

13. Маудина М.И. Погребенное озеро одинцовского века в районе г. Мичуринска // Бюл. Комис. по изуч. четверт. периода. – 1968. – № 35. – С. 173-179.
14. Стародубцева Н.В. Мучкапские межледниковые озерные отложения бассейна Верхнего Дона // Тр. НИИ геологии Воронеж. ун-та. – Вып. 11. – Воронеж, 2002. – С. 99-103.
15. Анциферова Г.А. Эволюция диатомовой флоры и межледникового озерного осадконакопления центра Восточно-Европейской равнины в неоплейстоцене // Тр. НИИ геологии Воронеж. ун-та. – № 2. – Воронеж, 2000. – 198 с.
16. Анциферова Г.А. Палеогеоэкология и эволюция озерных экосистем в неоплейстоцене ледниковых областей центра Восточно-Европейской равнины: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. – СПб., 2002. – 46 с.
17. Казанский Ю.П., Казаринов В.П., Резанова Н.М. Результаты экспериментов с насыщенными растворами кремнезема и их геологическое значение // Физические и химические процессы и фации. – М., 1969. – С. 77-80.
18. Хрусталева Ю.П. Особенности кремненакопления во внутриконтинентальных слабоминерализованных морях аридной зоны // Происхождение и практическое использование кремнистых пород. – М., 1987. – С. 141-152.
19. Анциферова Г.А. Палеоэкология межледниковых водосмов и основные этапы развития диатомовой флоры в раннеплейстоценовое (мучкапское) время // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. – Воронеж, 1999. – № 7. – С. 97-106.

УДК 550.42:551.7:551.8(470.323)

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕСЧАНЫХ ТОЛЩ КАК ОСНОВА ИХ КОРРЕЛЯЦИИ (НА ПРИМЕРЕ АЛЬБА И СЕНОМАНА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ)

В.И. Сиротин, В.А. Шатров, С.А. Коваль, Ю.Ю. Бугельский*, Г.В. Войцеховский,
А.С. Никульшин**, В.С. Серегина

Воронежский государственный университет

**Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и
геохимии РАН, г. Москва*

***Московский государственный университет*

Предлагается комплексная методика расчленения монотонных песчаных отложений на основе сопоставления их структурно-текстурных признаков и распределения редкоземельных, малых и петрогенных элементов в составляющих пачках и конкрециях глауконитов и фосфоритов. В качестве объекта исследования взяты опорные разрезы альбского и сеноманского ярусов Воронежской антеклизы.

Цели работы

Обломочные породы занимают в осадочной оболочке Земли второе место после глин и глинистых сланцев. На их долю приходится около 22% осадочных пород по распространенности [1-3]. Анализ условий образования и стратиграфическое расчленение песчаных толщ, лишенных фаунистических остатков, является одной из задач литологии, для решения которой применяется широкий спектр методов. Альбские и сеноманские отложения в пределах Воронежской антеклизы [4,5] представлены преимущественно песчаными толщами. Предлагается комплексирование литологических и геохимических методов для целей палеогеографии и корреляции геологических разрезов, представленных монотонными песчаными толщами. Ранее проведенное изучение поведения редкоземельных элементов (REE) в глинистых породах девона и мела, а также метapelитах раннего протерозоя выявило связь их

содержания и распределения с фациальной принадлежностью [6,7]. Одновременно было проведено изучение редкоземельных элементов в микроконкрециях (глауконитах) и макроконкрециях (фосфоритах) из песчаных отложениях альба и сеномана в пределах Воронежской антеклизы. Конкреции являются надежными индикаторами геохимических условий осадкообразования и диагенеза и широко используются при проведении стадийного анализа [8]. Кроме того, установлено, что конкреции являются и индикаторами проницаемости земной коры для глубинных флюидных растворов на стадиях седиментации и диагенеза.

В осуществление предложенного комплексирования в пределах Воронежской антеклизы были детально изучены опорные разрезы альба и сеномана, приуроченные к разным по проницаемости тектоническим структурам фундамента - Ливенско-Богучарской шовной зоне и «жесткому» Курскому блоку. Выбор участков обусловлен доступностью

разрезов для изучения (в действующих карьерах и естественных обнажениях). Для корректной оценки роли глубинных флюидов важно также то, что анализируемые разрезы альба и сеномана по латерали принадлежат к одинаковым или близким фаціальным обстановкам осадконакопления.

Приборы и методика исследования

По результатам гранулометрического изучения были построены диаграммы: распределение различных фракций для всех образцов по разрезу с привязкой к разрезу, кумулятивные кривые и кривые распределения, на основании которых был получен ряд статистических коэффициентов. Изучение легкой фракции проводилось под бинокляром и микроскопом. Тяжелая фракция, изучалась вначале под бинокляром, затем в иммерсионных препаратах с показателями преломления 1,684 и 1,740. По результатам изучения построены таблицы и диаграммы распределения минералов легкой и тяжелой фракций. Глинистая фракция изучалась с помощью рентгено-фазовой съемки на аппарате ДРОН-2 (лаборатория МГУ). Определение редкоземельных элементов в породах и монофракциях проведено в ИГЕМ РАН методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS Induktively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Анализы выполнялись с использованием квадрупольного масс-спектрометра PLASMA QUAD PQ2+TURBO английской фирмы VG Instruments. Силикатные анализы глауконита выполнены в лаборатории ИГЕМ РАН на приборе "Филлипс", марки - PW-2004, метод исследования - X-Ray-fluorescent spectrometry.

В работе применено следующее разделение редкоземельных элементов: легкие - LREE (La - Nd), средние - MREE (Sm - Ho), тяжелые - HREE (Er - Lu) [9]. Рассмотрены геохимические отношения: суммарное содержание REE и Y в породе и конкрециях, отношения La/Yb, La/Sm, Ce/Sm, Yb/Sm, Y/Sm; являющиеся показателями положения осадка на фаціальном профиле седиментации; Ce/Ce^* и $\sum Ce/\sum Y$ - индикаторы - климатических условий осадкообразования; Eu/Eu^* - показатель влияния глубинных флюидов, поступающих в осадки в процессе седиментации и диагенеза [10-13]. Для удобства сравнения полученных результатов исследования с ранее опубликованными материалами графики содержания REE нормированы к глинам платформ [14]. Содержание малых элементов нормировано к среднему составу глин [15]. Пробы для геохимического изучения особенностей отложений брались штуфные по литологическим разностям, а глаукониты изучались в монофракциях, выделенных из этих проб.

Особенности литологии и условий формирования отложений альба и сеномана

Территория Воронежской антеклизы в альбский и сеноманский века была областью осадкона-

копления, что определило широкое распространение альбских и сеноманских отложений. Однако в неотектонический и современный этапы вследствие неравномерного поднятия антеклизы меловые отложения, особенно в осевой части, были частично или полностью размыты. Этому способствовали также оледенения и межледниковья четвертичного периода, внесшие существенный вклад в геоморфологический облик антеклизы. Таким образом, термин «широкое распространение» означает «всюдность» их образования в эти века, в то время как на современное распространение наложило отпечаток последующая история антеклизы.

Альбский ярус обычно разделяется на три подъяруса: нижний, средний и верхний. На всей площади антеклизы он представлен разнотернистыми, но преимущественно мелкозернистыми светло-зелеными глауконито-кварцевыми песками с редкими стяжениями фосфоритов, сформировавшихся в мелководном морском бассейне с нормальной соленостью и с переменным гидродинамическим режимом. Этот бассейн был составной частью более крупного меридионально вытянутого раннемелового бассейна, занимающего всю восточную половину Русской платформы. В осевой части антеклизы развиты преимущественно отложения среднего подъяруса, содержащие прослой монтмориллонитовых глин, здесь его мощность не превышает 15-18 м, а максимальная - (до 70 м) наблюдается на северо-востоке антеклизы, где развиты все его три подъяруса.

Сеноманский ярус (в объеме брянской серии) также подразделяется на три подъяруса. Породы сеномана представлены толщей песков в отдельных прослоях глинистых зеленовато-серого цвета, мелко-среднезернистых, глауконитово-кварцевых, с включениями конкреций фосфоритов [4]. Фауна сеномана, обнаруженная в разрезах по скважинам и обнажениях на территории КМА, относится к его нижнему и среднему подъярусам, верхнесеноманской руководящей фауны встречено не было.

Глауконит является вторым после кварца породообразующим минералом в отложениях альба и сеномана, его распространение по площади и по разрезу неравномерное. Глаукониты представлены округлыми зернами шаровидной и почковидной формы или гроздевидными агрегатами с шероховатой или гладкой поверхностью с трещинами синерезиса и без них [16]. Встречаются зерна глауконита и угловатой формы. Цвет глауконитов зеленый, разных оттенков - от светло-зеленого до почти черного. Размер зерен различный - от 0,01 до 0,5 мм. отмечается зависимость размера от гранулометрического состава пород: более тонким по составу пескам соответствуют и более мелкие зерна глауконита.

Фосфориты представлены как в виде рассеянных конкреций, так и фосслоев, разделенных прослоями глауконитово-кварцевых песков. Количество фосслоев непостоянно, изменяется от одного до

трех [17,18]. Фосфориты встречаются в виде желваков и гальки, иногда это округлые или вытянутые конкреции длиной до 15 – 20 сантиметров, черного, коричневого или темно-серого цвета. Фосфориты могут формировать горизонтально залегающие пласты - "плиты" небольшой мощности (до 0,5 метра). Поверхность плит неровная, с многочисленными каналами. Сверху плита часто покрыта глянцевой корочкой, снизу поверхность неровная, шероховатая. Состоят фосфоритовые желваки из кварцевого песка, сцементированного курситом и другими минералами группы фторкарбонатапатитов с включениями глауконита (10 – 12%), зерен полевых шпатов, кальцита, фрагментов раковин, окатанных зерен ильменита, магнетита и др.

Согласно наиболее распространенным и признанным представлениям, впервые детально изложенным в монографии «Юрские и меловые отложения Русской платформы», в альбский век началась коренная перестройка структурного плана Русской платформы [19,20]. Эти изменения были связаны с еще более грандиозными глобальными процессами, охватившими часть тектоносферы и на сопредельных территориях. В результате этих процессов большая часть Русской платформы была охвачена самой мощной в истории мезозоя трансгрессией, достигшей максимума в туроне [4,21,22]. При этом в связи с относительным погружением плиты в южной части платформы морские бассейны приобретают широтную ориентировку вместо меридиональной, характерной для предшествующих веков. Таким образом, формирование отложений альба и сеномана происходило в мелководном морском бассейне на фоне развивающейся трансгрессии в обстановке переменного гидродинамического режима и в условиях увеличивающегося прогрева водной массы (несмотря на увеличение глубины бассейна).

Основные результаты литологического изучения опорных разрезов

Изученные опорные разрезы располагаются на значительном расстоянии друг от друга (около 130 км) и приурочены к разным структурно-тектоническим зонам антеклизы, ниже приводится их характеристика отдельно.

Особенности строения и состава альбских и сеноманских отложений правобережья верхнего Дона (Семилукский район) - Ливенско-Богучарская шовная зона

Общие закономерности строения, характеристика структурно-текстурных особенностей альба в одном из опорных обнажений, расположенном в окрестностях г. Семилуки, с результатами гранулометрического состава, расчетом коэффициентов сортировки, диаграммами распределения размерных фракций, кумулятивными кривыми, опубликованы ранее [23], поэтому здесь приводится сокращенное

описание разрезов альба и сеномана в обнажениях оврага «Новый» и «Пятиглавый», расположенных в правом борту р. Ведуга (правый приток р.Дон).

В главных чертах строение альба в этих обнажениях принципиально не отличается от других его разрезов, расположенных на удалении до трех километров. Представлен альб преимущественно песками светло-серыми с зеленоватым оттенком разной интенсивности. Общая мощность альба около 12 м, по площади она изменяется в пределах 10-17 м. Пески содержат один маломощный (0,4 м) прослой светло-желтой тонкодисперсной монтмориллонитовой глины, располагающийся примерно в средней части разреза (рис. 1). При почти неизменной мощности 0,4-0,5 м прослой распространен на большой площади Семилукского района.

Для нижней части разреза альба (ниже прослой глины) характерна однородная или горизонтальная текстуры. В верхней части (выше глины) появляется косослоистая текстура морских течений, а также содержатся единичные маломощные (3-5 см) прослой песков, обогащенные мелкогравийными частицами (до 3-5 мм) кварца, кремня и фосфоритов. Такие прослой встречаются только в верхней части разреза и не занимают в нем строго определенного положения.

Отложения сеномана образуют однородную толщу, сложенную почти исключительно мелкозернистыми песками, переходящими вверх по разрезу в глинистые алевроиты, и по ряду особенностей заметно отличаются от альба. Разрез сеномана характеризуется большей устойчивостью строения и состава, имеет суммарную мощность 6 – 10 м и состоит из слоев и пачек, отличающихся друг от друга, главным образом, по гранулометрическому составу и, в меньшей степени, по текстурным особенностям и минеральному составу. В основании толщи всегда залегает слой перемыва, сложенный грубо- и крупнозернистыми песками с примесью мелкогравийных обломков кварца, серого кремня и темно-коричневого (до черного) фосфорита. Количество гравийного материала составляет 5-7%, размер обломков обычно до 5 мм, редко крупнее, содержание их внутри слоя постепенно уменьшается вверх по разрезу. Мощность слоя перемыва составляет 0,15-0,3 м. Подошва его выражена нерезко из-за увеличения в верхах альба частиц с размером >0,5 мм до 50%. Верхняя граница слоя постепенная, выражена нечетко.

Для песчаных отложений сеномана наиболее характерна однородная текстура, редко отмечается прерывистая параллельная слоистость (чаще в прослоях, обогащенных глинистым веществом). Пески сложены преимущественно мелкозернистой фракцией, при резком возрастании количества алевроитовых частиц и глинистой составляющей. Содержание частиц крупнее 0,25 мм незначительно (особенно по сравнению с верхней частью разреза альба). Важной отличительной особенностью сеномана является из-

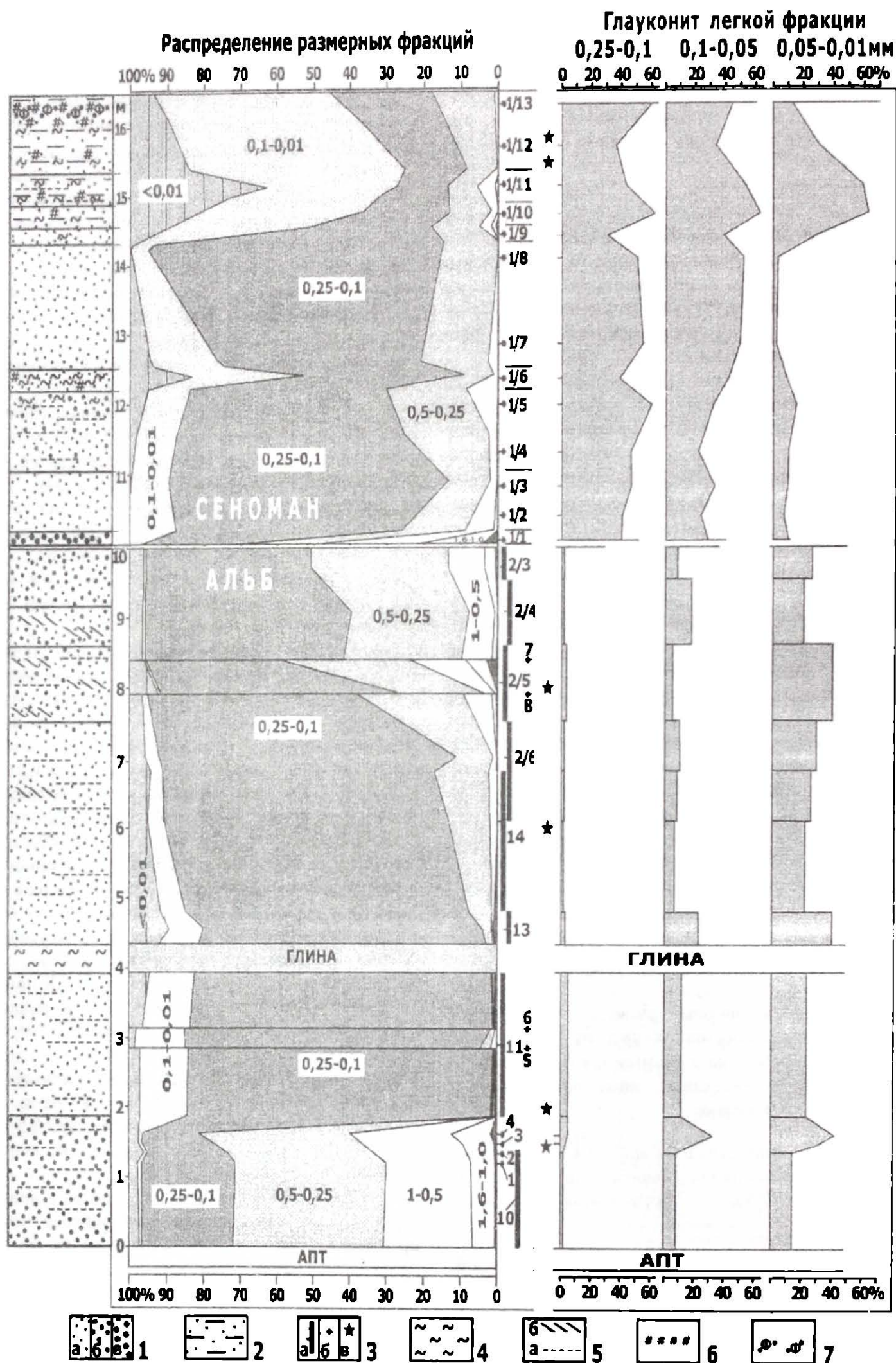


Рис. 1. Сводный разрез альба-сеномана района г. Семилуки: 1 – пески (а – мелко-, б – средне-, в – крупнозернистые); 2 – алевроиты; 3 – пробы (а – бороздовые, б – штупфные; в – гвохимические); 4 – глины и глинистость; 5 – слоистость (а – параллельная, б – косая); 6 – известковистость; 7 – фосфориты.

вестковистость, которая проявляется уже в средней части разреза и заметно увеличивается в верхней (вплоть до образования слабосцементированных песчаников с поровым, реже базальным кальцитовым цементом). Именно к ним приурочен горизонт желваковых фосфоритов мощностью 0,3-0,5 м. Заканчивается разрез сеномана горизонтом сурки (песчанистый писчий мел с мелкими желваками и галькой фосфоритов) мощностью 0,5 м, постепенно переходящим в чистый писчий мел туронского яруса. Суммарная мощность разреза альбского и сеноманского ярусов - 16 метров.

Отложения альба и сеномана в данном разрезе существенно отличаются по содержанию и характеру распределения глауконита. Максимальные содержания глауконита в альбе связаны с мелкоалевритовой фракцией (до 40%), в крупноалевритовой фракции его содержание не превышает 20%, в мелкопесчаной - не более 3-4%. Этим обстоятельством обусловлено невысокое содержание глауконита в песках альба, так как количество алевритовых фракций в них не превышает 15%. В сеномане картина существенно изменяется. Содержание глауконита в мелкопесчаной и крупноалевритовой фракциях резко возрастает (рис.1). Поскольку эти размерные фракции преобладают в породах, заметно увеличивается и общее содержание глауконита в отложениях сеноманского яруса.

Изменение соотношений размерных фракций в разных частях разреза отражает общую закономерность изменения гидродинамики среды и условий осадконакопления, которые в общем плане представляются в следующем виде. После континентальных условий, характерных для значительной части отложений апта, в результате альбской трансгрессии в районе достаточно быстро установился режим неглубокого моря со спокойным гидродинамическим режимом. В этих условиях накапливались первоначально слабо сортированные пески с горизонтально-слоистой текстурой, а затем - хорошо отсортированные мелкозернистые пески, имеющие вследствие этого однородную текстуру. Так продолжалось примерно до формирования прослоя монтмориллонитовой глины. В дальнейшем происходило направленное постепенное обмеление бассейна, вследствие чего постепенно увеличивался средний размер зерен и ухудшилась сортировка вещества. В изменившихся условиях морские течения периодически достигали дна, что приводило к образованию пачек песков с косослоистой текстурой, если течение существовало в данном месте продолжительное время, или маломощных прослоев, обогащенных мелкогравийным материалом, при кратковременных локальных размывах. Эти прослои нередко принимаются за начало новых седиментационных ритмов, хотя таковыми не являются. Они появлялись в тех местах, где морские течения достигали поверхности дна водоема на короткое время, и не связаны с ритмическими колебаниями всей (или по крайней мере значительной) территории.

занятой морским бассейном, а обусловлены положением течения в данный момент времени. Основанием для такого утверждения является то обстоятельство, что ни ниже, ни выше этих прослоев не отмечается какого-либо заметного направленного изменения гранулометрического состава - он остается практически неизменным (совсем иная картина наблюдается, например, на контакте альба с сеноманом, где происходит заметное изменение состава вблизи слоя перемыва).

В сеноманский век общая тенденция изменения условий осадконакопления в данном районе меняется на противоположную по сравнению со второй половиной альба. Если в альбское время после быстрого установления спокойных гидродинамических условий прослеживается постепенное усиление динамики среды (связанное с уменьшением глубины), отчетливо проявляющееся в увеличении относительного количества частиц $> 0,25$ мм (с 4% до 52%) и уменьшении алевритовой (до 1%) и глинистой (до 5%) составляющих, то в сеномане, напротив, обнаруживается обратная тенденция, выраженная в заметном увеличении алевритовой и глинистой составляющих разреза.

На основании отмеченных существенных отличий структурных и текстурных особенностей, распределения глауконита, граница между альбом и сеноманом в данном районе проводится отчетливо по подошве слоя перемыва.

Особенности строения и состава альбских и сеноманских отложений в Лебединском железорудном карьере (г. Губкин) - Курский блок фундамента

Разрез расположен в юго-восточном борту карьера, представлен чередованием песчаных пачек, разделенных в разной степени выраженными внутриформационными размывами (рис. 2). Описание разреза приводится снизу вверх. Нижележащие отложения апта скрыты осылью.

Пачка 1. Пески рыжевато-серые, крупно-среднезернистые, средне- и плохо сортированные, неравномерно полосчатые, преимущественно кварцевые, с редкими мелкими обломками кремней, в разной степени ожелезненные. Кровля пачки неровная, наблюдаются следы размыва и биогурбации вещества (горизонтальные и вертикальные ходы роющих организмов, заполненные более мелким песком рыжевато-серого цвета). Мощность - 2,25 м

Пачка 2. Пески рыжевато-серого цвета, в нижней части мелкозернистые с линзами и отдельными зернами крупнозернистых нижележащих песков. Выше по разрезу возрастает размер частиц, пески становятся среднезернистыми, одновременно растет и ожелезнение. В целом пески средне- и плохо сортированы, по сравнению с нижележащей пачкой более мелкозернистые, преимущественно кварцевые с отдельными чешуйками слюды. Слоистость не заметна, но проявлена полосчатость за счет неравномерного распределения гидрооксидов железа

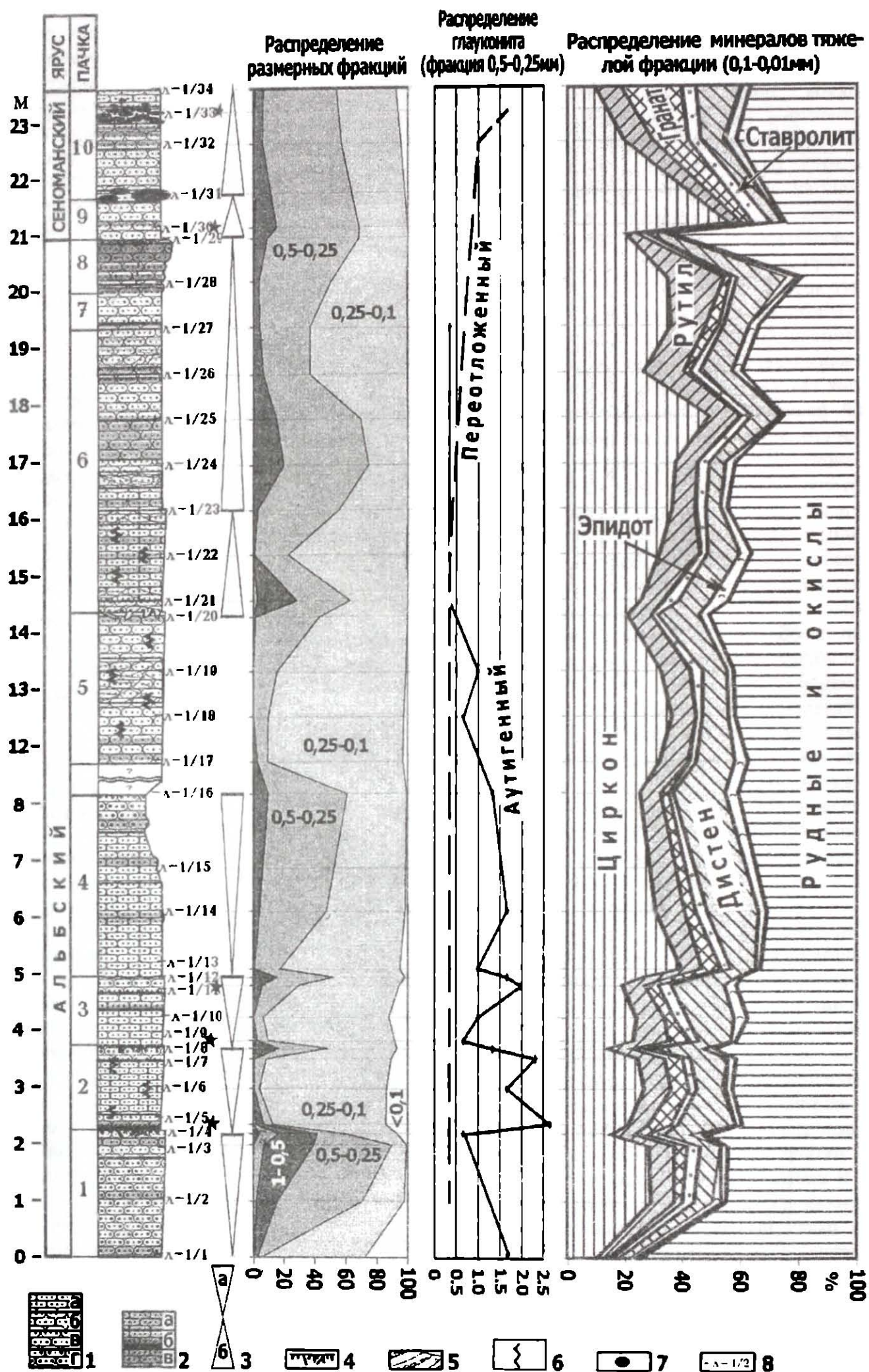


Рис. 1. Сводный разрез альба-сеномана Лебединского карьера г. Губкин: 1 – пески и рыхлые песчаники (а – мелко-, б – средне-мелко-, в – мелко-средне-, г – крупнозернистые); 2 – ожелезнение (а – равномерное, б – ослабевающее вверх по разрезу, г – сильное); 3 – циклиты (а – рециклит, б – проциклит); 4 – следы биотурбации в кровле пласта; 5 – косая слоистость; 6 – следы биотурбации в слое, 7 – конкреции фосфоритов; 8 – номер образца.

Пачка сильно биотурбирована. К кровле пачки сортировка улучшается. Мощность пачки - 1,5 м.

Пачка 3. Пески, аналогичные нижележащим, строение пачки также близкое. Развита многочисленная ожелезненная прослойка песков с резкой нижней и постепенной верхней границами, обусловленными неравномерным распределением гидроксидов железа. Мощность - 1,2 м.

Пачка 4. Строение и состав пачки подобны нижележащей пачке 3, однако отмечается более интенсивное ожелезнение. В верхней части пачки наблюдается слабо сцементированный ожелезненный прослой (0,05 м) песков. Мощность - 3,25 м.

Градационная слоистость в пачках 1 - 4 выражена нечетко, эта часть разреза представляет собой рециклиты. Разрез прерывается осыпью, высотой 3,4 метра.

Пачка 5. Пески рыжевато-серые, средне- и мелкозернистые, средне- и хорошо сортированные, кварцевые, сильно биотурбированы. Ходы роющих организмов ожелезнены. В нижней части отмечены небольшие по мощности (1,5 - 2,0 см) ожелезненные прослои с неровными границами. В средней части пачки ожелезнение уменьшается, биотурбация возрастает, а также присутствуют прослои с крупной однонаправленной косою слоистостью. Градационная слоистость в пачке не отмечена. Мощность - 2,7 м.

Пачка 6. Пески рыжевато-серые, полосчатые, мелко-средне-грубозернистые, средне- и плохосортированные, биотурбированные, с четко выраженной градационной слоистостью, характерной для проциклитов. Пески кварцевые, с единичными чешуйками слюды и обломками кремней, в разной степени ожелезненные. В разрезе пачки наблюдается чередование более грубо- и крупнозернистых прослоев с параллельной, однонаправленной и разнонаправленной пологой и круто наклонной косою слоистостью, и средне- и мелкозернистых прослоев с линзовидной и диагонально-перекрестной слоистостью. Слоистость сильно изменена биотурбацией. В песках часто проявлена полосчатость, обусловленная как гранулометрией, так и неравномерным распределением гидрооксидов железа. Мощность - 5,5 м.

Пачка 7. Пески рыжевато-серые, с многочисленными ожелезненными прослоями мощностью до 3 см, с четкой верхней и постепенной нижней границей. Градационная слоистость не заметна. Биотурбация слабая. Мощность - 0,7 м.

Пачка 8. Пески рыжевато-серые, похожие на пески пачки 7. Присутствуют более плотные и сильно ожелезненные прослои мощностью 15 см. В кровле находится среднезернистый плотный песчаник с сидеритовым цементом. Верхняя граница пачки сильно размыта. Мощность - 0,8 м.

Пачка 9. Пески серовато-белые, слабо ожелезненные полосчатые средне- и мелкозернистые, хорошо сортированные, преимущественно кварцевые. Мощность - 0,7 м.

Пачка 10. Начинается с пласта фосфоритов, мощностью 0,3 м, представленных желваками бурого цвета, размером 0,2 - 2,0 см, средне окатанных, равномерно распределенных в песке серого цвета, средне- и мелкозернистом, не слоистом. В 1,2 м выше первого пласта залегает второй пласт фосфоритов, представленный желваками черного цвета, плотно сцементированными друг с другом, средне- и плохо окатанными, размером 1-3 см в диаметре. Между горизонтами фосфоритов залегает песок рыжевато-серый, среднезернистый, пятнистый в нижней части и полосчатый в верхней более ожелезненной части. Выше второго горизонта фосфоритов залегает песок желтоватого цвета, мелкозернистый, с галькой фосфоритов, размером до 2 см, неслоистый, слабопятнистый, хорошо сортированный, мощностью 0,15 м. Суммарная мощность пачки - 1,8 м.

Выше разрез перекрывает осыпь. Общая мощность разреза альба и сеномана в пределах карьера составляет 25-26 м.

Особенностью разреза явилась проблематичность выделения стратиграфической границы между альбом и сеноманом, поэтому образцы взяты в достоверно привязанных стратиграфических частях разреза и в местах с повышенными содержаниями глауконита.

На основании результатов гранулометрического анализа отложения представляют собой преимущественно хорошо сортированные пески средне-мелкозернистые, реже крупно-среднезернистые, с градационной слоистостью подтвержденной гранулометрическим методом (рис. 2). На основании кривых распределения определяется один источник сноса. В составе легкой фракции преобладает кварц (83-99% песков), также определены во фракции 0,25-0,1 мм рудные минералы, турмалин, циркон, полевые шпаты, глауконит, слюды (мусковит и биотит). Содержания этих минералов незначительны. Отмечены некоторые закономерности в распределении глауконитов и слюд. Количество первичного глауконита постепенно понижается снизу вверх по разрезу, совершая послонные колебания. Переотложенный глауконит присутствует практически во всех частях разреза, содержание его плавно возрастает вверх по разрезу. Четкой зависимости между содержанием глауконита в пачках, разделенных предполагаемой границей альба и сеномана в данном разрезе не обнаружено, поэтому большое внимание уделено изучению минералов тяжелой фракции, имеющей следующий состав: циркон, рутил, дистен, турмалин, эпидот, ставролит, гранат, рудные минералы (магнетит, ильменит, пирит), слюда, глауконит, оксиды железа, лейкоксен. Минеральный состав фракции практически постоянен, меняются лишь соотношения минералов между собой. Содержание тяжелых минералов во фракции 0,25-0,1 мм менее 1%, во фракции менее 0,1-0,01 мм - изменяется послонно от 1 до 6 % и лишь в отдельных образцах достигает 13,6%. Основную часть тяжелой

фракции составляют рудные минералы (в среднем около 41,3%, максимальное содержание до 74% в основании разреза). За ними следует циркон (в среднем около 27,5%, максимально до 55% в верхней части разреза). Вверх по разрезу количество рудных уменьшается с послойными колебаниями содержания, а количество циркона растёт, достигая максимума сразу над предполагаемым перерывом (граница между 8 и 9 пачками). В небольших количествах содержатся слюды и глауконит. Содержания минералов тяжелой фракции рассчитаны с учетом рудных минералов. Анализ вещественного состава песков дает основание считать, что в качестве источника сноса явились не породы фундамента, а более древние доальбские осадочные образования.

Установлены следующие закономерности распределения минералов тяжелой фракции (циркона, рудных минералов и граната). 1) Циркон: при наличии послойного колебания содержание возрастает вверх по разрезу, максимум достигается непосредственно над основным перерывом (55,5%), одновременно всем выявленным в разрезе мелким размывам соответствует резкое уменьшение количества циркона. Сеноманской части разреза (пачки 9, 10) соответствует обратная закономерность – резкое уменьшение содержания циркона вверх по разрезу (до 9,60%). 2) Рудные минералы: их содержание вверх по разрезу уменьшается, причем на границах между пачками количество резко возрастает при одновременном уменьшении содержания циркона. В целом отмечена обратная по отношению к циркону зависимость распределения по разрезу. 3) Гранат: распределение имеет две тенденции – возрастание содержания вверх по разрезу, значительно увеличиваясь в пачках 9, 10, при максимуме в самой верхней части разреза (21,9%). Одновременно происходит его уменьшение в центральной части разреза (менее 1% до 0), причем наблюдается корреляция с нижними слоями (членами) трансгрессивных циклов, с появлением косых серий в разрезе и уменьшением содержания первичного глауконита вверх по разрезу. Дистен, ставролит и ругил относительно равномерно распределены по разрезу, испытывают только послойные колебания небольшой амплитуды; относительно беспорядочно распределены глауконит и слюды.

Глинистая фракция присутствует практически во всех изученных образцах в незначительных количествах, хотя собственно прослоев глинистого цемента в исследуемом разрезе не обнаружено. Рентгено-фазовый анализ показал практически одинаковый состав глинистой фракции: преобладают смешанослойный иллит-сметтит с 20% содержанием иллитовых слоев и гидрослюда с 5% содержанием разбухающих межслоев. В меньших количествах, но повсеместно присутствуют гегит и каолинит. Стабильность состава глинистых минералов говорит о постоянной не меняющейся области сноса и близких фациальных обстановках осадконакопления.

На основании структурно-текстурных признаков верхняя часть разреза (пачки 9, 10), образовалась в условиях относительно удаленных от береговой линии открытого морского мелководья со слабым и переменным гидродинамическим режимом; нижняя часть разреза (пачки 1–8) образована в условиях фации песчаных осадков морского мелководья открытых участков с активным и переменным гидродинамическим режимом. Стратиграфическая граница между альбом и сеноманом в данном разрезе выявлена слабо, проводится нами по наиболее сильно выраженному размыву на границе между 8 и 9 пачками (чуть ниже первого горизонта фосфоритов), она подтверждается особенностями распределения тяжелой фракции и изменением фациальных обстановок осадконакопления.

В целом изучаемые отложения альба и сеномана накапливались в несколько различных обстановках мелководно-морского бассейна. В районе Лебединского карьера в альбское время первоначально более удаленные от берега придельтовые фации или фации области разгрузки от береговых придонных течений (нижняя часть разреза) сменились более мелководными условиями седиментации при активной гидродинамике бассейна (средняя часть разреза). Затем происходит общее углубление бассейна (верхняя часть разреза, соответствующая сеноманскому ярусу).

Результаты геохимического изучения песков и глауконитов

На основании распределения REE в разрезе альба и сеномана (г. Семилуки) установлено: для песков альбского времени в нижней части разреза характерно изменение на графиках соотношения легких и тяжелых REE – избыток HREE в самых низах разреза сменяется их дефицитом при резком избытке LREE, что отвечает изменению глубины бассейна. Для верхней части разреза альба нет четкой тенденции поведения REE (рис. 3). Пески сеномана имеют пологое распределение редких земель, соответствующее удаленным от береговой линии обстановкам осадконакопления. Для глауконитов альба в нижней части разреза, как и для песков, в целом, характерно изменение соотношения легких и тяжелых REE – избыток HREE в нижней части разреза сменяется его дефицитом при резком избытке LREE в средней части (ниже прослоя глини), то есть прослеживается изменение глубины бассейна (рис. 4). Выше маркирующего прослоя глини глаукониты имеют пологое распределение REE при слабо выраженном дефиците HREE в верхней части разреза, что соответствует в разной степени удаленным от береговой линии обстановкам. Глаукониты сеномана имеют пологий характер распределения REE при слабо выраженном дефиците LREE, что соответствует удаленным от береговой линии обстановкам осадконакопления. На графиках

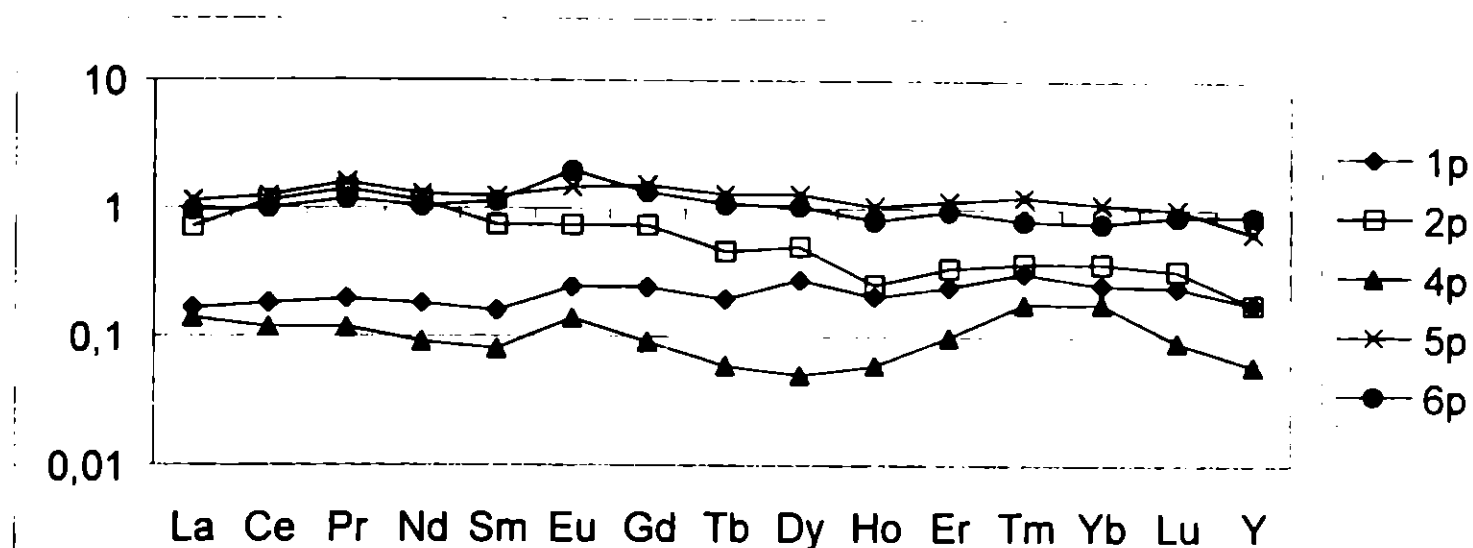


Рис. 3. Распределение REE в песках альба и сеномана района г. Семилуки.

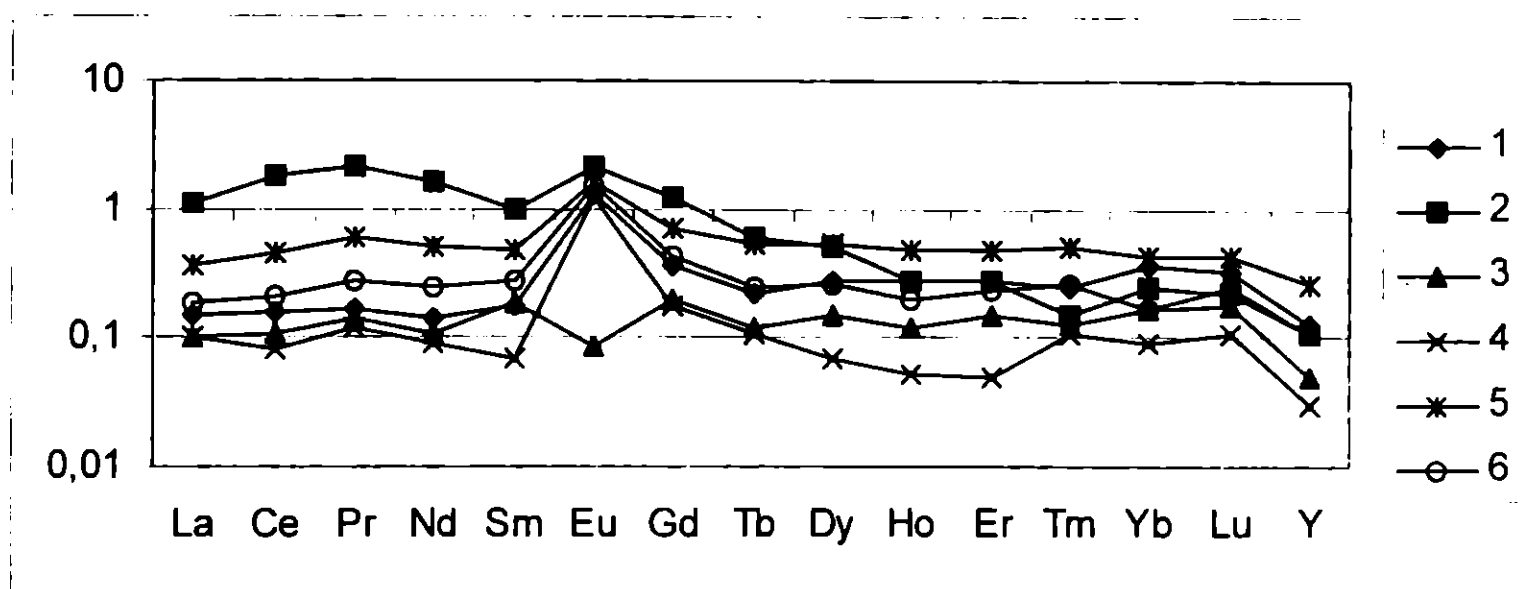


Рис. 4. Распределение REE в глауконитах альба и сеномана района г. Семилуки.

распределения REE в глауконитах прослеживается ярко выраженная положительная европиевая аномалия. При сопоставлении характера распределения REE в песках и глауконитах хорошо проявлена корреляция графиков между собой, прослеживаются изменения глубины формирования осадков в нижней части разреза альба, при общем углублении бассейна седиментации в сеноманское время. Близость графиков распределения REE в сеноманское время показывает более стабильные условия седиментации по сравнению с альбом.

По результатам изучения распределения REE в разрезе альба и сеномана Лебединского карьера установлено: пески альба и сеномана имеют близкий характер распределения REE (рис. 5), отвечающий в разной степени удаленным от береговой линии обстановкам, для глауконитов альбского времени отчетливо выражен дефицит средних и особенно тяжелых REE при избытке легких, для глауконитов сеномана характерно более пологое распределение REE (рис. 6). Четкой корреляции между графиками распределения REE в глауконитах и песках не наблюдается. По распределению REE в глауконитах отчетливо прослеживается углубление палеобассей-

на седиментации в сеноманское время, для песков отмечается близость графиков распределения в сеноманское время, что соответствует более стабильным условиям седиментации в это время. На основании графиков распределения REE в песках и глауконитах прослеживается углубление палеобассейна в сеноманское время по отношению к альбу.

Анализ геохимических отношений в песчаных породах (табл. 1) показывает: не прослеживается возрастная зависимость содержания ΣREE в альбе и сеномане; в песках области развития шовной зоны характерны более высокие значения ΣREE : значения Eu/Eu^* близки к среднему содержанию в осадочных породах [24], при их повышении в области шовной зоны; отмечается общее понижение отношений Ce/Ce^* и $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ от альба к сеноману, что хорошо подтверждает большую прогретость вод сеноманского морского бассейна по сравнению с альбским; от альба к сеноману хорошо прослеживается уменьшение отношений La/Sm , Ce/Sm (соответствует углублению бассейна); отношения La/Yb , Y/Sm , Yb/Sm изменяются менее закономерно.

Анализ геохимических отношений в глауконитах (табл. 2) показывает: значение ΣREE в глауко-

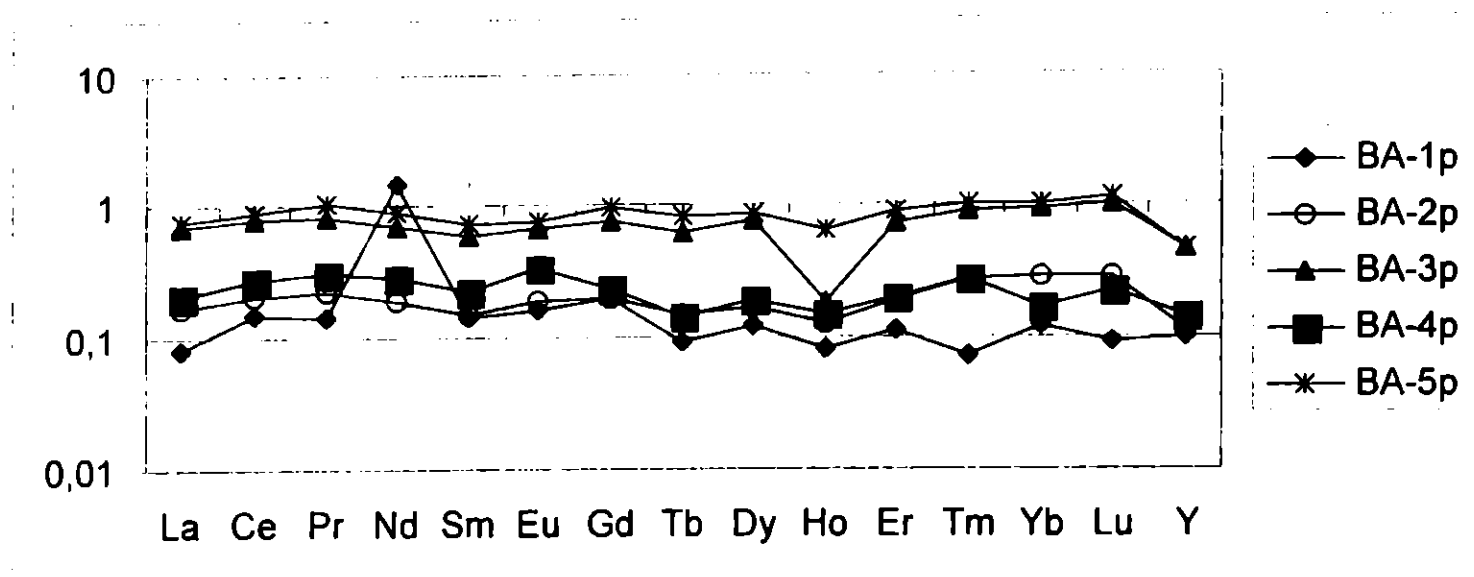


Рис. 5. Распределение REE в песках альба и сеномана Лебединского карьера г.Губкин.

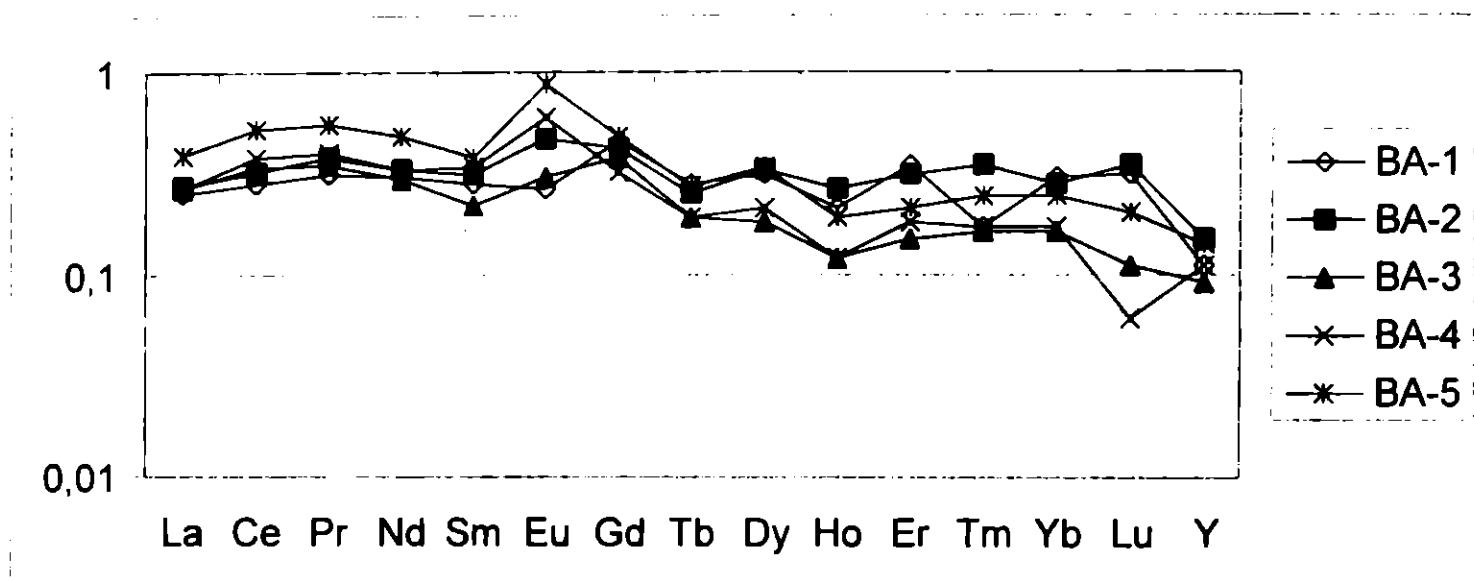


Рис. 6. Распределение REE в глауконитах альба и сеномана Лебединского карьера г.Губкин.

нитах уменьшается от альба к сеноману, что связано с удалением от береговой линии и уменьшением поступления редкоземельных элементов с суши, при одновременно более высоких значениях ΣREE в области развития шовной зоны: в глауконитах области шовной зоны имеет место аномально высокие значения Eu/Eu^* по сравнению с глауконитами области Курского «жесткого» блока фундамента. Там наблюдаются значения, близкие к среднему содержанию в осадочных породах (24); отмечается понижение отношений Ce/Ce^* и $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ от альба к сеноману, что хорошо коррелируется с большей прогремостью вод сеноманского морского бассейна и увеличением известковистости в сеномане; от альба к сеноману хорошо прослеживается уменьшение отношений La/Yb , La/Sm , Ce/Sm и увеличение отношения Y/Sm , что соответствует углублению бассейна; значение Yb/Sm в глауконитах менее закономерно.

Анализ распределения малых элементов показывает: глаукониты имеют повышенные по отношению к кларку [15] содержания V, Cr (до 3 раз); Be, Ge, Se (в 3 – 10 раз); Sc, Bi (более чем в 10 раз),

причем глаукониты из области шовной зоны значительно обогащены As, Ag, Cd, J, Sn, Sb, Te, Ba, Hg, Tl; пески характеризуются слабо повышенными по отношению к кларку (в отдельных пробах) содержаниями As, Ag, Cd, Te, Ba, U, при повышенном содержании Bi, пески в пределах шовной зоны имеют более высокие содержания Be, Se, As, Ba, U.

На основании изучения петрогенных оксидов в глауконитах, подтверждается ранее отмеченная С.А. Ковалем [25] закономерность, выражающаяся в увеличении с глубиной формирования в глауконите содержания алюминия и уменьшении содержания двух- и трехвалентного железа, что приводит к уменьшению и общего содержания железа. Таким образом, сделанные на основании изучения распределения REE выводы о более глубоководных условиях формирования сеноманских отложений подтверждаются и содержаниями петрогенных оксидов (табл. 3).

Для проверки предположения о климатических изменениях условий осадкообразования изучаемых толщ рассмотрены треугольные диаграммы в координатах $\text{La}-(\text{Nd}+\text{Sm})-(\text{Y}+\text{Dy})$ и $\text{La}-(\text{Ce}+\text{Nd}+$

Таблица 1

Содержание (г/т) и характерные соотношения REE в глауконитах альб-сеноманского возраста в пределах г. Семилуки (Воронежская обл.) и г. Губкин (Белгородская обл.)

№ пробы	1	2	3	4	5	6	BA-1	BA-2	BA-3	BA-4	BA-5
	K ₁ a				K ₂ s		K ₂ s		K ₁ a		
	г.Семилуки						г.Губкин				
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
La	5.2	39	3.8	3.8	13	6.8	8.9	9.7	9.5	9.3	14
Ce	11	120	7.4	5.9	30	14	19	22	23	26	95
Pr	1.2	15	0.96	0.83	4.2	1.9	2.2	2.6	2.5	2.8	3.9
Nd	4.7	54	3.7	3	17	7.9	9.9	11	9.7	11	16
Sm	1.2	6.6	0.7	0.48	3.3	1.8	1.9	2.1	1.5	2.3	2.6
Eu	1.6	2.6	0.11	1.5	2	1.9	0.33	0.59	0.37	0.74	1.1
Gd	1.6	7.4	1.2	1.1	4.3	2.6	2.7	2.5	2.2	1.9	2.9
Tb	0.22	0.6	0.12	0.11	0.52	0.24	0.28	0.25	0.19	0.19	0.27
Dy	1.5	2.6	0.8	0.41	2.8	1.4	1.6	1.7	0.98	1.1	1.8
Ho	0.35	0.34	0.15	0.07	0.59	0.25	0.26	0.33	0.15	0.15	0.24
Er	0.86	0.86	0.48	0.16	1.5	0.74	1.1	0.97	0.49	0.58	0.66
Tm	0.11	0.07	0.06	0.05	0.23	0.12	0.08	0.16	0.07	0.08	0.11
Yb	1.1	0.73	0.51	0.27	1.3	0.5	0.88	0.32	0.48	0.48	0.64
Lu	0.15	0.1	0.08	0.05	0.19	0.11	0.14	0.16	0.05	0.03	0.09
Y	3.8	3.2	1.5	1	7.8	3.2	3.5	4.6	2.8	3.3	4.2
ΣREE	34.59	253.1	21.57	19.03	88.73	43.46	52.77	59.48	53.98	59.95	83.54
	82.05				66.1		55.13		65.82		
Eu/Eu*	3.7	1.18	0.38	6.42	3.19	2.81	0.47	0.82	0.65	1.09	1.27
	2.92				3.0		0.65		1.0		
ΣCe/ΣY	3.28	28.8	4.8	7.98	4.94	5.6	5.73	5.62	9.36	9.14	9.43
	11.22				5.27		5.68		9.31		
Ce/Ce*	1.1	1.31	1.0	0.93	1.02	0.98	1.02	1.01	1.24	1.29	1.21
	10.85				1.0		1.01		1.25		
La/Yb	4.7	53.4	7.5	14.1	10	13.6	10.1	11.8	19.8	19.4	21.3
	19.93				11.8		10.96		20.17		
La/Sm	4.33	5.91	5.43	7.92	3.94	3.78	4.68	4.62	6.33	4.04	5.38
	5.90				3.86		4.65		5.32		
Ce/Sm	9.17	18.18	10.57	12.29	9.09	7.78	10.0	10.48	15.33	11.3	13.46
	12.55				8.44		10.24		13.36		
Yb/Sm	0.92	0.11	0.73	0.56	0.39	0.28	0.46	0.39	0.32	0.21	0.25
	0.58				0.34		0.43		0.20		
Y/Sm	3.17	0.49	2.14	2.08	2.36	1.78	1.84	2.19	1.87	1.43	1.62
	1.97				2.07		2.02		1.64		

+Sm)-(Y+Dy), предложенные Г.А. Казаковым, на которых достаточно хорошо разграничиваются два класса глауконитов (области гумидного и аридного типов литогенеза). В основе построений положены материалы наблюдений за поведением РЗЭ в глауконитах формировавшихся в различных климатических обстановках. По данным А.Б. Ронова и др. [26] и Г.А. Казакова [27,28], в глауконитах гумидных зон литогенеза существует достаточно хорошо выраженный «цериевый максимум», тогда как в глауконитах аридных обстановок концентрации церия существенно понижены. По результатам треугольных диаграмм образование глауконитов происходило в условиях гумидного или семигумидного климата (рис. 7, 8).

По результатам изучения поведения петрогенных, редкоземельных и малых элементов в песках и глауконитах можно сделать следующие выводы:

1. Распределение REE и отношения La/Yb, La/Sm, Ce/Sm, Yb/Sm, Y/Sm четко определяют фациальные условия осадкообразования по монофракциям глауконитов, по песчаным породам эта зависимость выражена несколько хуже, ввиду сильной гетерогенности отложений.

2. Отмечается уменьшение содержания ΣREE и Fe_{общ}, увеличение Al₂O₃ в глауконитах при возрастании глубины бассейна (альбский и сеноманский бассейны седиментации).

3. Отмечается общее понижение отношений Ce/Ce* и ΣCe/ΣY от альба к сеноману в песках и глауконитах, что связано с более высокой температурой вод сеноманского морского бассейна, несмотря на увеличение его глубокководности. Применение треугольных диаграмм в координатах La-(Nd+Sm)-(Y+Dy) и La-(Ce+Nd+Sm)-(Y+Dy) для глауконитов показывает, что их образование происходило в условиях гумидного климата.

4. Для песков и глауконитов области шовной зоны характерны более высокие значения ΣREE и Eu/Eu*, что хорошо видно на диаграмме (рис. 9), одновременно происходит обогащение глауконитов (в большей мере) и песков (значительно меньше) халькофильными и высоколетучими элементами.

Результаты геохимического изучения фосфоритов

При изучении фосфоритов использованы данные как по вышеприведенным разрезам, так и по

Таблица 2

Содержание (г/г) и характерные соотношения REE в песках альб-сеноманского возраста в пределах г. Семилуки (Воронежская обл.) и г. Губкин (Белгородская обл.)

№ пробы	1р	2р	4р	5р	6р	BA-1р	BA-2р	BA-3р	BA-4р	BA-5р
	K ₁ a			K ₂ s		K ₂ s		K ₁ a		
	г.Семилуки					г.Губкин				
La	6,2	25	5	41	34	4,3	6,1	25	7,4	27
Ce	12	77	8,2	81	66	10	14	53	18	60
Pr	1,4	9,8	0,83	11	8,5	1,0	1,6	5,9	2,2	7,4
Nd	5,9	38	3	43	35	4,8	6,4	23	9,3	30
Sm	1,1	5	0,54	8,3	7,6	0,91	1	4	1,5	4,8
Eu	0,31	0,93	0,17	1,8	2,4	0,2	0,24	0,83	0,42	0,96
Gd	1,5	4,4	0,56	9,1	8,2	1,2	1,2	4,6	1,4	5,8
Tb	0,2	0,46	0,06	1,3	1,1	0,09	0,15	0,63	0,14	0,82
Dy	1,5	2,6	0,28	6,6	5,4	0,64	0,88	4	1,0	4,5
Ho	0,26	0,33	0,08	1,3	1	0,1	0,16	0,73	0,19	0,81
Er	0,76	1,1	0,32	3,6	3	0,35	0,54	2,3	0,62	2,8
Tm	0,14	0,17	0,08	0,55	0,36	0,03	0,12	0,4	0,12	0,45
Yb	0,78	1,1	0,53	3,2	2,3	0,36	0,82	2,7	0,51	3
Lu	0,11	0,15	0,04	0,45	0,39	0,04	0,13	0,45	0,1	0,51
Y	5,4	5,5	1,8	20	25	2,8	3,2	14	3,8	14
ΣREE	37,56	171,5	21,49	232,2	200,25	26,82	36,59	141,54	46,7	162,85
	76,85			216,23		31,71		117,03		
Eu/Eu*	0,76	0,62	0,98	0,66	0,97	0,61	0,70	0,70	0,91	0,58
	0,79			0,82		0,66		0,73		
ΣCe/ΣY	3,1	11,41	5,74	5,28	4,19	5,08	5,05	4,61	6,21	5,06
	6,75			4,74		5,07		5,29		
Ce/Ce*	1,03	1,24	1,04	0,99	0,98	0,2	1,17	1,13	1,1	1,06
	1,1			0,98		0,69		1,1		
La/Yb	7,95	22,7	9,43	12,8	14,78	11,94	7,4	9,7	14,51	9,0
	13,36			13,79		9,67		11,07		
La/Sm	5,64	5,0	9,26	4,94	4,47	4,73	6,1	6,25	4,93	5,63
	6,63			4,71		5,42		5,60		
Ce/Sm	10,91	15,4	15,19	9,76	8,68	10,98	14	13,25	12	12,5
	13,83			9,22		12,49		12,58		
Yb/Sm	0,71	0,22	0,98	0,39	0,30	0,40	0,82	0,68	0,38	0,63
	0,64			0,35		0,61		0,56		
Y/Sm	4,91	1,1	3,33	2,41	3,29	3,08	3,2	3,5	2,53	2,92
	3,11			2,85		3,14		2,98		

Таблица 3

Результаты химических анализов глауконитов альб-сеноманского ярусов

№ обр.	Возраст	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _{общ}	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
2	K ₁ a	46,31	0,44	9,3	22,53	3,03	1,01	5,09	0,07	0,14
6	K ₂ s	47,28	0,16	11,25	17,81	3,57	1,99	4,8	сл	0,34
BA-4	K ₁ a	45,23	0,37	8,16	23,71	3,08	0,79	6,51	сл	0,08
BA-1	K ₂ s	47,51	0,25	11,15	17,04	3,22	1,36	5,14	0,08	0,18

ряду других разрезов Воронежской антеклизы. Рассмотрено 29 образцов фосфоритов, из них 6 образцов из области развития Ливенско-Богучарской шовной зоны, 23 образца - из участков Курского и Воронежского блоков [29].

Графики содержания редкоземельных элементов в фосфоритах сеноманского яруса имеют пологую форму, с небольшим, не всегда явно просматривающимся, обогащением средними лантаноидами [6,10]. Повышенная сорбционная способность фосфатов в отношении REE часто обеспечивает частичное извлечение тяжелых лантаноидов и иттрия из морской воды [14]. Такой характер рас-

пределения REE формируется в относительно удаленных от береговой линии мелководных отложениях при уменьшении поступления обломочной части, обогащенной легкими лантаноидами и возрастанием роли глинистой составляющей, выступающей в роли сорбента средних лантаноидов. Отмечается близость состава REE фосфоритов к химическому составу шельфовых вод глубиной от 0 до 350 метров, а также к среднему составу REE в платформенных глинах, что подтверждает извлечение элементов из воды, то есть соответствует хемогенному типу соотношения REE [14].

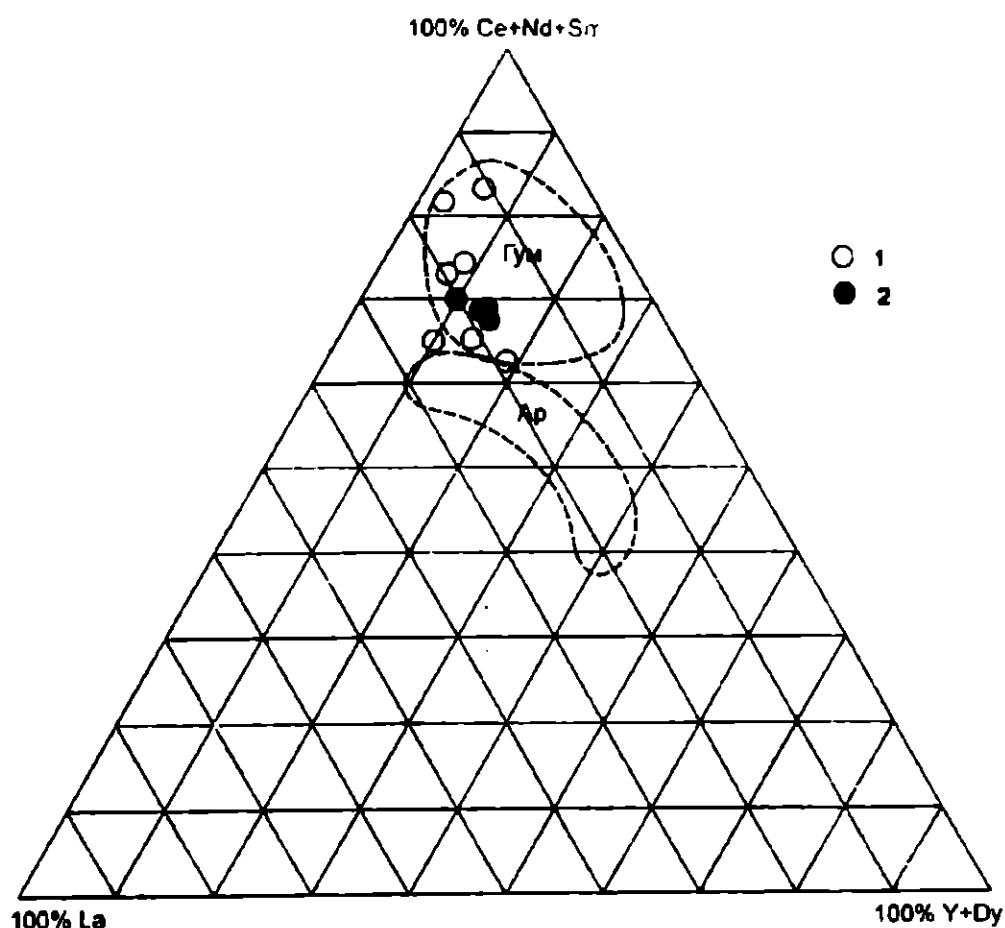


Рис. 7. Диаграмма в координатах $La-(Ce+Nd+Sm) - (Y+Dy)$ с нанесенными на нее фигуративными точками монофракций глауконита альб-сеномана исследуемых районов: 1 — глаукониты альба; 2 — глаукониты сеномана.

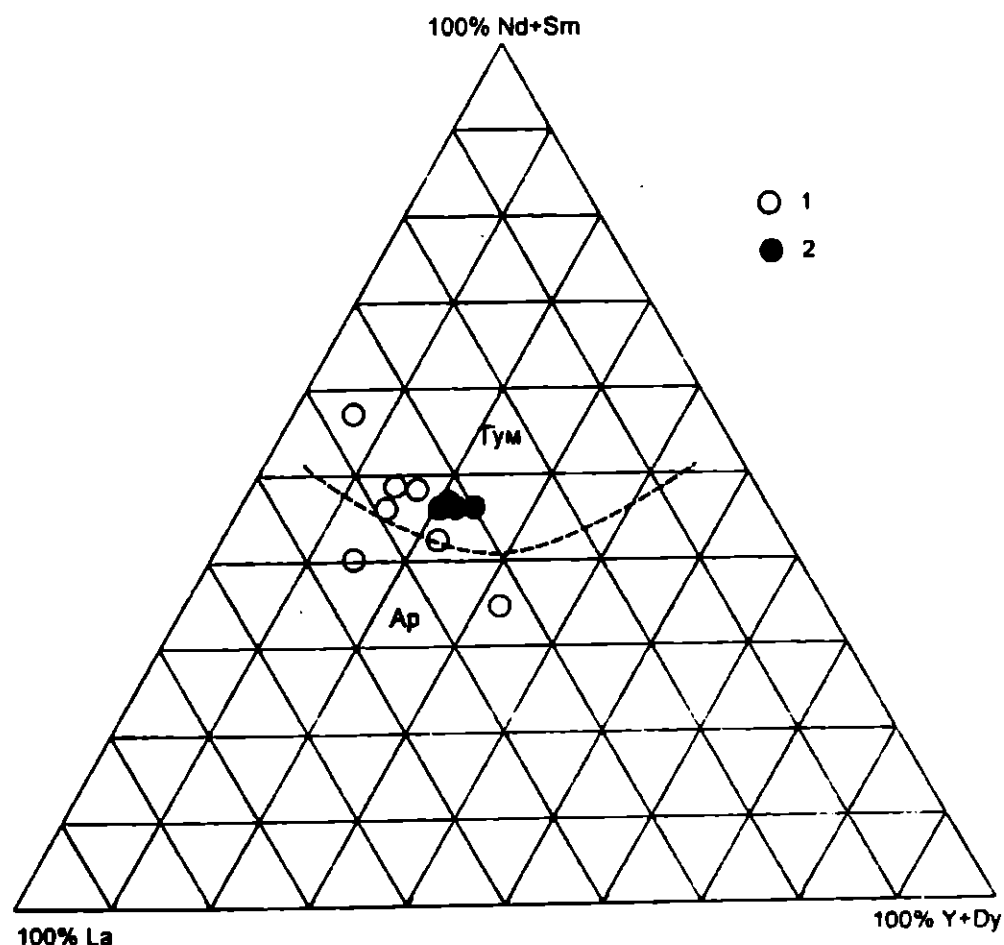


Рис. 8. Диаграмма в координатах $La - (Nd+Sm) - (Y+Dy)$ с нанесенными на нее фигуративными точками монофракций глауконита альб-сеномана исследуемых районов: 1 — глаукониты альба; 2 — глаукониты сеномана.

Среднее значение ΣREE в фосфоритах сеномана — 168,5 г.т., что близко к ΣREE в глинах платформ (199 г.т.) [14], среднее Eu/Eu^* — 0,83, что близко к среднему содержанию в фанерозойских осадочных породах ($Eu/Eu^* = 0,61 - 0,72$) [24]. По характеру распределения элементов в фосфоритах выделяются три группы. Для 1-ой группы (6 обр.), пространственно приуроченной к площади Ливенско-Богучарской зоны, характерны высокие содержания подвижных элементов As, Sb, Te, Hg, Tl; самородных Au, Ag, Pt; литофильных и халькофильных Be, B, Sc, Zn, Ga, Nb, Sn, Pb, Bi; несколько повышенные Cu, Zr, Mo, Hf, Pb; высокие значения Eu/Eu^* (больше 1,0). Для 2-ой группы (2 обр.), пространственно приуроченной к разрывным нарушениям второго — третьего порядков и интрузивным образованиям фундамента, характерны высокие содержания самородных Au, Ag; в разной степени повышенные содержания B, Sc, As, Rb, Zr, Sn, Te, Ba, Hf, W, Hg, Tl, Pb, Bi; высокие значения Eu/Eu^* (1,33 — 1,37). Фосфориты 3 группы (21 обр.) имеют незначительные повышенные содержания Se, Ag, Cd, Au, U и пространственно приурочены к жестким участкам мегаблоков фундамента вне зон влияния разрывных нарушений первого порядка [13, 29].

При сравнении химических особенностей вмещающих песков и диагенетических образований отмечается, что конкреции фосфоритов и глауконита в большей мере обогащены микроэлементами в виду повышенной сорбционной способности слагающего их вещества. Обогащение микроэлементами осадочных отложений происходит, видимо, за счет вещества глубинных флюидов, связанных с зонами долгоживущих нарушений на границах структурных элементов фундамента или с разломами первых порядков внутри крупных блоков. Источ-

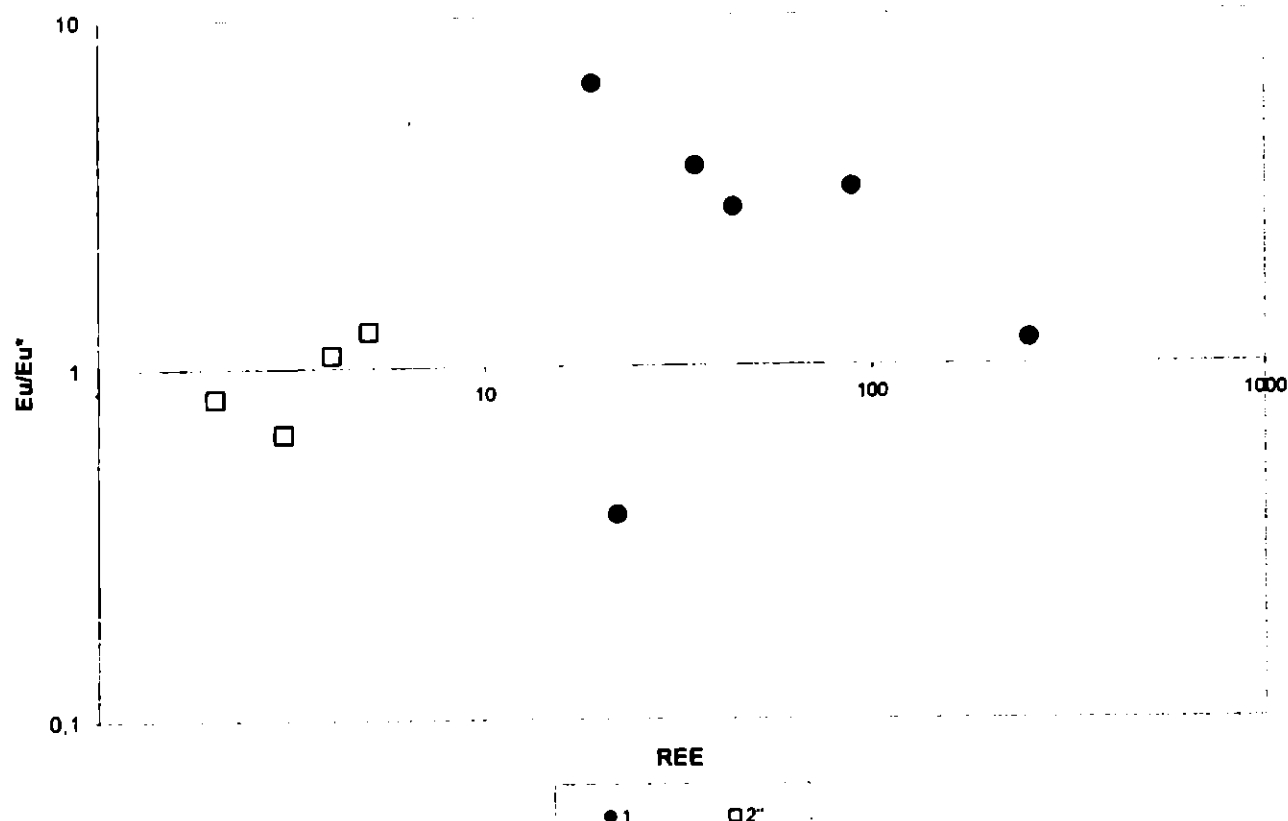


Рис. 9. Бинарные диаграммы в системе $Eu/Eu^* - \Sigma REE$ для глауконитов исследуемых районов: 1 - глаукониты, приуроченные к разрывным нарушениям первых порядков; 2 – глаукониты, приуроченные к жестким блокам фундамента.

ником повышенных концентраций элементов могут быть высокоуглеродистые сланцы архея и раннего протерозоя фундамента с наложенной рудной минерализацией и магматические комплексы различного петрографического состава. Данный механизм образования повышенных концентраций микроэлементов в конкрециях наиболее подходит для данного региона платформы, где влияние катагенетических процессов на изменение геохимии осадочных пород из-за малой мощности чехла незначительно. Для определения влияния зон повышенной проницаемости коры (области растяжения – сжатия) на геохимию конкреций применена бинарная диаграмма $\Sigma REE - \Sigma (Hg, Tl, Te, As, Sb)$ [29], на которой обозначаются поля конкреций различного состава, приуроченные к жестким блокам фундамента и зонам развития тектонических нарушений фундамента первых порядков (рис. 10).

Общие выводы

1. Подтверждено, что граница между альбскими и сеноманскими отложениями в районе г. Семилуки можно проводить по изменению гранулометрии песков и распределению глауконита. В районе Лебединского карьера комплексный анализ, включающий характер распределения минералов тяжелой фракции, фациальные условия формирования осадков, поведение REE позволяют выделять данную границу более уверенно.

2. Характер распределения редкоземельных, малых и петрогенных элементов в раннедиагенетических микро- и макроконкрециях глауконитов и фосфоритов зависит от палеогеографических условий седиментации (фациальной приуроченности,

климата). При этом большую роль играет пространственная приуроченность осадков к структурным элементам фундамента. Химические особенности состава песчаных пород, характеризующихся значительной разнородностью, в меньшей степени зависят от фациальных условий осадконакопления и тектонического положения территории, в то же время отношения ΣREE и Eu/Eu^* хорошо коррелируются с повышенной проницаемостью коры.

3. Диаграмма $\Sigma REE - \Sigma (Hg, Tl, Te, As, Sb)$ позволяет выделять поля конкреций, развитые в пределах структурных элементов платформы с различной проницаемостью коры.

Авторы признательны РФФИ (грант 01-05-64642) за финансовую поддержку работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. -М., 1990. -182 с.
2. Ронов А.Б. Стратисфера, или осадочная оболочка земли (количественное исследование). -М., 1993. -144 с.
3. Ронов А.Б., Мигдисов А.А. Количественные закономерности строения и состава осадочных толщ Восточно-Европейской платформы и Русской плиты и их место в ряду древних платформ мира // Литология и полезные ископаемые. -1996. -№5. -С. 451-475.
4. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. -М., 1976. -267 с.
5. Стратиграфия СССР. Меловая система. -М., 1986. -Полутом I. -339 с.
6. Савко А.Д. Геология Воронежской антеклизы // Тр. НИИ геологии Воронежского ун-та. Вып. 12. -Воронеж, 2002. -165 с.

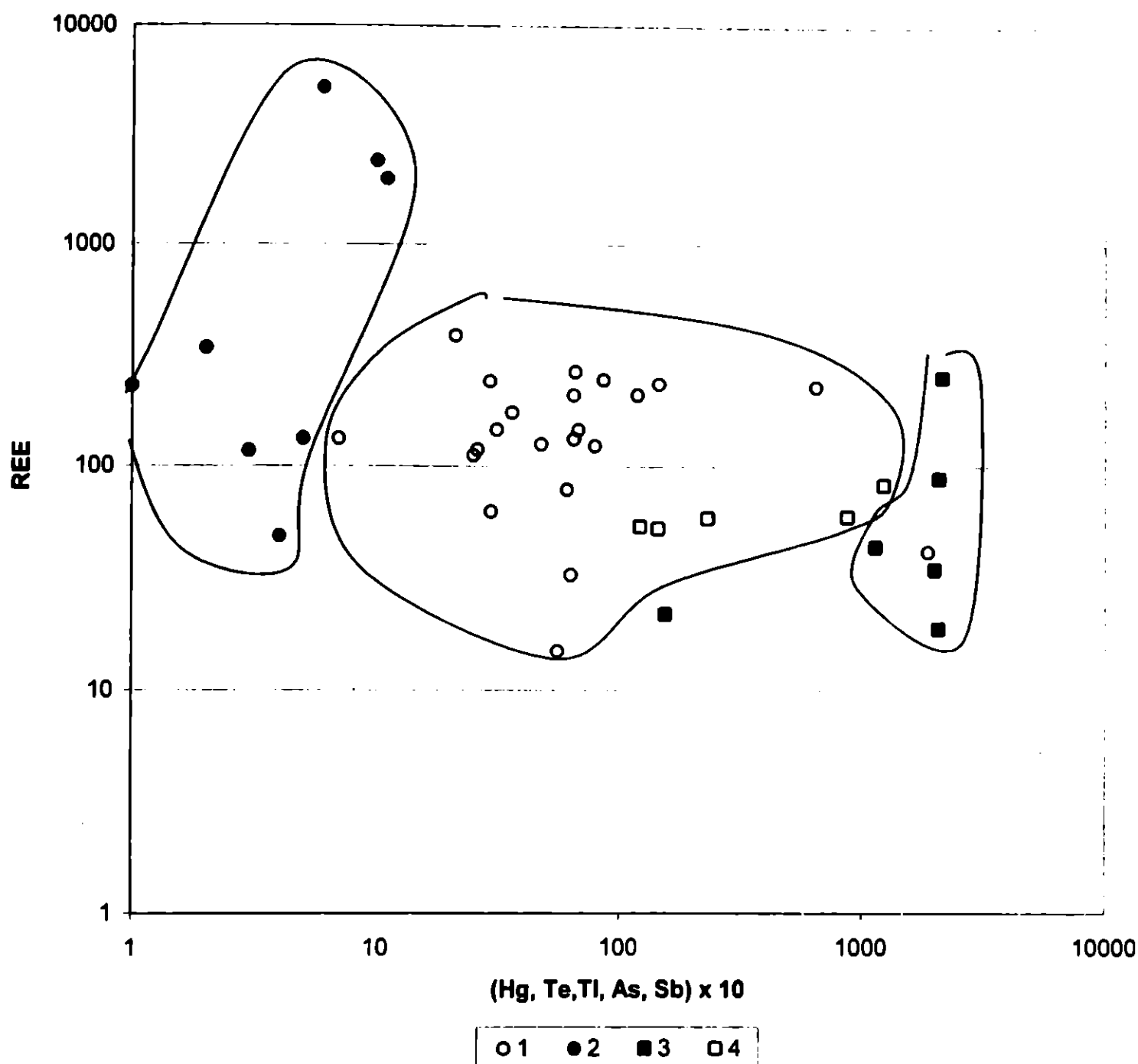


Рис. 10. Бинарная диаграмма в системе $\Sigma \text{REE} - \Sigma (\text{Hg}, \text{Tl}, \text{Te}, \text{As}, \text{Sb})$ для глаукоцитов исследуемых районов: 1 – фосфориты, приуроченные к жестким блокам фундамента; 2 – фосфориты, приуроченные к разрывным нарушениям первых порядков; 3 – глаукоциты, приуроченные к разрывным нарушениям первых порядков; 4 – глаукоциты, приуроченные к жестким блокам фундамента.

7. Шатров В.А., Войцеховский Г.В., Зеленская А.Н. Новые данные по распределению редкоземельных и малых элементов в сеноманских фосфоритах Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 2000. - № 3(9). - С. 95 – 101.
8. Зарицкий П.В. Минералогия и геохимия диагенеза угленосных отложений (на материалах Донецкого бассейна). - Харьков, Ч. 1. 1970. - 224 с. Ч. 2, 1972. - 176 с.
9. Минаев Д.А. Лантаноиды в минералах. - М., 1969. - 182 с.
10. Шатров В.А., Ненахов В.М., Сиротин В.И. и др. Новые данные по распределению элементов-примесей в диагенетических образованиях Воронежской антеклизы // Геохимия. - 2002. - №4. - С. 450 - 458.
11. Зеленская А.Н., Шатров В.А., Войцеховский Г.В. Редкоземельные и малые элементы как индикаторы обстановок осадконакопления (на примере Воронежской антеклизы) // Вестн. Воронеж. ун - та. Сер. геол. - 1999. - № 8. - С. 38 – 45.
12. Лисицын А.Н. Современные гидротермальные системы Мирового океана // Смирновский сборник. - М. 2000. - С. 32 – 76.
13. Шатров В.А., Ненахов В.М., Войцеховский Г.В., Зеленская А.Н. Геохимические особенности фосфоритов и марказитов как индикаторов геодинамических обстановок для плитной стадии развития (на примере Восточно-Европейской платформы) // Матер. к литологическому совещ. «Литология и полезные ископаемые центральной России». - Воронеж, 2000. - С. 104.
14. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов - М., 1976 - 276 с.
15. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. - 1962. - № 7. - С. 555-571

16. Жабин А.В. Некоторые проблемы глауконитообразования (на примере осадочных отложений Воронежской антеклизы) // Вестн. Воронеж. ун - та. Сер. Геология. -2000. -№ 3(9). -С. 78-82
17. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна курской магнитной аномалии. Т.1., Кн.2. -М., 1972. -360 с.
18. Савко А.Д., Беляев В.И., Мануковский С.В. Фосфориты Центрально-Черноземного района России. - Воронеж. 1994. -184 с.
19. Герасимов П.А. Юрские и меловые отложения Русской платформы: Очерки региональной геологии СССР. Вып.5 / Под ред. А.А.Богданова, М.В.Муратова, Н.С.Шатского. -М.: 1962. -196 с.
20. Baraboshkin E.J. The russian platform as a controller of the albian tethyan/boreal ammonit migration // Geologica carpathica. -Bratislava, 1996. V.47, №5. -С. 275-284.
21. Стратиграфия СССР. Меловая система. -М., 1987. Полумом 2. -326 с.
22. Найдин Д.П., Похилайнен В.П., Кац Ю.И., Красилов В.А. Меловой период. Палеография и палеоокеанология. -М., 1986. -262 с.
23. Коваль С.А., Каталина И.М. Особенности гранулометрического состава и условия образования альбских отложений окрестностей г. Семилуки // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. Геология. -2000. -№3(9). -С.90-95.
24. Балашов Ю.А. Изотопно-геохимическая эволюция мантии и земли. -М., 1985. -224 с
25. Коваль С.А. Глаукониты нижневолжско-неокомских отложений КМА и условия их образования // Вестн. Воронеж. ун - та. Сер. Геология. -2002. -№1. -С. 52 – 69.
26. Ронов А.Б., Балашов Ю.А., Мигдисов А.А. Геохимия редкоземельных элементов в осадочном цикле // Геохимия. -1967. -№ 1. -С. 3-19.
27. Казаков Г.А. Глаукониты как показатели геохимических условий формирования осадочных пород // Геохимия. -1983. -№ 12. -С. 1670-1680.
28. Казаков Г.А., Балашов Ю.А., Братишко Р.Х. Глаукониты как показатели климатических условий литогенеза // Геохимия. -1976. -№ 5. -С. 758-764.
29. Шатров В.А., Сиротин В.И., Войцеховский Г.В. Конкрекции осадочного чехла Воронежской антеклизы как геохимические индикаторы зон повышенной проницаемости земной коры // Докл. Академии Наук. -2002. -Т. 385, № 4. -С. 1-3.

УДК [567.6+568.1]:551.79(47)

НОВЫЕ НАХОДКИ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ ИЗ НИЖНЕНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ИЛЬИНКА

В.Ю. Ратников

Воронежский государственный университет

Герпетофауна местонахождения Ильинка-2 включает представителей не менее пяти семейств. Наиболее интересными находками являются: кожная сочленовная кость *Pliobatrachus cf. langhae* – вторая находка этого возраста в бассейне Дона, подвздошная кость *Bufo (bufo) sp.*, являющейся, возможно, вымершей формой; весьма удлинённый позвонок *Vipera sp.* Состав герпетофауны Ильинки-2 свидетельствует о более влажной обстановке, чем существовала во время формирования местонахождения Ильинка-4.

Разрез неоплейстоценовых отложений Ильинка был открыт в 1966 году и после этого изучался неоднократно. Он расположен в Калачеевском районе Воронежской области, южнее с. Ильинка, в правом борту приустьевой части лога Промышленный, открывающегося в долину р. Подгорной на восточной окраине г. Калача. В 1979 году отсюда была получена крупная коллекция остатков мелких млекопитающих, а сам разрез позднее был описан как стратотип ильинской свиты и ильинского горизонта [1]. Дальнейшие исследования привели к вскрытию более глубоких частей разреза и обнаружению новых костеносных слоев. Их сейчас известно четыре, названных сверху вниз соответственно Ильинка-1, -2, -3 и -4. Коллекция позвоночных из местонахождения Ильинка-4 включала также и немногочисленные кости амфибий и рептилий, изученные нами [2].

В 1999 году при очередном изучении разреза был найден змеиный позвонок очень плохой со-

хранности из костеносного слоя Ильинка-3 и получена небольшая коллекция остатков амфибий и рептилий из слоя Ильинка-2, насчитывающая 29 костей. Остатки принадлежат представителям не менее пяти семейств холоднокровных наземных позвоночных.

Palaeobatrachidae

Материал: кожная сочленовная кость.

Это очень массивная кость, слабо изогнутая S-образно (рис. 1). Передняя половина кости не сохранилась; задний конец, также частично разрушенный, расширен в виде ложки; перед ним на дорсомедиальной стороне имеются два отростка, направленные соответственно дорсолатерально (*processus coronoideus lateralis*) и дорсомедиально (*processus coronoideus medialis*). Разделяет коронаидные отростки субовальная ямка с очень неровной поверхностью. На латеральной поверхности кости наблюдается уплощение с довольно ясно выраженными кон-