

# Поздневизейско-намюрская флора Добруджанского угольного бассейна (Северо-Восточная Болгария)

Я.Г. Тенчов

Геологический институт Болгарской академии наук, Болгария, 1113 София, ул. Г.Бончева, бл. 24  
ytentchov@abv.bg

## Введение

Раковская свита [Tenchov, 2004] вскрыта 29 скважинами в Добруджанском угольном бассейне, и в ней собрано 446 образцов с остатками растений. Дополнительно изучены 79 образцов из скв. Безводица-1 в 20 км к западу от Добруджанского бассейна; 7 фрагментов растений из скв. Мараш-1 в 120 км к запад-юго-западу от бассейна (коллектор С.Янев); 14 образцов из скв. Нанево-1 в Черном море. Материал из двух последних скважин не представлен в настоящей статье.

Ископаемые растения обнаружены преимущественно в верхней части конарской подсвиты, которая содержит несколько тонких угольных пластов. В более северных скважинах эта часть разреза не сохранилась. В расположенной западнее скважине Новачене-1 также присутствуют остатки флоры, которые определялись и обсуждались З.Николовым и А.Поповым [1990] и Т.Димитровой [Dimitrova, 1993b], однако место хранения их материала неизвестно.

Граница между раковской свитой и перекрывающей ее могилищенской свитой в Добруджанском бассейне вскрыта 17 скважинами. Во всех этих скважинах нижняя часть могилищенской свиты представлена иречекской подсвитой, сложенной песчаниками с галькой угля. Основными типами пород, в которых присутствуют остатки растений, являются песчаники, алевролиты и в меньшей степени аргиллиты, образовавшиеся в условиях речной долины, где осадок многократно переоткладывался. Залегание свит параллельное. На основании значительных изменений в составе флоры предполагается, что между обеими свитами присутствует перерыв [Кулаксызов, Тенчов, 1973; Tenchov, 2004]. Тип этой границы обсуждается ниже.

Корреляция скважин проводится по данным изучения макро- и палинофлоры [Dimitrova, 1993a]. Т.Димитрова получила множество образцов углей для палинологического анализа из

скважин, пробуренных в последние годы, однако изучила только небольшое их число из верхней части раковской свиты. Таким образом, основным источником для определения возраста обсуждаемых отложений является макрофлора.

В качестве основы для сравнений и корреляций использованы публикации по так называемой «кульмской» флоре. Многие из них основаны на материале, собранном из обнажений со скучными растительными остатками или из единичных скважин. Некоторые публикации не содержат информацию о последовательности растительных остатков в конкретных местонахождениях. Вблизи Добруджи такие разрезы известны в Турции, на Северном Кавказе, в Донбассе, Верхне- и Нижнесилезском бассейнах, а также в нескольких небольших обнажениях в Германии, Франции, Великобритании и др. Я не смог познакомиться с публикациями по некоторым из них, и потому возможны отдельные упоминания.

Описания некоторых членистостебельных и плауновидных из раковской свиты публикованы ранее [Тенчов, 1987], другие упомянуты при обосновании выделения этой свиты [Tenchov, 2004].

Синонимика таксонов не обсуждается, а описания растений приведены только в тех случаях, когда есть что-то новое или спорное. Основная цель статьи – представить флору и обсудить то, как она отражает условия окружающей среды и климатические изменения.

На рис. 1 показано стратиграфическое распространение наиболее важных видов изученной флоры.

В настоящее время изученный материал хранится в Музее палеонтологии и стратиграфии Университета горного дела и геологии Св. Ивана Рильского (София, Болгария). Подробная информация о месте их хранения доступна на сайте музея: [www.geologicalmuseummgu.com](http://www.geologicalmuseummgu.com).

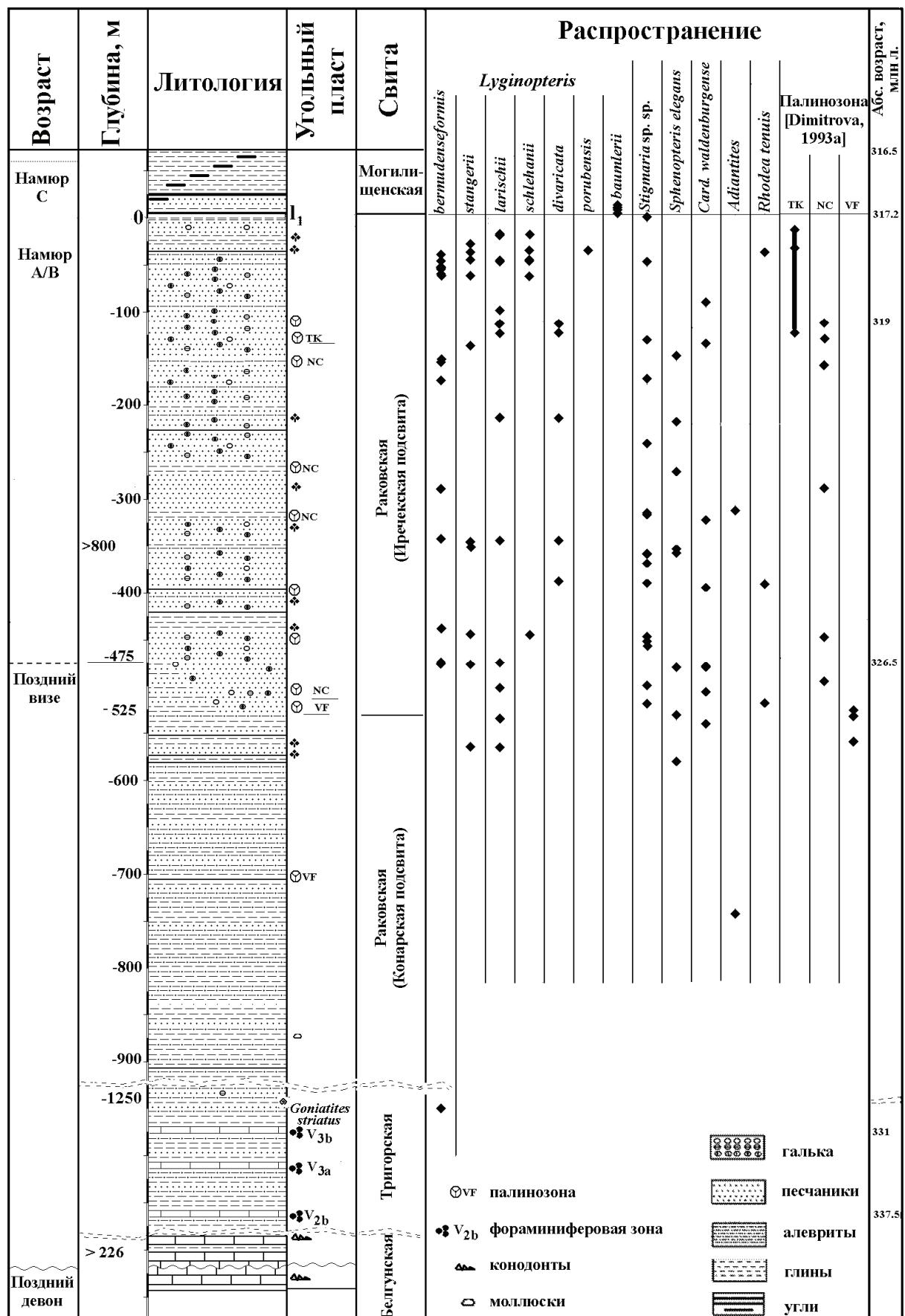


Рис. 1. Распространение некоторых видов растений в раковской свите

## Состав флоры

### **Членистостебельные**

1. *Sphenophyllum sellardii* Zeiller (табл. I, фиг. 1, 2)  
Вид основан Ш.Р. Зейлером на материале из угольных месторождений Турции. Добруджанский материал дает дополнительную информацию о его распространении.

Найден в раковской свите (гл. –50<sup>1</sup> м, –315 м, намюр А).

2. *Sphenophyllum tenerimum* Ettingshausen (табл. I, фиг. 3)

Найден в раковской свите (гл. –2 м, намюр В; –56 м, –105 м, –138 м, –347 м, намюр А).

3. *Calamites radiatus* Ad.Brongniart

Многие изображенные Д.Штуром [Stur, 1875] экземпляры этого вида несут отчетливые веточные рубцы. При этом все из них представляют взрослые растения. Добруджанские экземпляры, напротив, принадлежали молодым побегам. Многие из них демонстрируют типичное строение, то есть их ребра прямо проходят через узловую линию. Только у экз. №13586 (табл. 1, фиг. 8) некоторые ребра чередуются и оканчиваются вблизи узла. Подобное строение наблюдал и Д.Штур [Stur, 1875, р. 7, text-fig. 1, 2].

Найден в раковской свите (гл. –210 м, –321 м, –356 м, намюр А) и в скв. Безводица (гл. 3197 м, 3200 м, 3556 м и 4198 м).

4. *Calamites cistii* Ad.Brongniart

Включает *Calamites cistiiformis*, как это обсуждалось в [Тенчов, 1987].

Найден в раковской свите (гл. –22 м, намюр В; –141 м, –267 м, –350 м, –358 м, –479 м, намюр А; –516 м, –527 м, –565 м, –627 м, верхний визе).

*Calamites* встречается часто, особенно в скв. Безводица.

5. *Annularia subradiata* Stockmans et Willière (табл. I, фиг. 9)

Листья линейные, тонкие, могут быть неравными.

Найден в скв. Безводица (гл. 2254 м, намюр А).

6. *Calamariophyllum rugosum* (Schimper) Hirmer (табл. I, фиг. 5)

Найден в раковской свите (гл. –293 м, намюр А)

7. *Dichophyllites nemejcii* Purkyňová (табл. I, фиг. 4)

Представляет редкую группу Autophyllitaceae и до сих пор известен только в Верхнесилезском бассейне. Э.Пуркинова [Purkyňová,

1970] рассматривала этот вид как адаптированный к сухим условиям.

Единственный экземпляр найден в верхней части раковской свиты (гл. –57 м).

### **Плауновидные**

8. *Eleutherophyllum mirabile* (Sternberg) Stur (табл. I, фиг. 6, 7)

Одно из самых распространенных и типичных для Силезских бассейнов растений [Stur, 1877]. Присутствует также в Турции и Свогенском бассейне [Тенчов, 1977].

Найден в раковской свите (гл. –351 м, намюр А; –743 м, верхний визе) и в скв. Безводица (глубина неизвестна).

9. *Lepidodendron jascheii* Roemer

Голотип происходит из визейских отложений Гарца в Германии.

Найден в раковской свите (гл. –478 м, намюр А).

10. *Lepidodendron veltheimii* Sternberg (табл. I, фиг. 10)

Найден в раковской свите (гл. –62 м, намюр А).

11. *Lepidostrobophyllum waldenborgense* (H.Pontonié) Purkyňová

Найден в раковской свите (гл. –359 м, намюр А) и в скв. 55 (гл. 1347 м).

12. Спорофилл cf. *Lepidostrobus lancifolius* Lesqereux (табл. I, фиг. 11)

Экземпляр из Добруджи похож на спорофиллы голотипа, но имеет меньшую длину.

Найден в раковской свите (гл. –358 м, намюр А; –534 м, верхний визе).

13. *Cyperites* sp. (табл. I, фиг. 12)

Экз. №2225b может быть отнесен к роду *Cyperites* Lindley et Hutton, но ни к одному из его видов.

Найден в раковской свите (гл. –743 м, верхний визе).

14. *Bothrodendron* sp. (табл. I, фиг. 13, 14)

Экз. №13597 представляет молодую ось; экз. №13546 – тонкая ветвь с короткими острыми листьями. Эти остатки отнесены к данному роду с определенной долей условности.

Найден в раковской свите (гл. –313 м, –393 м, намюр А; –743 м, верхний визе) и в скв. Безводица (гл. 3160 м, 3556 м, намюр А).

15. *Stigmaria stellata* Goepfert (табл. I, фиг. 15)

Специфическое строение коры вокруг рубцов аппендиксов позволяет легко определять этот вид. Некоторые вариации в рельефе коры не могут рассматриваться как видовые отличия.

Найден в раковской свите (гл. –448 м) и в скв. Безводица (гл. 3243 м, 3556 м и 3720 м).

<sup>1</sup> Со знаком «→» указана глубина от кровли раковской свиты там, где она установлена.

16. *Stigmaria ficoides* (Sternberg) Ad.Brongniart  
Найден в раковской свите (гл. -2 м, -243 м, -318 м, -319 м, -372 м, -393 м, -454 м, намюр А; -502 м, -520 м, верхний визе).
17. *Stigmaria reticulata* Goepert  
Найден в раковской свите (гл. -52 м, -134 м, -243 м, -361 м, намюр А).
18. *Stigmaria rugosa* Ad.Brongniart  
Найден в раковской свите (гл. -393 м, -459 м, намюр А).
19. *Lepidostrobus* sp. (табл. I, фиг. 16)  
Найден в раковской свите (гл. -62 м, -359 м, намюр А).

### **Папоротники**

20. *Pecopteris* cf. *aspera* Ad.Brongniart  
Единственный экземпляр из раковской свиты (гл. -519 м, вблизи основания намюра А) сохранился плохо и не может быть представлен на фотографии.
21. *Rhodeopteridium tenuie* (Gothan) Kotasowa (табл. II, фиг. 1)  
Найден в раковской свите (гл. -520 м, -1247 м, верхний визе).
22. *Sphenopteris elegans* Ad.Brongniart (табл. II, фиг. 2-4)  
Д.Штур [Stur, 1877] использует это название для *Sphenopteris adiantoides* Schlotheim и *Sphenopteris elegans*, что свидетельствует о принятии им синонимии обоих названий. Этот вид широко распространен в поздневизайско-ранненамюрских отложениях Европы. Он легко распознается по характерной форме перышек. У экз. №5773 видно жилкование.  
Найден в раковской свите (гл. -147 м, -217 м, -270 м, -352 м, -356 м, намюр А; -478 м, -529 м, -578 м, верхний визе).
23. *Cardiopteridium* cf. *pygmaeum* Gothan (табл. II, фиг. 5)  
Типовой материал вида представлен небольшими фрагментами верхушек перьев или перьев последнего порядка [Gothan, 1949]. Р.Дабер [Daber, 1959, 1967] дополнил диагноз этого вида и представил его изображения более высокого качества. На фотографиях, сделанных Дабером [Daber, 1967, Abb. 3, 3а, 3б], видны прямые боковые жилки. Перышки почти изометричные, 2,5-4,5 мм в диаметре. Р.Дабер отмечает, что остатки этого вида никогда не встречаются вместе с *Cardiopteridium waldenburgense* из визайской зоны IIIa.
24. *Cardiopteridium waldenburgense* F.Zimmermann (табл. II, фиг. 6, 7)  
Вид широко распространен в Силезских бассейнах [Zimmermann, 1932; Purkyňová, 1970]. Перышки различной формы: удлиненные, округлые, почковидные, иногда с выемкой на верхушке. Их размер варьирует от 8 до 25 мм. Жилки толстые, расположены веерообразно и дихотомируют несколько раз на разных уровнях, изредка анастомозируя.  
Найден в раковской свите (гл. -90 м, -136 м, -321 м, -393 м, намюр А; -477 м, -478 м, -504 м, -538 м, верхний визе).
25. *Adiantites bellidulus* Heer (табл. II, фиг. 8)  
Найден в раковской свите (гл. -215 м, -227 м, намюр А).
26. *Adiantites tenuifolius* (Goepert) Schimper (табл. II, фиг. 9)  
Найден в раковской свите (гл. -49 м, намюр А; -743 м, верхний визе).
27. *Rhacopteris transitionis* Ettingshausen (табл. II, фиг. 10)  
Только один экземпляр похож на этот вид.  
Найден в раковской свите (гл. -91 м, намюр А).
28. *Triphylopteris* cf. *collombiana* Schimper (табл. II, фиг. 12)  
Экземпляры, отнесенные к этому роду, несут перышки с двумя или тремя лопастями. Небольшой размер фрагментов не позволяет делать более уверенные определения.  
Найден в скв. Безводица (гл. 3613 м, намюр А).
29. *Mariopteris daviseoides* Stockmans et Williere (табл. II, фиг. 13)  
Найден в раковской свите (гл. -301 м, намюр А).
30. *Mariopteris acuta* (Ad.Brongniart) Zeiller (табл. II, фиг. 11)  
Экз. №6663 был найден вместе с *Cardiopteris* sp., *Adiantites tenuifolius*, *Neuralethopteris* sp., *Lonchopteris* sp., *Lyginopteris divaricata*, *L. larischii*, *L. stangeri* в скв. 73 на гл. 1830 м (раковская свита, гл. -38 м, намюр А); экз.

- №6669 в той же скважине на гл. 1840 м (раковская свита, гл. -48 м, намюр А). Эти находки важны для понимания изменений состава флоры между намюром А и намюром С.
31. *Paripteris gigantea* (Sternberg) Gothan (табл. II, фиг. 14)  
Найден в раковской свите (гл. -38 м, намюр А).
32. *Alethopteris* sp.  
Найден в раковской свите, в скв. 73 на гл. 1830 м (-38 м, намюр А), сохранился плохо и не может быть представлен на фотографии.
33. *Neuralethopteris larischii* (Šusta) Laveine  
Найден в раковской свите (гл. -38 м, намюр А).
34. *Neuralethopteris schlehanii* (Stur) Cremer (табл. II, фиг. 16)  
Найден в раковской свите (гл. -38 м, -49 м, намюр А).
35. *Lonchopterus* sp. (табл. II, фиг. 15)  
Экз. №6691 демонстрирует алетоптероидное строение с плохо сохранившимся сетчатым жилкованием.  
Найден в раковской свите (гл. -49 м, намюр А).
36. *Lyginopteris bermudensisformis* (Schlotheim) Patteisky (табл. III, фиг. 1-3)  
В значительном интервале раковской свиты присутствует только *L. bermudensisformis*. Обнаружены формы «*typica*» и «*distans*», которые мной рассматриваются как связанные с данным таксоном.  
Найден в раковской свите (гл. -42 м, -49 м, -55 м, -56 м, -57 м, -58 м, -63 м, -65 м, -154 м, -155 м, -177 м, -292 м, -347 м, -348 м, -446 м, намюр А; -477 м, -478 м, -1252 м, верхний визе).
37. *Lyginopteris divaricata* (Goeppert) Hartung et Patteisky (табл. III, фиг. 4)  
Найден в раковской свите (гл. -116 м, -126 м, -217 м, -347 м, -356 м, намюр А).
38. *Lyginopteris larischii* (Stur) Patteisky (табл. III, фиг. 6)  
Найден в раковской свите (гл. -20 м, -26 м, -31 м, -32 м, -48 м, -49 м, -50 м, -55 м, -57 м, -101 м, -116 м, -126 м, -217 м, -347 м, -359 м, намюр А; -477 м, -478 м, -536 м, -566 м, верхний визе).
39. *Lyginopteris porubensis* (Šusta) Gothan  
Найден в раковской свите (гл. -38 м, намюр А).
40. *Lyginopteris schlehanii* (Stur) Patteisky (табл. III, фиг. 5, 9)  
Найден в раковской свите (гл. -20 м, -32 м, -38 м, -48 м, -63 м, -65 м, -91 м, -446 м, намюр А).
41. *Lyginopteris stangeri* (Stur) Dix (табл. III, фиг. 8, 11)  
Найден в раковской свите (гл. -48 м, -49 м, -63 м, -140 м, -348 м, -354 м, -446 м, намюр А; -479 м, -566 м, верхний визе) и в скв. Безводица.
42. Фруктификации *Lyginopteris* (табл. III, фиг. 7)  
Найдены в раковской свите (гл. -20 м, намюр А; -479 м, верхний визе).
43. *Dictyoxylon* sp. (табл. III, фиг. 10, 12)  
Найден в раковской свите (гл. -441 м, намюр А; -479 м, верхний визе).

### Палеоэкологические интерпретации

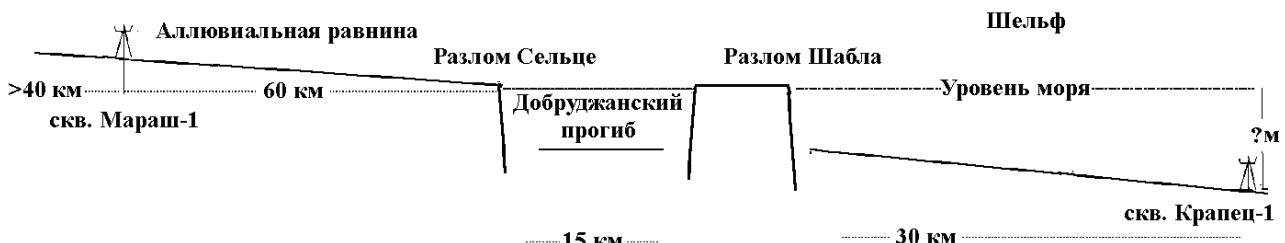
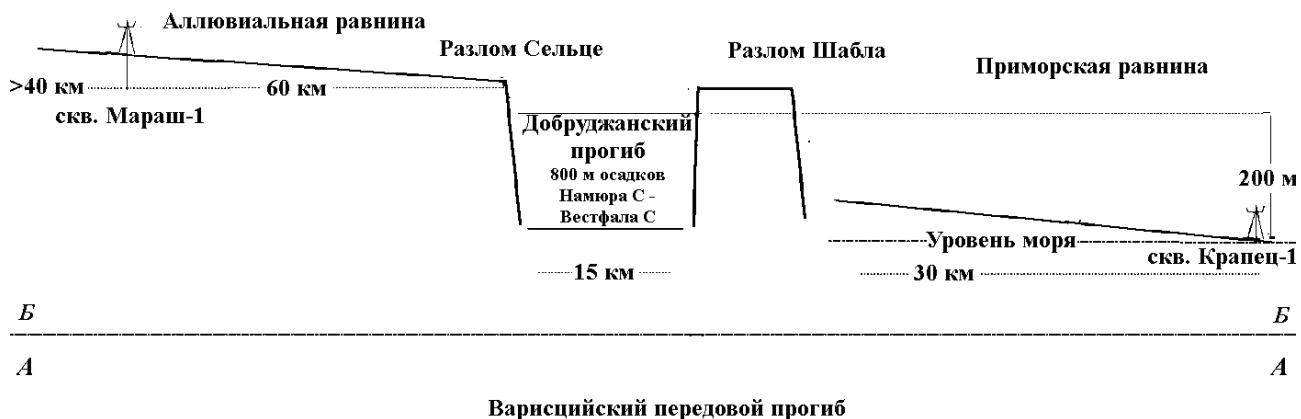
Изучение ископаемой флоры и литологического состава раковской свиты Добруджанского бассейна дает возможность получить некоторые данные об экологии поздневизейско-намюрского времени, в течение которого происходили изменения в условиях седиментации и произрастания растений, в составе атмосферы и температурном режиме.

В то время в результате интенсивных тектонических движений на изученной территории образовались два блока с различными типами осадконакопления (рис. 2). Блок к северу от разлома Шабла приблизительно в начале позднего визе находился вблизи береговой линии, но постепенно поднимался. Последние морские осадки с акротархами отмечены в палинозоне ТК в скв. 92 на гл. ~36 м, ниже пласта I<sub>1</sub> и в скв. 215 на гл. ~17 м, ниже того же пласта [Dimitrova, 1993a]. Севернее в скв. Крапец-1 намюр А пред-

ставлен морскими отложениями. Примерно с намюра С там начали формироваться озерно-болотные отложения, которые представлены аргиллитами с пластами углей, что позволяет рассматривать эту территорию как влажную низменность. Состав флоры подтверждает эти выводы. Уже в вестфале С блок находился в 300 м выше уровня моря [Tenchov, 1987].

Территория блока, располагавшегося к югу от разлома Шабла, в пределах которой отлагались преимущественно песчанистые осадки, по всей видимости, представляла собой дренируемую равнину. Галька отсутствует даже в 120 км к запад-юго-западу от разлома в скв. Мараш. Это позволяет предполагать, что область эрозии протягивалась далеко на юг и равнина была слабо наклонной. Кремнистые песчаники размывались дождевыми потоками быстро и глубоко. Растения были адаптированы к подобным условиям.

## Варисцкий передовой прогиб



**Рис. 2.** Условия осадконакопления в Добрудже: А – приблизительно намюр А/С; Б – приблизительно конец вестфала С

Граница между раковской и могилищенской свитами рассматривается как эрозионная [Куляксъзов, Тенчов, 1973; Tenchov 2004]. Залегание свит параллельное, в основании могилищенской свиты нет грубых осадков. Изменение осадконакопления от речного к болотному – результат активности разлома Сельце, которая привела к разделению территории бассейна на две части перед началом формирования могилищенской свиты. Южная часть осталась аллювиальной равниной, тогда как северная начала медленно погружаться и подверглась заболачиванию, которое некоторое время происходило в озерных условиях. Разлом Сельце был активен приблизительно с конца намюра В и в течение вестфала и стефана. К югу от разлома погружение началось после стефана А, но до стефана С.

\* \* \*

P. Вагнер [Wagner, 2001] в своем исследовании об *Adiantites*, *Pseudadiantites* и *Rhacopteridium* обрисовал изменения в древних флорах: «Значительные глобальные климатические изменения, которые произошли в конце миссисипия, привели к существенному распространению гу-

мидных углеобразующих условий в пенсильванское время <...>. Такие растения, как *Rhacopteris*, *Rhacopteridium*, *Rhodeites*, *Adiantites*, *Pseudadiantites* и *Noeggerathia* произрастали на приподнятых участках суши с хорошо дренируемыми почвами <...>. Вероятно, эти изменения Готан назвал “флористическим скачком”».

В течение вестфала содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере от >1500 ppm упало до ~350 ppm. Соответственно произошло относительное увеличение содержания атмосферного кислорода, что активизировало выветривание горных пород. Средняя глобальная температура в раннем карбоне была ~20°C. Похолодание в течение среднего карбона опустило это значение до ~12°C, что сравнимо со средней глобальной температурой на Земле сегодня. Это привело, в свою очередь, к изменению атмосферной влажности. Толчком к изменениям, возможно, послужило погребение значительных масс CO<sub>2</sub> в виде углей или растительного дегрита в осадках. Этот процесс начался в начале намюра. В связи с климатическими изменениями наземные растения стали адаптироваться к новым условиям, каковой процесс шел в различных направлениях в зависимости от

Таблица

Абсолютный возраст хроностратиграфических подразделений позднего визе – вестфала А

Ярус	Пали-нозона	Интервал (млн л.)		Длительность (млн л.)	Мощность свит (м)
		от	до		
Вестфал А		314,5	313,4	1,1	Македонская 250
Намюр С		315,5	314,5	1,0	Могилиценская 150
Намюр В?	Марсдениан	?	317,0	315,5	1,5 от 0 до -125?
	Киндерхукиан	?	318,1	317,0	1,1
Намюр А	Алпортиан	?	324,5	318,1	6,4 от -125? до -525
	Шокъериан	?	325,0	324,5	0,5
	Арнсбергиан	NC	326,0	325,0	1,0
	Пенделиан	NC	328,4	326,0	2,4
Визе	Бригантиан	VF	336,0	328,4	7,6 от -525 до -900
	Асбиан		337,5	336,0	1,5

их таксономической принадлежности. Ниже мы постараемся проанализировать изменения растительных сообществ, чтобы оценить климат, в котором жили растения.

Существенное распространение гумидных углеобразующих условий в карбоне представляется хорошей отправной точкой для такого исследования. При этом использованы данные по иско-паемой флоре раковской свиты, которые дают возможность судить об изменениях местообитаний растений (рис. 1, 2).

В настоящей работе используются термин «влажная низменность» (wet land) и его антоним – «дренируемая равнина» (drain land).

Остатки растений более сухих местообитаний распространены в небольших редких интервалах внутри раковской свиты. Возможно, это связано с тем, что погружение вдоль разлома Сельце шло неравномерно, с колебаниями небольшой амплитуды то вверх, то вниз. В остальное время низкоэнергетическая эрозия и тонкозернистость осадков создавали условия для долговременного стояния воды, что способствовало распространению растений. Многочисленные горизонты стигмарий свидетельствуют о том, что растительный покров был весьма развит с начала намюра. *Lyginopteris*, который был важным компонентом флоры влажных низменностей, появился в позднем визе и был представлен в то время видом *L. bermudenseformis*, который отличается размером и формой перышек от других видов, распространенных с конца визе (гл. от -566 до -446 м) и в течение намюра (гл. от -20 до -126 м).

Значительные изменения в видовом составе растений, наблюдавшиеся выше раковской свиты, напоминают аналогичные смены, известные на Британских островах, в Силезских и турецких причерноморских бассейнах, и в других местах. В верхней части раковской свиты появляются единичные плохо сохранившиеся остатки родов *Neuralethopteris*, *Paripteris*, *Mariopteris*, *Lonchopteris*, *Alethopteris*, которые обычны и многочисленны с намюра С. Другие роды, как *Corynepteris*, появляются в основании могилиценской свиты.

Данные по западноевропейским паралическим бассейнам также свидетельствуют об изменениях в составе растений, которые хотя и не столь резки, но происходят в коротком интервале. Это можно объяснить ускорением в развитии наземной флоры, а также связать с изменениями некоторых климатических показателей, что требует дальнейшего изучения. Возможно, имелась связь с изменениями содержания некоторых элементов в атмосфере и с различиями в положении местообитаний над уровнем моря. Другие возможные факторы, о которых пока нет данных, – это уменьшение вредного для растений ультрафиолетового излучения за счет роста содержания озона и рост содержания  $O_2$ , что могло вызывать соответствующие физиологические изменения у растений

Временной интервал этих изменений в абсолютных датировках короток (см. таблицу). Они произошли в марсдениане, за ~1,5 млн л. Длительность существования растений раковской свиты ~24,1 млн л. Таким образом, можно говорить об изменении скорости эволюции растений.

## Благодарности

Автор признателен Ю.В. Мосейчик (Геологический институт РАН, Москва) за обсуждение проблем, поднимаемых в статье, редактирование и перевод ее текста на русский язык.

## Литература

- Кулаксъзов Г., Тенчов Я.* Стратиграфия на долнния карбон от Добруджанския въглищен басейн // Изв. Геол. инст. Сер. стратигр. литол. – 1973. – Кн. 22. – С. 39–53.
- Николов З., Попов А.* Въгленосните горнопалеозойски седименти в Р-1 Новачене (Централна Северна България) // Спис. бълг. геол. д.-во. – 1990. – Год. 51. – Кн. 1. – С. 38–48.
- Тенчов Я.Г.* Фосилите на България 1.1: Палеозой фосилна флора. Мегафлора 1: Членестостъблени и лепидофорти. – София: Изд. БАН, 1987. – 165 с.
- Daber R.* Die Mittel-Visé-Flora der Tiefbohrungen von Doberlug-Kirchhain // Geologie. – 1959. – J. 8. – Bh. 26. – S. 1–83.
- Daber R.* *Cardiopteridium pygmaeum* Gothan 1949 // Geologie. – 1967. – J. 16. – H. 2. – S. 236–240.
- Dimitrova T.H.* Palynostratigraphy of the Irechek Formation (Upper Visean – Lower Namurian) from Dobrudzha Coal Basin, North-East Bulgaria // Geol. Balc. – 1993a. – Vol. 23/4. – P. 55–63.
- Dimitrova T.H.* Carboniferous miospores from R-1 Novachene well section (Central North Bulgaria) // Geol. Balc. – 1993b. – Vol. 23/6. – P. 60.
- Gothan W.* Die Unterkarbon-Flora der Dobrilugker Tiefbohrungen // Abh. geol. Landesanst. N. F. – 1949. – H. 217. – S. 1–32.
- Purkyňová E.* Die Unternamurflora des Beckens von Horní Slezsko (ČSSR) // Paläont. Abh. B. – 1970. – Bd 3. – H. 2. – S. 131–268.
- Stur D.R.J.* Beiträge zur Kenntniss der Flora der Vorwelt. Bd 1: Die Culm-Flora. Heft 1: Die Culm-Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers. – Wien: Druck von J.C. Fischer & Comp., 1875. – S. 1–106. (Kgl.-k. geol. Reichanst. Abh. Bd 8, H. 1).
- Stur D.R.J.* Beiträge zur Kenntniss der Flora der Vorwelt. Bd 1: Die Culm-Flora. Heft 2: Die Culm-Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. – Wien: Druck von J.C. Fischer & Comp., 1877. – S. 107–472. (Kgl.-k. geol. Reichanst. Abh. Bd 8, H. 2).
- Tenčov Y.G.* Flora und Biostratigraphie des Oberkarbons im Svoge-Becken (VR Bulgarien) // Schriftenr. geol. Wiss. Berlin. – 1977. – H. 7. – S. 1–163.
- Tenčov Y.G.* Rakovski Formation (Carboniferous, NE Bulgaria) – stratigraphy, sedimentary conditions and interpretation // Geol. Balc. – 2004. – Vol. 34 (1-2). – P. 85–96.
- Wagner R.H.* The extrabasinal elements in Lower Pensylvanian flora of the Maritime Provinces and a description of *Adiantites*, *Pseudadiantites* and *Rhacopteridium* // Revista Espanola de Paleontologia. – 2001. – Vol. 16(2). – P. 187–207.
- Zimmermann F.* Über *Cardiopteridium* und *C. waldenburgense* n. sp. aus den Waldenburger Schichten // Arb. Inst. Palaont. Petrogr. Brennst. – 1932. – Bd 2 (1). – P. 219–239.

## Объяснения к фототаблицам

Все остатки, кроме особо отмеченных, происходят из раковской свиты; со знаком «—» указана глубина от кровли свиты, ниже угольного пласта I<sub>1</sub>; длина масштабной линейки 10 мм

### Таблица I

Фиг. 1, 2. *Sphenophyllum sellardii*: 1 – экз. №5746, ось; скв. 56, гл. 1634 м (~315 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 2, fig. 12]); 2 – экз. №8693; скв. 56, гл. 1369 м (~50 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 2, fig. 11]).

Фиг. 3. *Sphenophyllum tenerrimum*, экз. №5690; скв. 55, гл. 1335 м (~147 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 3, fig. 10]).

Фиг. 4. *Dichophyllites nemejcii*, экз. №6907; скв. 97, гл. 1806 м (~51 м); намюр А.

Фиг. 5. *Calamariophyllum rugosum*, экз. №9624, скв. 92, гл. 1450 м (~293 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 17, fig. 11]).

Фиг. 6, 7. *Eleutherophyllum mirabile*: 6 – экз. №16542; скв. 222, гл. 1633 м (~351 м); намюр А; 7 – экз. №16543; скв. 222, гл. 1633 м (~351 м); намюр А.

Фиг. 8. *Calamites* sp., экз. №13586; скв. Безводица, гл. 3200 м.

Фиг. 9. *Annularia subradiata*, экз. №13593; скв. Безводица, гл. 3354 м (из [Тенчов, 1987, pl. 15, fig. 10]).

Фиг. 10. *Lepidodendron veltheimii*, экз. №2220; скв. 50, гл. 1959 м (~62 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 1, fig. 10]).

Фиг. 11. Спорофилл cf. *Lepidostrobus lancifolium*, экз. №5714; скв. 55, гл. 1346 м (~358 м); намюр А (из [Тенчов, 1987, pl. 27, fig. 8]).

Фиг. 12. *Cyperites* sp., экз. №2233; скв. 50, гл. 2636–2640 м (~743 м); верхний визе.

Фиг. 13, 14. *Bothrodendron* sp.: 13 – экз. №13546; скв. Безводица, гл. 3160 м; 14 – экз. №13597; скв. Безводица, гл. 3556 м.

Фиг. 15. *Stigmaria stellata*, экз. №13614; скв. Безводица, гл. 3645 м; намюр А.

Фиг. 16. *Lepidostrobus* sp., экз. №5716; скв. 55, гл. 1346 м; намюр А.

### Таблица II

Фиг. 1. *Rhodeopteridium tenuie*, экз. №2238; скв. 50, гл. 3144 м (~1247 м); верхний визе.

Фиг. 2–4. *Sphenopteris elegans*: 2 – экз. №16538; скв. 222, гл. 1552 м (~270 м); намюр А; 3 – экз. №9602; скв. 92, гл. 1273 м (~116 м); намюр А; 4 – экз. №13569; скв. Безводица, гл. 3198 м; намюр А.

Фиг. 5. *Cardiopteridium* cf. *pygmaeum*, экз. №5764; скв. 55, гл. 1713 м (~394 м); намюр А.

Фиг. 6, 7. *Cardiopteridium waldenburgense*: 6 – экз. №5774; скв. 56, гл. 1797 м (~478 м); намюр А; 7 – экз. №5750; скв. 56, гл. 1640 м (~321 м); намюр А.

Фиг. 8. *Adiantites bellidulus*, экз. №5747; скв. 56, гл. 1634 м (~315 м); намюр А.

Фиг. 9. *Adiantites tenuisolius*, экз. №6691; скв. 73, гл. 1841 м (~49 м); намюр А.

Фиг. 10. *Rhacopteris transitionis*, экз. №16534; скв. 222, гл. 1373 м (~91 м); намюр А.

Фиг. 11. *Mariopteris acuta*, экз. №6669; скв. 73, гл. 1840 м (~48 м); намюр А.

Фиг. 12. *Triphylopteris* cf. *collombiana*, экз. №13604; скв. Безводица, гл. 3613 м; намюр А.

Фиг. 13. *Mariopteris daviesoides*, экз. №16539; скв. 222, гл. 1583 м (~301 м); намюр А.

Фиг. 14. *Paripteris gigantea*, экз. №6663; скв. 73, гл. 1830 м (~48 м); намюр А.

Фиг. 15. *Lonchopteris* sp., экз. №6691 внизу слева; скв. 73, гл. 1841 м (-49 м); намюр А.

Фиг. 16. *Neuralethopteris schlehanii*, экз. №6691; скв. 73, гл. 1840 м (-38 м); намюр А.

### Таблица III

Фиг. 1–3. *Lyginopteris bermudensiformis*: 1 – экз. №5687b; скв. 54, гл. 1355 м (-347 м); намюр А; 2 – экз. №5687; скв. 54, гл. 1355 м (-347 м); намюр А; 3 – экз. №5772; скв. 56, гл. 1797 м (-478 м); намюр А.

Фиг. 4. *Lyginopteris divaricata*, экз. №9608; скв. 92, гл. 1243 м (-116 м); намюр А.

Фиг. 5, 9. *Lyginopteris schlehanii*: 5 – экз. №6922;

скв. 97, гл. 1820 м (-43 м); намюр А; 9 – экз. №6678; скв. 54, гл. 1840 м (-48 м); намюр А.

Фиг. 6. *Lyginopteris larischii*, экз. №9603; скв. 92, гл. 1273 м (-111 м); намюр А.

Фиг. 7. Фруктификации *Lyginopteris*, экз. №9344; скв. 95, гл. 1658 м; македонская свита, верхи дакманиана – вестфал В.

Фиг. 8, 11. *Lyginopteris stangeri*: 8 – экз. №5706; скв. 55, гл. 1342 м (-354 м); намюр А; 11 – экз. №5696; скв. 55, гл. 1336 м (-354 м); намюр А.

Фиг. 10, 12. *Dictyoxyylon* sp.: 10 – экз. №9632; скв. 92, гл. 1603 м (-441 м); намюр А; 12 – экз. №5779; скв. 56, гл. 1798 м (-479 м); намюр А.

