреляция изученных разрезов с ранее изученными.

Нижнекампанские отложения разреза у с. Терновка (Севастопольский район) расположены в центре села в подрезке автомобильной дороги. Здесь наблюдается чередование глинистых известняков мощностью 0,3—0,8 м с карбонатными глинами мощностью 0,025—0,11 м. Выделено 18 ритмов. Классификация пород принята в соответствии с методикой В.Т. Фролова [3].

Стратиграфия. За стратиграфическую основу для исследования разрезов принята схема верхнего мела юга СССР, предложенная М.М. Алиевым [1]. На рис. 1 приведены изученный разрез и распределение изученных параметров. Для ряда наиболее примечательных слоев нижней, средней и верхней частей разреза выполнено их микроскопическое описание, характеристика основных компонентов выделенных элементов ритма приведена в табл. 1.

Слой 1. Известняк фораминиферовый глинистый. Изучен микроскопически, содержит (%) раковины фораминифер 45, обломки иглокожих 5, микритовый кальцит 43, пелит 7; мощность >0,5 м.

Слой 2. Глина известковистая. В слое много лимонитизированных марказитовых конкреций. Изучен

микроскопически, содержит (%) раковины фораминифер 10, микритовый кальцит 39, пелит 51, а также единичные зерна глауконита, кварца, остатки скелета рыб; мощность 0,15 м.

Слой 15. Известняк фораминиферовый глинистый. Изучен микроскопически, содержит (%) раковины фораминифер 50, обломки иглокожих 5, микритовый кальцит 25, пелит 20, единичные зерна кварца, остатки скелетов рыб; мощность 0,8 м.

Слой 16. Глина известковистая. Изучена микроскопически, содержит (%) раковины фораминифер 5, обломки иглокожих 3, микритовый кальцит 43, кварц 5, пелит 44, единичные остатки скелетов рыб; мощность 0,065 м.

Слой 35. Известняк фораминиферовый глинистый, сильно биотурбированный. Изучен микроскопически, содержит (%) раковины фораминифер 45, микритовый кальцит 40, пелит 15, единичные зерна кварца, обломки иглокожих, скелетов рыб; мощность 0,35 м.

Слой 36. Глина известковистая. Изучена микроскопически, содержит (%): раковины фораминифер 20, микритовый кальцит 30, пелит 50 (31% — монтмориллонит и 19% — гидрослюда), единичные зерна кварца, глауконита, обломки иглокожих; мощность 0,1 м.

Таблица 1

Характеристика основных компонентов выделенных элементов ритма в разрезе нижнекампанских отложений у с. Терновка

Состав	Мощность, м	CaCO ₃ , %	Раковины фораминифер, %	Микритовый кальцит, %	Пелит, %
Известняк фораминиферовый	0,3—0,8	80—95	40—60	25—46	4—20
Глина известковистая	0,025—0,15	50—60	5—20	30—43	44—51

Генезис цикличности. Возможными механизмами формирования цикличности в мелководных и глубоководных условиях можно считать циклы разбавления, растворения и биопродуктивности. Их взаимодействие внутри седиментационной системы реализуется в виде 13 моделей, описанных в [2]. Происхождение цикличности в разрезе нижнекампанских отложе-

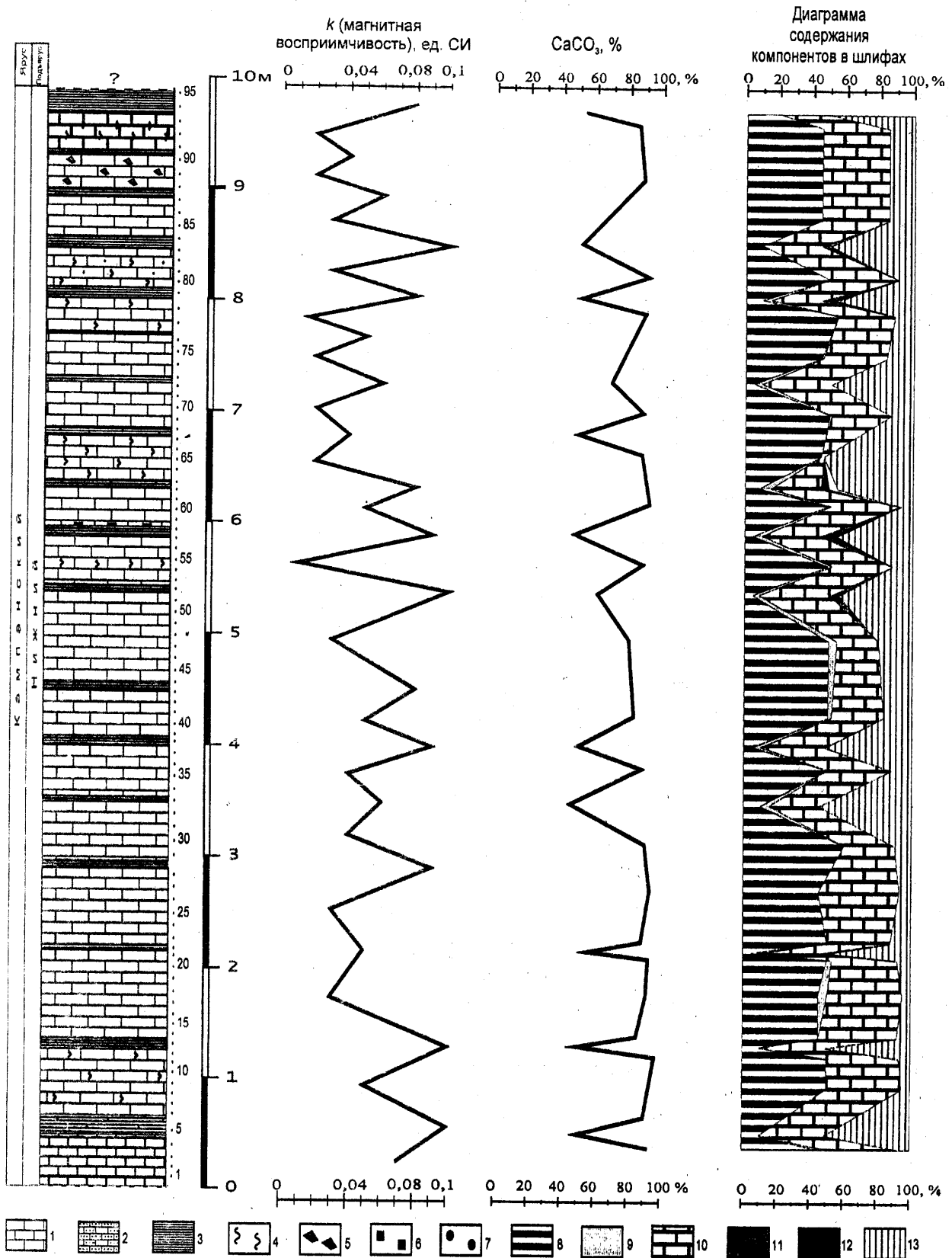


Рис. 1. Распределение изученных параметров (процентное содержание CaCO_3 и компонентов в шлифах, магнитная восприимчивость) в нижнекампанских отложениях с. Терновка (Юго-Западный Крым): 1 — известняк плотный; 2 — известняк рыхлый; 3 — глина; 4 — биотурбация; 5 — губки; 6 — конкреции пирита; 7 — конкреции марказита; 8 — раковины фораминифер; 9 — обломки иглокожих; 10 — микритовый кальцит; 11 — кварц; 12 — рудный минерал; 13 — пелит

ний у с. Терновка может быть связано с моделями № 1, 2 и 9.

При микроскопическом изучении пород в шлифах обнаружено большое количество раковин планктонных фораминифер, а также обломки иглокожих, остатки скелетов рыб, что свидетельствует об относительно глубоководных и/или удаленных от берега условиях и нормальной солености. Это подтверждается наличием слабой биотурбации пород, отсутствием макрофоссилий и присутствием губковых горизонтов. Присутствие конкреций пирита и марказита, ходов илоедов, замещенных пиритом и марказитом, в основном в известковистых глинах указывает на условия дефицита растворенного в воде кислорода.

Ритмичное изменение магнитной восприимчивости (k), максимум которой приходится на известковистые глины, а минимум — на известняки, свидетельствует о периодах трансгрессии/регрессии и/или колебаниях количества привносимых минералов-магнетиков. Отмечено ритмичное изменение терригенной примеси. Максимум количества кварца и минимум раковин фораминифер выпадает на менее карбонатный элемент ритма (МКЭР) — глину, а минимум количества кварца и максимум раковин фораминифер — на более карбонатный элемент ритма (БКЭР) — известняк. Следы растворения карбонатов в разрезе и в шлифах не установлены, что показывает отсутствие связи между формированием ритмичности и циклами растворения. Если же интерпретировать генезис разреза с позиции циклов биопродуктивности, то надо предположить существование вулканического центра, постоянно извергавшегося в течение раннего кампана. В соответствии с представлениями о циклической вулканической деятельности [2] целесообразно рассматривать механизм циклов разбавления, а не биопродуктивности. Следовательно, для интерпретации формирования ритмичности данного разреза можно использовать модели № 1 и 2.

По данным рентгеноструктурного анализа глинистая составляющая МКЭР (известковистой глины) представлена минералами группы мотмориллонита и гидрослюды, образующихся по пепловым туфам кислого состава в щелочных условиях в морской среде. Присутствие в разрезе глинистых прослоев вулканогенной природы свидетельствует о разбавлении и

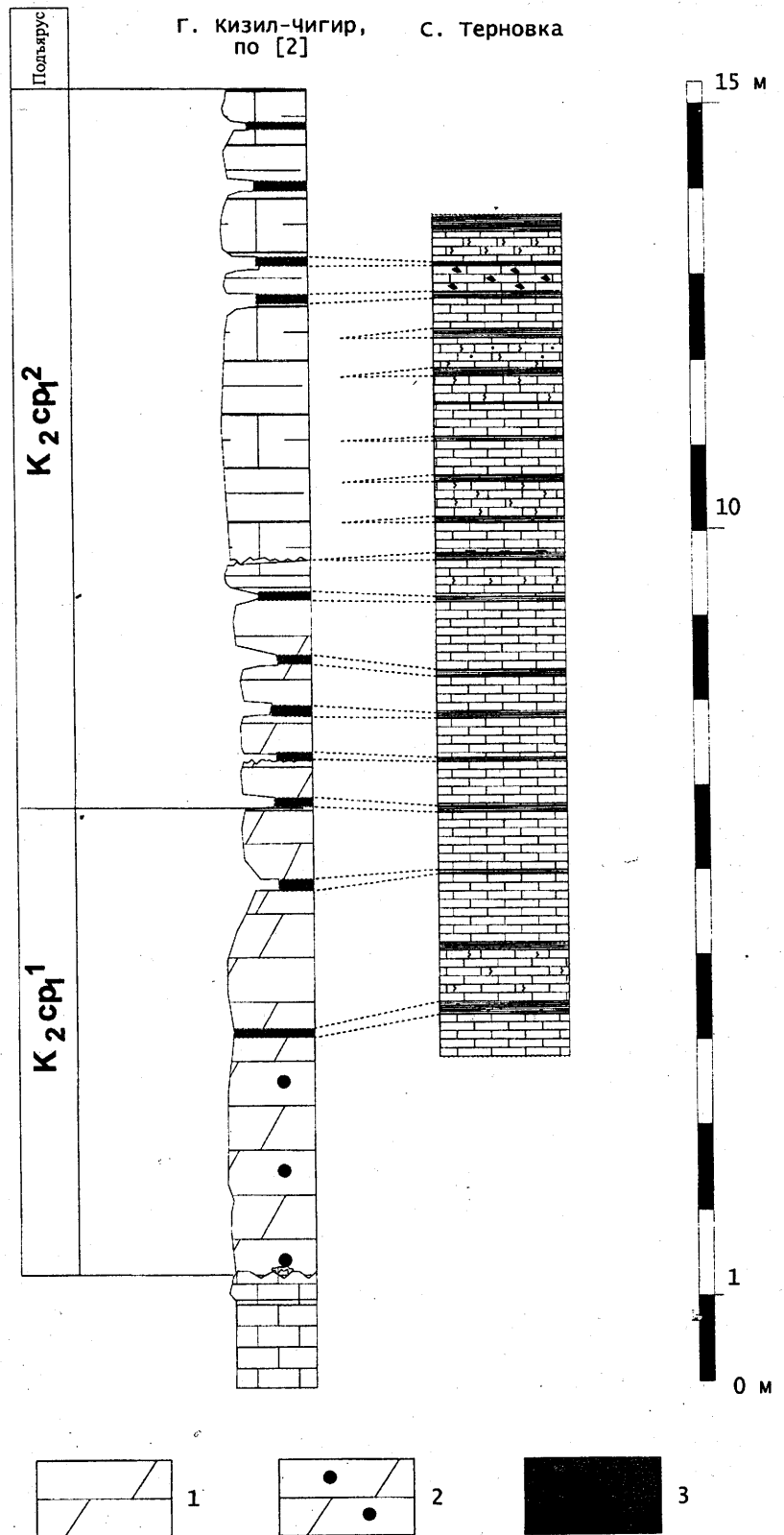


Рис. 2. Схема сопоставления ритмичных нижнекампанских отложений г. Кизил-Чигир и с. Терновка (Юго-Западный Крым): 1 — мергель; 2 — песчанистый мергель; 3 — глина. Остальные обозначения см. на рис. 1

Таблица 2

Характеристика основных компонентов выделенных элементов ритма в разрезе верхнемаастрихтских отложений г. Ак-Кая

Состав	Мощность, м	CaCO ₃ , %	Раковины фораминифер, %	Обломки брахиопод, %	Биокласты неясного генезиса, %	Микритовый кальцит, %	Кварц, %	Пелит, %
Известняк плотный	0,3—3	40—79	15—25	10—20	8—10	4—35	15—22	18—38
Известняк рыхлый	0,3—2	51—86	15—25	10—15	5—10	5—30	8—15	10—20

растворении накапливающихся карбонатов вулканическим материалом (модель № 9). Таким образом, формирование ритмичности в разрезе нижнекампанских отложений у с. Терновка может быть связано с моделями № 1, 2 и 9.

Циклостратиграфическая корреляция нижнекампанских отложений г. Кизил-Чигир, изученных ранее Р.Р. Габдуллиным [2], и у с. Терновка представлена на рис. 2. Удалось сопоставить 10-метровый интервал двух разрезов, 15 слоев, 7 ритмов. Ритмы разреза г. Кизил-Чигир (мергель (БҚЭР) — глина (МКЭР)) сопоставлены с ритмами разреза с. Терновка (известняк (БҚЭР) — глина (МКЭР)). Часть слоев не удалось сопоставить, но определено их положение в разрезе. Вероятно, сопоставить ряд слоев невозможно из-за разных палеогеографических условий седиментации в местном (локальном) масштабе. Сопоставив большую часть слоев и ритмов рассмотренных разрезов, можно говорить о влиянии одних и тех же глобальных условий седиментации. Этот факт подтверждается и выбором одних и тех же моделей формирования: для г. Кизил-Чигир — модели № 1 и 9, для разреза у с. Терновка — модели № 1, 2 и 9.

Маастрихтские отложения г. Ак-Кая исследованы вблизи г. Белогорска в Центральном Горном Крыму. В нижнем маастрихте наблюдается чередование плотных песчаных спиккуловых известняков мощностью 1—27 м с рыхлыми песчаными спиккуловыми известняками мощностью 0,3—7 м. Выделено 14 ритмов. В верхнем маастрихте — чередование известняков фораминиферовых, песчаных, плотных мощностью 0,3—3 м с известняками фораминиферовыми, песчаными, рыхлыми мощностью 0,3—2 м.

Стратиграфия. На рис. 3 приведены описываемый разрез и распределение в нем изученных параметров. Для ряда наиболее примечательных слоев выполнено их микроскопическое описание, характеристика основных компонентов выделенных элементов ритма приведена в табл. 2.

Нижнемаастрихтские отложения

Слой 1. Известняк спиккуловый песчаный плотный, встречается окремнение. Изучен микроско-

пически, содержит (%) спиккулы губок 60, фораминиферы 15, кварц 10, пелит 15, единичные зерна глауконита; мощность >27 м.

Слой 27. Известняк спиккуловый песчаный, рыхлый, встречаются конкреции выветрелого пирита, пиритизированные губки. Слой биотурбирован на 45%. Изучен микроскопически, содержит (%) спиккулы губок 45, раковины фораминифер 35, кварц 10, пелит 10, единичные зерна глауконита, остатки скелетов рыб; мощность 0,5 м.

Верхнемаастрихтские отложения

Слой 31. Известняк фораминиферовый, песчаный, рыхлый. Порода биотурбирована на 50%. Изучен микроскопически, со-

держит (%) раковины фораминифер 20, брахиоподы 15, биокласты неясного генезиса 10, кварц 10, глауконит 5, пелит 18, микритовый кальцит 22, единичные зерна рудного минерала; мощность 1,5 м.

Слой 32. Известняк фораминиферовый, песчаный, плотный. Порода биотурбирована на 30%, ходы крупные, имеют диаметр 1 см и длину 5—7 см. Встречено множество железистых оолитов, присутствуют единичные устрицы размером 2—3 см. Изучен микроскопически, содержит 25% раковин фораминифер, 15% брахиопод, 10% биокластов неясного генезиса, 20% кварца, 3% глауконита, 12% пелита, 15% микритового кальцита; мощность 0,5 м.

Слой 45. Известняк фораминиферовый, песчаный, рыхлый. Встречены единичные пиритовые конкреции. Изучен микроскопически, содержит 20% раковин фораминифер, 15% брахиопод, 5% биокластов неясного генезиса, 10% кварца, 10% глауконита, 3% остатков скелетов рыб, 2% рудного минерала, 22% пелита, 13% микритового кальцита; мощность 0,4 м.

Слой 46. Известняк фораминиферовый, песчаный, плотный. Встречены единичные пиритовые конкреции. Изучен микроскопически, содержит 15% раковин фораминифер, 10% брахиопод, 8% биокластов неясного генезиса, 15% кварца, 10% глауконита, 2% рудного минерала, 18% пелита, 22% микритового кальцита; мощность 0,5 м.

Генезис цикличности нижнемаастрихтских отложений г. Ак-Кая. При макроскопическом изучении пород встречены губки, гастроподы, иноцерамы, двустворки, наутилоидеи, крупные ходы илоедов. При микроскопическом изучении пород в шлифах обнаружены спиккулы губок, раковины планктонных фораминифер. Все это свидетельствует об относительно мелководных условиях, не слишком удаленных от берега (плохая окатанность и сортировка зерен кварца), нормальной солености, а также об активной гидродинамике, скорее всего осадконакопление проходило в зоне шельфа.

Изучив микроскопически два образца из разных элементов ритма данной толщи, отмечаем, что процентное содержание терригенной примеси не меняется, максимальное содержание карбоната кальция

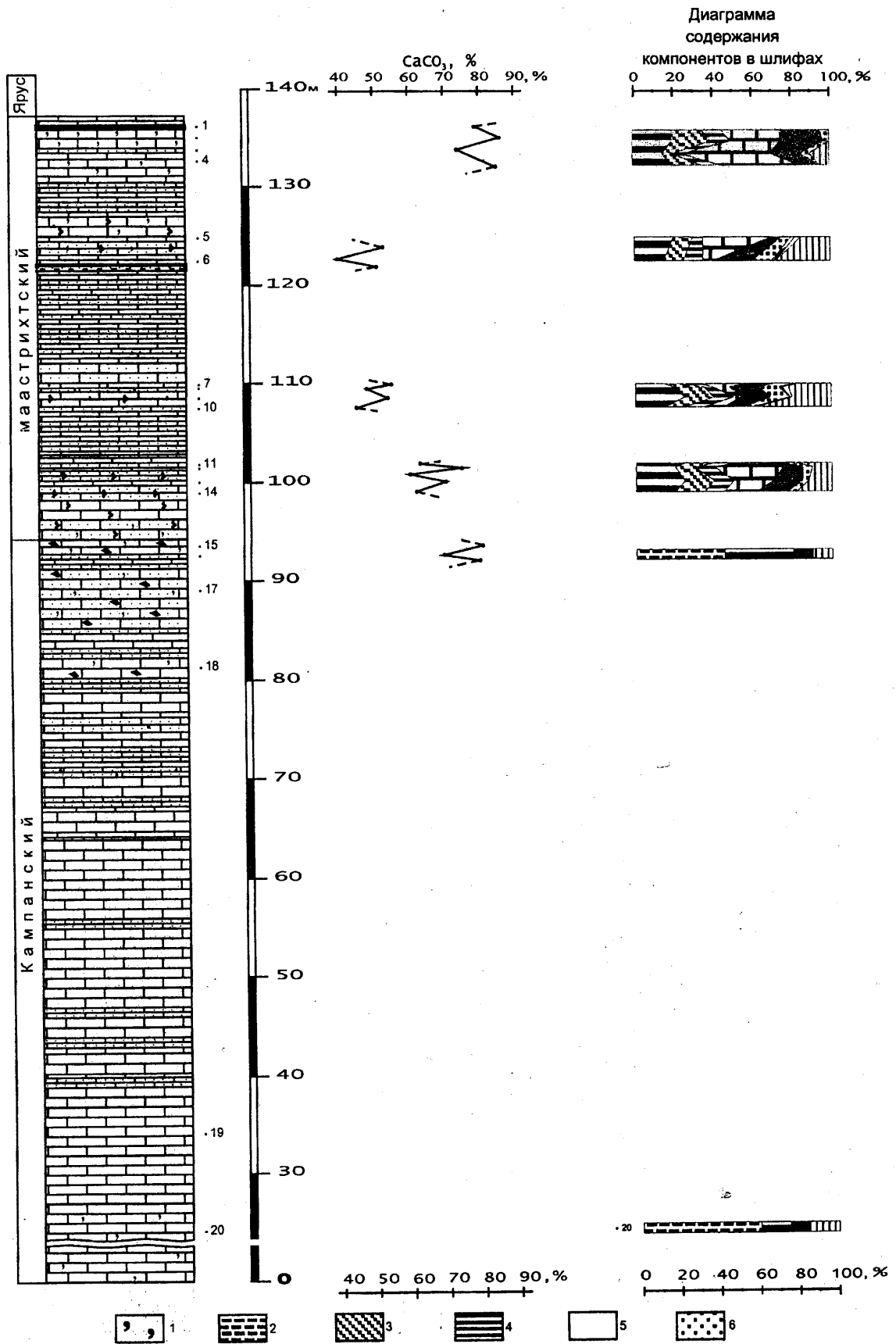


Рис. 3. Распределение изученных параметров (процентное содержание CaCO₃ и компонентов в шлифах) в маастрихтских отложениях г. Ак-Кая (г. Белогорск, Центральный Горный Крым): 1 — устрицы, гастроподы и др.; 2 — спикулы губок; 3 — обломки брахиопод; 4 — биокласты неясного генезиса; 5 — остатки скелета рыб; 6 — глауконит. Остальные обозначения см. на рис. 1

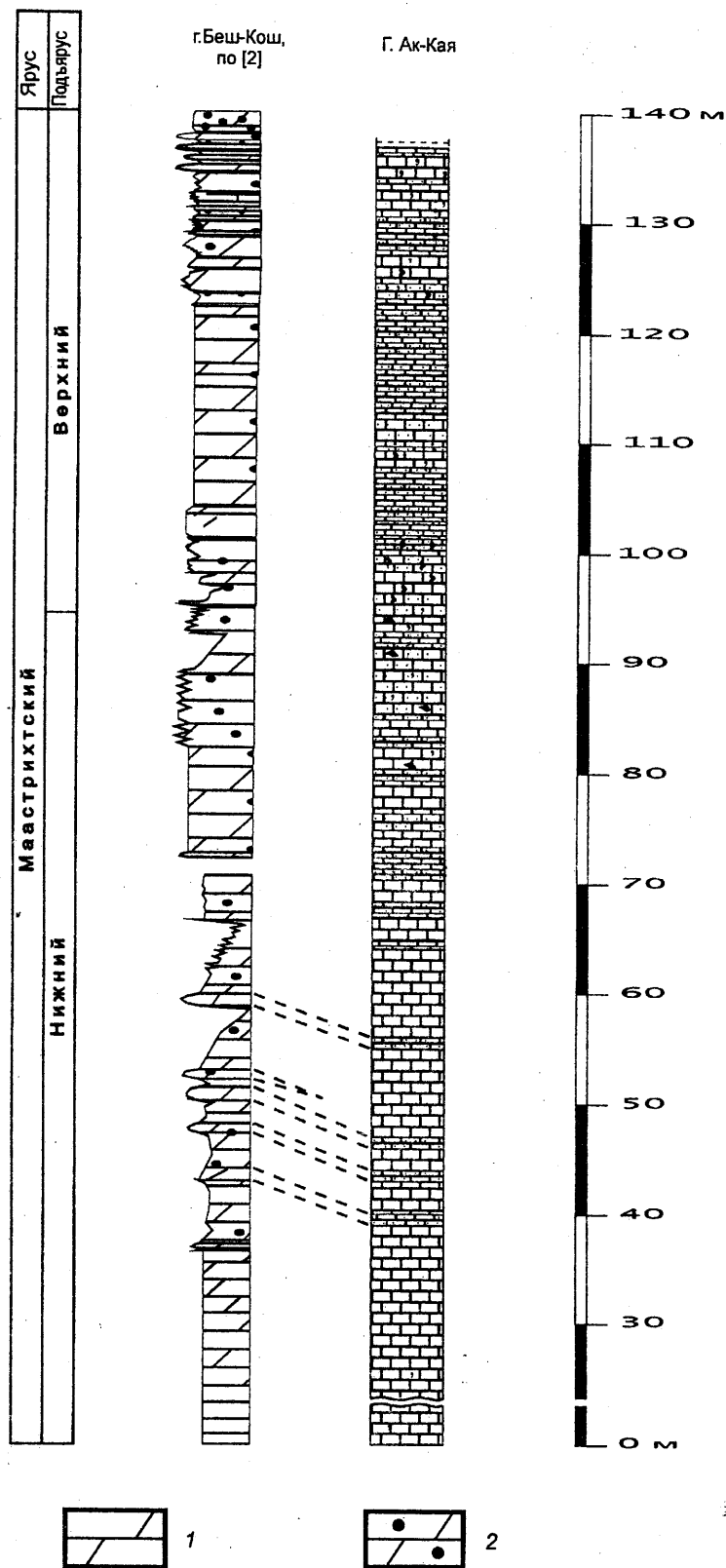


Рис. 4. Схема сопоставления ритмичных маастрихтских отложений г. Беш-Кош (Юго-Западный Крым) и г. Ак-Кая (Центральный Горный Крым): 1 — мергель; 2 — песчанистый мергель. Остальные обозначения см. на рис. 2

приходится на рыхлый известняк (БКЭР), а минимальное — на плотный (МКЭР), отличается также соотношение биокластов: в плотном известняке коли-

чество спикул губок гораздо больше, а раковин фораминифер много меньше, чем в рыхлом.

В разрезе и шлифах не встречены следы растворения карбонатов, что говорит об отсутствии циклов растворения. Генезис этой толщи можно трактовать с позиции циклов разбавления: изменение количества детрита (спикулы губок), сносимого донными течениями в мелководных условиях из более мелководных частей бассейна (модель № 1). С другой стороны, возможен вариант совместного действия эвстатических флуктуаций уровня моря и циклов биопродуктивности, что подтверждается различным соотношением доли спикул губок и раковин планктонных фораминифер в рыхлых и плотных разностях пород.

Генезис цикличности верхнемаастрихтских отложений г. Ак-Кая. При макроскопическом изучении пород встречены гребешки, устрицы, что характеризует активную гидродинамику крайне мелководного бассейна. При микроскопическом изучении пород в шлифах обнаружено большое количество раковин фораминифер, обломки брахиопод, биокласты неясного генезиса, остатки скелетов рыб, что подтверждает относительно мелководные условия. Наличие примеси кварца плохой окатанности и сортировки подтверждает активную гидродинамику. Как и в кампане, осадконакопление проходило в зоне шельфа.

На протяжении всего разреза максимум количества карбоната кальция приходится на рыхлый известняк (БКЭР), а минимум — на плотный (МКЭР). Следы растворения карбонатов в разрезе и в шлифах не установлены, это свидетельствует о том, что при формировании этой ритмичной толщи связь с циклами растворения отсутствует. На диаграмме распределения компонентов в шлифах отмечается ритмичное уменьшение и увеличение количества биокластов (раковин фораминифер, брахиопод и др.), максимальное количество которых приходится на рыхлый известняк, заметно ритмичное колебание терригенной примеси. Максимальное содержание кварца приходится на плотный известняк (МКЭР).

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что формирование ритмичности может быть связано с циклами разбавления и биопродуктивности. Но в крайне мелководных условиях циклы биопродуктивности играют подчиненную роль, поэтому генезис данной толщи связан с циклами разбавления и моделью № 1.

Циклостратиграфическая корреляция маастрихтских отложений г. Ак-Кая и г. Беш-Кош, изученная ранее Р.Р. Габдуллиным [2], представлена на рис. 4. В нижней части разреза удалось сопоставить 6 слоев, 3 ритма. Ритмы разреза г. Беш-Кош, сложенные мергелем (БКЭР) и песчаным мергелем (МКЭР), сопоставлены с ритмами разреза г. Ак-Кая (рыхлый известняк (БКЭР) — плотный известняк (МКЭР)). На других интервалах сопоставить слои и ритмы не удалось. Подобраны разные модели формирования для данных разрезов: для г. Ак-Кая — модели № 1 и 10, для г. Беш-Кош — модель № 3, что интерпретируется как результат действия разных палеогеографических условий местного масштаба.

Слои терминального маастрихта разреза г. Беш-Кош были сопоставлены ранее Р.Р. Габдуллиным [2] с одновозрастными толщами разрезов Испании, что позволяет говорить о существовании циклостратиграфических маркеров для корреляции удаленных разрезов, формировавшихся на одной палеошироте. Выделение нового уровня циклостратиграфической корреляции позволит в перспективе найти новые маркирующие горизонты для сопоставления разрезов на послонном уровне. Полученные результаты циклостратиграфической корреляции разрезов кампана и маастрихта Крыма позволяют полагать, что они формировались под воздействием астрономо-климатических циклов Миланковича, тем более что для разрезов Беш-Кош и Кизил-Чигир Р.Р. Габдуллин [2] определил связь элементарных пластовых ритмов с циклами Миланковича. Так, в разрезе г. Кизил-Чигир выделены циклы эксцентриситета, в разрезе г. Беш-Кош установлены циклы прецессии, наклонения эклиптики и, возможно, эксцентриситета.

Выводы. 1. Описаны два разреза: нижнекампанские отложения у с. Терновка мощностью 10 м, где выделено 36 слоев, 18 ритмов типа известняк (БКЭР) — глина (МКЭР), а также маастрихтские отложения г. Ак-Кая мощностью 138 м, в которых выделено 70 слоев,

35 ритмов типа рыхлый известняк (БКЭР) — плотный известняк (МКЭР).

2. В отложениях у с. Терновка основными компонентами являются: раковины фораминифер (40—60% для известняка и 5—20% для глины), микритовый кальцит (25—46% для известняка и 30—43% для глины), пелит (4—20% для известняка, 44—51% для глины). В нижнемаастрихтских отложениях г. Ак-Кая основными компонентами являются: спикулы губок (60% для плотного известняка, 45% для рыхлого известняка), раковины фораминифер (15% для плотного известняка, 35% для рыхлого), кварц (10%), пелит (15% для плотного известняка, 10% для рыхлого известняка). В верхнемаастрихтских отложениях г. Ак-Кая основными компонентами являются: раковины фораминифер (15—25%), обломки брахиопод (10—20%), микритовый кальцит (4—35%), кварц (15—22% для плотного известняка, 8—15% для рыхлого известняка), пелит (18—38% для плотного известняка, 10—20% для рыхлого известняка).

3. Генезис разреза у с. Терновка связан с циклами разбавления и растворения и описывается моделями № 1, 2 и 9. Генезис нижнемаастрихтских отложений г. Ак-Кая связан с циклами разбавления и биопродуктивности и с моделями № 1 и 10, верхнемаастрихтских отложений — с циклами разбавления и моделью № 1.

4. Проведена циклостратиграфическая корреляция изученных разрезов с разрезами, изученными ранее Р.Р. Габдуллиным. Сопоставлены 10 м разреза у с. Терновка с разрезом г. Кизил-Чигир (15 слоев, 10 ритмов), сопоставлены также 6 слоев, 3 ритма разрезов г. Ак-Кая и г. Беш-Кош. Полученные результаты стратиграфической корреляции позволяют говорить о связи формирования этих разрезов с астрономическими циклами Миланковича.

Работа выполнена при поддержке грантов МК (7281.2006.5), НШ (5280.2006.5) и РФФИ (05-05-65175а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верхний мел юга СССР / Отв. ред. М.М. Алиев. М., 1986. С. 7—20.
2. Габдуллин Р.Р. Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-За-

падного Крыма (строение, классификация, модели формирования). М., 2002.

3. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2. М., 1993.

Поступила в редакцию
10.10.2005