

УДК 551.7.022.2+550.424.6

## ЮРСКИЕ ПАПОРОТНИКИ ИРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Мальшева В.К., Снигиревский С.М., Лохов К.И.

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург

E-mail: victoria-96K@yandex.ru, s.snigirevsky@spbu.ru, k.lokhov@spbu.ru,

В работе изложена история становления знаний о стратиграфии Иркутского угольного бассейна, современные представления о геологии и стратиграфии исследуемой территории и монографическое описание четырех характерных видов ископаемых папоротников: *Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina, *Lobifolia lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev, *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart и *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart.

Фактическим материалом для исследования послужила коллекция ископаемых растений, собранная в течение 1987- 1992 годы сотрудниками ВНИГРИ А.И. Киричковой и ее коллегами. Коллекция насчитывает более 2000 образцов из 25 местонахождений Иркутского бассейна. Для написания данной работы из коллекции было рассмотрено 118 образцов из 9 местонахождений, а именно: Иркутское водохранилище, Максимовщина, р. Кая, Смоленщина, р. Тапка, р. Белая, Толстый мыс, Черемхово, Усть-Балей (рисунок 1).

Для описания материала применен сравнительно-морфологический метод исследования. Карта и сводные стратиграфические колонки сделаны в программе CorelDRAW 2017.

По результатам работы сделано монографическое описание четырех характерных видов папоротников, выявлены характерные черты каждого вида, сделаны зарисовки и критически пересмотрены прошлые описания данных видов, выявлена их стратиграфическая приуроченность: *Cladophlebis haiburnensis* соответствуют комплексу растений-1 – вторая половина ранней юры (плинсбах), *Raphaelia tapkensis*, *Lobifolia lobifolia* и *Cladophlebis whitbiensis* характеризуют комплекс растений-4, средняя юра (аален-байос). Также уточнен возраст литостратонов: дабатская свита соответствует второй половине ранней юры (плинсбах). Ее аналогом на территории платформенного крыла является заларинская свита. Черемховская свита соответствует второй половине ранней юры (тоар). Присяянская свита (иданская подсвита) – соответствует началу средней юры (аален) и (суховская подсвита) – средней юре (аален-байос).

Во второй части работы сделано измерение  $\delta^{13}\text{C}$  в Юрских растениях и произведено сравнение с  $\delta^{13}\text{C}$  в современных папоротниках из различных климатических зон и с помощью аналитических методов получены выводы о климате Юры в той области, где произрастали исследуемые папоротники.

Для получения результатов проведены измерения изотопного состава углерода в 14 образцах современных папоротников и 2-х образцах ископаемых папоротников рода *Lobifolia* из Юрских отложений Иркутского бассейна и, для уточнения полученных данных, 1 образца растения семейства Ginkgoales.

Исследования выполнены на масс-спектрометрическом комплексе, который состоит из элементного анализатора Flash EA 1112 (ThermoQuest, Италия), изотопного масс-спектрометра DELTA Plus XL (ThermoFinnigan, Германия, Бремен) и газового коммуникатора ConFlo III (ThermoFinnigan, Германия, Бремен) в Институте истории материальной культуры РАН (ИИМК РАН) с Лоховой Ольгой Владимировной (научный сотрудник Лаборатории археологической технологии ИИМК РАН).

В результате сделан вывод, что на месте, где произрастали исследуемые папоротники, количество осадков было порядка 400-600 мм.

Для корректной интерпретации результатов была сделана поправка в -4‰, полученная путем сравнения значений, полученных при измерении современных папоротников, с линиями зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  на разных широтах при равном количестве осадков

*Ключевые слова:* палеоботаника, геология, стратиграфия, свита, папоротники, изотопы.

## Введение

### *Актуальность работы*

Для успешного проведения геолого-съёмочных и поисковых работ необходима детальная стратиграфическая основа с надёжной палеонтологической базой. Особенно важным в этой связи становится детализация региональных стратиграфических схем для континентальных отложений с обоснованием детальной корреляции литостратонов по площади. В этой ситуации для разработки детальной стратиграфии на передний план выдвигаются методы биостратиграфии, для континентальных отложений – фитостратиграфии.

Континентальные отложения, особенно песчанистые и грубозернистые толщи, достигающие большой мощности, часто остаются палеонтологически немymi. В этих условиях возрастает роль всестороннего и тщательного изучения каждого найденного ископаемого растения в данной местности и выявления их систематического положения и стратиграфической приуроченности.

Практика фитостратиграфических исследований убедительно показывает, что «при выявлении хронологической последовательности палеофлористических сукцессий, а отсюда и последовательности напластования осадочных толщ, определяющими могут быть только комплексы хорошо таксономически дифференцированных растений (Киричкова, 1982, стр. 96).

### *Целью работы является:*

1. Монографическое изучение руководящих для юрских отложений Иркутского бассейна таксонов из группы папоротников;
2. Выявление их стратиграфической приуроченности;
3. Уточнение возраста литостратонов;

### *Для достижения целей поставлены следующие задачи:*

1. Анализ стратиграфической изученности юрских отложений Иркутского бассейна;
2. Обзор региональной стратиграфической схемы нового поколения юрских отложений Иркутского угленосного бассейна;
3. Освоение методики изучения ископаемых папоротников;
4. Описание характерных таксонов из группы папоротников: *Cladophlebis* Brongniart, *Lobifolia lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev и *Raphaelia* Debey et Ettingshausen;
5. Уточнение стратиграфической приуроченности описываемых папоротников в стратотипических разрезах бассейна.

В работе предусмотрен раздел по применению методики изотопного исследования углеродистого вещества ископаемых растений из Иркутского бассейна для выявления палеоклиматической обстановки юры, для чего сделано изотопное исследование углеродистого вещества ископаемых и современных папоротников из разных климатических зон;

Исследуемые папоротники происходят из коллекции №1434, предоставленной кандидатом биологических наук, заведующей лабораторией палеоботаники Носовой Наталией Владимировной. Коллекция хранится в коллекционном фонде Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН).

### **1. Физико-географические особенности Иркутского угольного бассейна**

Территория Иркутского угленосного бассейна охватывает южную часть Сибирской платформы в зоне ее сочленения с Саяно-Байкальской складчатой областью. Средняя ширина Иркутского бассейна около 80 км. Общая площадь бассейна равна 42,7 тыс. км<sup>2</sup> (Пономарев и др., 1964). Здесь расположен областной центр — г. Иркутск, города Шелехов, Ангарск, Усолье-Сибирское, Зима, Саянск, Черемхово и несколько крупных поселков — Усть-Орда, Качуг, Жигалово, связанных автодорогой Иркутск–Жигалово. Южную часть территории пересекает Транссибирская железнодорожная магистраль Москва–Владивосток. Иркутская и Братская ГЭС обеспечивают энергетические потребности всей Иркутской области (Галимова, Пермяков, 2009).

В орографическом отношении территория охватывает южную часть Среднесибирского плоскогорья — холмисто-увалистую равнину со средними высотами 500–700 м, рассеченную глубоко врезынными речными долинами, в пределах которого на рассматриваемой территории выделяется Ангаро-Ленское плато, Прибайкальская и Иркутско-Черемховская равнины. Наиболее низкие отметки поверхности приурочены к долине р. Ангары (350—450 м). С юго-запада к Иркутско-Черемховской равнине примыкает система высокогорных хребтов Восточного Саяна, на юго-востоке с Прибайкальской равниной граничит Байкальская горная страна.

Хорошо развита речная сеть водосборных бассейнов рек Ангары и Лены. На побережье оз. Байкал действуют два национальных парка федерального значения — Прибайкальский (северо-западный берег) и Байкальский (юго-восточный). Около 70–75 % территории занимает тайга — сосновые, кедрово-пихтовые, еловые, лиственнично-сосновые леса, остальная часть занята степями и лесостепями. Климат района резко континентальный, с холодной зимой и коротким летом. Иркутский бассейн входит в зону многолетней мерзлоты, вскрытой в долинах некоторых рек и имеющей островной характер. Среднегодовая температура 6–7°C, средняя температура января минус 25°C, июля плюс 18°C. Среднегодовые температуры воздуха зависят от географической широты данного места и от его близости к оз. Байкал. Положительная температура воздуха бывает с мая по сентябрь. Наибольшая продолжительность безморозного периода наблюдается в районах, подверженных климатическому влиянию оз. Байкал. Снежный покров характеризуется незначительной мощностью и длительным стоянием. Становление снежного покрова обычно происходит в конце октября, таяние в конце марта — начале апреля. Сумма годовых осадков 300–

400 мм на Среднесибирском плоскогорье, 600–1000 мм в Восточном Саяне и Приморском хребте. Резко преобладают летние осадки (Галимова, Пермяков, 2009).

## **2. История изучения стратиграфии континентальных отложений юры Иркутского угленосного бассейна**

Изучение юрских континентальных отложений Иркутского угленосного бассейна начинается с 60-х годов XIX века, с исследований А. Л. Чекановского, Ф. Б. Шмидта и других. Ими впервые были зафиксированы выходы песчаной и песчано-алевролитовой толщи с прослоями угля в окрестностях г. Иркутска и по правому берегу р. Ангара, где был отобран палеофлористический материал. Среднеюрский возраст этой толщи был установлен швейцарским палеоботаником О. Геером. Обширная коллекция ископаемых растений, собранная первопроходцами, явилась основой трех его монографических работ (1876, 1878, 1880) посвященных юрской флоре Иркутского бассейна. Геологические исследования, проводившиеся в начале XIX века, не касались вопросов стратиграфии юрской толщи Иркутского региона, а попутные сборы палеоботанического материала, обработанные рядом авторов, не привнесли новых данных о систематическом составе и возрасте юрской флоры Иркутского бассейна.

Первые представления о стратиграфии юрских отложений Иркутского бассейна после А. Л. Чекановского принадлежат М. К. Коровину и Ю. А. Жемчужникову. М. К. Коровин подразделил угленосную толщу на заларинский (конгломератовый), черемховский (угленосный), головинский и окинский (песчано-глинистые) горизонты и отнес ее к средней юре (1922). Несколько позднее Ю. А. Жемчужниковым впервые были представлены детальные описания отложений в береговых обнажениях правого берега р. Ангара от Иркутска (вниз по течению) до пос. Олонки. Он обосновал соотношение береговых обнажений между собой и приуроченность их к обобщенному разрезу толщи. Вслед за О. Геером, возраст отложений был принят как среднеюрский (1925).

Предположение о раннеюрском возрасте нижней части угленосной толщи высказали позднее Ю. В. Тесленко (1964) и Д. И. Ермолаев (1958) при определении остатков растений из керна разведочных скважин Иркутского бассейна на основании присутствия в комплексе папоротников *Clathropteris Brongniart* и *Phlebopteris Brongn.*

Позднее Ф. Ф. Оттенюм и Ю. П. Деевым территория бассейна была разделена на три структурно-фациальные зоны: платформенную зону, зону предгорного прогиба и межгорную зону (рис. 1). Это было первое структурно-фациальное районирование территории Иркутского бассейна. Ранне-среднеюрский возраст угленосной толщи бассейна обосновывался результатами палинологических исследований. В таком виде стратиграфическая схема угленосных отложений

Иркутского бассейна была представлена на первом Межведомственном стратиграфическом совещании по Сибири в 1958 г.

Заметный вклад в стратиграфию юрских отложений Иркутского бассейна внесли исследования М. М. Одинцова с соавторами (1967), проводивших изучение континентальных отложений юры юга Сибирской платформы. Они уточнили структурно-фациальное районирование бассейна, разработанное ранее Ф. Ф. Оттенем и Ю. П. Деевым (1937). Были конкретизированы ранее принятые литостратоны, к сожалению, только по скважинам, без учета естественных выходов толщи. Ранне-среднеюрский возраст угленосной толщи бассейна обосновывался результатами палинологических исследований. Данные по макроостаткам растений были приведены в виде сборных списков из работ О. Геера, В. Д. Принады, Д. И. Ермолаева и Ю. В. Тесленко.

Работы Ф.Ф. Оттена, Ю.П. Деева и М.М. Одинцова стали основой для схемы, представленной на III Межведомственном стратиграфическом совещании по мезозою и кайнозою Средней Сибири, которая была принята и утверждена Межведомственным стратиграфическим комитетом в 1981 году.



По результатам III Межведомственного стратиграфического совещания черемховская свита отнесена к нижней юре (конец плинсбаха – тоар) и разделена на три пачки, распространена свита в пределах зоны платформенного крыла и предгорного прогиба (таблица 1). Одновозрастная с черемховской – дабатская свита распространена в пределах зоны внутрисводовых впадин. Присяянская свита отнесена к нижней-средней юре (тоар-аален) и разделена на две подсвиты (снизу вверх): иданскую (тоар) и суховскую (аален), распространена в пределах зоны предгорного прогиба (таблица 1). Одновозрастной с ней является тальцинская свита, распространенная в зоне внутрисводовых впадин (таблица 1). Кудинская свита отнесена к концу аалена – началу байоса и разделена на две подсвиты: нижнюю и верхнюю, распространена свита в пределах зоны предгорного прогиба. Одновозрастной с нижней подсвитой кудинской свиты является котовская свита, распространенная в зоне внутрисводовых впадин (таблица. 1).

К настоящему времени разработана фито­стратиграфия континентальных отложений юры непосредственно Западной Сибири (Киричкова, 2005), а также Канского (Киричкова, 2005) и Кузнецкого угольных бассейнов (Киричкова, 1992). Выявлена стратиграфическая значимость многих папоротников и голосеменных из группы гинкгофитов. Результаты этих исследований создали фундаментальную основу для сравнительного анализа иркутской палеофлоры с западносибирской, где возраст литостратонов и соответствующих им комплексов растений обоснован прибрежно-морской фауной фораминифер и двустворок (Киричкова, 2005).

### **3. Геологическое строение и стратиграфия Иркутского угленосного бассейна**

#### *3.1 Общегеологический обзор*

В структурном отношении Иркутский угольный бассейн представляет собой Присяянский предгорный прогиб, расположенный на сопряжении Байкальской складчатой системы и Сибирской платформы (Пономарев и др. 1964).

На закончивших развитие палеозойских структурах платформенного чехла мезозойская седиментогенная активизация проявилась заполнением Иркутского прогиба. Иркутский прогиб прослеживается вдоль юго-восточной окраины Прибайкальской моноклизы и имеет в плане асимметричную подковообразную форму, примыкая на юго-западе к предгорьям Восточного Саяна, на юго-востоке — к складчатым структурам Прибайкалья. Иркутский прогиб формировался как присводовое компенсационное прогибание в условиях оживления тектонических движений на платформе. Юрские породы залегают на подстилающих образованиях с угловым несогласием и компенсируют неровности его рельефа. Глубина прогиба максимальна в предгорной части, где составляет более 500 м. Ложе прогиба в направлении от осевой части в сторону платформы полого воздымается с одновременным уменьшением мощностей отложений в

каждом стратиграфическом подразделении юры (Галимова, Пермяков, 2009).

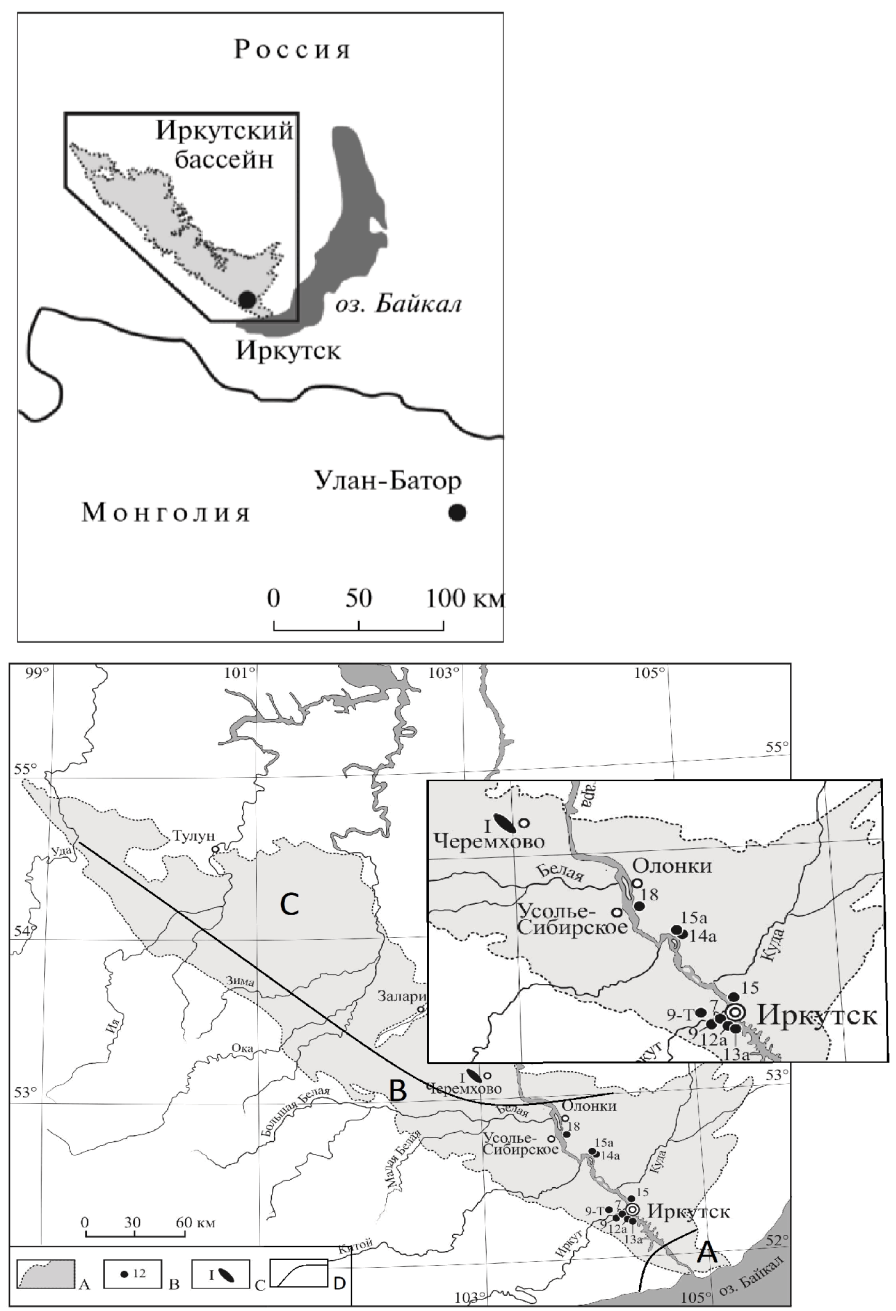


Рисунок 1. Схематическая карта Иркутского бассейна и расположения местонахождений исследуемых папоротников.

А – Иркутский угленосный бассейн; В – местонахождения и номера обнажений: 7 – гора Кая, 9 – Смоленщина, 9-Т – Максимовщина, 12а и 13а – Иркутское водохранилище, 15 – Тапка, 14а и 15а – Усть-Балей, 18 – Толстый мыс; С – I – Черемховский угольный карьер; D – граница структурно-фациальных зон: А – зона межгорных впадин, В – зона предгорного прогиба, С – зона платформенного крыла



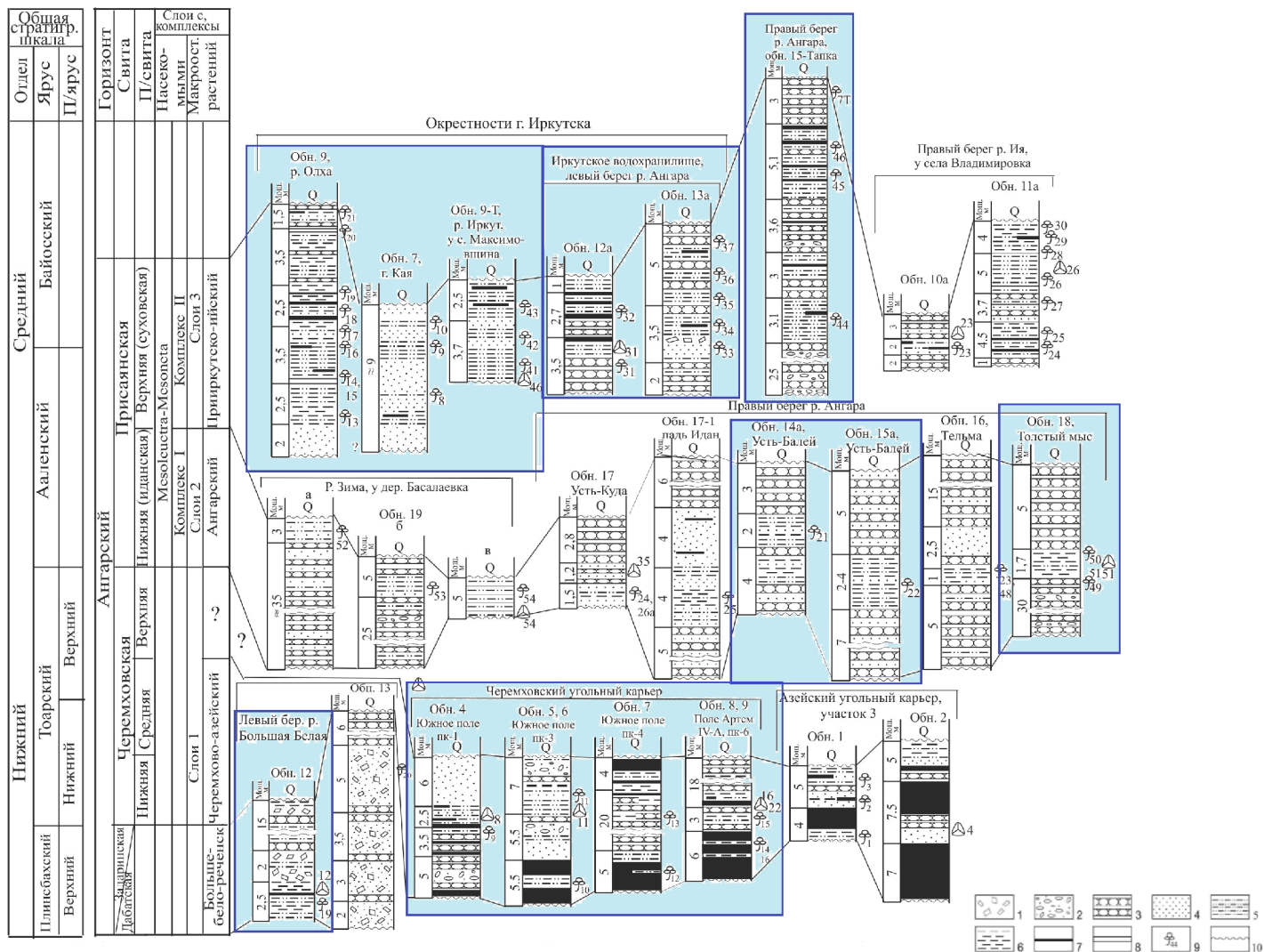


Рисунок 2. Схема латерального соотношения юрских отложений из разрозненных обнажений Иркутского бассейна по палеофлористическим данным (Киричкова и др, в печати), (цветом выделены обнажения с находками исследуемых папоротников).

Условные обозначения: 1. Брекчии, обломки песчаников, грубообломочные конгломераты, 2. Конгломераты, 3. Песчаники плотные, 4. Песчаники рыхлые, 5. Алевролиты, 6. Аргиллиты, 7. Угли, 8. Глины, 9. Макроостатки растений, 10. Несогласное залегание или перерыв в наблюдении

### 3.2 Стратиграфия континентальных отложений юры Иркутского бассейна

При составлении биостратиграфической шкалы континентальных отложений юры Иркутского бассейна авторами использована общепринятая Межведомственным стратиграфическим комитетом России Общая шкала юрской системы. В качестве региональных подразделений выделены фитогоризонт, слой с насекомыми, слой с макроостатками растений. Структурно-фациальное районирование бассейна принято по Решениям Межведомственного стратиграфического совещания 1981 года (Киричкова и др., 2017).

Региональный фитогоризонт – ангарский соответствует крупному этапу развития палеофлоры Сибирской палеофлористической области – переходному от раннеюрского к среднеюрскому (Стратиграфический кодекс, 2006, с. 25). Горизонт, мощностью до 800 м, объединяет континентальные отложения юры Иркутского бассейна, включая конгломераты, брекчии, грубозернистые не слоистые песчаники и рыхлые песчаники в основании (дабатская и ее аналог заларинская свиты) и угленосную толщу (черемховская, присаянская свиты).

По данным бурения горизонт имеет повсеместное распространение. Возраст горизонта - вторая половина ранней юры (условно плинсбах-тоар) – нижняя половина средней юры (условно аален - часть байоса) обоснован результатами детальных исследований по систематическому составу комплексов растений с широким применением эпидермального метода. Выявленные при этом фитостратиграфические комплексы растений (по макроостаткам и миоспорам) были основой для сравнительного анализа с тафофлорами Западной Сибири, где возраст контролируется морской и прибрежно-морской фауной фораминифер и двустворок (Киричкова и др., 2018, в печати).

*Дабатская свита.* Свита впервые была выделена М. М. Тетяевым в разрезах скважин, пробуренных во время проведения геолого-съёмочных работ на р. Дабат – левом притоке р. Ангара. По данным Н. И. Акулова (2015), дабатская свита на территории зоны предгорного прогиба, включая, возможно, юго-восточную часть Присаянского прогиба, залегает в основании угленосной толщи, замещая байкальскую свиту и с размывом перекрывая отложения разных возрастных уровней протерозоя и кембрия, местами конгломераты байкальской свиты. В прибайкальской полосе в составе свиты преобладают брекчии, конглобрекчии, массивные конгломераты с прослоями песчаников. В северо-западном направлении конгломераты становятся средне- и мелкогалечниковыми и перекрываются разнозернистыми песчаниками с прослоями алевролитов и с тонкими прослойками углей. Мощность свиты в разрезах скважин достигает 111 м. Дабатские отложения в зоне предгорного прогиба в небольшом объеме прослежены в береговых обнажениях среднего течения р. Большая Белая близ пос. Кекурка (северо-западная присаянская полоса). Установленный в этих отложениях немногочисленный комплекс растений-1, белореченский - *Neocalamites* sp., *Cladophlebis* cf. *haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Raphaelia* cf. *diamensis* Sew., *Czekanowskia rigida* Heer, *Schizolepis* sp. позволяет датировать дабатские отложения второй половиной ранней юры, в частности по совместной находке *Neocalamites* sp. и *Czekanowskia rigida* Heer (Киричкова и др., 2017).

На территории зоны платформенного крыла возрастным аналогом для подстилающих черемховскую свиту на правах приоритета принята заларинская свита

(Киричкова и др., 2016). Песчано-конгломератовые отложения в основании угленосной толщи впервые в качестве заларинского горизонта были выделены в 1922 г. М. К. Коровиным в разрезах юры центрального района Иркутского бассейна (Черемховский район); позднее эти отложения получили ранг свиты. Ф. Ф. Оттен и Ю. П. Деев подчеркивали, что для свиты характерны конгломераты и перекрывающие их глины, глинистые сланцы и песчаники светло-желтой, белой и голубой окраски и наличие пласта угля, незначительного по мощности и по площади. Мощность свиты 30–80 (до 150) м (Киричкова и др., 2017).

*Черемховская свита.* Свита несогласно залегает на песчано-конгломератовых отложениях заларинской свиты в зоне платформенного крыла и на аналогичных отложениях дабатской свиты в зоне предгорного прогиба. Свита расчленена на нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты. Общая мощность ее по разрезам скважин составляет 60–290 м. Отложения нижней и средней подсвит черемховской свиты изучены с послойным отбором макроостатков растений на открытых разрезах Черемховского угольного карьера. Здесь, начиная с основания мощного главного пласта угля, вскрыта толща переслаивания песчаников светло-серых, среднезернистых, неслоистых, с включениями мелкой гальки и растительного детрита, алевролитов, пластов угля мощностью от 1 до 30 м, песчаников рыхлых, неслоистых, светло-желтых (Киричкова и др., 2017)..

Нижняя и средняя подсвиты черемховской свиты относятся к верхам нижней юры. Это обосновывается тем, что по систематическому составу черемховский комплекс растений и его доминирующая группа мало отличаются от раннеюрских комплексов Западной Сибири, часто имея общие руководящие формы.

Верхней подсвите черемховской свиты в зоне платформенного крыла соответствует толща песчаников мощностью до 40 м с редкими прослоями алевролитов, выходящих на дневную поверхность по левому берегу р. Зима у пос. Басалаевка (Киричкова и др., 2017).

Макроостатки растений из отложений черемховской свиты составляют комплекс-2, черемхово-азейский. Свита вскрыта в Азейском и Черемховском угольных карьерах. Систематический состав комплекса не разнообразный, но количественно представительный. В его составе насчитывается около 30 видов. Из папоротников наиболее часты мелколистные *Lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev, значительно реже встречаются листья *Cladophlebis* Brongniart и *Raphaelia* Debey et Ettinghausen, практически отсутствуют представители рода *Coniopteris* Brongniart. Такое соотношение доминирующих таксонов характерно для тафофлор второй половины ранней юры Западной Сибири (Киричкова и др., 2018, в печати).

*Присаянская свита.* Свита выделена в Иркутском бассейне Ю. П. Деевым (1957). Литофациальные особенности свиты позднее были детально изучены М. М. Одинцовым

с группой геологов (1967) и в последнее время Н. И. Акуловым с соавторами по разрезам скважин (2015). Присаянская свита согласно или с небольшим размывом залегает на черемховской и подразделена на две подсвиты: нижнюю (иданскую) и верхнюю (суховскую). Нижняя подсвита сложена разнозернистыми песчаниками с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов, углистых аргиллитов. Мощность подсвиты 40–120 м. Верхняя, суховская, подсвита состоит из мелкозернистых песчаников, алевролитов, углистых аргиллитов и прослоев угля. Мощность подсвиты в пределах 50 м. Возраст присаянской свиты по палинологическим данным (также по скважинным образцам) определен следующим образом: нижняя подсвита отнесена к нижней юре (верхний тоар), верхняя – к средней юре (низы аалена) (Решения..., 1981), а по схеме Н. И. Акулова вся свита отнесена к средней юре (аален-байос) (Акулов и др., 2015; Киричкова и др., 2017).

Присаянская свита охарактеризована двумя четко различающимися комплексами – ангарским и прииркутско-ийским. Ангарский комплекс характеризует иданскую подсвиту присаянской свиты, вскрытой в обнажениях правого берега р. Ангара – Усть-Куда, Идан, Усть-Балей, Тельма и Толстый мыс, а так же левого берега р. Зима (у дер. Басалаевка). Комплекс насчитывает около 50 видов, в том числе *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Sew., *C. whitbiensis* (Brongn.) Brongn, *Raphaelia diamensis* Sew., *R. tapkensis* (Heer) Pryn. Состав ангарского комплекса и соотношение характерных групп растений сопоставимы с таковыми комплексов растений начала средней юры. Это тафофлоры нижней половины томского фитогоризонта Западной Сибири (Киричкова и др., 2018, в печати).

Прииркутско-ийский комплекс характеризует верхнюю (суховскую) подсвиту присаянской свиты, выходящую на дневную поверхность в обнажениях окрестностей Иркутска (р. Иркут у горы Кая и у пос. Максимовщина, р. Олха – железнодорожная выемка и придорожное обнажение против села Смоленщина, левый берег Иркутского водохранилища), на правом берегу р. Ангара у пади Тапка, на левом берегу р. Ия, у дер. Владимировка (рисунок 1). Систематический состав комплекса, включающего 56 таксонов, близок к ангарскому, но отражает следующий уровень развития иркутской палеофлоры. Это прослеживается в ином соотношении характерных групп в доминирующем комплексе соответствующих тафофлор, бóльшим распространением и бóльшей количественной представленностью таксонов, впервые появившихся в составе ангарского комплекса. Комплекс-4 представлен разнообразными папоротниками, гинкговыми и чекановскиевыми, составляющими доминирующую группу соответствующих тафофлор (Киричкова и др., 2018, в печати).

Несмотря на выше отмеченное сходство прииркутско-ийского комплекса с ангарским в составе первого постоянно присутствует бóльшее количество видов *Coniopteris*, более часты

*Osmunda* и *Raphaelia tapkensis* Pryn. Но самым главным является то, что в составе прииркутско-ийских тафофлор доминирует из чекановскиевых род *Phoenicopsis*, не обнаруженный в подстилающих отложениях. Более разнообразны хвойные (Киричкова и др., 2018, в печати).

#### 4. Описание палеоботанического материала

##### *Filicinae incertae sedis*

Род *Raphaelia* Debey et Ettinghausen, 1859

*Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina

1962. *Raphaelia tapkensis*, Принада, с. 127 Табл. III, фиг. 6 и 7; рис. 22.

1970. *Raphaelia tapkensis*, Тесленко, с. 70. Табл. 30, фиг. 2.

2005. *Raphaelia tapkensis*, Киричкова и др., с. 80, табл XV, фиг. 8, 9; рис. 23в.

1878. *Asplenium tapkense*, Heer, с. 46, таб. XXII, фиг. 9-а, 9-б.

Л е к т о т и п – Геер, 1876, экз. 165/178 (Москва); Костина и Долуденко (1997), рис. 6а, 8з-и.

О п и с а н и е : В коллекции имеются образцы хорошо сохранившихся отпечатков папоротников. Вайи дважды перистые, длиной около 30-35 мм. Основной рахис листа до 2 мм в диаметре, на его поверхности видны следы опушения. Стержни перьев прямые и тонкие, крепятся к рахису под углом 45-55°.

Перышки очередные, яйцевидно-эллиптические, сужающиеся и немного изогнутые к верхушке, длиной до 10-15 мм, ширина перышек выдержанная, около 4 мм. Крепятся суженным основанием под углом 85-90° по отношению к стержню пера. Расстояние между перышками на пере около 1 мм (они нигде не перекрываются). Край перышек ровный, основание перышек - низбегающее.

Жилкование кладофлебоидное, срединная жилка доходит до верхушки перышка, боковые жилки дихотомируют один раз и параллельны друг другу. Чередование перьев на рахисе, как и чередование перышек на пере очередное. Перья могут слегка изгибаться к центру.

С р а в н е н и е : Описанные фрагменты листьев по морфологии перьев, размерам и форме перышек более всего близки к *Raphaelia tapkensis*, неоднократно описанные из юрских отложений Иркутского бассейна и Западной Сибири (Принада, 1962, Киричкова и др., 2005). Овальная форма перышек Иркутских экземпляров, их ровные края и большей

частью округлые верхушки очень отличают их от *Raphaelia diamensis* Seward, встречающиеся также в юрских отложениях не только Иркутского бассейна, но и Западной Сибири (Принада, 1962; Киричкова и др., 2005). У *Raphaelia diamensis* перышки большей частью треугольной формы с оттянутыми острыми верхушками и более густым жилкованием (боковые жилки делятся 2-3 раза), в противоположность *Raphaelia tapkensis*.

М е с т о н а х о ж д е н и е : Правый берег р. Ангара, обнажение Топка (№15 на карте), обр. 1069-45, обр. 1071-45, обр. 1074-45, обр. 1068-23, обр. 1069-23, обр. 1071-23, обр. 1074-23 (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвита присаянской свиты, средняя юра (аален-байос).

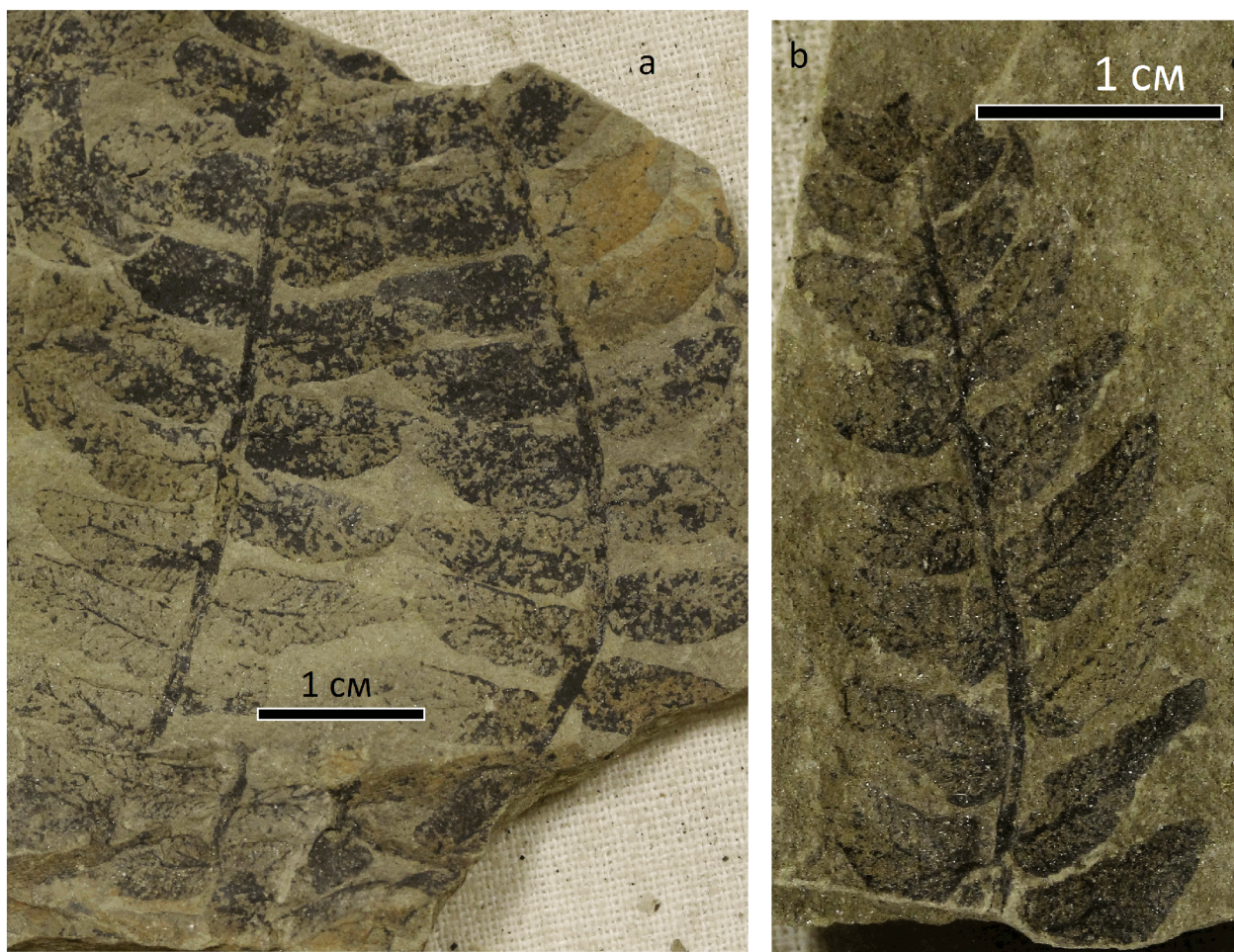


Рисунок 3. Фитофоссилии папоротника *Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina: Местонахождение: р. Топка: а – обр. 1068а-45; б – обр. 1074-45.

Род *Lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev, 1968

*Lobifolia lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev

1968. *Lobifolia lobifolia*, Лебедев, Рассказова, стр. 67, рис. 1в, рис. 7.

1829. *Neuropteris lobifolia*, Phillips, стр. 148, табл. 8, фиг. 13.

О п и с а н и е : Вайи исследуемых папоротников дважды перистые. Чередование перьев очередное, центральный рахис слегка извилистый, угол крепления перьев к рахису 70-90°.

Перышки крупных экземпляров и базальный прикрепляются зауженным основанием, в верхней части пера они прикрепляются всем чуть низбегающим основанием. Край перышек ровный; у пары базальных перышек край часто с неглубокой приосновной лопастью. Нижние базальные перышки крупнее и шире следующих за ними. Длина и ширина базального перышка соответственно 5 и 2 мм, размеры перышек уменьшаются к концу пера до 0.5 мм. Расположение перышек очередное.

Жилкование эборациоидного типа. Угол отхождения центральных жилок 60-80°.

С р а в н е н и е : От *Lobifolia ajakensis* (E. Lebedev) Rasskazova et E. Lebedev вид *Lobifolia lobifolia* отличается тем, что вторая, часто третья пары перышек на перье имеют меньшие размеры как по сравнению с базальными, так и с последующими по перу перышками.

Не менее важным признаком является то, что перышки папоротника вида *Lobifolia ajakensis*, не обладая еще лопастностью, уже сильно перетянуты у основания, чего не наблюдается у вида *Lobifolia lobifolia*.

У вида *Lobifolia tschagdamsensis* (Vachrameev) Vachrameev наблюдается короткое острие на верхушке перышек, чего нельзя встретить у папоротников вида *Lobifolia lobifolia* (Лебедев, Рассказова, 1968).

М е с т о н а х о ж д е н и е : Правый берег р. Ангара, обнажение Топка (№15 на карте), обр. 1115-46, обр.1116-46, обр. 1117-46, обр. 1118-46, обр. 1119-46, обр. 1120-46, обр. 1121-46 (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвета присаянской свиты, средняя юра (аален-байос).

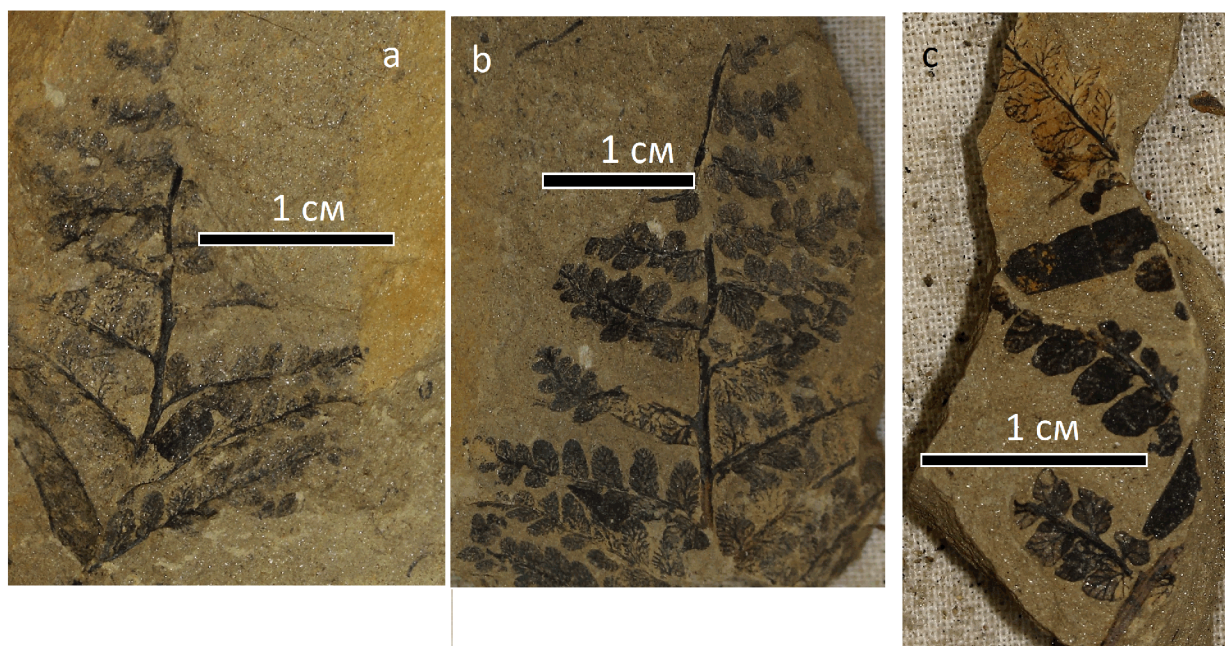


Рисунок 4. Фитофоссилии папоротника *Lobifolia lobifolia* (Phillips) Rasskazova et E. Lebedev  
 Местонахождение: р. Топка: а – обр. 1116-46; б – обр. 1117-46; с – обр. 1120-46.

#### Род *Cladophlebis* Brongniart, 1849

##### *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart

1849. *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton), Brongniart, p. 154.

1911. *Cladophlebis haiburnensis*, Seward, Thomas, с. 3, табл. I, III, фиг. 7 и 8; табл. III; рис. 1, 1A.

1931. *Cladophlebis haiburnensis*. Хахлов, с. 7, фиг. 13.

1958. *Cladophlebis haiburnensis*, Вахрамеев, с. 90, табл. XIII, фиг. 4,5; табл. XIV, фиг. 1-4, non 3.

1962. *Cladophlebis haiburnensis*, Киричкова, с. 507, табл. IV, фиг. 2,3; табл. XIII, фиг. 2-7; табл. XIV, фиг. 4, 6.

1962. *Cladophlebis haiburnensis*, Принада, с. 116, табл. III, фиг. 1

2005. *Cladophlebis haiburnensis*, Киричкова и др., с. 73, табл. XI, фиг.3, табл. XVII, фиг. 1a, рис. 20в.

1878. *Asplenium whitbiensis* var. *tenuе*, Геер, с. 43, табл. III, фиг. 3-6.

**О п и с а н и е :** В коллекции имеются отпечатки хорошо сохранившихся дважды перистых листьев папоротника. Рахис пера толстый, до 4-5 мм в диаметре, на его поверхности слабо видны тонкие продольные штрихи. От него под углом 60-70° отходят перья длиной до 60 мм. Стержни перьев около 2 мм в диаметре, слегка изгибаются.



Перышки крепятся расширенным основанием. Размеры перышек от 10 мм в базальной части пера, до 3-4 мм у верхушки пера, ширина перышек выдержанная, порядка 3-5 мм на всем протяжении пера. Перышки могут быть по форме языковидные и слегка изогнуты к верхушке или ланцетовидно-удлиненные с менее выраженным изгибом. Расположены перышки супротивно или поочередно, как и перья.

Жилкование кладофлебоидное: центральная жилка доходит до верхушки пера, от нее отходит 5-6 пар боковых жилок, 2-3 пары из которых дихотомируют дважды, остальные один раз.

С р а в н е н и е : С описанным выше видом *Cladophlebis haiburnensis* по характеру жилкования сходны *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart и *Cladophlebis spectabilis* (Heer) Font. От первого из них описанный Иркутский папоротник отличается меньшей величиной вайи, иным очертанием перышек и свободным расположением перьев последнего порядка на стержне вайи. От *C. spectabilis* он отличается меньшей величиной перышек и меньшим числом боковых жилок в них, хотя морфология перышек данных видов сходна (Принада, 1962).

М е с т о н а х о ж д е н и е : Левый берегу р. Большая Белая, обнажение одноименное (№ 12 на карте), обр. 94в-19, обр. 68а-19, обр. 16-19, обр. 66а-19, обр. 68-19, обр. 70-19, обр. 71б-19, обр. 72а-19, обр. 72в-19, обр. 72-19, обр. 74-19, обр. 94а-19, обр. 94б-19, обр. 99а-19, обр. 99-19, обр. 100-19, обр. 66-19, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); нижняя юра, плинсбах;

Левый берег р. Олха близ г. Иркутск, обнажение Смоленщина (№9 на карте), обр. 1527а-14, обр. 1527б-14, обр. 1524а-14, обр. 1503-14, обр. 1523а-14, обр. 1523в-14, обр. 1524-14, обр. 1526д-14, обр. 1526е-14, обр. 1527-14, обр. 1526г-14, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвита присаянской свиты, средняя юра (аален-байос);

Правый берег р. Ангара, обнажение Толстый мыс (№18 на карте), обр. 209а-50, обр. 209-50, обр. 218-50, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); иданская подсвита присаянской свиты, начала средней юры;

Черемховский угольный карьер, обнажение Черемхово (I на карте), поле Артем IV-А, обр. 2436а-16, обр. 2436-16 (коллекция №1434, СПб, БИН РАН) и поле Южное, обр. 2362а-13, обр. 2362-13, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); черемховская свита, вторая половина ранней юры (тоар).

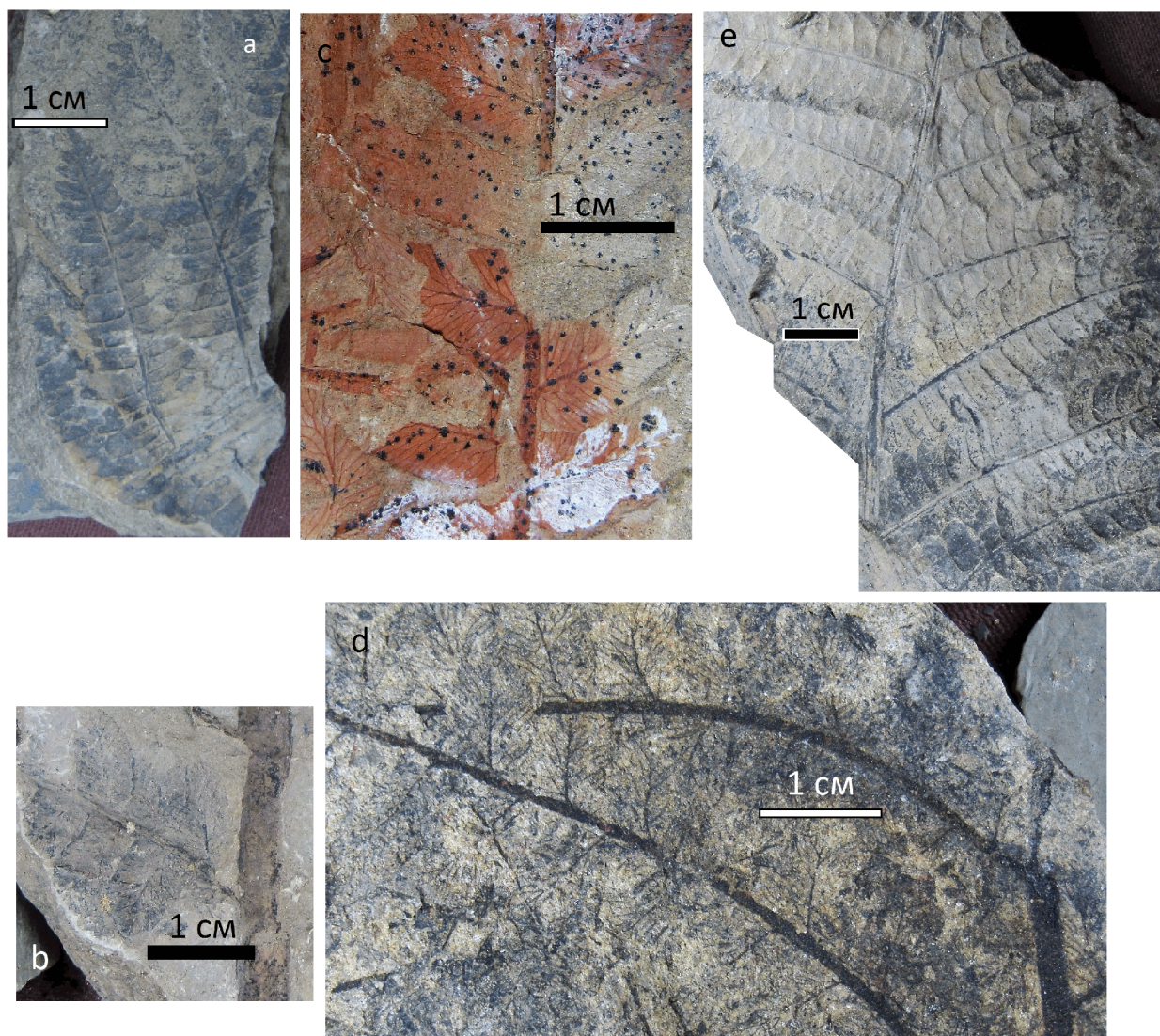


Рисунок 5. Фитофоссилии папоротника *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart  
 Местонахождения: Смоленщина: а – обр. 1600а-15; с – обр. 1598а-15; е – обр.1524а-14;  
 р.Белая: b – обр. 94а-19; d – обр. 99-19.

#### Род *Cladophlebis* Brongniart, 1849

##### *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart

1849. *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart). Brongniart, с. 25.

1962. *Cladophlebis whitbiensis*. Киричкова, с. 512, табл. VIII, фиг. 1, 3, 5, 10.

1962. *Cladophlebis whitbiensis*. Принада, с. 117, табл. III, фиг. 3; рис. 19.

1828. *Pecopteris whitbiensis*. Brongniart, с. 321, табл. 109, фиг. 2, 3.

1878. *Asplenium whitbiensis*. Геер, с. 43, табл. I, фиг. 1с; табл. III, фиг. 1-6.

**О п и с а н и е :** В коллекции имеются хорошо сохранившиеся отпечатки листьев папоротников длиной от 20 до 70 мм. Вайи дважды перистые. Перья расположены супротивно на широком рахисе, который достигает 5 мм в диаметре, и крепятся к нему под углом 45-50°. Форма перьев в большинстве случаев удлинненно-треугольная и не зависит от морфологической изменчивости перышек.

Все перышки крепятся расширенным основанием к рахису пера. Расположены перышки супротивно, при этом минимальная ширина перышек 4 мм, а максимальная 6 мм. По форме перышки треугольные, постепенно уменьшающиеся к верху пера, загнутые и с заостренной верхушкой.

Жилкование перистое. Центральная жилка доходит до верхушки перышка, от нее отходит 6-7 пар боковых жилок, из которых 2 или 3 жилки дихотомируют дважды.

**С р а в н е н и е :** *Cladophlebis haiburnensis* крупнее *Cladophlebis whitbiensis* и все жилки на протяжении листа дихотомируют два раза, в то время, как у *Cladophlebis whitbiensis* жилки дихотомируют два раза только у основания пера.

**М е с т о н а х о ж д е н и е :** Левый берег р. Ангара, обнажение Гора Кая (№7 на карте), обр. 2020а-10, обр. 2020б-10, обр. 2020-10; обр. 2022а-10, обр. 2022б-10, обр. 2022-10, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвита присаянской свиты, средняя юра (аален-байос);

Левый берег р. Олха близ г. Иркутск, обнажение Смоленщина (№9 на карте), обр. 1845г-20, обр. 1842а-20, обр. 1817а-20, обр. 1817-20, обр. 1820а-20, обр. 1820б-20, обр. 1820-20, обр. 1840а-20, обр. 1842-20, обр. 1843-20, обр. 1843а-20, обр. 1843д-20, обр. 1845а-20, обр. 1845в-20, обр. 1845-20, обр. 1840-20, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвита присаянской свиты, средняя юра (аален-байос);

Правый берег р. Ангара, обнажение Топка (№15 на карте), обр. 55а-45, обр. 55б-45, обр. 55-45, обр. 57-45, обр. 60а-45, обр. 60-45, (коллекция №1434, СПб, БИН РАН); суховская подсвита присаянской свиты, средняя юра (аален-байос).

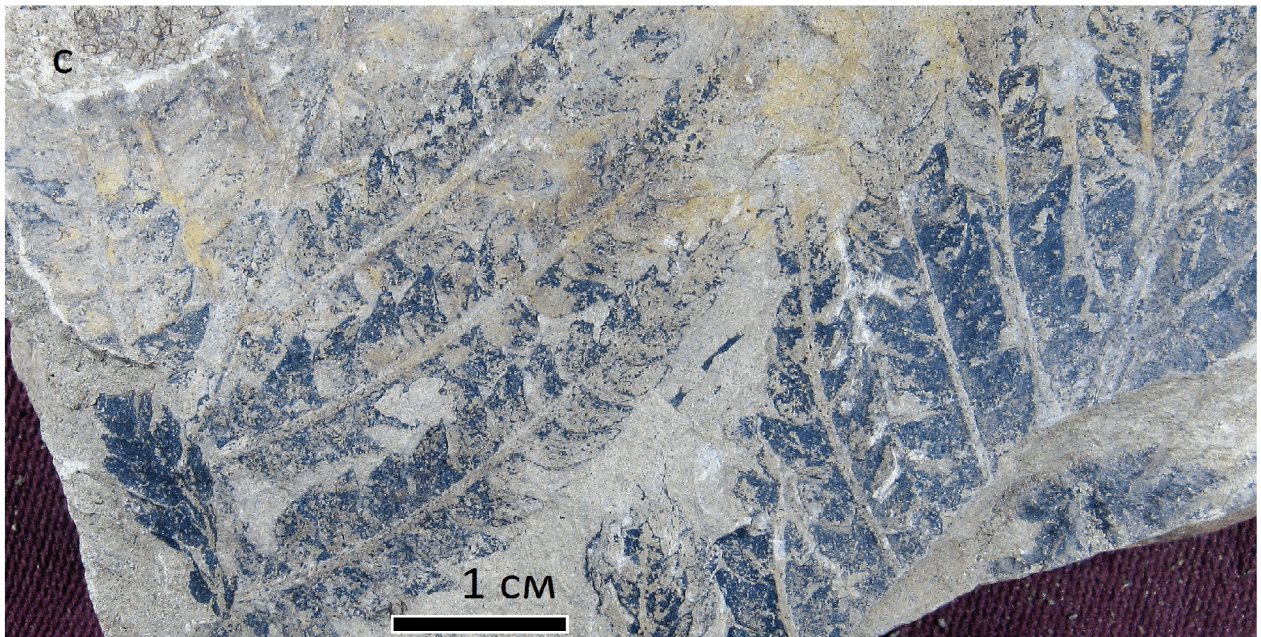
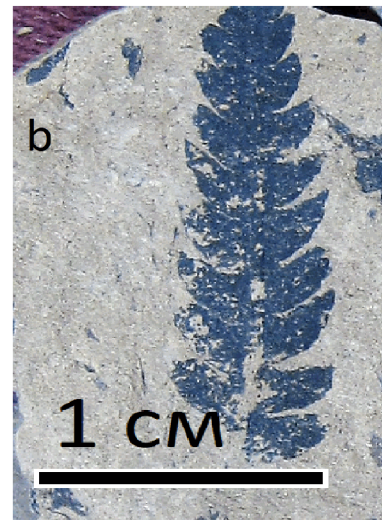
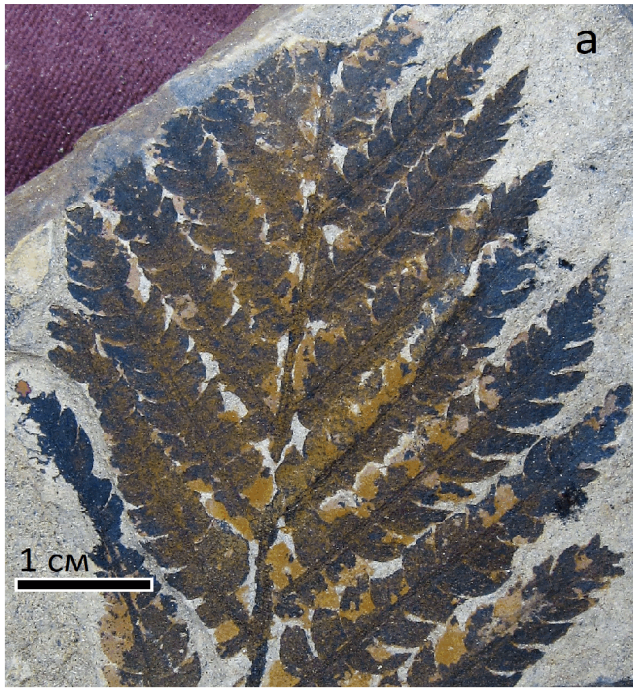


Рисунок 6. Фитофоссилии папоротника: *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart:  
Местонахождения: р. Топка: b – обр. 55a-45  
Смоленщина: a – обр. 1845a-20; c – обр. 1840a-20.

## 5. Изотопное исследование углеродистого вещества ископаемых папоротников

Исследования изотопного состава углерода в ископаемых растениях в сравнении с современными чрезвычайно интересно, поскольку благодаря ним можно делать палеоэкологические реконструкции и отслеживать динамику изменения климата.

Целью данного исследования является измерение изотопного состава углерода в Юрских растениях и измерение величины  $\delta^{13}\text{C}$  в современных папоротниках различных климатических зон и с помощью аналитических методов получение выводов о климате юры в той области, где произрастали исследуемые папоротники.

Измерения изотопного состава углерода сделаны в четырнадцати образцах современных папоротников и двух образцах ископаемых папоротников рода *Lobifolia* из юрских отложений Иркутского бассейна, и для проверки результатов 1 образца семейства *Ginkgoales* (местонахождение Топка, №15 на карте) (рис. 2). Измерение изотопного состава углерода было выполнено при помощи изотопного масс-спектрометра Thermo Delta V с элементным анализатором CE/NA-1112 в ИИМК РАН.

Ранее предполагалось, что фракционирование изотопов углерода в основном зависит от температуры окружающей среды, однако Дж. Кох пришел к выводу (Kohn, 2010), что основой фракционирования изотопов углерода является среднегодовое количество осадков. По эмпирическим данным он вывел формулу расчета  $\delta^{13}\text{C}$ , которую я применила в данной работе.

В своем исследовании Дж. Кох отмечает монотонное увеличение  $\delta^{13}\text{C}$  с уменьшением среднегодового количества осадков (MAP), что отличается от предыдущих представлений (Kohn, 2010). Он наблюдал большой спектр фракционирования  $^{13}\text{C}$  (от -20 до -37 ‰, V-PDB), что, как правило, отражает физиологическую реакцию на сухость (аномально высокая  $\delta^{13}\text{C}$ ) или на процессы гниения или постоянное увлажнение (аномально низкая  $\delta^{13}\text{C}$ ).

Измеренные значения ископаемых растений ложатся на функцию Коха в область умеренного климата со значениями порядка 500-700 мм (рисунок 7), а также четко ложатся на линии равных осадков, полученных путем использования формулы Коха, на значения 300-600 мм (рисунок 8), что не сильно отличается от предыдущих значений. И, для заверки результата, измеренные значения помещены на линию зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  от количества осадков по измеренным значениям. Результат – порядка 400-650 мм (рисунок 9), что также подтверждает, хоть и с небольшой погрешностью, предыдущие результаты.

В результате сделан вывод, что на месте, где произрастали исследуемые папоротники, количество осадков было порядка 400-600 мм.

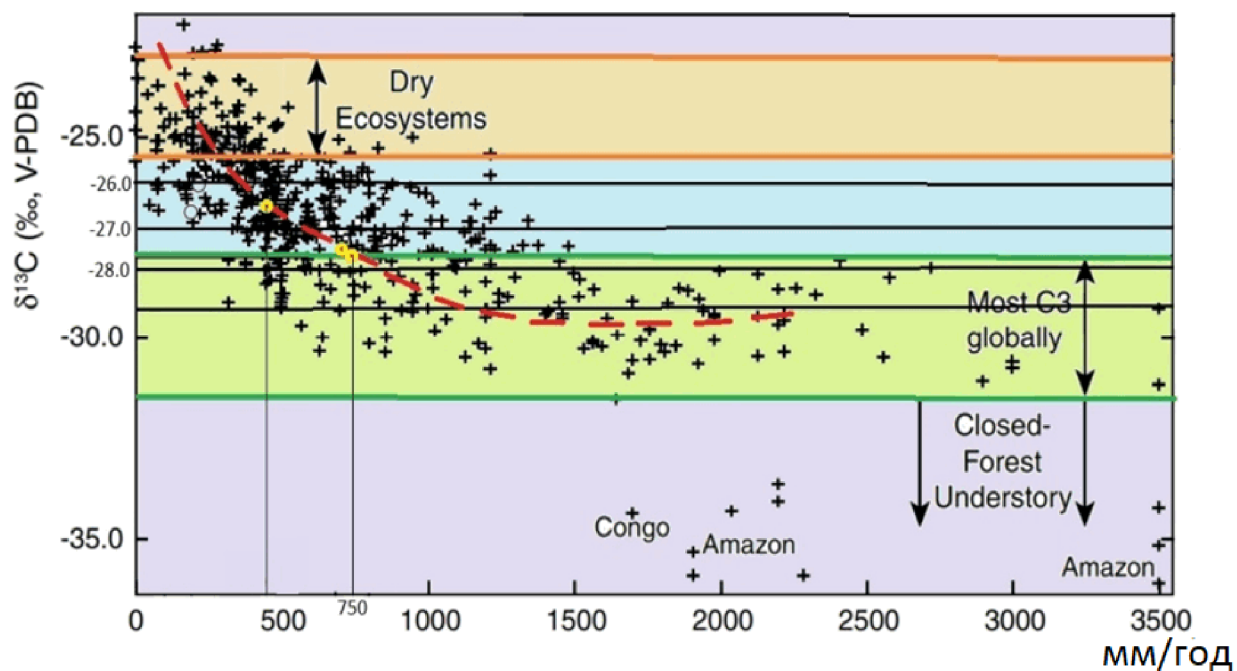


Рисунок 7. Функция зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  от количества осадков.

Рыжим цветом выделена область засушливых экосистем ( $\text{MAP} \leq 500$  мм/год), фиолетовым – тропические леса ( $\text{MAP} \sim 2000\text{-}3000$  мм/год). Красным пунктиром представлено среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  в зависимости от количества осадков, полученное эмпирическим методом (Kohn, 2010).

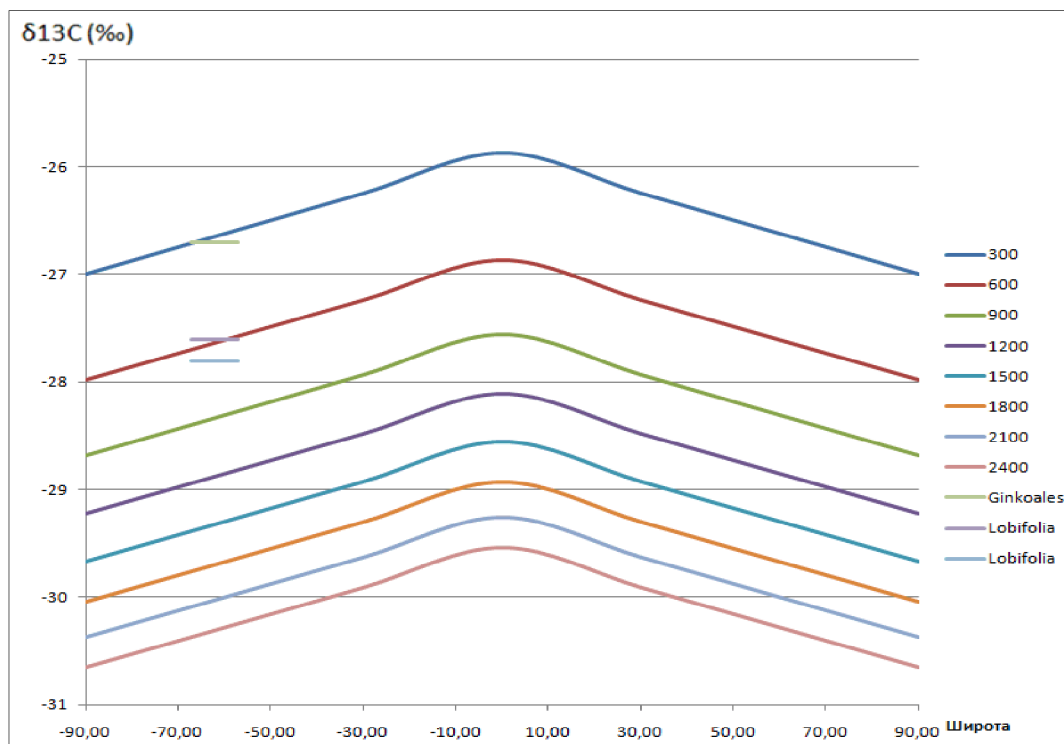


Рисунок 8. Линии зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  от широты при равном количестве осадков (Малышева В.К.)

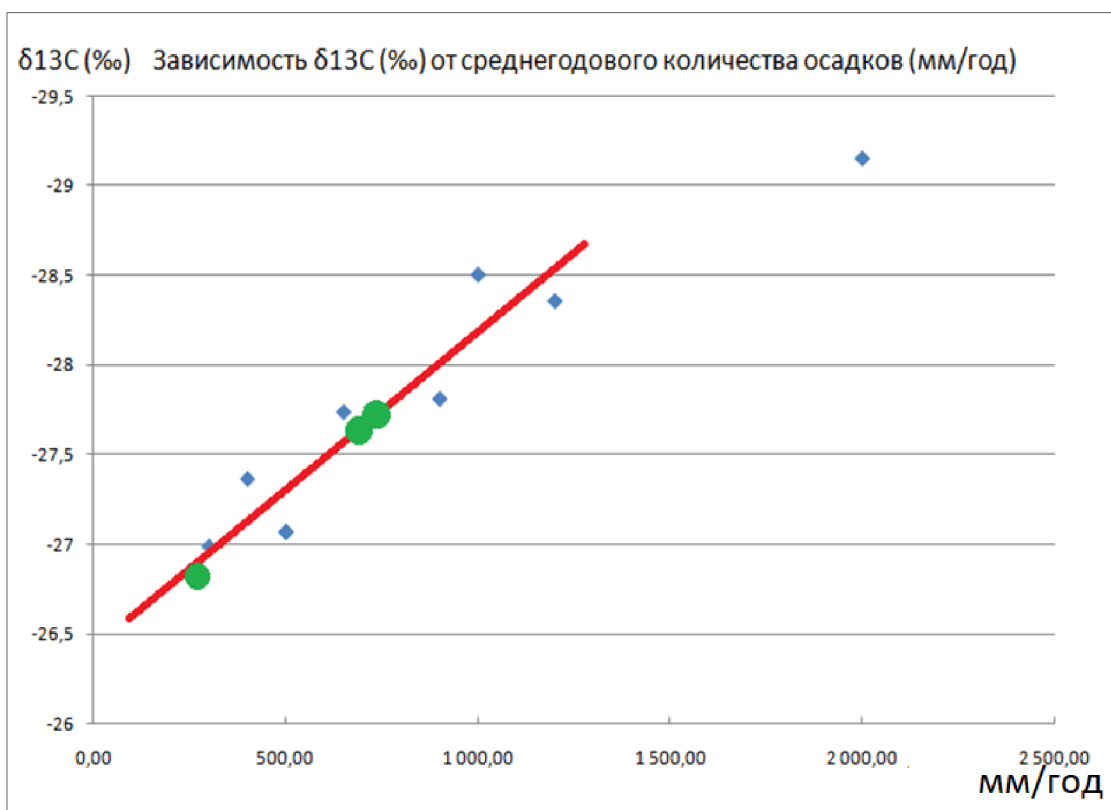


Рисунок 9. График зависимости  $\delta^{13}\text{C}$  от количества осадков, полученные путем измерения современных папоротников из разных климатических зон (Малышева В.К.)

### Заключение

В результате проведенного исследования сделано:

1. Монографическое изучение и описание характерных таксонов из группы папоротников, а именно таких видов как: *Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina, *Lobifolia lobifolia* (Phillips) Rasskazova et E. Lebedev, *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart, *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart, выявлены характерные черты каждого вида, сделаны зарисовки и критически пересмотрены прошлые описания данных видов.
2. Выявлена их стратиграфическая приуроченность: *Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina, *Lobifolia lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev и *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart характеризуют комплекс растений-4. Средняя юра (аален-байос). *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart соответствуют комплексу растений-1 (конец ранней-начало средней юры).
3. Уточнен возраст литостратонов:

Дабатская свита охарактеризована комплексом растений-1 (белореченским) – что соответствует второй половине ранней юры (плинсбах). Ее аналогом на территории платформенного крыла является заларинская свита.

Черемховская свита охарактеризована комплексом растений-2 (черемхово-азейским) – что соответствует второй половине ранней юры (тоар).

Присяянская свита охарактеризована двумя различными комплексами растений. Это комплекс-3 (ангарский), соответствующий иданской подсвите – начала средней юры (аален) и комплекс-4 (прииркутско-ийский), соответствующий суховской подсвите – средняя юра (аален-байос).

Также освоена методика изотопного анализа C-13 углистого вещества ископаемых и современных папоротников на масс-спектрометрическом комплексе Thermo Delta V.

По результатам анализа сделан вывод, что на месте, где произрастали исследуемые ископаемые папоротники в начале средней юры количество осадков было порядка 400-600 мм.

### Литература

1. *Быстрицкая Л.И., Рычкова И.В.* Новые находки папоротников из среднеюрских отложений Обь-Тазовской фациальной области Западной Сибири// Вестник Томского государственного университета, 2013. № 367, с. 176
2. *Вахрамеев В.А.* Стратиграфия и ископаемая флора юрских и меловых отложений Виллюйской впадины и прилегающей части Приверхоянского краевого прогиба// Региональная стратиграфия СССР. 1958. Т.3. с. 90-91, 100-102.
3. *Вахрамеев В.А.* Юрские и меловые флоры и климаты Земли. М.:Наука. 1988. 219 с.
4. *Галимова Т.Ф., Пермяков С.А.,* Объяснительная записка к Государственной геологической карте РФ масштаба 1:1000000 (третье поколение), серия Ангаро-Енисейская Лист N-48 — Иркутск. 2009. Изд. ВСЕГЕИ, с. 3-8.
5. *Геер О.* Юрская флора Амурского края и Иркутской губернии// Труды Сибирской экспедиции Императорского Русского Географического общества. Физ. Отдел. 1878. Т.3 (геологическая часть), вып. 2. с. 3-10.
6. *Киричкова А.И., Травина Т.А.* Фитостратиграфия юрских угленосных отложений Иркутского бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2000. Т.8, № 6., с. 89.
7. *Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И.* Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб.: Недра, 2005, 378 с.
8. *Киричкова А.И., Батяева С.К., Быстрицкая Л.И.* Фитостратиграфия юрских отложений юга Западной Сибири. М.: Недра, 1992, 216 с.



9. *Киричкова А.И.*, Современная таксономия ископаемых растений и палеофлористические сукцессии – основа детальных фитостратиграфических исследований // Стратиграфия триасовых и юрских отложений нефтегазоносных бассейнов СССР. 1982. Л.: Гр. ВНИГРИ, с. 95-114.
10. *Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В.* О стратиграфии континентальной юры Иркутского амфитеатра. Т.11, №2. 2016. 24 с.
11. *Киричкова А.И. и др.*, Юрские континентальные отложения в разрезах страторегии Иркутского угленосного бассейна // Стратиграфия, геологическая корреляция. 2017. Т.25, №5., с 17-21.
12. *Киричкова А.И. и др.* Методологические основы стратиграфической схемы континентальных отложений Иркутского угленосного бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2017. № 3. С. 1-21.
13. *Киричкова и др.*, Принципиальная стратиграфическая схема континентальных отложений средней юры Иркутского угленосного бассейна. 2018 // в печати.
14. *Костина Е.И.*, Юрская флора Канского угольного бассейна // Труды геологического института. 2004. вып. 564, М.: ГЕОС с. 36-37.
15. *Лебедев Е.Л., Рассказова Е.С.*, Растения Мезозоя // Академия наук СССР. 1968. М.: Наука. с. 56-68.
16. *Принада В. Д.*, Мезозойская флора Восточной Сибири и Забайкалья. М.: Госгеолтехиздат. 1962. 368 с.
17. *Пономарев Т.Н. и др.*, Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР, (Канско-Ачинский, Тунгусский, Иркутский и другие бассейны Красноярского края). М.: Недра, 1964. 623 с.
18. Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС. 1981. 89 с.
19. *Сьюорд А. Ч.*, Юрскія растенія изъ Китайской Джунгаріи собранныя профессоромъ Обручевымъ // СПб: Геологический Комитет. 1911. с. 15-16.
20. *Тесленко Ю.В.* Стратиграфия и флора юрских отложений Западной и Южной Сибири и Тувы. М.: Недра. 1970. с. 137
21. *Фролов А. О., Мацук И. М.* Новый папоротник из нижнеюрских отложений Иркутского угленосного бассейна (Восточная Сибирь) // Палеонтологический журнал №4. Институт земной коры СО РАН, Иркутск, 2015. с. 91-95.
22. *Хахлов В.А.*, Юрская флора из Кузнецкого бассейна. Новосибирск. 1931. с. 7.
23. *Brongniart.* Tableau des genres de vegetaux fossils – Dans: Dictionnaire universelle d'histoire naturelle. Paris. 1849.

24. *Kohn M. J.* Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of (paleo)ecology and (paleo)climate. Boise State University, Boise, 2010. №16. P. 23.

25. *Phillips J.* Illustrations of the geology of Yorkshire or, a description of the strata and organic remains of the Yorkshire coast. York, 1829, p. 148

26. *Seward A.C.* Thomas H.H. Jurassic plants from the Balagansk distrion, government of Irkutsk. Memories du comite geologique. Livraison 73. Paris. 1911.

### References

1. By`striczka L.I. Ry`chkova I.V. Novy`e naxodki paporotnikov iz sredneyurskix otlozhenij Ob`-Tazovskoj facial`noj oblasti Zapadnoj Sibiri// Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013. № 367, s. 176
2. Vaxrameev V.A. Stratigrafiya i iskopaemaya flora yurskix i melovy`x otlozhenij Vilyujskoj vpadiny` i prilgayushhej chasti Priverxoyanskogo kraevogo progiba// Regional`naya stratigrafiya SSSR. 1958. T.3. s. 90-91, 100-102.
3. Vaxrameev V.A. Yurskie i melovy`e flory` i klimaty` Zemli. M.:Nauka. 1988. 219 s.
4. Galimova T.F. Permyakov S.A., Ob``yasnitel`naya zapiska k Gosudarstvennoj geologicheskoy karte RF masshtaba 1:1000000 (tret`e pokolenie), seriya Angaro-Enisejskaya List N-48 — Irkutsk. 2009. Izd. VSEGEI, s. 3-8.
5. Geer O. Yurskaya flora Amurskogo kraja i Irkutskoj gubernii// Trudy` Sibirskoj e`kspedicii Imperatorskogo Russkogo Geograficheskogo obshhestva. Fiz. Otdel. 1878. T.3 (geologicheskaya chast`), vy`p. 2. s. 3-10.
6. Kirichkova A.I., Travina T.A. Fitostratigrafiya yurskix ughlenosny`x otlozhenij Irkutskogo bassejna // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyaciya, 2000. T.8, № 6., s. 89.
7. Kirichkova A.I., Kostina E.I., By`striczka L.I. Fitostratigrafiya i flora yurskix otlozhenij Zapadnoj Sibiri. SPb.: Nedra, 2005, 378 s.
8. Kirichkova A.I., Batyaeva S.K., By`striczka L.I. Fitostratigrafiya yurskix otlozhenij yuga Zapadnoj Sibiri. M.: Nedra, 1992, 216 s.
9. Kirichkova A.I., Sovremennaya taksonomiya iskopaemy`x rastenij i paleofloristicheskie sukcessii – osnova detal`ny`x fitostratigraficheskix issledovanij // Stratigrafiya triasovy`x i yurskix otlozhenij neftegazonosny`x bassejnov SSSR. 1982. L.: Tr. VNIGRI, s. 95-114.
10. Kirichkova A.I., Kostina E.I., Nosova N.V. O stratigrafii kontinental`noj jury` Irkutskogo amfiteatra. T.11, №2. 2016. 24 s.
11. Kirichkova A.I. i d.r., Yurskie kontinental`ny`e otlozheniya v razrezax stratoregiona Irkutskogo ughlenosnogo bassejna // Stratigrafiya, geologicheskaya korrelyaciya. 2017. T.25, №5., s 17-21.

12. Kirichkova A.I. i dr. Metodologicheskie osnovy` stratigraficheskoy sxemy` kontinental`ny`x otlozhenij Irkutskogo uglenosnogo bassejna // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika, 2017. № 3. S. 1-21.
13. Kirichkova i dr., Principial`naya stratigraficheskaya sxema kontinental`ny`x otlozhenij srednej yury` Irkutskogo uglenosnogo bassejna. 2018 // v pechati.
14. Kostina E.I., Yurskaya flora Kanskogo ugol`nogo bassejna // Trudy` geologicheskogo instituta. 2004. vy`p. 564, M.: GEOS s. 36-37.
15. Lebedev E.L., Rasskazova E.S., Rasteniya Mezozoya // Akademiya nauk SSSR. 1968. M.: Nauka. s. 56-68.
16. Prinada V. D., Mezozojskaya flora Vostochnoj Sibiri i Zabajkal`ya. M.: Gosgeoltexizdat. 1962. 368 s.
17. Ponomarev T.N. i d.r., Geologiya mestorozhdenij uglya i goryuchix slancev SSSR, (Kansko-Achinskij, Tungusskij, Irkutskij i drugie bassejny` Krasnoyarskogo kraja). M.: Nedra, 1964. 623 s.
18. Resheniya 3-go Mezhdzhestvennogo regional`nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po mezozoyu i kajnozoyu Srednej Sibiri. Novosibirsk: SNIIGiMS. 1981. 89 s.
19. S`yuord A.Ch., Yurskiya rasteniya iz` Kitajskoj Dzhungarii sobranny`eya professorom` Obrucevy`m` // SPb: Geologicheskij Komitet. 1911. s. 15-16.
20. Teslenko Yu.V. Stratigrafiya i flora yurskix otlozhenij Zapadnoj i Yuzhnoj Sibiri i Tuvy`. M.: Nedra. 1970. s. 137
21. Frolov A. O., Mashhuk I. M. Novy`j paporotnik iz nizhneyurskix otlozhenij Irkutskogo uglenosnogo bassejna (Vostochnaya Sibir`) // Paleontologicheskij zhurnal №4. Institut zemnoj kory` SO RAN, Irkutsk, 2015. s. 91-95.
22. Xaxlov V.A., Yurskaya flora iz Kuzneczkogo bassejna. Novosibirsk. 1931. s. 7.
22. *Khakhlov V.A.* Jurassic flora from the Kuznetsk basin. Novosibirsk. 1931. p. 7.
23. *Brongniart.* Tableau des genres de vegetaux fossils – Dans: Dictionnaire universelle d`histoire naturelle. Paris. 1849.
24. *Kohn M. J.* Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of (paleo)ecology and (paleo)climate. Boise State University, Boise, 2010. №16. P. 23.
25. *Phillips J.* Illustrations of the geology of Yorkshire or, a description of the strata and organic remains of the Yorkshire coast. York, 1829, p. 148
26. *Seward A.C.* Thomas H.H. Jurassic plants from the Balagansk distrion, government of Irkutsk. Memories du comite geologique. Livraison 73. Paris. 1911.

**JURASSIC FERNS OF THE IRKUTSK COAL BASIN****Malysheva V.K., Snigirevsky S.M., Lohov K.I.***St. Petersburg State University, St. Petersburg**E-mail: Victoria-96K@yandex.ru, s.snigirevsky@spbu.ru, k.lokhov@spbu.ru,*

The paper describes the history of the formation of knowledge about the stratigraphy of the Irkutsk coal basin, modern concepts of the geology and stratigraphy of the study area, and a monographic description of four characteristic fossil fern species: *Raphaelia tapkensis* (Heer) Prynada emend Kostina, *Lobifolia lobifolia* Rasskazova et E. Lebedev, *Cladophlebis whitbiensis* (Brongniart) Brongniart and *Cladophlebis haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart.

The material for the study were fossil plants collected during 1987-1992 by the staff of All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI) A.I. Kirichkova and her colleagues. The collection includes more than 2000 samples from 25 locations of the Irkutsk basin. 118 samples from 9 locations were considered, namely: the Irkutsk Reservoir, Maksimovshchina, Kaya, Smolensk region, the river. Sneaker, r. White, Thick Cape, Cheremkhovo, Ust-Balei (fig. 2).

A comparative morphological method of investigation has been applied. The map and stratigraphic columns were made using the CorelDRAW 2017 program.

Based on the results of the work, a monographic description of four characteristic fern species was made, characteristic features of each species were revealed, sketches were made and the previous descriptions of these species were critically reviewed, their stratigraphic association was identified: *Cladophlebis haiburnensis* correspond to the plant complex-1 - the second half of the Early Jurassic (Plainsbaum), *Raphaelia tapkensis*, *Lobifolia lobifolia* and *Cladophlebis whitbiensis* characterize the complex of plants-4, Middle Jurassic (aalen-baos). Also the age of lithostratons is specified: the Dabat suite corresponds to the second half of the Early Jurassic (plinsba). Its analogue in the territory of the platform wing is the Zalarin suite. The Cheremkhovo suite corresponds to the second half of the Early Jurassic (Toar). The Prisayanskaya Formation (the Idanite subscption) corresponds to the beginning of the Middle Jurassic (Aalen) and (Sukhovsky subsuite) - Middle Jurassic (Aalen-Bayos).

In the second part of the work, measurements of  $\delta^{13}\text{C}$  content in Jurassic plants and a comparison with  $\delta^{13}\text{C}$  content in modern ferns from different climatic zones were made. Conclusions were drawn with the help of analytical methods on the climate of Jura in the area where the investigated ferns grew.

To obtain the results, the isotope composition of carbon was measured in 14 samples of modern ferns and 2 samples of fossil ferns of the genus *Lobifolia* from the Jurassic deposits of the Irkutsk basin and, to refine the data obtained, one sample of the plant of the Ginkgoales family.

The investigations were carried out on a mass spectrometric complex consisting of a Flash EA 1112 element analyzer (ThermoQuest, Italy), an isotope mass spectrometer DELTA Plus XL (ThermoFinnigan, Germany, Bremen) and a gas communicator ConFlo III (ThermoFinnigan, Germany, Bremen) at the Institute the history of material culture of the Russian Academy of Sciences (IHMC RAS) with Lokhova Olga Vladimirovna (research associate of the Laboratory of Archaeological Technology of IIMK RAS).

As a result, it was concluded that at the site where the investigated ferns grew, the amount of precipitation was about 400-600 mm.

For a correct interpretation of the results, a correction was made to -4 ‰, obtained by comparing the values obtained in the measurement of modern ferns with the  $\delta^{13}\text{C}$  curves at different latitudes with an equal amount of precipitation

Keywords: paleobotany, geology, stratigraphy, suite, ferns, isotopes.