ЛИТОСФЕРА, 2009, № 2, с. 3–13

УДК 552.51/552.521:551.735.1 (470.1)

ВИЗЕЙСКИЕ ТЕРРИГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

© 2009 г. Н. Н. Рябинкина

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
E-mail: ryabinkina@geo.komisc.ru

Поступила в редакцию 05.09.2008 г.

Результаты детальных литологических исследований визейских терригенных отложений Печорского бассейна, подкрепленные палинологическими данными, позволили уточнить ранневизейский возраст находок континентальной палеофлоры северо-востока Европейской платформы, обосновать палеоклиматическую зональность региона, выделить ранневизейский регрессивно-трансгрессивный мегацикл развития территории и показать связь состава органического вещества с фациями и климатом.

Ключевые слова: *терригенный комплекс, литофации, палеоклиматическая зональность, угленосность, седиментационные бассейны, Европейская платформа.*

ВВЕДЕНИЕ

В основу работы положены новые данные по литологии и палеогеографии визейских терригенных отложений Печорского седиментационного бассейна (рис. 1) и опубликованные данные по одновозрастным разрезам Европейской платформы (Подмосковный и Камский бассейны) [3, 12, 13]. Отложения визейского терригенного комплекса накапливались в меняющихся условиях, поэтому они отличаются разнообразием, в том числе и по составу органического вещества (ОВ), тип и количество которого тесно связаны с условиями захоронения [1, 18].

Ранее нами в Печорском палеобассейне были выделены морфотипы ранневизейского палеорельефа [19], среди которых распознаются: *аллювиальная низменная равнина* с терригенным осадконакоплением (Югидская, Печорокожвинская и др. площади), представленная в основном песчано-глинистыми отложениями с прослоями углей и углистых аргиллитов пойменных и озерно-болотных фаций; *приливно-отливная равнина* с преимущественно терригенным осадконакоплением, в том числе развитием (в бобриковско-тульское время) озерно-болотных фаций с прослоями углей и углистых аргиллитов (от Сынинской до Верхнесочьинской площади); *прибрежная мелководно-морская равнина* с озерно-лагунным типом осадконакопления, занимающая западный борт Верхнепечорской впадины (Зап. Вуктыльская, Белая, Кылымъёльская площади). В углистых аргиллитах терригенной толщи от радаевского до тульского горизонтов – скважины Белая-1 (интервалы 2995–3001 и 2983–2987 м), Кылым-Ёль-1 (интервал 4749–4757 м), Козлаю-2 (интервал 3885.5–3892.1) Ю.В. Мосейчик в 2006 г. впервые описаны остатки макрофлоры, сохранившиеся *in situ*, в том числе ризофоров древесных плауновидных *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad. Brongniart, маркирующих горизонты болотных палеопочв [11].

Рис. 1. Местоположение изучаемых разрезов.

Эти находки позволяют уточнить палеогеографические реконструкции для Еврамерийского палеоконтинента. В связи с этим в данной работе рассмотрены разрезы, представляющие преимущественно озерно-лагунный и озерно-болотный типы седиментации, расположенные в северо-восточной части Верхнепечорской впадины Печорского бассейна. Самый полный в стратиграфическом отношении разрез терригенного комплекса описан в скважине Белая-1, который в данной работе рассматривается в качестве типового. Для уточнения возрастных датировок использованы имеющиеся палинологические определения Т.В. Бывшевой и Т.В. Стуковой [15] и палеофлористические данные.

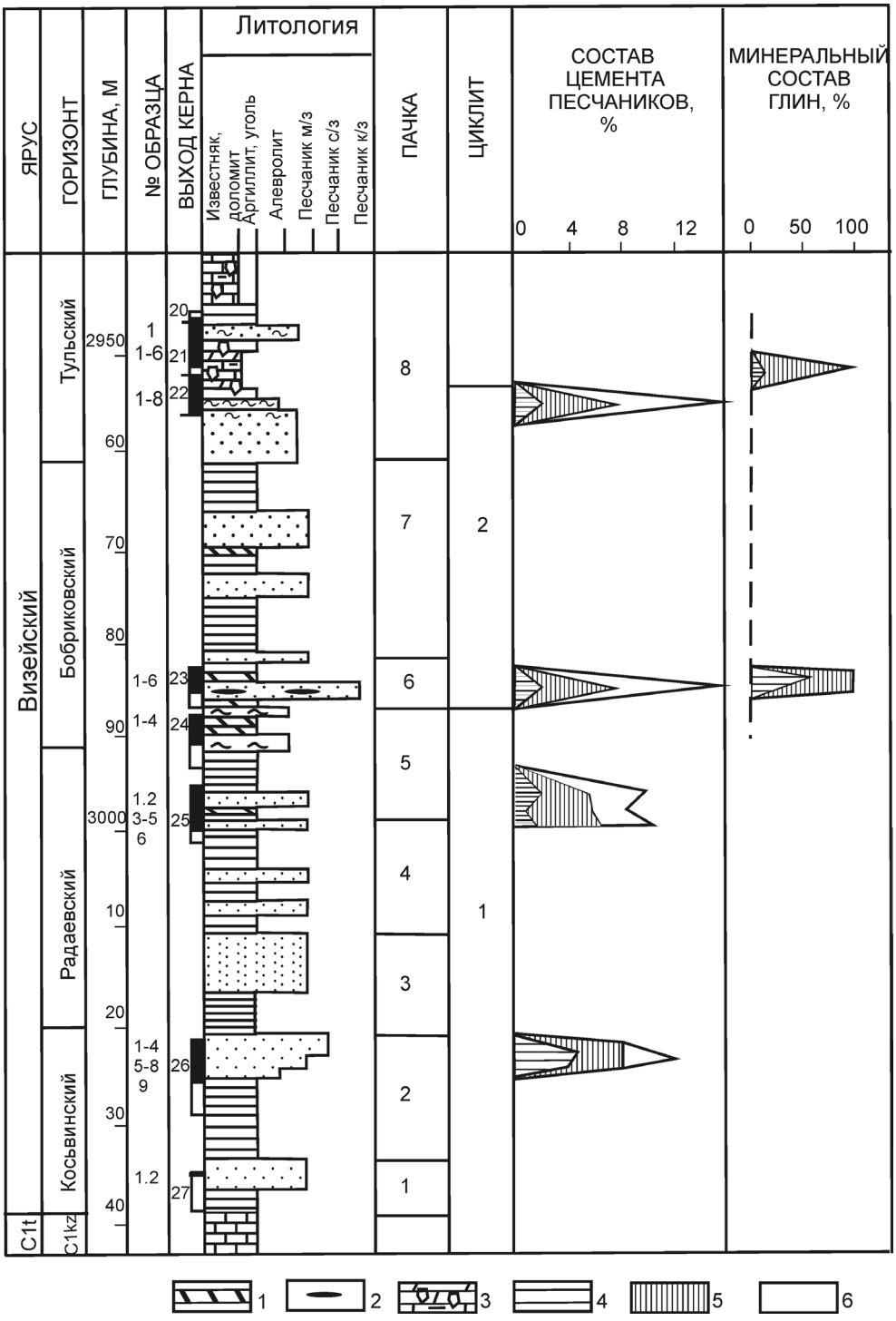

Рис. 2. Разрез визейских терригенных отложений в скв. Белая-1.

1 – углистые аргиллиты, 2 – линзочки углей, 3 – брекчированные доломиты и глинистые известняки; 4–6 – минеральный состав цемента: 4 – иллит, 5 – каолинит, 6 – кальцит.

Обнаружение определимых остатков макрофлоры в наиболее полных терригенных разрезах визейского возраста на крайнем северо-востоке Европейской платформы послужило дополнительным толчком для данного исследования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИЗЕЙСКОГО ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА

В состав визейского терригенного комплекса входят породы кожимского надгоризонта (косьинский, радаевский и бобриковский горизонты) нижнего визе и частично окского надгоризонта (тульский горизонт) верхнего визе [17]. В литологическом отношении комплекс представлен переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями углистых аргиллитов и, в отдельных разрезах, с пластами углей. Верхний и нижний контакт комплекса четко отбивается на каротажных диаграммах по смене терригенных пород карбонатными. Мощность его колеблется от первых метров до нескольких сотен метров.

Ранее рассматриваемую толщу (в том числе низы тульского горизонта) часто определяли как нерасчлененный терригенный визейский комплекс. Лишь благодаря проведенным палинологическим исследованиям стало возможным расчленение его до горизонтов.

1. Кожимский надгоризонт

1.1. Косьвинский горизонт

Косьвинский горизонт в основании кожимского надгоризонта выделил В.А. Чермных [22] в стратотипическом разрезе на р. Кожим (Приполярный Урал), где он представлен тонкослоистыми кремнистыми известняками с массивными прослоями кремня и кремнистыми сланцами и имеет морское происхождение.

В терригенных разрезах **Печорского бассейна** косьвинский горизонт редко выделяется из-за отсутствия или плохой сохранности миоспор. В первую очередь к таким уникальным разрезам, где удалось выявить палинологический комплекс, относится терригенная толща, вскрытая скважиной Белая-1 Верхнепечорской впадины Предуральского краевого прогиба (рис. 2). Здесь косьвинский горизонт представлен терригенными пачками 1 и 2. В основании каждой из них залегает черный аргиллит с тонкой горизонтально-волнистой слоистостью, переходящий вверх по разрезу в крупнозернистый кварцевый алевролит и мелкозернистый песчаник с карбонатным и глинисто-карбонатным цементом. Цемент преимущественно поровый иллит-каолинитовый и кальцитовый, отдельные поры выполнены мелкозернистым сидеритом (до 5%). В породе много обугленного растительного детрита, хотя содержание органического углерода ($C_{орг}$) в аргиллитах довольно низкое (0.4–1%). Разрез охарактеризован палинологическим комплексом, соответствующим косьвинскому горизонту (табл. 1), причем в пачке 2 в незначительном количестве присутствуют и миоспоры радаевского возраста. Мощность горизонта составляет 20 м. Контакт с нижележащими турнейскими известняками согласный.

В терригенных разрезах **Камского угленосного бассейна** как аналог косьвинского выделяется елховский горизонт, представленный в основном аргиллитами с прослоями алевролитов, песчаников, известняков и маломощных (0.05–0.2 м) угольных

Таблица 1. Палинологическая характеристика отложений кожимского надгоризонта

Горизонт	Палинозона	Комплексы спор
Бобриковский	Верхняя	*Lycospora pusilla* (Ibr.) Som., Densosporites variabilis (Waltz) Byvsch., *D. fossulatus* (Waltz) Byvsch., D. *punctatus* (Naum.) Shw., *D. dentatus* (Waltz) Pot. et Kr., *D. intermedius* (Waltz) Byvsch., D. *giganteus* Byv. et N. Umn., *Cingulizonates bialatus* (Waltz) Kedo, *Triguitrites Monilospora triungensis* Pl.
Радаевский	Средняя	*Cyclogranisporites exiguus* (Naum.) Pashk., *Lycospora pusilla* (Ibr.) Som., *Monilospora culta* (Byvsch.) Byvsch., *M. subcrenata* (Waltz) Byvsch., *Trilobozonotriletes inciso-trilobus* Naum. ex Isch.
		Lycospora aff. *pusilla* (Ibr.) Som., *Cyclogranisporites exiguus* (Naum.) Pashk., *C. fungiformis* (Byvsch.) Byvsch., *Leiotriletes subintortus* (Waltz) Isch., *L. inermis* (Waltz) Isch., *Monilospora culta* (Byvsch.) Byvsch., *Densosporites intermedius* (Waltz) Byvsch., *Cincturasporites multiplicabilis* (Kedo) Byvsch., *Punctatisporites rauserae* Naum. et Byvsch., *Simozonotrilites conduplicatus* (Andr.) Isch.
	____?____	
	Нижняя	*Trilobozonotriletes inciso-trilobus* Naum. ex Isch., *Triquitrites batillatus* Hughes et Plauf. *Cingulizonates bialatus* (Waltz) Kedo, *Monilospora variomarginata* (Plauf.) Byvsch., *M. subcrenata* (Waltz) Byvsch., *Cincturasporites multiplicabilis* (Kedo) Byvsch.
Косьвинский		*Cycloqranispirites exiguus* (Naum.) Push.,*Leiotriletes inermis* (Walts) Isch., *Punctatisporites glaber* (Naum.) Playf., *P. rauserae* Naum. et Byvsch., *P. angularis* (Kedo) Byvsch., *Acanthotriletes spinosus* Naum. ex Isch., *Trilobozonotriletes inciso-trilobus* Naum. ex Isch.

Примечание. Определения выполнены Т.В. Бывшевой и Т.В. Стуковой.

прослоев, появляющихся лишь в самых верхах разреза. Считается, что эти отложения также имеют морской генезис [20]. Они выполняют впадины в осевой и бортовой частях Камско-Кинельской системы прогибов и отсутствуют в разрезах эрозионно-карстового типа [13]. В стратотипическом разрезе на р. Косьва (приток р. Камы, Средний Урал) косьвинский горизонт слагают органогенные известняки с прослоями аргиллитов, фациально замещающиеся толщей чередования аргиллитов, кварцевых алевролитов и песчаников с прослоями известняков [5]. Мощность горизонта колеблется от 50 до 200 м. Контакт с нижележащими турнейскими известняками во всех разрезах согласный.

На территории **Подмосковного бассейна** породы этого возраста не известны. Предполагается, что на данной территории в это время формировались латеритные коры выветривания [12].

1.2.Радаевский горизонт

Породы радаевского горизонта на большей части Европейской платформы залегают со стратиграфическим несогласием на известняках турнейского и даже фаменского ярусов. В морских и прибрежно-морских фациях взаимоотношение радаевского и косьвинского горизонтов согласное. В стратотипе (Куйбышевская область) развиты преимущественно алевролиты с пачками песчаников, глин и углей [20]. Мощность терригенного разреза – от первых метров до 250 м.

В пределах **Печорского бассейна** отложения радаевского горизонта развиты достаточно широко, причем часто отмечается их несогласное залегание на нижележащих горизонтах турнейского и фаменского ярусов. В терригенных толщах стратификация отложений затруднена из-за плохой сохранности миоспор, поэтому часто выделяется нерасчлененный радаевско-бобриковский комплекс. Отложения представлены преимущественно аллювиально-дельтовыми фациями [19]. Мощность горизонта в пределах бассейна от первых десятков до сотен метров.

В скважине Белая-1 горизонт выделен по палинологическому комплексу (табл. 1) и представлен пачками 3–5 (рис. 2, инт. 25, 24). Пачки 3 и 4 не охарактеризованы керном и отнесены к радаевскому горизонту по сопоставлению с соседними скважинами, а также на основании того, что уже в пачке 2 появляются миоспоры этого возраста. По характеристике каротажных диаграмм эти пачки представлены чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников. Только пачка 5, сложенная аргиллитами, алевролитами и песчаниками, охарактеризована каменным материалом. Аргиллиты здесь тонкослоистые иллит-каолинитовые с примесью кварцевых зерен алевритовой размерности. Углистые аргиллиты черные с тонкой линзовидной и волнистой слоистостью, с обилием углефицированного растительного детрита по наслоению. Содержание органического углерода ($C_{орг}$) в углистых аргиллитах достигает 4.7%. ОВ преимущественно гумусовое с преобладанием инертинитовой составляющей (III, IV тип ОВ) и незначительной примесью смешанного ОВ II типа. Порода рассланцована, и по трещинам отмечается слабое нефтенасыщение. Именно за счет этого в аргиллитах несколько завышены значения βХБ (4%) при $C_{орг}$ – 0.86%. В отдельных прослоях этой породы распространена комковатая текстура, характерная для палеопочв подугольных пластов. В них Ю.В. Мосейчик определены листья *Cordaites* sp. и обнаружены остатки древесных плауновидных *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad. Brongniart, сохранившихся *in situ* (обр. 25-1, 25-2, 24-2). Считается, что остатки стигмариевых маркируют горизонты болотных палеопочв, на которых произрастали древесные плауновидные. Подобные горизонты широко развиты в континентальных отложениях карбона Донбасса [10, 11]. Палинологический комплекс из аргиллитов инт. 25 датирует радаевский горизонт. Алевролиты крупнозернистые кварцевые, с глинистым цементом (рис. 3з). Отдельные линзочки выполнены кварцем песчаной размерности. Угле- и гелефицированное ОВ развито по растительным остаткам и образует ветвящиеся канальцы, окутывает комочки кварцевых скоплений. По плоскостям наслоения и по трещинам развито углистое и битумное ОВ. Содержание органического углерода достигает 0.5–0.9%. Из акцессорных минералов присутствуют циркон (размером до 0.06 мм) и турмалин. Песчаники мелкозернистые кварцевые с комковатой текстурой. Цемент неравномерный поровый карбонатно-глинистый, глинистая часть, по данным рентгено-спектрального анализа (РСА), представлена преимущественно (77%) каолинитом. На отдельных участках зерна кварца сцементированы за счет вдавливания и растворения. Углефицированный детрит образует небольшие скопления и линзы. Общая мощность горизонта составляет порядка 30 м (32 м в скв. Белая-1 и 29–35 м на Козлаюской площади).

В **Подмосковном бассейне** радаевский горизонт залегает на размытой поверхности турнейских отложений (черепетский или упинский горизонты) и перекрывается породами бобриковского горизонта. В континентальных фациях (глубоковская свита) горизонт сложен алевритами, ритмично чередующимися с темно-серыми и светлыми "полусухарными" глинами с прослоями угля. В морских фациях (дмитриевская свита) разрез слагают мелководные темно-серые известковистые аргиллитоподобные глины с прослоями известняков. В западном направлении глины замещаются лагунными песчанистыми глинами, песками и песчаниками с прослоями доломитов [12]. На северо-западном крыле Московской синеклизы выделяют кремницкую

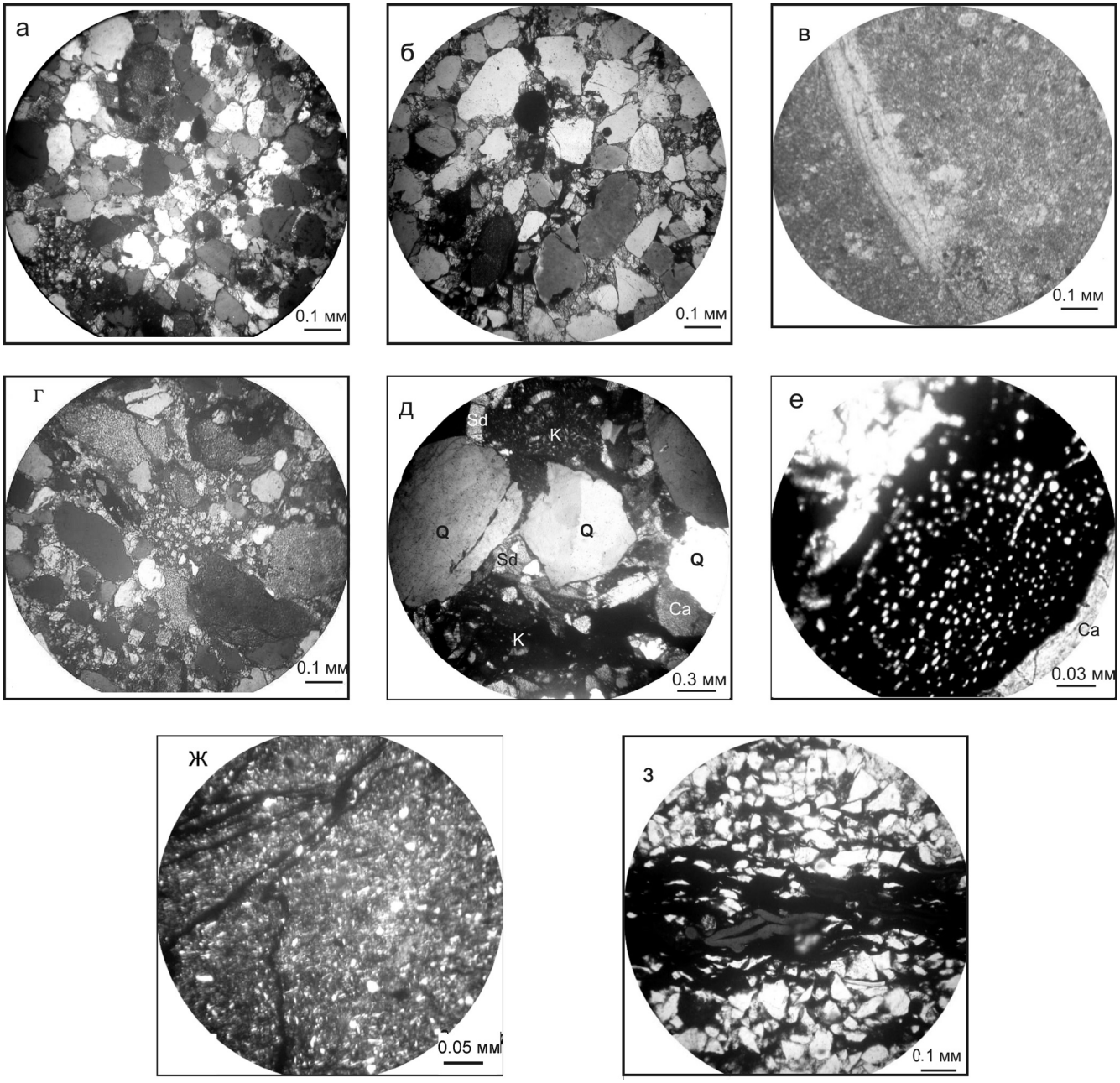

Рис. 3. Фотографии шлифов образцов пород из разреза скв. Белая-1.

а, б – обр. 19/1 (николи +): песчаник мелкозернистый с карбонатным цементом; в, г – обр. 22/2 (николи +): песчаник мелкозернистый карбонатный, ожелезненый с глинисто-карбонатными (в) и пиритизированными (г) стяжениями; д – обр. 24/3 (николи +): грубозернистый песчаник, обломки каолинитовой породы, зерна кварца и кристаллы аутигенного сидерита, Q – кварц, К – каолинит, Са – кальцит, Sd – сидерит; е – обр. 24/3 (николи II): грубозернистый песчаник с углефицированной органикой; ж – обр. 23/5 (николи +): аргиллит с углефицированным растительным детритом; з – обр. 25/4 (николи II): песчаник тонкозернистый, алевритовый глинисто-карбонатный с угле- и гелифицированной органикой по наслоению.

свиту, одновозрастную с радаевским горизонтом, представленную отложениями коры выветривания. Мощность горизонта изменяется от 15 до 130 м.

В пределах **Камского бассейна** отложения радаевского горизонта часто рассматриваются как единый комплекс с бобриковским горизонтом, т.к. оба они представлены в основном однотипными песчано-алевритовыми породами. Полный депрессионный тип разреза радаевского горизонта имеется в осевой зоне Камско-Кинельской системы прогибов, где он представлен светло-серыми мелкозернистыми кварцевыми песчаниками с прослоями обугленного растительного детрита, серыми и темно-серыми глинистыми алевролитами с включениями пирита и темно-серыми углистыми аргиллитами с прослоями (0.05–0.02 м) углей. В эрозионно-карстовых типах разрезов пласты углей достигают мощности 2–8 м. Мощность разреза колеблется от 0 до 135 м.

1.1.3. Бобриковский горизонт

Стратотип бобриковского горизонта установлен по комплексу миоспор в южном крыле Подмосковного бассейна, где с размывом залегает на радаевских и более древних отложениях и сложен песчано-глинистыми породами с пластами углей [20]. Общая мощность разреза составляет от первых метров до 150 м.

На территории **Печорского бассейна** отложения бобриковского горизонта выделены в основном по спорово-пыльцевому комплексу. Они согласно залегают на терригенных отложениях радаевского горизонта или со стратиграфическим несогласием перекрывают известняки турнейского яруса. В разрезе скважины Белая-1 бобриковский горизонт сложен пачками 6, 7 (рис. 2), продолжая трансгрессивный цикл осадконакопления. Вверх по разрезу происходит увеличение доли карбонатного цемента в песчаниках, уменьшается содержание каолинита в цементе и в аргиллитах, где он уступает иллиту.

В пачке 6 появляется совершенно новый тип песчаника (обр. 23-4; рис. 3д, е) – розовато-серого крупнозернистого кварцевого с базально-поровым карбонатным и поровым глинистым цементом, с ярко выраженной косой однонаправленной слоистостью. Размер зерен кварца в его составе колеблется от 0.1–0.5 мм до 1.5 мм, с преобладанием 1 мм. Они чаще всего слабо окатаны и имеют неправильную форму, сильно трещиноватые с обилием газово-жидких включений, но присутствуют и совершенно чистые зерна. Кроме того, имеются обломки каолинитизированной глины или переотложенных каолинитов, размером до 1.8 мм. Карбонатно-глинистый цемент составляет около 15%, из них примерно 6% приходится на карбонатные минералы, 5% – на каолинит и 4% – на иллит. Карбонатный цемент представлен кальцитом и сферокристаллами сидерита, иллит присутствует в виде отдельных табличек, а каолинит – в виде мелкочешуйчатого агрегата. В отдельных порах чешуйки аутигенного каолинита достигают размера 0.06 мм. Углефицированный растительный детрит (рис. 3е), слагает мелкие линзочки, в которых концентрация $C_{орг}$ достигает 3.6%. Порода участками пиритизирована, мелкокристаллический пирит развивается местам по органике. Описанный песчаник резко отличается от выше и нижележащих пород цветом, наличием косой слоистости, крупностью зерен кварца и присутствием обломков каолинитовых глин, широким развитием пойкилитового цемента. Формирование его, по–видимому, связано с аллювиальными (или пролювиальными) выносами в лагуну (или озеро), расположенную недалеко от источника сноса. Таким источником могла служить кора выветривания, о чем свидетельствуют окатыши каолинитовых глин. Вполне вероятно, что и крупные слабоокатанные зерна кварца также связаны с ней. Аналогичный песчаник описан на Печоро-Кожвинской и Югидской площадях Среднепечорского поперечного поднятия [15]. Вмещающие песчаник черные аргиллиты (обр. 23-1, 2, 5) характеризуются песчано-алевритовой примесью зерен кварца (15–20%). По данным РСА, они имеют иллит-каолинитовый состав, причем вверх по разрезу соотношение меняется в сторону увеличения содержания иллита. Органическое вещество в них присутствует в виде углефицированного растительного детрита, равномерно распределенного по породе (рис. 3ж), а вдоль трещин отмечается слабое нефтенасыщение. Аргиллит под пластом песчаника (обр. 23-5) содержит отпечатки плауновидных *Stigmaria ficoides*, аналогичные вышеописанным в пачке 5 радаевского горизонта. Вероятно это также ископаемая почва подугольного пласта, который мог быть разрушен аллювиальным потоком, о чем свидетельствуют линзочки углефицированного ОВ в песчанике. Аналогичные находки *Stigmaria ficoides* обнаружены в бобриковских отложениях Козлаюской и Кылым-Ёльской площадей. Мощность пачки около 5 м.

Верхняя часть бобриковского горизонта (мощностью 22 м) в данном разрезе не охарактеризована керном (пачка 7), а по данным геофизических исследований, она представлена переслаиванием алевролитов, песчаников и аргиллитов с единичными прослоями углистых аргиллитов (по данным НГК). Мощность горизонта колеблется от 27 м в скв. 1-Белая до 70 м в скважинах Козлаюской, Вуктыльской и Кылым-Ёльской площадей.

В пределах **Камского бассейна** горизонт представлен песчаниками, аргиллитами, алевролитами, углями, редко известняками. В его кровле прослеживается пачка белых каолинитовых глин, свидетельствующих о континентальных условиях осадконакопления. Песчаники белые, светло-серые, темно-серые от пропитки нефтью, кварцевые, разнозернистые. Аргиллиты темно-серые, прослоями углистые. Алевролиты встречаются прослоями среди песчаников. Они серые, темно-серые, тонкослоистые с обуглившимися растительными остатками. В разрезах эрозионно-карстового типа отложения угленосны. В верхней части толщи среди аргиллитов залегает мощный угольный пласт. Мощность горизонта составляет в среднем 3–30 м, а в эрозионно-карстовых врезах – до 40–120 м.

Стратотип бобриковского горизонта находится в южном крыле **Подмосковного бассейна** и представлен песчано-глинистыми отложениями с пластами углей. Здесь широко развиты континентальные фации – аллювиальные, озерно-болотные с пластами угля и делювиально-пролювиальные образования [12]. Нижнебобриковские отложения (липкинская толща) с перерывом залегают на девонских, малевских и упинских отложениях и характеризуются пестроцветными глинами (красновато-желтыми, зелеными, голубовато-серыми) с прослоями сиаллитов,

бурых железняков, песков и алевритов. Глины жирные или алевритистые с углистым детритом и прожилками эпигенетического гипса. Сиаллиты белые, желтоватые и зеленоватые, известны как "галлуазит-аллофановые" или бокситоподобные породы. По мнению М.Х. Махлиной и др. [12], данная толща, мощностью 3–13 м, является продуктом гипергенеза, ее возраст можно оценивать как раннебобриковский.

Южнее, в пределах Воронежской антеклизы, бобриковские отложения также залегают на коре выветривания, мощность которой существенно возрастает (20–30 м и более). В полных разрезах горизонта здесь содержится до 3-х угольных комплексов, в составе которых ритмично чередуются кварцевые светлые мелко- и тонкозернистые пески, переотложенные каолины, кроме того, в разрезах присутствуют песчаные (пойменные), сухарные и огнеупорные глины, серые (болотные) глинистые алевролиты с остатками корневой системы лепидофитов, угли, углистые сланцы. В восточном направлении на южном склоне Воронежской антеклизы распространены лагунные и мелководные морские отложения. В них широко развиты прослои "сухарных" и "полусухарных" глин, приуроченных обычно к почве подугольных пластов. Бобриковский горизонт представляет здесь главную угленосную толщу Подмосковного буроугольного бассейна мощностью от 30 до 100 м.

2. Окский надгоризонт

2.1. Тульский горизонт

Окский надгоризонт верхнего визе, в основании которого находится тульский горизонт, представляет собой тектоно-эвстатический ритм поздневизейской трансгрессии. В терригенно-карбонатных разрезах рассматриваемых бассейнов закономерно чередуются алевролиты и аргиллиты (фации лагун и дельт) с мелководными известняками. В карбонатных разрезах относительно глубоководным отложениям соответствуют фораминиферо-детритовые известняки. Более мелководные разности представлены микрослоистыми детритовыми и пятнистыми водорослевыми известняками. Лагунные образования сложены известняками микрозернистыми с остатками корневой системы лепидофитов, свидетельствующих об осушении или обмелении [12]. Верхняя граница горизонта проводится по подошве карбонатных пород, охарактеризованных комплексом фораминифер вышележащего алексинского горизонта.

В пределах **Печорского бассейна** тульский горизонт представлен терригенно-карбонатными и карбонатными породами. С запада на восток в разрезах сильнее проявляется влияние морских условий. Происходит смена терригенно-карбонатных пород мелководно-морских фаций чистыми органогенно-детритовыми морскими известняками на северо-востоке бассейна.

В рассматриваемой нами скважине Белая-1 (рис. 2) горизонт представлен пачкой 8 (инт. 22, 21, 20) терригенно-карбонатного состава, причем вверх по разрезу возрастает роль карбонатных пород. Так, в нижней части разреза мелкозернистые песчаники и алевролиты переслаиваются с маломощными брекчированными прослоями доломитов, мергелей и известняков, а верхнюю часть слагают доломитизированные органогенно-детритовые известняки с прослоями песчаников и аргиллитов. Отдельные прослои (0.1–2 м) напоминают по своей структуре брекчию пестроцветную с малиновыми аргиллитами, сильно трещиноватую, заполненную по ходам корней углисто-глинистым материалом. Песчаники кварцевые (обр. 22/-1, 2, 3; рис. 3в, г) мелкозернистые (0.12–0.25 мм) с неравномерным поровым глинисто-карбонатным цементом. Глинистый цемент составляет 10–15% породы и состоит в основном из иллита, отдельные поры выполнены аутигенным хлоритом. Карбонатный цемент представлен кальцитом и сидеритом. Вверху разреза цемент в песчаниках составляет около 40% породы (обр.19-1, рис. 3а, б) и почти нацело доломитизирован. Кроме того, присутствуют отдельные желваки (до 0.36 мм) сидеритового состава. Отмечается обилие гидроокислов железа. Алевритовый песчаник верхней части пачки (обр. 21-1) над карбонатной брекчией кварцевый с кальцитовым базально-поровым и глинистым поровым цементом, состоящим в основном из каолинита и незначительно – иллита. Из акцессорных минералов присутствуют хорошо окатанные зерна циркона (0.07–0.1 мм), реже – турмалин и лейкоксен. По всей породе равномерно рассеян аутигенный пирит, встречаются его конкреционные выделения. Значительная доля каолинита в породе свидетельствует о континентальном сносе обломочного материала. Возможно, его источником является все та же кора выветривания, что и для пачки 6. Породы, очевидно, накапливались в прибрежных или мелководно-морских условиях.

Известняки (обр. 22-6, 8; обр. 20-1, рис. 3в) органогенно-обломочные мелкодетритовые и полидетритовые брахиоподо-кринодно-фораминиферовые, слабо глинистые с примесью кварцевых зерен алевро-псаммитовой размерности. Текстура волнисто-слоистая, обусловленная неравномерным распределением глинистого материала. Помимо массы обломков брахиопод, криноидей и многокамерых и однокамерных фораминифер детрит представлен мшанками, ломаными створками остракод, зелеными трубчатыми водорослями. Цементом является микро-тонкозернистый известняк. К зонам развития микрослойков глин приурочена трещиноватость, слабое нефтенасыщение и аутигенная пиритизация в виде мелких и средних глобул пирита. В остальной породе пирит встречается редко. В отдельных прослоях отмечается доломитизиция породы. По своей структуре известняк похож на "стигмариевый", вы-

деленный и прослеженный М.С. Швецовым в Подмосковном бассейне [23, 24].

Брекчия пестроцветная состоит из обломков зеленовато-серых известняков, вишневых и зеленовато-серых алевролитов и аргиллитов. Трещины, являющиеся результатом жизнедеятельности корневой системы, выполнены зеленоватым глинистым материалом и, редко, – розовым ангидритом. Карбонатная брекчия прослежена во всех скважинах Верхнепечорской впадины, что говорит о значительном преобразовании пород в результате их выведения на поверхность в условиях аридного климата (в доломитах встречаются гнезда гипса и ангидрита).

Формирование отложений тульского горизонта, очевидно, шло в прибрежных (возможно лагунных) условиях, периодически заливаемых морем, на что указывает наличие диагенетического доломита в породе. В аргиллитах тульского горизонта скв. 1-Кылым-Ёль (инт. 4749–4757 м) Ю.В. Мосейчик обнаружены аппендиксы *Stigmaria sp.*, указывающие на континентальные условия развития территории. Общая мощность горизонта – до 40 м.

Тульский горизонт в пределах **Подмосковного бассейна** имеет весьма сложное фациальное строение. Согласно М.Х. Махлиной [12], нижняя, угленосная часть разреза имеет эрозионный контакт с подстилающим бобриковским горизонтом, залегает преимущественно в унаследованных от бобриковского времени палеодолинах, а в междолинных пространствах отсутствует. Верхняя часть разреза, представленная преимущественно морскими образованиями (лагунными и мелководно-морскими алевритами, глинами и известняками), залегает трансгрессивно на относительно выровненной поверхности после заполнения палеодолин в бобриковско-раннетульское время. Внизу преобладают пески мелкозернистые кварцевые, аллювиальные песчаники, алевриты с фитодетритом, а вверху – черные неизвестковистые слюдистые глины с остатками растений и линзами угля. Литологически разрез очень сходен с бобриковским, здесь также встречаются маломощные прослои угля сапропелево-гумусового типа и сапропелевые глины. Мощность горизонта изменяется от 10 до 35 м.

На территории **Камского бассейна** отложения тульского горизонта имеют почти повсеместное распространение, за исключением его северо-западной части, где они локально отсутствуют. Горизонт сложен аргиллитами и песчаниками с тонкими прослоями известняков. Аргиллиты серые, темно-серые, участками углистые. Песчаники кварцевые, мелкозернистые. Известняки обычно темно-серые. Весьма тонкий угольный пласт (0.05–0.3 м) отмечается очень редко в средней части горизонта. Эти отложения представляют собой начальную стадию средневизейской трансгрессии. В пределах бассейна выделяются три литолого-фациальные зоны: зона лагунных и озерно-болотных терригенных фаций, зона прибрежно-морских терригенных фаций и зона мелководно-морских терригенно-карбонатных фаций [13]. Мощность горизонта колеблется в пределах от 10 до 35–40 м.

Таким образом, рассмотрение терригенных разрезов Печорского, Камского и Подмосковного бассейнов показало, что снизу вверх происходит закономерная смена литотипов, которая отражает регрессивно-трансгрессивную направленность развития ранневизейского седиментационного бассейна в пределах Европейской платформы. Наиболее ярко эта тенденция выражена в Печорском бассейне появлением угленосных отложений в центральной части разреза и известняков – в верхней. В нижней части комплекса (косьвинский и радаевский горизонты) прослеживается регрессивная направленность осадконакопления от карбонатных морских фаций (косьвинский горизонт) через терригенные мелководно-морские к континентальным угленосным (радаевский горизонт). Регрессивный мезоциклит 1 выделяется и в нижней части разреза скв. Белая-1 (рис. 2). В его строении принимают участие породы 1–5 пачек, причем максимум регрессии фиксируют угленосные прослои 5 пачки. Мезоциклит 2 состоит из пачек 6–8, строение которых отражает неравномерную, пульсирующую трансгрессию и постепенную смену континентальных угленосных фаций (пачка 6) известняками и доломитами (пачка 8). Развитие тульских пестроцветных брекчий свидетельствует о том, что эти карбонатные породы выводились на поверхность и подвергались субаэральной корневой переработке. Возможно, это были кратковременные события в приливно-отливной зоне с широко распространенной растительностью, подобной мангровой.

ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА

После выхода жизни на сушу и появления на Земле высших растений, возник новый тип накопления концентрированного ОВ – в виде углей. Общепринятым считается, что в приморских болотах и низинах образуются угли паралического типа, а, начиная с позднего карбона, формирование углей происходит и на континентах (озерно-болотные угли лимнического типа). Тем не менее, озерно-болотные фации в Печорском бассейне отмечаются уже в раннем визе. Доказательством этого факта могут служить сапропелитовые прослои в бобриковских отложениях Верхнепечорской впадины (скв. 215-Сев. Вуктыл, интервал глубин 4334–4340 м), в которых установлено ОВ II смешанного типа [1]. Смешанное ОВ I и II типов (озерного происхождения) и III типа (озерно-болотных фаций) характерно для углей и углистых аргиллитов озерно-болотных фаций. В аргиллитах лагунных фаций выявлено гумусовое ОВ III и IV (инертинитовое) типа с примесью ОВ II

(сапропелево-гумусовое) типа (скв. Белая-1 инт. 24, 25). В легких фракциях УВ, извлеченных из углей бобриковского горизонта, также присутствует ОВ II типа, а высокий выход летучих компонентов может быть обусловлен накоплением их в обширных озерах. По данным газово-жидкостной хроматографии в битумоидах из визейских углей Вуктыльской площади доминируют компоненты, характеризующие водорослевый (II) тип ОВ с проявлениями ОВ гумусового (III) типа, но доля их незначительна. Отсюда следует, что визейские угленосные отложения в пределах северных районов Предуральского краевого прогиба формировались в болотно-озерных и лагунных условиях. Основу торфообразующих компонентов при этом, согласно Г. Потонье [14], составляли травянистая и древовидная растительность вдоль зарастающих озер и болот.

Основу климатических типов литогенеза определяют два фактора: температура и характер годового баланса влажности [2]. Торфонакопление и фоссилизация (углефикация) торфа проходят преимущественно в условиях гумидного умеренно-теплого климата при равновесии скоростей выпадения атмосферных осадков и их испарения, что происходит только в широтах 35–55° [4]. По мнению Г. Потонье [14, с. 139] “ископаемые каменноугольные торфяники образовались в условиях тропического климата или, по крайней мере, в условиях климата, не знающем мороза”. Глобальные палеогеографические и палеотектонические реконструкции для раннего карбона [9, 25] показали, что северо-восток палеоконтинента Балтии в ранневизейское время находился между 20 и 30° северной широты. В связи с тем, что в косьвинское и радаевское время в центральной части Европейской платформы (Подмосковный и Камский бассейны, Тиман) формировались латеритные коры выветривания можно заключить, что эта часть палеоконтинента находилась в условиях гумидного климата. Об этом также свидетельствуют ожелезненные кварцевые песчаники и пласты сухарных глин латеритного профиля. В это же время на восточной окраине платформы в карстовых воронках Камского бассейна отмечается аллохтонное угленакопление. Промышленная угленосность всех бассейнов связана с бобриковским и тульским горизонтами. Если предполагать, что формирование угленосных отложений связано с зоной умеренно-теплого влажного климата, то мы должны сделать вывод, что территория Печорского бассейна в ранневизейское и тульское время находилась именно в этой климатической зоне. Лишь с серпуховского времени здесь отмечаются признаки аридизации климата, о чем свидетельствуют вторичные красноцветы по тульским известнякам и появление в них аутигенных ангидрита и гипса.

В скважинах, пробуренных в северной части Предуральского краевого прогиба, в породах радаевско-тульского возраста Ю.В. Мосейчик определены остатки самых ранних на Европейской платформе ризофоров древесных плауновидных *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad.Brongniart, которые маркируют горизонты болотных палеопочв. Обнаруженный в этих скважинах палеофлористический комплекс показывает, что ранневизейская флора Печорского бассейна наиболее близка к одновозрастным флорам, установленным на севере Европейской платформы. Это подтверждается наличием растительных остатков, сходных с *Sphenopteridium kidstonii* и *Sublepidodendron*, известных в нижневизейских отложениях острова Шпицберген [10]. По представлениям С.В. Мейена [8], такие стигмариевые почвы были широко распространены в раннем карбоне Подмосковного бассейна в прибрежных фациях и свидетельствуют о былом существовании здесь мангровых зарослей. Вслед за Г. Потонье, С.В. Мейен указывал, что стигмарии особенно характерны для плауновидных, населявших приливно-отливную зону морских побережий, которая сейчас занята в тропических странах мангровыми зарослями. Следовательно, мы можем предположить наличие тропического гумидного климата в радаевско-тульское время и для Печорского бассейна. Но, помня оговорку Г. Потонье о климате карбона, как “не знающем мороза”, можно допускать и влажный умеренный климат в этой зоне, что ближе к реконструкциям А.С. Монина и Ю.А. Шишкова [9] и лучше соотносится с общепринятой теорией угленакопления.

А.И. Егоровым [6, 7] было показано, что торфоугленакопление на Русской платформе охватывало территорию, находящуюся в пределах трех климатических зон: тропической влажной, тропической аридной и умеренной влажной. Вблизи северной границы тропической влажной зоны, но, главным образом, в тропической аридной, располагались Подмосковный бассейн и Уральский узел торфонакопления (Щугор-Вуктыльская, Вишерская, Кизеловская, Чусовская и Камская угленосные площади). На всей этой территории, как указывает А.И. Егоров, торфонакопление поддерживалось за счет местного увлажнения, создаваемого аллювиальными водами. Такие заключения он сделал на основании того, что в ассоциации растений-торфообразователей абсолютно преобладали плауновидные (ликопсиды), доля которых в спорово-пыльцевых спектрах достигала 70% .Это были преимущественно кустарниковые селагинеллы, адаптированные к условиям сухого, жаркого климата. По нашим данным, однако, в течение визейского века (17 млн. лет) на Европейской платформе имела место смена климатических зон (рис. 4). В косьвинско-радаевское время на упомянутой территории преобладал тропический гумидный климат, в условиях которого формировались латеритные коры выветривания во всех рассматриваемых бассейнах. В бобриковско-тульское время климат характеризовался как гумидный умеренно-теплый, о чем свидетельствует

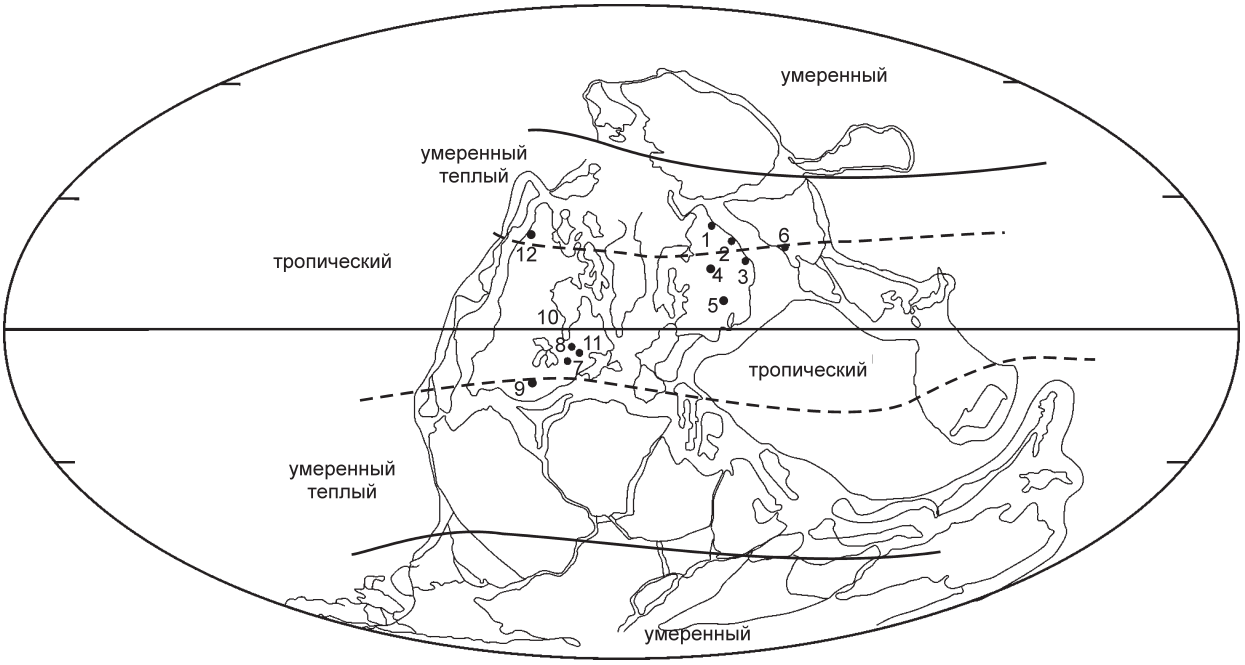

Рис. 4. Развитие климатической зональности в ранневизейское время.

1 – Еджыд-Кыртинское угольное месторождение (C_1v_1), 2–12 угленосные бассейны: 2 – Кизеловский (C_1v_1), 3 – Камский (C_1v_1), 4 – Подмосковный (C_1v), 5 – Кузнецкий (C_1v), 6 – Донецкий (C_1v-s), 7 – Западный (C_3-P_1), 8 – Мичиганский (C_3), 9 – Техасский (C_3), 10 – Иллинойский (C_2-P_1), 11 – Аппалачский (C_2), 12 – Аляскинский (C_{1-2}).

формирование угольных месторождений. Позднее, в алексинско-михайловское время, произошла аридизация климата, подтверждающаяся нижнесерпуховскими гипс-ангидритовыми отложениями.

Как известно, середина визейского века являлась важным геотектоническим рубежом (саурская фаза складчатости), с которым связано сокращение эпиконтинентальных бассейнов на Русской платформе [21]. Вместе с начавшейся структурной перестройкой, аридизация климата привела к формированию крупного предбашкирского перерыва [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ разрезов визейских терригенных отложений из разных регионов Европейской платформы позволяет сделать следующие выводы.

1. В ранневизейской истории Европейской платформы прослеживается регрессивно-трасгрессивная направленность развития осадочных бассейнов. Отсутствие косьвинско-радаевских отложений на большей части территории, развитие кор выветривания на Тимане и в пределах Подмосковного бассейна являются свидетельством длительного континентального развития территории.

2. В строении терригенного комплекса обособляются два крупных мезоциклита. Нижний – косьвинско-радаевский – характеризует устойчивую тенденцию к воздыманию дна бассейна (развитие кор выветривания), а верхний – бобриковско-тульский – напротив, связан с резко неустойчивым характером седиментации (периодическое появление пластов углей среди морских песчаников и аргиллитов), что определялось тектонической нестабильностью. Наиболее ярко эта закономерность прослеживается в Печорском бассейне.

3. Выявленный палеофлористический комплекс показывает, что ранневизейская флора Печорского бассейна близка к одновозрастным флорам, установленным в других районах Европейской платформы. Она хорошо сопоставима также с палеофлорой острова Шпицберген и Припятского прогиба. Это сходство подтверждается наличием растительных остатков, подобных *Sphenopteridium kidstonii* и *Sublepidodendron,* известных в косьвинско-радаевских отложениях названных районов.

4. Состав органического вещества в породах терригенного комплекса показал, что на северо-востоке Европейской платформы в прибрежно-морских фациях преобладало накопление гумусового органического вещества (III тип) с высокой долей аллохтонного окисленного ОВ (IV тип). В центральной части платформы в пойменных и озерно-болотных фациях развито автохтонное смешанное сапропелево-гумусовое органическое вещество (II-III тип) с примесью сапропелевой органики (I тип).

5. Формирование терригенного комплекса в пределах Европейской платформы происходило в условиях смены гумидного умеренно-теплого климата на тропический аридный. Изменение положения континентов в середине визейского века повлекло за собой климатические изменения, что привело к появлению ярко выраженной тропической аридной климатической зоны лишь к концу визейского века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анищенко Л.А., Рябинкина Н.Н.* Литолого-геохимические особенности терригенных отложений Верхнепечорской впадины // Геология горючих ископаемых европейского севера России. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2003. С. 58–65.
2. *Байков А.А., Седлецкий В.И.* Литогенез (мобилизация, перенос, седиментация, диагенез осадков). Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1997. 448 с.
3. *Богданов А.А.* О тектоническом строении западного угла Европейской платформы // Вест. МГУ. Сер. 4. Геол. 1968. № 5. С. 3–11.
4. *Вейль П.* Популярная океанография. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 504 с.
5. *Горский И.И.* Геологический очерк Кизеловского района // Угленосные отложения западного склона Урала. М.-Л.: ГНТГР, 1932. С. 26.
6. *Егоров А.И.* Очерки угленакопления. Ростов-на-Дону: Ростовский госуниверситет, 1974. 132 с.
7. *Егоров А.И.* Глобальная эволюция торфоугленакопления. Палеозой. Ростов-на-Дону: Ростовский госуниверситет, 1992. 320 с.
8. *Мейен С.В.* Следы трав индийских. М.: Мысль, 1981. 159 с.
9. *Монин А.С., Шишков Ю.А.* История климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. С. 126–130.
10. *Мосейчик Ю.В.* Сопоставление визейских отложений Подмосковного и других угольных бассейнов Русской платформы по макрофлоре // Растительный мир в пространстве и во времени. М.: ГЕОС, 2005. С. 167–172.
11. *Мосейчик Ю.В., Рябинкина Н.Н.* Новые данные об ископаемой флоре визейского терригенного комплекса Печорского бссейна // Докл. АН (в печати).
12. Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антиклизы / М.Х. Махлина, М.В. Вдовенко, А.С. Алексеев и др. М.: Наука, 1993. 221 с.
13. Петрографические типы визейских углей Камского бассейна. Атлас. Казань: Казанский госуниверситет, 2001. 176 с.
14. *Потонье Г.* Происхождение каменного угля и других каустобиолитов. Л.: ОНТИ, 1934. 204 с.
15. Природные резервуары в терригенных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна / Е.О. Малышева, З.В. Ларионова, Н.Н. Рябинкина, Н.Н.Тимонина. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1993. 154 с.
16. Региональные несогласия и хроностратиграфия палеозойских отложений Печорского бассейна // Геология горючих ископаемых европейского севера России / В.А. Жемчугова, Е.О. Малышева, Н.Н. Рябинкина и др. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1998. С. 58–64.
17. Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы. Каменноугольная система. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 39 с.
18. *Рябинкина Н.Н.* Морфогенетические типы средневизейского палеорельефа Печорского седиментационного бассейна // Печорский седиментационный бассейн (геология и геохимия). Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1988. С. 65–69.
19. *Рябинкина Н.Н.* Условия формирования и перспективы нефтегазоносности визейского терригенного комплекса Печорского бассейна. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 114 с.
20. Стратиграфический словарь СССР. Карбон, пермь. Л.: Наука, 1977. 535 с.
21. Тектоническая история Полярного Урала. М.: Наука, 2001. 191 с.
22. *Чермных В.А.* Стратиграфия карбона севера Урала. Л.: Наука, 1976. 304 с.
23. *Швецов М.С.* К вопросу о стратиграфии нижнекаменноугольных отложений // Вестн. Моск. горн. акад. 1922. Т. 1. № 2. С. 223–242.
24. *Швецов М.С.* История Московского каменноугольного бассейна в динантскую эпоху // Тр. Моск. геол.-развед. ин-та. Т. 12. 1938. С. 3–107.
25. *Torsvik T.H., Smethurst M.A., Meert J.G. et al.* Continental break-up and collision in the Neoproterozoic and Palaeozoic – A tale of Baltica and Laurentia // Earth Science Reviews. 1996. V. 40. P. 229–258.

Рецензент Г.А. Мизенс

The Visean terrigenous sedimentation within north-east part of the European Platform

N. N. Ryabinkina

Institute of Geology Komi Science Centre, Ural Branch of RAS

The results of detailed lithological research within the Visean terrigenous deposits of the Pechora basin and palinological data allowed to author 1) to confirm Early Visean age of paeleoflora in north-eastern part of European Platform, 2) to justify paleoclimatic zones for region, 3) to accept the early Visean regressive-transgressive megacycle of development, 4) to establish a connection of organic matter with facies and climatic conditions.

Key words*: terrigenous deposits, lithofacies, paleo-climat zoning, coal-bearing, sedimentary basin, European Platform.*