

ПАЛЕОФИТОГЕОГРАФИЯ СИБИРСКОЙ ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ СРЕДНЕЙ ЮРЫ И В ПОЗДНЕЙ ЮРЕ

© 2022 г. А. И. Киричкова*, Е. И. Костина^{1,**}, Н. В. Носова^{2,***}

¹ Геологический институт РАН

Пыжевский переулок, 7, Москва, 119017, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

ул. Проф. Попова, 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия

*e-mail: kirichkovaanna@gmail.com

**e-mail: kostina.gin@gmail.com

***e-mail: nnosova@binran.ru

Поступила в редакцию 02.04.2022 г.

После доработки 10.07.2022 г.

Принята к публикации 19.07.2022 г.

Представлены результаты сравнительного анализа систематического состава тафофлор Сибирской палеофлористической области второй половины средней (бат-келловей) и поздней юры. Выявлены особенности палеогеографического распространения сибирской палеофлоры, обусловленные в пределах Сибири морскими трансгрессиями, не повлиявшими на климат региона, и тектонической активностью Тянь-Шаньской горной системы, резко изменившей не только палеоландшафтные, но и климатические условия региона. Уточнены границы Сибирской палеофлористической области и ее провинций во второй половине юры. Выделена зона экотона между Сибирской и Евро-Синийской палеофлористическими областями.

Ключевые слова: средняя юра, поздняя юра, Сибирь, Китай, палеоландшафт, палеоклимат, тафофлора, палеофлористическая область, палеофлористические провинции

DOI: 10.31857/S0006813622090058

Наиболее полные представления о юрских флорах территории России и Северного Китая были получены лишь в конце XX и в начале XXI веков. Благодаря широко развернувшемуся в России в этот период геологоразведочным исследованиям, был получен огромный геолого-палеонтологический фактический материал по юрским континентальным отложениям Западной Сибири и по другим закрытым осадочным бассейнам. Это стало основой для разработки детальных комплексных региональных стратиграфических схем континентальных отложений юры Сибири и решения ряда палеофлористических проблем.

В Западной Сибири многочисленными скважинами впервые были вскрыты триас-юрские большей частью континентальные и континентально-морские отложения. Полученный палеонтологический материал, в том числе и макроостатки растений, стали основой для разработки первой детальной региональной стратиграфической схемы юрских отложений Западной Сибири

с комплексным палеонтологическим обоснованием (Kirina et al., 1978; Ilyina, 1985, 1997; Shurygin et al., 2000; Mogutcheva, 2003; Kiritchkova et al., 2005). В результате были уточнены границы Сибирской палеофлористической области и обосновано выделение на территории области новой Западно-Сибирской провинции.

К настоящему времени выяснено, что флоры сибирского типа в первой половине юрского периода имели значительно большее распространение, чем предполагалось ранее. Они существовали не только в Сибири, но и в Монголии, Северном Китае, на северо-востоке Средней Азии. Большая часть их входила в Западно-Сибирскую провинцию. Тафофлоры южной части Северного Китая и востока Средней Азии были выделены в особую Северо-Китайскую провинцию Сибирской палеофлористической области (Kiritchkova et al., 2005).

Что касается флоры Сибирской области второй половины юры (конец бата–поздняя юра), было выяснено, что в это время на территории

области произошли палеоландшафтные и климатические изменения, приведшие к существенным изменениям систематического состава флор. Такие изменения особенно резкими оказались на территории Северного Китая. В Сибири изменения были обусловлены морскими трансгрессиями, в Северном Китае и в пределах северо-востока Средней Азии — тектонической активностью Тянь-Шаньской горной системы.

Начавшееся в келловейский век перемещение морских трансгрессий на запад Арктики способствовало распространению континентального режима на востоке, в частности на территории Ленского бассейна (Zakharov et al., 1983), где образовались благоприятные условия для дальнейшего существования и развития флоры сибирского типа.

В этот же временной интервал причиной всех изменений на территории Северного Китая явилась тектоническая активность Тянь-Шаньской горной системы. Развивающаяся тектоническая активность изменила палеоландшафт региона, а затем и климат, сделал его более сухим и жарким, семиаридным (Brik, 1953; Li S.L. et al., 2014; Kamelin, 2017; Na et al., 2017). В связи с этими изменениями менялся систематический состав флоры, в ней появились более теплолюбивые таксоны. Южная граница Сибирской области продвинулась далеко на север. В позднеюрских тафофлорах Северного Китая и северо-востока Средней Азии сохранились лишь наиболее устойчивые таксоны сибирского типа, такие как некоторые гинкговые, лептострбовые и хвойные. Систематический состав тафофлор этого региона стал больше соответствовать тафофлорам Евро-Синийской области. Так на территории Северо-Китайской провинции сформировалась флора экотонного типа (Vakhrameev, 1988, 1991), в составе которой присутствовали таксоны, характерные для флор как Сибирской, так и Евро-Синийской областей.

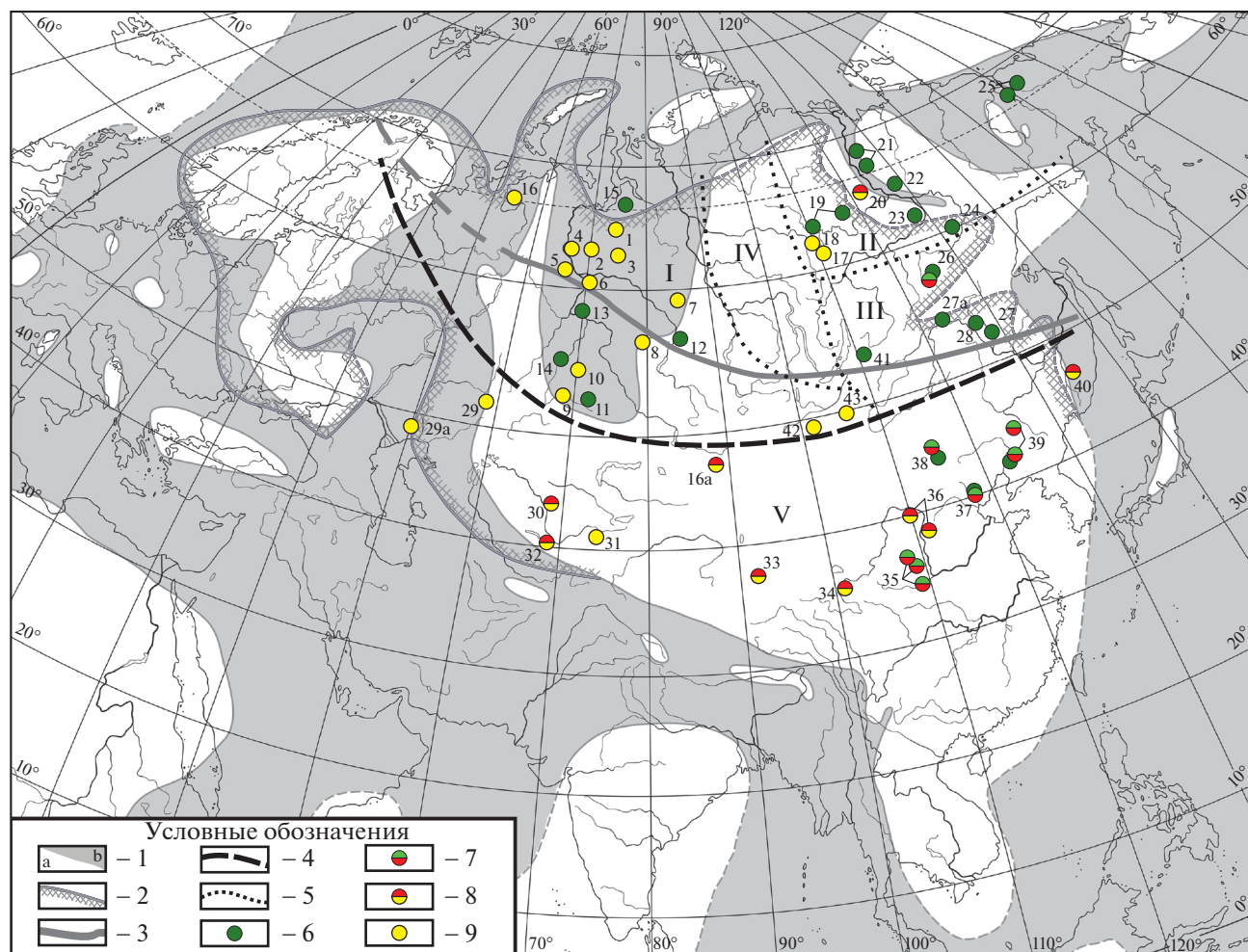
ЛАНДШАФТНЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИБИРСКОЙ ПАЛЕОФЛОРИСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ЮРЫ

Палеофлористические исследования последних десятилетий показали, что флоры сибирского типа в первой половине юрского периода занимали значительные территории не только в Сибири, но и в Северном Китае, на северо-востоке Средней Азии, в южном Казахстане и Северной Монголии (Sze, 1949; Vakhrameev et al., 1970; Zhou, 1995; Kostina, Herman, 2013, 2016; Kostina et al., 2015; Kiritchkova et al., 2021). Эти территории долгое время представляли собой единую палеофлористическую область — Сибирскую. Однако, во

второй половине юры произошедшие изменения палеоландшафтов и климата, обусловленные крупными морскими трансгрессиями в Северной Европе и Западной Сибири, а так же тектонической активностью Тянь-Шаньской горной системы в Северном Китае, значительно повлияли не только на состав сибирских флор, особенно южных территорий Сибирской области, но и на их географическое распространение (Zakharov et al., 1983; Zhou, 1995; Li S.L. et al., 2014; Na et al., 2017). Начиная с келловей, крупные морские бассейны Северо-Востока России переместились в западную часть Арктики. В результате были затоплены Европейский Север и большая часть Западной Сибири. В то же время на востоке Сибирской платформы большая часть территории стала возвышаться над уровнем моря, превращаясь в озерно-аллювиальные равнины с гумидным климатом, достаточно влажным и теплым (Zakharov et al., 1983). Такое изменение палеоландшафта способствовало широкому распространению на северо-восток флор сибирского типа.

Западная Сибирь в это время оставалась лишь слегка приподнятой, слабо расчлененной равниной, занятой на большей части территории неглубоким Западно-Сибирским морем. Во второй половине юры в обрамлении этого моря распространялись флоры сибирского типа, отличающиеся от флор первой половины юры иным соотношением таксонов на видовом уровне (Kiritchkova et al., 2005). Основными компонентами тафофлор Западной Сибири второй половины юры по-прежнему являлись многочисленные и разнообразные лептострбовые — *Czekanowskia* и *Phoenicopsis*, из папоротников — *Coniopteris*, довольно частые хвощовые рода *Equisetites* и редкие цикадовые рода *Nilssonia*. За пределами Западной Сибири подобные тафофлоры распространены на северо-западе Урала в бассейне р. Печоры (Kravets et al., 1976; Kiritchkova et al., 1989) и в Северной Монголии (Vakhrameev in Shuvalov, 1995) (рис. 1).

В Ленском бассейне Западной Якутии ископаемые растения в байос-батских отложениях (рис. 2) в целом немногочисленны и неразнообразны в видовом отношении (Kirina, Kiritchkova, 1977; Kiritchkova, 1985). Это растения-первопроходцы, осваивающие территории, освобождавшиеся при морской регрессии (Kiritchkova et al., 2021). К концу средней юры (келловей) и в позднеюрскую эпоху на территории Западной Якутии были широко распространены тафофлоры, заметно отличающиеся от байос-батских большим разнообразием систематического состава всех групп растений сибирского типа — хвощовых (*Equisetites*), папоротников (*Coniopteris*, *Cladophlebis*, *Raphae-*



lia), лептострбовых (*Czekanowskia*, *Phoenicopsis*) и гинкговых (Kiritchkova, 1976, 1985; Vlasov, Markovich, 1979; Samylna, Kiritchkova, 1991; Kiritchkova et al., 2002).

Существовавшее ранее Колымское море заметно сократилось, а вместо Колымского архипелага образовалась возвышенная суша (Zakharov et al., 1983). На территории левобережья Колымы образовался залив с невысокими островами. На Дальнем Востоке в начале волжского века часть территории была расположена выше уровня моря. Позднеюрская трансгрессия восстановила Сихотэ-Алинский морской бассейн в его максимальных границах.

Отмеченные выше палеоландшафтные перестройки в пределах Западной и Восточной Сибири не повлияли на климат. Как и в первую половину юры, климат в Сибири до конца юрского периода оставался гумидным, достаточно теплым и влажным. Об этом свидетельствует неизменившийся систематический состав сибирской флоры во второй половине юры, где по-прежнему харак-

терными оставались разнообразные хвощовые (особенно род *Equisetites*), папоротники (*Coniopteris*, *Cladophlebis*, *Raphaelia*, *Hausmannia*), многочисленные и разнообразные лептострбовые и единичные цикадовые (Kiritchkova, 1976; Samylna, Kiritchkova, 1991; Kiritchkova et al., 1992, 2002, 2005; Grinenko et al., 2012, 2014).

Более существенные перестройки произошли в пределах Северо-Китайской провинции Сибирской области, особенно в Северном Китае. В первой половине юры (ранняя юра – аален-ранний бат средней юры) территория Северного Китая севернее Тянь-Шаньской горной системы представляла собой предгорную равнину, а южной части Северного Китая – дельтовую равнину. Тауфлоры этого времени на всей территории Северного Китая были определены как флоры сибирского типа (Vakhrameev et al., 1970; Zhou, 1995; Sun, 2010; Li et al., 2014; Huang et al., 2017; Na et al., 2017). Однако тауфлоры из местонахождений, расположенных севернее Тянь-Шаньской горной системы, были отнесены к Западно-Си-

Рис. 1. Схематическая карта Сибирской палеофлористической области в бат-келловей-позднеюрское время: палеофлористические провинции, зона экотона, местонахождения опорных разрезов

1 – суша (а) и море (b) в позднеюрскую эпоху, 2 – условная граница море-суша в среднеюрскую эпоху, 3 – граница Сибирской палеофлористической области по В.А. Вахрамееву (Vakhrameev et al., 1970), 4 – граница Сибирской палеофлористической области по авторам, 5 – границы провинций, 6–9 – возрастной уровень тафофлор: 6 – позднеюрский, 7 – келловей-оксфордский, 8 – бат-келловейский, 9 – батский.

I–III – палеофлористические провинции: I – Западно-Сибирская, II – Ленская, III – Амурская; IV – Среднесибирская холмистая возвышенность; V – зона экотона.

1–43 – основные опорные разрезы: 1–16, 42, 43 – Западно-Сибирская провинция: 1–15 – фациальные районы Западной Сибири: 1 – Ямало-Гыданский, 2 – Надымский, 3 – Уренгойский, 4 – Нижнеобский, 5 – Фроловский, 6 – Варьеганский, 7 – Часельский, 8 – Тымский, 9 – Нюрольский, 10 – Обь-Иртышский, 11 – Сильгинский, 12 – Ажарминский, 13 – Фроловско-Тамбейский, 14 – Пурпейско-Васюганский, 15 – Ямало-Тюменский; 16 – Северо-Западное Приуралье (бассейн р. Печора), 42 – угольное месторождение Сайхан-Обоо, 43 – угольное месторождение Шарынол; 17–25 – Ленская провинция: 17, 18 – верхнее течение р. Вилюй, 19 – нижнее течение р. Марха, 20 – р. Лена (мыс Джаской), 21 – правый берег р. Лена северного Приверхоянья, 22 – р. Лена (район пос. Сангар), 23 – северные окрестности г. Якутска, 24 – среднее течение р. Алдан, 25 – бассейн р. Колымы; 26–28, 41 – Амурская провинция: 26 – Южно-Якутский угленосный бассейн, 27 – бассейн р. Буреи, 27а – р. Амур, 28 – бассейн р. Зеи, 41 – Забайкалье; 16а, 29–40 – зона экотона: 16а – Junggar Basin, 29 – Южное Приуралье, 29а – Восточный Прикаспий, 30 – горы Каратау (Казахстан), 31 – Фергана, 32 – Гиссарский хребет, 33 – Qinghai Basin, 34 – Qaidam Basin, 35 – Shaanxi Basin, 36 – Northern Shaanxi Basin, 37 – Area Hubei, 38 – Area Hebei, 39 – Area Liaoning, 40 – Дальний Восток России.

Fig. 1. Schematic map of the Siberian palaeofloristic region in the Bathonian–Callovian–Late Jurassic: palaeofloristic provinces, ecotone zone, localities of the main key stratigraphic sections

1 – land (a) and sea (b) in the Late Jurassic, 2 – conventional sea-land boundary in the Middle Jurassic, 3 – boundary of the Siberian palaeofloristic region (after Vakhrameev et al., 1970), 4 – boundary of the Siberian palaeofloristic region emended in the present paper, 5 – boundaries of the provinces, 6–9 – taphofloras age: 6 – Late Jurassic, 7 – Callovian-Oxfordian; 8 – Bathonian-Callovian; 9 – Bathonian.

I–III – palaeofloristic provinces: I – West Siberian Province, II – Lena Province, III – Amur Province; IV – Central Siberian Plateau; V – ecotone zone.

1–43 – main key stratigraphic sections: 1–16, 42, 43 – West Siberian Province: 1–15 – facies areas of West Siberia: 1 – Yamal-Gydan, 2 – Nadyam, 3 – Urengoy, 4 – Nizhneobsky, 5 – Frolovsky, 6 – Varyogon, 7 – Chaselskoe, 8 – Tym, 9 – Nyurolsk, 10 – Ob-Irtysh, 11 – Silginsky, 12 – Azharminsky, 13 – Frolovsko-Tambeysky, 14 – Purpeysko-Vasyugansky, 15 – Yamal-Tyumen, 16 – Northwestern Urals (Pechora River Basin), 42 – Saikhan-Ovoo Coal Mine, 43 – Sharyngol Coal Mine; 17–25 – Lena Province: 17, 18 – upper Vilyuy River, 19 – reaches Markha River, 20 – Lena River (Cape Jaskoy); 21 – right bank of the Lena River of northern Verkhoyansk region, 22 – Lena River (settlement Sangar), 23 – northern environs of Yakutsk, 24 – middle course of the Aldan River, 25 – Kolyma River Basin; 26–28, 41 – Amur Province: 26 – South Yakutsk coal basin, 27 – Bureya River Basin, 27a – Amur River, 28 – Zeya River Basin, 41 – Transbaikalia; 16a, 29–40 – ecotone zone: 16a – Junggar Basin, 29 – Southern Urals, 29a – Eastern Caspian, 30 – Karatau mountains (Kazakhstan), 31 – Fergana, 32 – Hissar Range, 33 – Qinghai Basin, 34 – Qaidam Basin, 35 – Shaanxi Basin, 36 – Northern Shaanxi Basin, 37 – Area Hubei, 38 – Area Hebei, 39 – Area Liaoning, 40 – Russian Far East.

бирской провинции, а южнее – выделены в Северо-Китайскую провинцию Сибирской палеофлористической области (Kiritchkova et al., 2021).

Начавшаяся в раннеюрскую эпоху тектоническая активность Тянь-Шаньской горной системы постепенно усиливалась, что стало заметно влиять в первую очередь на ландшафтные и особенно климатические условия региона (Watson et al., 1987; Ren et al., 2002; Chen et al., 2004; Deng et al., 2010; Wang et al., 2005, 2006; Sun et al., 2001, 2010). Как предполагают китайские исследователи, поднимающийся рельеф у подножья Тянь-Шаньских гор стал причиной постепенной регрессии моря Тетис далеко на запад. Это способствовало сокращению речной системы. В результате происходило изменение климата от гумидного к семиаридному (Li S.L. et al., 2014). Изменялся литологический состав осадков: они становились массивными, плотными, часто представленными красноватыми конгломератами или песчаниками с редкими прослоями алевролитов и редкими макроостатками растений. К

началу позднеюрской эпохи тафофлоры сибирского типа сохранились лишь далеко на севере. Во флоре Северного Китая не столько уменьшилось разнообразие растений, сколько изменился их систематический состав, в частности увеличилось количество гидрофитов. На территории, где в первой половине юры выделялась Северо-Китайская палеофлористическая провинция, в составе тафофлор хотя и сохранились редкие представители сибирской флоры, такие как папоротники *Cladophlebis*, *Coniopteris*, лептострбовые и гинкговые, но доминантами стали папоротники из семейств Marattiaceae, Dipteridaceae, Matoniaceae; постоянными стали беннеттитовые и саговниковые, а среди хвойных стали преобладать растения с чешуевидными листьями типа *Pagiophyllum*.

Подобные изменения четко прослеживаются в отложениях ряда угольных бассейнов Северного Китая: в разрезах бассейна Gaidam провинции Qinghai (Li et al., 1988; Zhou, 1995), Джунгарского угленосного бассейна (Sun et al.,

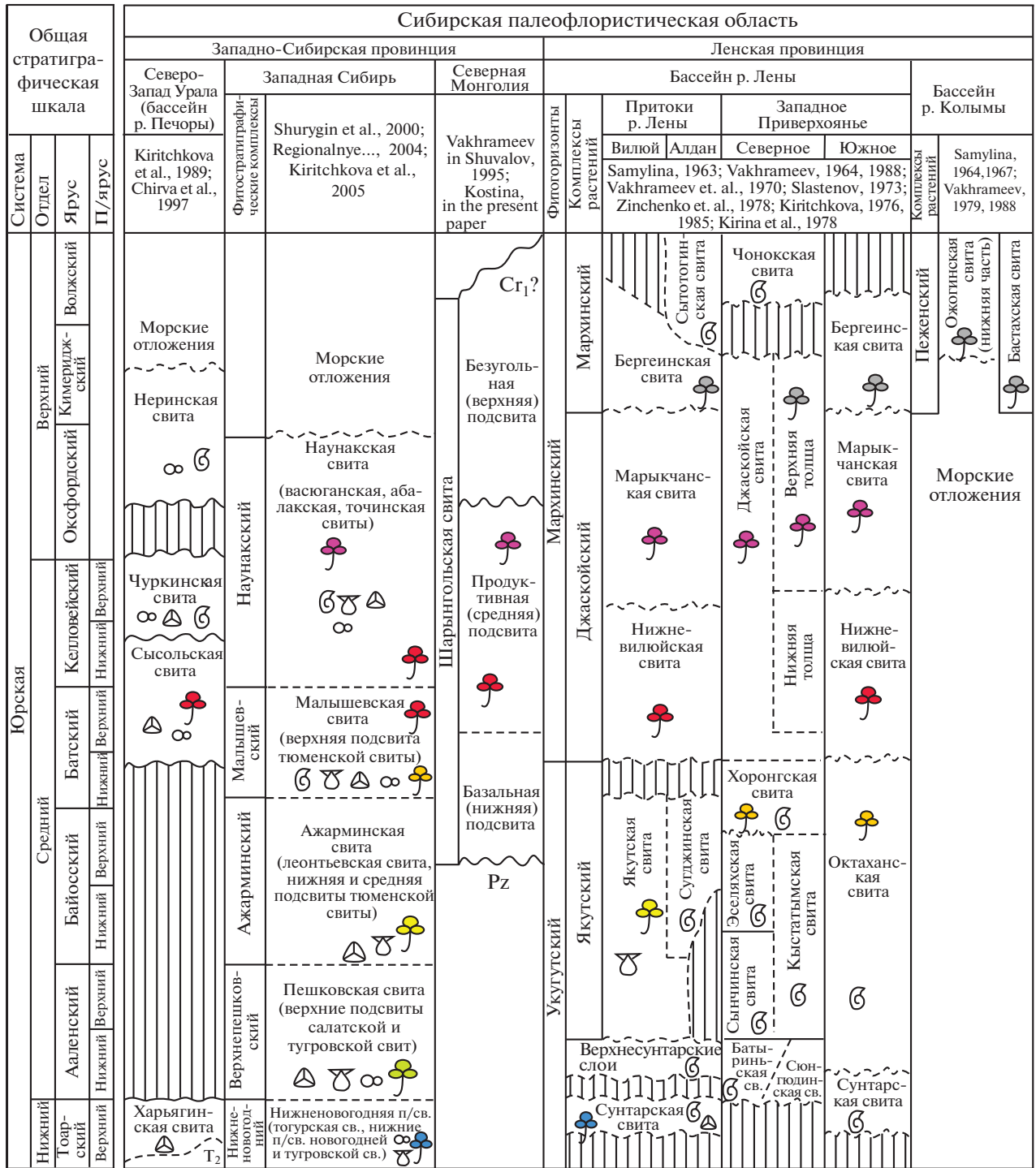


Рис. 2. Корреляция континентальных отложений верхов нижней, средней и верхней юры Сибирской палеофлористической области по палеоботаническим данным.

Условные обозначения: 1–7 – ископаемые остатки: 1 – амmonoидеи, 2 – фораминиферы, 3 – двустворки, 4 – конхостраки, 5 – наземные позвоночные, 6 – споры и пыльца, 7 – макроостатки растений; 8–14 – возрастной уровень тафофлор: 8 – тоарский, 9 – ааленский, 10 – байосский, 11 – байос-батский, 12 – бат-келловейский, 13 – келловей-оксфордский, 14 – киммеридж-волжский.

Fig. 2. Correlation of non-marine deposits of the upper Lower Jurassic, Middle Jurassic and Upper Jurassic of the Siberian paleofloristic region according to palaeobotanical data.

Symbols: 1–7 – fossils: 1 – ammonoids, 2 – foraminifers, 3 – bivalves, 4 – conchostracans, 5 – terrestrial vertebrates, 6 – spores and pollen, 7 – plant megafossils; 8–14 – taphofloras age: 8 – Toarcian, 9 – Aalenian, 10 – Bajocian, 11 – Bajocian-Bathonian, 12 – Bathonian-Callovian, 13 – Callovian-Oxfordian, 14 – Kimmeridgian-Volgian.

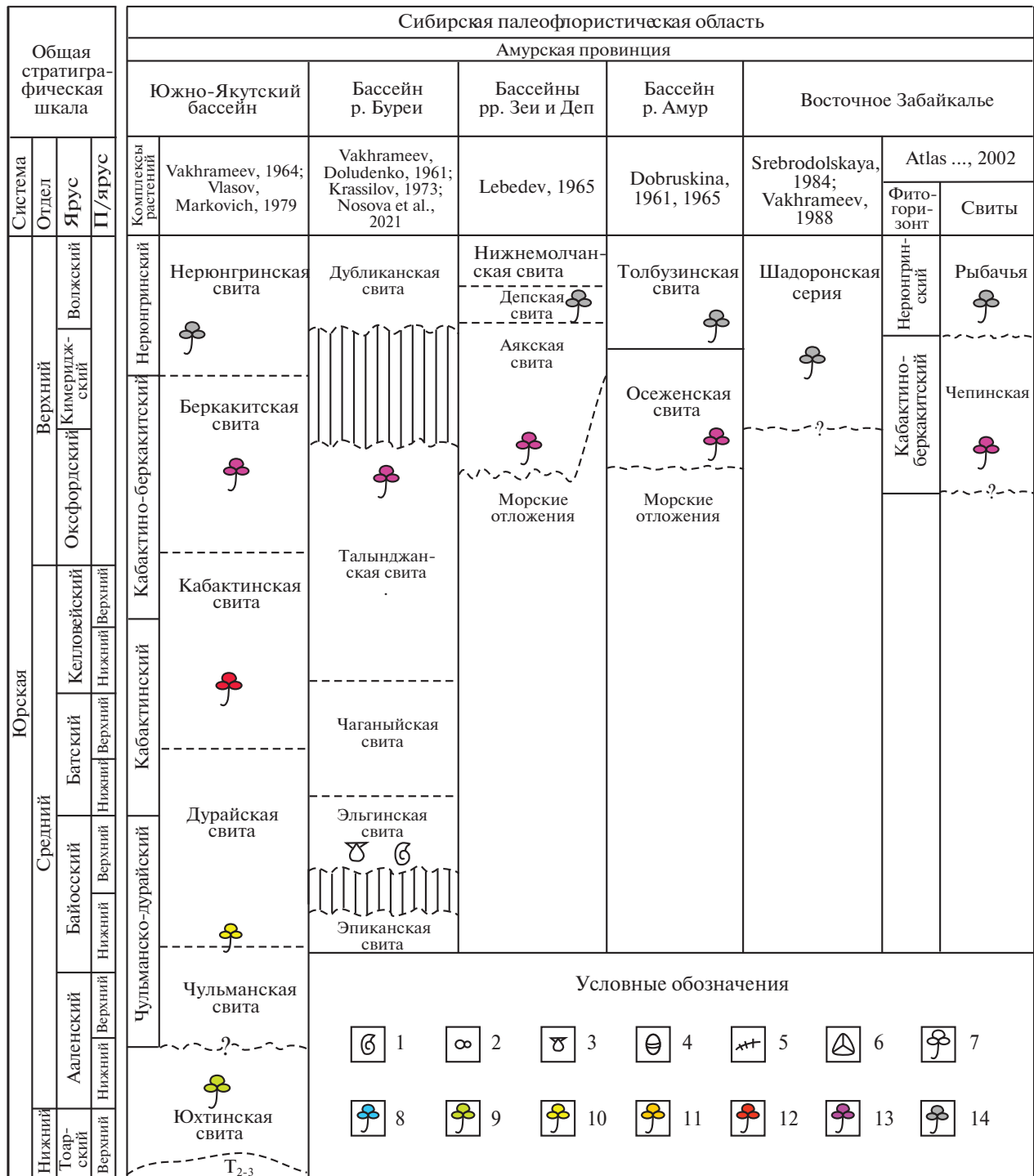


Рис. 2. Окончание.

2010; Li S.L. et al., 2014), угольных бассейнов провинций Hebei и Liaoning (Sun et al., 2001; Shen et al., 2003; Na et al., 2017; Pott, Jang, 2017) и др. (рис. 3). Тафофлоры этих бассейнов уже не соответствуют сибирскому типу и более сходны с тафофлорами южных территорий Китая, то есть с флорами Евро-Синийской области (табл. 2).

ГРАНИЦА СИБИРСКОЙ ПАЛЕОФЛОРИСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ЮРЫ

В период подготовки к изданию работы В.А. Вахрамеева по фитогеографии палеозойских и мезозойских флор Евразии (Vakhrameev et al., 1970) юрская флора Западной Сибири не была из-

данные по бат-келловейской флоре Северной Монголии, соответствующей по систематическому составу растений сибирскому типу флор (Vakhrameev in Shuvalov, 1995).

Таофлоры Северного Китая второй половины юры по систематическому составу уже не соответствовали сибирскому типу. Большая часть из них происходит из опорных разрезов юрских отложений тех же местонахождений, где были получены данные по ранне-среднеюрским таофлорам сибирского типа (рис. 3). Это угольный бассейн Junggar, занимающий огромную территорию северо-западной части Северного Китая (Sun et al., 2010; Li S.L. et al., 2014), провинция Qinghai (Li et al., 1988), Northern Hebei (Zhou, 1995; Deng et al., 2010), Inner Mongolia (Ren et al., 2002; Na et al., 2017), Western Liaoning (Zhan, Zhen, 1987; Sun et al., 2001; Wang et al., 2006; Pott, Jang, 2017) и др. (рис. 3).

Сравнительный анализ систематического состава таофлор второй половины юры Северного Китая с келловей-позднеюрскими сибирскими флорами показал, что китайские таофлоры сохранили лишь некоторое сходство с сибирскими. В северо-китайских таофлорах только изредка встречаются папоротники родов *Cladophlebis* и *Coniopteris*, лептострбовые и гинкговые. Ареал флоры западносибирского типа сместился с территории Северного Китая на север из-за изменений не только ландшафта, но главное – из-за изменения гумидного климата в сторону аридизации (Searle et al., 1987; Watson et al., 1987; Coleman, 1989; Valdes, Selwood, 1992). В позднеюрскую эпоху граница распространения таофлор сибирского типа не выходила на западе за пределы Северо-Западного Приуралья, а на юге – северной Монголии, т.е. не южнее 48° северной широты (рис. 1). Это на 15° севернее, чем южная граница распространения флор Сибирской области в первой половине юры (Kiritchkova et al., 2021).

ПРОВИНЦИИ СИБИРСКОЙ ПАЛЕОФЛОРИСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ЮРЫ

Во второй половине юрского периода на территории Сибирской палеофлористической области продолжали существовать три палеофлористические провинции: Ленская, Амурская, выделенные Вахрамеевым (Vakhrameev et al., 1970), и Западно-Сибирская, выделенная нами (Kiritchkova et al., 2005). Ниже остановимся на сравнительном анализе таофлор провинций и уточнении их границ.

Западно-Сибирская палеофлористическая провинция Сибирской области, в отличие от первой половины юрского периода, была приурочена лишь к обширной Западно-Сибирской низмен-

ности, в которую отдельными узкими языками глубоко проходило море (Zakharov et al., 1983). Подобная равнина, но без моря, существовала, по всей вероятности, и на территории Северной Монголии. Западная и южная границы Западно-Сибирской провинции – это границы Сибирской области. Восточная граница провинции, начиная от северного морского побережья, проходила на юг вдоль западного окаймления Среднесибирской холмистой возвышенности до 53° северной широты, где, поворачивая на восток, смыкалась с южной границей Амурской провинции (рис. 1).

Во второй половине юрского периода таофлоры Западно-Сибирской провинции продолжали оставаться типично сибирскими, что особенно четко прослеживается на примере наунакских таофлор (наунакский фитостратиграфический комплекс) келловей-оксфордского возраста (Kiritchkova, 1976; Kiritchkova et al., 2005). Доминирующими в их составе по-прежнему были разнообразные в видовом отношении *Coniopteris* (8–10 видов), *Raphaelia* (3–4 вида), не частые, но постоянные *Cladophlebis denticulata* (Brongn.) Font. и *C. haiburnensis* (L. et H.) Sew. Особенно разнообразными оставались лептострбовые родов *Czekanowskia* (6–8 видов) и *Phoenicopsis* (до 10 видов). Гинкговые были представлены родом *Leptotoma*, цикадовые – *Nilssonia* (4 вида), а хвойные – таксонами широкого распространения: *Podozamites*, *Brachyphyllum*, *Schizolepidopsis*.

К Западно-Сибирской провинции относилась, как и предполагал Вахрамеев (1964), территория северо-западного Приуралья, бассейн р. Печоры (рис. 1, 2). Печорские бат-келловейские таофлоры (сысольский комплекс растений) происходят из континентальных прослоев морских отложений сысольской свиты, возраст которой определен по фораминиферам и спорам и пыльце (Kiritchkova et al., 1989). По составу растений печорские таофлоры не разнообразны в систематическом плане. Они представлены листьями лептострбовых – многочисленными рода *Phoenicopsis* (6 видов) и более редкими *Czekanowskia*; редкими гинкговыми родов *Leptotoma*, *Ginkgo*, *Baiera* и не частыми папоротниками *Coniopteris*. Количественное преобладание остатков листьев *Phoenicopsis* и их видовое разнообразие делают сысольский комплекс растений близким с малышевским и наунакским фитостратиграфическими комплексами Западной Сибири (рис. 2).

С малышевским фитостратиграфическим комплексом Западной Сибири уверенно сопоставляются комплексы растений из юрских (бат-келловей) отложений Северной Монголии. Остатки растений из этого региона первоначально изучались В.А. Вахрамеевым (Vakhrameev in Shuvalov, 1995), а в последние годы обработкой

вновь собранного флористического материала занимается Е.И. Костина. Отложения угольного месторождения Шарыngoл (Sharyngol coal mine), расположенного в бассейне р. Шарыngoл (рис. 1), выделены в шарыngoльскую свиту, расчлененную на три подсвиты: базальную (нижняя), продуктивную (средняя) и безугольную (верхняя) (рис. 2). Некоторые авторы базальную и продуктивную подсвиты относят не к шарыngoльской, а к эгингольской свите Северной Монголии (Shuvalov, 1995). Остатки растений приурочены к этим подсвитам. Список растений (с учетом сборов Костиной) насчитывает небольшое количество видов: *Lycopodites* sp., *Coniopteris burejensis* (Zal.) Sew., *Ginkgo* aff. *coriaceae* Flor., *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Podozamites lanceolatus* (L. et H.) Schimp., *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioeldii* (Heer) Seward, *Carpolites* sp., *Stenorachis* sp. Примерно в 300 км к юго-западу от месторождения Сайхан-Овоо (аймак Булган) (рис. 1), где продуктивная толща или эгингольская свита (Shuvalov, 1995) сложена песчаниками, аргиллитами, алевролитами и пластами угля. Флора из угленосной пачки, по определению Вахрамеева, представлена *Raphaelia diamensis* Sew., *Cladophlebis williamsoni* Brongn., *Schizolepis* sp., *Phoenicopsis* sp., *Baiera concinna* (Heer) Kawas., *Czekanowskia setacea* Heer, *Equisetites ferganensis* Sew., *Phoenicopsis speciosa* Heer, *Ph. angustifolia* Heer, *Pityophyllum nordenskioeldii* (Heer) Nath., *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Florin. В угольном карьере Эрээн, расположенном примерно в 20 км к северо-востоку от месторождения Сайхан-Овоо, вскрыта продуктивная толща, представленная переслаивающимися песчаниками, аргиллитами, алевролитами и угольными пластами. Костиной впервые для этой территории в алевролитах обнаружены остатки растений: *Cladophlebis* sp., *Raphaelia diamensis* Sew., *Baiera* sp., *Phoenicopsis* ex gr. *angustifolia* Heer, *Czekanowskia* aff. *tomskiensis* Kiritchk. et Samyl., *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Nilssoniopteris* sp., *Leptostrobus* sp. Доминируют остатки листьев папоротников *Raphaelia diamensis* Sew., лептострбовых родов *Czekanowskia*, *Phoenicopsis* и беннеттитовых *Nilssoniopteris*. Сочетание таксонов и наличие среди них *Coniopteris burejensis* (Zal.) Sew. и *Czekanowskia* aff. *tomskiensis* Kiritchk. et Samyl., столь характерных для бат-оксфордских флор Сибирской области, сближают тафофлоры Северной Монголии и Западной Сибири (рис. 1, 2).

Ленская палеофлористическая провинция первоначально была выделена по тафофлорам верхнеюрских отложений левого берега р. Лены (Северное Приверхоянье), береговых обнажений нижнего течения р. Вилюй, юрских отложений Южно-Якутского бассейна (Vakhrameev, 1964; Vakhrameev et al., 1970). Границу между Ленской и

расположенной южнее Амурской провинциями Вахрамеев проводил условно “примерно по Становому хребту” (Vakhrameev et al., 1970: 263).

Новые данные по палеогеографии территории севера России в юрский период показали, что в конце первой половины средней юры (байос-бат) на востоке Сибирской платформы существовали две озерно-аллювиальные равнины – Вилюйская и Южно-Якутская (Zakharov et al., 1983; Grinenko et al., 2012, 2014).

В раннеюрскую эпоху территория Вилюйской равнины часто заливалась морем, где формировались породы морского генезиса, иногда с континентальными прослоями, содержащими остатки растений – укугутская и сунтарская свиты. Однако в конце ранней (тоар) и в начале средней (аален) юры восточная часть Вилюйской равнины поднялась выше уровня моря. В пределах всей равнины установился континентальный режим, сохранившийся до конца позднеюрской эпохи. В реках и озерах равнины формировались отложения континентального генезиса, часто с остатками растений – якутская, нижневилюйская, марыкчанская и бергеинская свиты. Мелководные морские бассейны сохранились лишь на северо-востоке Вилюйской равнины, вдоль правобережья р. Лены (рис. 1, 2).

Тафофлоры из отложений укугутской и якутской свит Вилюйской синеклизы не многочисленны и по систематическому составу близки между собой. Они представлены небольшим количеством таксонов сибирского типа (Kirina, Kiritchkova, 1977; Kiritchkova, 1985). Как было отмечено ранее (Kiritchkova et al., 2021), это были, по всей вероятности, мобильные первопроходцы флор Ленской провинции, сформировавшейся лишь к началу поздней юры.

Территория Южно-Якутского бассейна в период накопления отложений укугутской и якутской свит (ранняя юра–начало средней юры) являлась озерно-аллювиальной равниной и по-прежнему не заливалась морской водой (Zakharov et al., 1983). Состав южноякутских тафофлор из отложений нижней и начала средней (аален) юры в целом соответствует сибирскому типу. К сожалению, остатки этих растений до сих пор слабо изучены (Vakhrameev, 1964, 1988).

По систематическому составу южноякутские тафофлоры конца средней юры (бат-келловей) и поздней юры заметно отличается от одновозрастных тафофлор Вилюйской равнины и больше соответствуют тафофлорам бассейнов рек Буреи и Зеи. Такие изменения флоры Южно-Якутской равнины второй половины юры обусловлены не только более южным ее расположением по сравнению с флорой Вилюйской равнины. По всей вероятности, здесь было большее влияние флор

южных территорий, в частности флоры Амурской провинции, поскольку Южно-Якутская равнина еще в конце средней юры была отделена от Вилюйской равнины Лено-Алданской горной грядой (Mesezhnikov et al., 1971; Zakharov et al., 1983). Поэтому южную границу Ленской провинции мы проводим не на уровне 55° северной широты (Vakhrameev, 1988), а значительно севернее — на уровне 59–60° северной широты. Западная граница провинции проходит с юга на север вдоль восточного окаймления Среднесибирской холмистой равнины до морского побережья в пределах 105–110° восточной долготы (рис. 1).

В Ленской провинции второй половины юры по тафофлорам из опорных разрезов марыкчанской свиты (среднее течение р. Вилюй и его левые притоки — реки Ыгыатта, Марха, Тюкян, Тюнг; скважины, пробуренные в пределах бассейна р. Вилюй) и джаской свиты (левый берег р. Лена и ее правые притоки — реки Леписке, Алдан) установлены два комплекса растений — джаскойский и мархинский, которые характеризуют мархинский фитогоризонт (рис. 2). Возраст горизонта — келловей-ранневожжский, обоснован морской фауной, присутствующей в разрезах по рекам Марха, Тюнг и Лена (Vakhrameev, 1958; Vassilevskaya, 1959; Samylyna, 1963, 1964; Slastenov, 1973; Saks et al., 1976; Kiritchkova, 1976, 1985; Kiritchkova, Samylyna, 1984; Zinchenko et al., 1978).

Джаскойские тафофлоры происходят из нижней половины одноименной свиты Центрального Предверхоьяня и марыкчанской свиты бассейна р. Вилюй. В систематическом составе этих тафофлор преобладают папоротники *Cladophlebis* с характерным для поздней юры *C. serrulata* Samyl., несколько видов *Raphaelia* и лептострбовых рода *Czekanowskia*. Из хвойных присутствуют *Podozamites* и *Schizolepidopsis*. Мархинские тафофлоры приурочены к бергеинской свите. Их систематический состав на родовом уровне тот же, что и в джаскойских тафофлорах, но более разнообразный на видовом уровне. Это хвощовые — *Equisetites* (4 вида); папоротники — *Cladophlebis* (6 видов, включая *C. aldanensis* Samyl., характерный для верхнеюрских отложений), *Coniopteris* (менее часты и менее разнообразны); лептострбовые — *Czekanowskia* (6 видов) и *Phoenicopsis* (4 вида); гинкговые и хвойные почти в том же видовом составе, что и в джаскойских тафофлорах.

Позднеюрские тафофлоры бассейна р. Колымы известны из континентальных прослоев в морских отложениях с позднеюрскими бухиями (Paraketsov, 1982). Обнаруженные здесь остатки растений немногочисленны и неразнообразны — *Cladophlebis aldanensis* Vachr., *C. nebbensis* (Brongn.) Nath., *Raphaelia diamensis* Sew., *Ctenis anyuensis* E. Lebed., *Heilungia* cf. *amurensis* (Novopokr.) Pryn.,

Nilssonina sp., *Sphenobaiera* sp., *Phoenicopsis angustifolia* Heer (Samylyna, 1964, 1967; Kiritchkova, Samylyna, 1984). Это растения, "...которые мигрировали на прибрежную сушу после отступления ранневожжского моря" (Vakhrameev, 1988: 44).

Несмотря на разновозрастность тафофлор Западно-Сибирской и Ленской провинций, характеризующихся единым сибирским типом флоры, в каждой из них прослеживаются свои особенности. В западносибирских тафофлорах (научный фитостратиграфический комплекс, рис. 2) среди папоротников преобладает род *Coniopteris* (9 видов), а род *Cladophlebis* менее разнообразный в видовом отношении и встречается редко, также как и род *Raphaelia*. В ленских тафофлорах (джаскойский комплекс растений, рис. 2) более разнообразны *Cladophlebis* и *Raphaelia*. В западносибирских тафофлорах из цикадовых присутствует несколько видов рода *Nilssonina*, в ленских тафофлорах цикадофиты отсутствуют. Лептострбовые (*Czekanowskia* и *Phoenicopsis*) многочисленны в составе тафофлор обеих провинций, но представлены, как правило, разными видами.

Амурская палеофлористическая провинция, выделенная Вахрамеевым (Vakhrameev et al., 1970) для более южных флор Сибирской области, заметно отличающихся от тафофлор северных провинций большим систематическим разнообразием. Остатки растений Амурской провинции происходят из континентальных отложений верхов средней-верхней юры. Отложения залегают по большей части на породах морского генезиса низов верхней юры и перекрываются континентальными отложениями нижнего мела часто с остатками раннемеловых растений (Vakhrameev, Doludenko, 1961; Lebedev, 1965; Dobruskina, 1965; Krassilov, 1973; Srebrodolskaya, 1984; Atlas ..., 2002; Nosova et al., 2021).

На территории бассейна р. Буреи юрские тафофлоры приурочены к талынджанской свите (келловей-оксфорд) (рис. 2) и насчитывают значительное количество таксонов. Большая часть растительных остатков принадлежит папоротникам — в основном роду *Cladophlebis* (7 видов) совместно с *Raphaelia* и более редкими *Coniopteris*; многочисленны листья цикадофитов родов *Anotozamites*, *Nilssoniopteris*, *Tyrmia*, *Heilungia* и *Ctenis*; гинкговые представлены скоплениями листьев *Pseudotorellia*, *Ginkgoites*, *Sphenobaiera*; лептострбовые — *Czekanowskia*, *Leptostrobus*, *Ixostrobus* (Vakhrameev, Doludenko, 1961; Krassilov, 1973).

В бассейне р. Зеи позднеюрские тафофлоры приурочены к аякской и депской свитам и по соотношению таксонов практически повторяют буреинские тафофлоры (Lebedev, 1965). В составе зейских тафофлор также доминируют папоротники *Cladophlebis*, *Raphaelia*, цикадовые *Nilssonina*,

Heilungia, более разнообразны гинкговые. С таким же соотношением основных групп растений, но с обедненным составом таксонов, известны тафофлоры в основном из толбузинской свиты среднего течения р. Амур (Dobruskina, 1961, 1965) (рис. 2).

Южно-Якутский бассейн, расположенный в верховьях р. Алдан, уже в первой половине средней юры (байос) был отделен от Виллюйской низменности Лено-Алданской горной грядой (Zakharov et al., 1983). К началу поздней юры систематический состав доминирующих таксонов в тафофлорах Южно-Якутского бассейна изменился не только на видовом уровне. Причиной таких изменений, по всей вероятности, явилось не только более южное положение бассейна на территории Ленской провинции, но и более широкое распространение и влияние палеофлор Амурской провинции.

В Южно-Якутском бассейне (рис. 2) тафофлоры поздней юры происходят из верхней части кабактинской свиты и свит беркакитской и нерюнгринской. По систематическому составу эти тафофлоры близки между собой и представлены как кабактинско-беркакитский и нерюнгринский комплексы растений (Vlasov, Markovich, 1979). Характерными для них являются хвощовые *Equisetites* (4 вида) и *Annulariopsis*, многочисленные папоротники из родов *Coniopteris* (9 видов), *Cladophlebis* (11 видов), характерная для сибирских флор *Raphaellia* (2 вида). Цикадофиты не разнообразны в видовом отношении, но всегда присутствуют *Nilssonia*, *Heilungia*, *Butefia*, *Ptilophyllum*. Многочисленны остатки листьев лептострбовых, гинкговых и хвойных. К сожалению видовой состав многих голосеменных не только Амурской, но и частично Ленской провинций остается не выявленным, хотя в списках растений всегда присутствуют *Czekanowskia*, *Phoenicopsis*, *Ginkgo*, *Sphenobaiera*, *Baiera*, *Elatocladus*, *Pagiophyllum* и др.

Систематический состав доминирующих таксонов в южноякутских тафофлорах практически повторяется в тафофлорах бассейна р. Зеи (особенно в депской свите) (Lebedev, 1965) и Восточного Забайкалья. В составе тафофлор бассейна р. Зеи также разнообразны папоротники *Coniopteris* (4 вида), *Cladophlebis* (7 видов), *Raphaellia* (4 вида); среди цикадовых преобладают *Nilssonia*, *Heilungia*. Присутствуют разнообразные лептострбовые, гинкговые (многие из них новые виды) и хвойные.

Позднеюрские тафофлоры Восточного Забайкалья по систематическому составу близки не только с тафофлорами верхнего течения р. Амур (Vakhrameev, 1964, 1988; Dobruskina, 1961, 1965; Srebrodolskaya, 1984). Не меньшее сходство систе-

матического состава забайкальских тафофлор поздней юры проявляется и с тафофлорами второй половины юры Южной Якутии (Srebrodolskaya, 1984; Атлас..., 2002). Основными доминантами забайкальских тафофлор являются многочисленные листья лептострбовых, из папоротников крупнолистные *Cladophlebis* и разнообразные *Coniopteris*, характерные для региона цикадовые *Heilungia*, *Weltrichia* и *Butefia*, а также хвойные *Elatocladus*, *Pityophyllum*.

Из краткого анализа систематического состава тафофлор Амурской провинции становится очевидным, что они имели более широкое распространение на юго-восточной территории Сибирской области. Северную границу Амурской провинции, т.е. границу между Амурской и Ленской провинциями, следует проводить не по Становому хребту, как предлагал Вахрамеев (Vakhrameev et al., 1970), а на уровне 59–60° северной широты. Западную границу следует проводить с севера на юг вдоль восточного окаймления Среднесибирской холмистой возвышенности в пределах 105–110° восточной долготы (рис. 1).

ЗОНА ЭКОТОНА МЕЖДУ СИБИРСКОЙ И ЕВРО-СИНИЙСКОЙ ПАЛЕОФЛОРИСТИЧЕСКИМИ ОБЛАСТЯМИ

Палеофлоры сибирского типа на территории Северного Китая имели широкое распространение в течение первой половины юры (ранняя юра, средняя юра – аален-ранний бат) (Sze, 1949; Vakhrameev, 1988; Sun, 1992; Zhou, 1995; и др.). В этот период большая часть их входила в Западно-Сибирскую провинцию Сибирской палеофлористической области, палеофлоры южной части Северного Китая были выделены в Северо-Китайскую провинцию этой области (Kiritchkova et al., 2021).

К началу второй половины юры (келловей-поздняя юра) систематический состав тафофлор Северного Китая заметно изменился. Этому способствовали, как отмечалось выше, усиливающаяся тектоническая активность Тянь-Шаньской горной системы и значительно большее ее распространение по площади (Searle et al., 1987; Coleman, 1989; Li S.L. et al., 2014). Море Тетис и многие другие более мелкие морские бассейны отступили далеко на запад и юго-запад, за пределы Гиссарских гор (Kamelin, 2017). Климат сменился на семиаридный, близкий к тропическому. В тафофлорах почти исчезли растения сибирского типа, произрастающие в условиях гумидного климата.

Китайскими исследователями подобные изменения прослежены на примере разрезов тех же угольных бассейнов, на которых рассматрива-

лись отложения первой половины юры. Так, в опорном разрезе угольного бассейна Qaidam провинции Qinghai (западная часть Северного Китая) угленосная бат-нижнекелловейская формация Dameigou (рис. 1, 3) охарактеризована тафофлорой сибирского типа, в состав которой входит более 60 видов растений (Li et al., 1988; Zhou, 1995; Wang et al., 2005). Перекрывающая ее формация Shimengou не угленосная, представлена плотными породами с многочисленными конгломератами или песчаниками с красноватым оттенком с редкими остатками растений. Систематический состав растений этой формации значительно беднее, чем формации Dameigou. Немногочисленные папоротники здесь представлены редкими диптериевыми; часты цикадофиты, в основном род *Nilssonia*; лептострбовые исключительно редкие; из хвойных присутствует *Brachyphyllum* с чешуевидными листьями.

Не менее показателен в этом плане разрез юрских отложений угольного бассейна Junggar, расположенного на северо-западе Китая (Sun et al., 2010; Li S.L. et al., 2014). Нижняя часть угленосной формации Toutunhe охарактеризована бат-келловейским комплексом растений (рис. 3). Верхняя половина формации и перекрывающие ее формации Qigu и Kalazha представлены аллювиальными породами в виде пятнистых или красноцветных грубых песчаников, отлагавшихся в аридных условиях горными реками. Отложения не содержат остатков растений, лишь местами присутствуют ископаемые пресноводные гастроподы, харофиты и даже динозавроподобные позвоночные и черепахи (Zhou, 1995; Li T. et al., 2014; Huang et al., 2016).

Подобные литологические изменения континентальных отложений в пределах бассейна китайские геологи и палеоботаники проследили на многих местонахождениях Северного Китая, особенно на северо-востоке предгорной территории Тянь-Шаня. Например, в северной части провинции Beijing (Northern Hebei) формация Houcheng несогласно залегает на формации Tiaojishan и сложена красными алевролитами, песчаниками с прослоями вулканических пород (Zhou, 1995) (рис. 3). Растительные остатки в этой формации очень редки, найдены лишь *Sagenopteris colpodes* Harris, *Sphenarion leneae* Wang, *Conites* sp. Вверх по разрезу формация Houcheng несогласно перекрывается формацией Zhangjiakou, сложенной крупной крупными рифоидными породами, переслаивающимися с туфами и базальтами, а в верхней части формации преобладают вулканические породы и лавовые брекчии. В этой формации найдены лишь *Equisetites rugosus* Samyl., *Pseudoctenis* cf. *lanei* Thomas, *Czekanowskia rigida* Heer, *Leptostrobus sphaericus* Wang, *Sphenarion lineae* Wang, *Pityolepis*

larixiformis Wang, *P. pingquanensis* Wang, *Schizolepidsis fenglingensis* Wang, *S. liaoxiensis* (Zhang) Wang, *Pagiophyllum* sp.

Келловей-оксфордские отложения южной части Северо-Западного Китая известны в местонахождениях, расположенных вдоль стыка границ Внутренней Монголии с провинциями Hebei и Liaoning (рис. 1, 3). Отложения в этом бассейне составляют формации: Haifanggou или Tiaojishan, Langi; Tuchengzi и Yixian (Sun et al., 2001; Jiang et al., 2010; Huang et al., 2016; Dong et al., 2017; Pott, Jiang, 2017; Na et al., 2017). Формация Haifanggou, или слои Daohugou, мощностью 100–150 м, залегает на палеозойских отложениях и сложена мощными туфами с тонкими разноцветными глинистыми прослоями. Местами разрез состоит только из отложений равнинных озер. Выше залегающие формации Tuchengzi и Yixian состоят только из вулканогенных пород с редкими остатками растений. Тафофлора формации Yixian, как отмечает Pott с соавтором (Pott, Jang, 2017), мало отличается от тафофлоры Daohugou. В их составе преобладают цикадофиты из родов *Pterophyllum*, *Anomozamites*, *Cycadolepis*, редкие *Jakutiella* и наиболее частые листья *Anomozamites*. Из гинкговых присутствуют по два вида *Shenobaiera* и *Ginkgoites*, хвойные представлены немногочисленными *Brachyphyllum* с чешуйчатыми листьями, из папоротников найден фрагмент листа *Clathropteris* (?).

Предгорные территории Тянь-Шаньской горной системы на западе, в частности районы юго-запада Гиссарского хребта, гор Кугитанг, а также Ферганской долины и южного Казахстана, в период начала второй половины юры (поздний байос-бат и до конца келловей) представляли собой низменные суши, временами заливаемые южными морями (Palaeogeografiya SSSR, 1975). Лишь Ферганская впадина весь этот период оставалась озерной равниной. Здесь в условиях тепло-го и влажного климата в байос-бате произрастали *Cladophlebis*, *Coniopteris* совместно с диптериевыми и мараттиевыми папоротниками, разнообразными гинкговыми и хвойными типа *Podozamites*, *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum* (Brik, 1933, 1937, 1953). Это были флоры сибирского типа, включаемые нами в состав Северо-Китайской провинции Сибирской области. Но с келловей в регионе началась аридизация климата, отразившаяся не только на характере отложений, представленных песчаными и алевролитовыми (часто пестро окрашенными) породами. К позднеюрскому времени произошли заметные изменения систематического состава гиссарских и зеравшанских тафофлор востока Средней Азии и каратауских тафофлор южного Казахстана (рис. 3).

Тафофлоры из отложений байсунской свиты конца средней юры (келловей) Гиссарского хребта в Узбекистане (Gomolitzky, 1968; Genkina, 1979; Genkina et al., 1980; Aliev et al., 1983; Troitsky, Gomolitzky, 1996; Sevryugin et al., 1989) и карабастауской свиты первой половины поздней юры (поздний келловей-кимеридж) хребта Каратау в Южном Казахстане (Doludenko, Orlovskaya, 1976; Sevryugin et al., 1989; Doludenko et al., 1995) (рис. 1, 3) характеризуются повышенным количеством таксонов Евро-Синийской области. В составе этих тафофлор преобладают голосеменные: беннеттитовые *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum*, *Paracycas*; менее частые цикадовые, в основном *Nilssonia*, *Pseudoctenis*; им сопутствуют гинкговые *Ginkgo*, *Sphenobaiera*; хвойные представлены родом *Elatocladus*, а также побегами с чешуевидными листьями родов *Brachyphyllum* и *Pagiophyllum*. Папоротники *Coniopteris* и *Clathropteris* редкие. Эти тафофлоры по соотношению характерных таксонов мало отличаются от бат-келловейских тафофлор нижней половины формации Toutunhe угольного бассейна Junggar (Sun G. et al. 2010; Li S.L. et al., 2014) и формации Haifanggou западной части провинции Liaoning Северного Китая (Sun et al., 2001; Pott, Jiang, 2017; Na et al., 2017) (рис. 1, 3). Эти палеофлоры трудно отнести к флорам сибирского типа, так как их систематический состав больше соответствует флорам евро-синийского типа.

Дальневосточная позднебатская-келловейская флора хребта Сихоте-Алинь, по данным Е.Б. Волынец (Tris..., 2008) богата и разнообразна, а флороносные толщи не имеют признаков вулканического воздействия. Комплексы растений происходят из континентальных ананьевской и монакинской толщ бассейнов рек Ананьевка и Алексеевка. Возраст отложений обоснован морской фауной, происходящей из подстилающих и перекрывающих стратонав морского генезиса (рис. 3). Дальневосточные тафофлоры по соотношению доминирующих таксонов соответствуют тафофлорам формации Damigou угольного бассейна Qaidam (юг Северного Китая) и формации Haifanggou или слоям Daohugou Внутренней Монголии Китая (Zhou, 1995; Sun et al., 2001; Pott, Jang, 2017; Na et al., 2017). В составе дальневосточных тафофлор наряду с цикадовыми присутствуют разнообразные папоротники, особенно род *Cladophlebis*, многочисленные *Onychiopsis*, *Marattiopsis*, *Phlebopteris*, *Osmundopsis*, *Adiantopteris*, *Klukia*, *Sphenopteris*. Не менее разнообразны беннеттитовые – *Dictyozamites*, *Ptilophyllum*, *Ctenis*, *Anomozamites* и цикадовые рода *Nilssonia* со многими видами. Лептострбовые единичны, также как и гинкговые. Из хвойных преобладают *Elatocladus*, *Brachyphyllum*, *Podozamites*. Систематический состав дальневосточ-

ных тафофлор свидетельствует о благоприятных климатических прибрежно-морских условиях, более теплых и достаточно влажных, в отличие от климатических условий северо-восточных территорий Северного Китая с их жарким и засушливым климатом.

Однако, в составе тафофлор второй половины юры как востока Средней Азии, так и Северного Китая и Дальнего Востока России (рис. 1) продолжают постоянно присутствовать, хотя и в небольшом количестве, сибирские таксоны, такие как *Cladophlebis*, *Czekanowskia*, *Phoenicopsis*, *Sphenobaiera* и хвощовые. Подобные флоры, в составе которых присутствуют таксоны характерные для флор, относящихся как к одной, так и к другой смежным фитоцориям, Вахрамеев относил к переходным и называл их флорами экотона (Vakhrameev, 1988, 1991). К этому типу флор относятся позднеюрские тафофлоры Северного Китая, востока Средней Азии и, возможно, Дальнего Востока России, хотя тафофлоры Дальнего Востока существовали в более благоприятных климатических условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ тафофлор Сибирской палеофлористической области второй половины юры позволил выявить особенности палеогеографического распространения сибирской флоры в условиях палеоландшафтных и палеоклиматических перестроек.

В пределах Сибири палеоландшафтные перестройки были вызваны крупными морскими трансгрессиями, не повлиявшими на климат региона.

В Северном Китае усилившаяся в конце средней юры тектоническая активность в Тянь-Шаньской горной системе резко изменила не только палеоландшафтные, но и климатические условия, превратив гумидный климат в семиаридный, жаркий, почти тропический. С самого начала келловейского века аридизация климата распространялась на северо-запад в восточную часть Средней Азии. В связи с изменениями климата изменились границы распространения флор сибирского типа. Граница Сибирской палеофлористической области на этой территории переместилась на 15° севернее границы области в первой половине юры. Полученные в последние десятилетия новые сведения о систематическом составе келловей–позднеюрских флор Сибирской области позволили уточнить положение границ не только области в целом, но и ее палеофлористических провинций.

Климатические изменения в Северном Китае и на востоке Средней Азии явились причиной из-

менения систематического состава не только северокавказских, но и гиссарских и зеравшанских тафофлор востока Средней Азии, а также каратауских тафофлор южного Казахстана. В целом, к позднеюрской эпохе флоры Северного Китая и востока Средней Азии по систематическому составу характерных таксонов стали более близкими к флорам Евро-Синийской палеофлористической области и в первую очередь к юрским флорам востока Прикаспийской впадины (Ваганова et al., 1975). Однако постоянное присутствие в них немногочисленных сибирских таксонов, таких как *Cladophlebis*, *Czekanowskia*, *Phoenicopsis* и некоторых гинкговых, делает эти флоры переходными между сибирскими и евро-синийскими, то есть флорами экотона.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны д.г.-м.н. А.Б. Герману за ценные советы и замечания. Работа выполнена в рамках госзаданий Ботанического института РАН (тема № АААА-А19-19021190031-8) и Геологического института РАН (тема № 0135-2019-0045).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Aliev et al.] Алиев М.М., Крылов Н.А., Генкина Р.З., Гофман Е.А., Дубровская Е.Н., Цатурова А.А., Аманниязов К.Н., Алимов К.А., Миркамалов Х.Х., Мальцева А.К., Прозоровская Е.Л., Ростовцев К.О., Сахаров А.С. 1983. Юра юга СССР. М. 208 с.
- [Atlas...] Атлас фауны и флоры палеозоя-мезозоя Забайкалья. 2002. Новосибирск. 714 с.
- [Ваганова et al.] Баранова З.Е., Киричкова А.И., Завер В.В. 1975. Стратиграфия и флора юрских отложений востока Прикаспийской впадины. Л. 190 с.
- [Brik] Брик М.И. 1933. Материалы к изучению мезозойской флоры Средней Азии. Ташкент. Вып. 1. С. 1–15.
- [Brik] Брик М.И. 1937. Мезозойская флора Южной Ферганы. Ч. II. Ташкент. 74 с.
- [Brik] Брик М.И. 1953. Мезозойская флора Восточно-Ферганского каменноугольного бассейна. М. 110 с.
- [Bystritskaya et al.] Быстрицкая Л.И., Киричкова А.И., Тимошина Н.А. 1992. Фитостратиграфия тюменской свиты (Томская область). – В кн.: Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. Томск. С. 61–72.
- [Bystritskaya, Tatyatin] Быстрицкая Л.И., Татынин Б.М. 1983. Новые данные по стратиграфии юрских отложений на юго-востоке Западной Сибири. – В кн.: Материалы по геологии Сибири. Томск. С. 85–97.
- Chen W., Ji Q., Liu D., Zhang Y., Song B., Liu X. 2004. Isotope geochronology of the fossil bearing beds in Daohugou area, Ningcheng, Inner Mongolia, China. – Geol. Bull. 23: 1165–1169.
- [Chirva et al.] Чирва С.А., Куликова Н.К., Яковлева С.П. 1997. Новые данные по стратиграфии триаса и юры Печорской синеклизы. – В кн.: Вопросы совершенствования фанерозойских отложений нефтегазоносных регионов России. СПб. С. 62–71.
- Coleman R.G. 1989. Continental growth of northwest China. – Tectonics. 8(3): 621–635. <https://doi.org/10.1029/TC008i003p00621>
- Deng S.H., Lu Y.Z., Pan Y.H. 2010. The Jurassic System of Northern Xinjiang, China. Hefei. 279 p.
- [Dobruskina] Добрускина А.И. 1961. О мезозойской флоре Верхнего Амура. – Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 6: 29–35.
- [Dobruskina] Добрускина А.И. 1965. Новые данные к характеристике Толбузинского палеофлористического комплекса (Верхний Амур). – Вестн. МГУ. Сер. 2. Геология. 2: 62–74.
- [Doludenko et al.] Долуденко М.П., Киричкова А.И., Костина Е.И. 1995. О юрской флоре Ленгерского угольного месторождения (Южный Казахстан). – Палеонтол. журн. 1: 98–109.
- [Doludenko, Orlovskaya] Долуденко М.П., Орловская Э.Р. 1976. Юрская флора Кара-Тау. М. 264 с.
- Dong C., Yang X., Zhou Z. 2017. The Daohugou Biota Shanghai. Science and Technology Publishing. House Shanghai. P. 252–302.
- [Genkina] Генкина Р.З. 1979. Расчленение континентальных отложений триаса и юры на востоке Средней Азии. – Сов. Геология. 4: 27–39.
- [Genkina] Генкина Р.З., Долуденко М.П., Дубровская Е.Н., Никишина В.М. 1980. Батские отложения Южной Ферганы. – Сов. геология. 10: 50–60.
- [Gomolitzky] Гомолицкий Н.П. 1968. К стратиграфии юрских континентальных отложений Яккабакских гор. – Изв. АН СССР. Сер. Геология. 2: 110–116.
- [Grinenko et al.] Гриненко В.С., Князев В.Г., Деятов В.П. 2012. Палеогеография позднего триаса и юры востока Сибирской платформы и складчатого обрамления. – Вестник госкомгеологии. 1 (11): 61–77.
- [Grinenko et al.] Гриненко В.С., Князев В.Г., Деятов В.П., Шурыгин Б.Н. 2014. Нижняя-средняя юра Лено-Вилуйского района: проблемы расчленения и межрайонные корреляции (Восток Сибирской платформы). – Вестник госкомгеологии. 1 (13): 53–65.
- Huang W., Dilcher D., Wang H., Na Y.L., Li Y.F., Li T., Sun C.L. 2017. First record of Sphenarian (*Czekanowskiales*) with epidermis structures from the Middle Jurassic of Inner Mongolia, China. – Palaeoworld. 26: 510–518. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2016.05.005>
- Huang W., Sun C.L., Wang H.S., Na Y.L., Li Y.F., Li T. 2016. New *Phoenicopsis* (*Czekanowskiales*) from the Middle Jurassic Daohugou Biota, China and their roles in phytogeographic and paleoclimatic reconstruction. – Palaeoworld. 25 (3): 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.09.004>
- [Ильина] Ильина В.И. 1985. Палинология юры Сибири. М. 237 с.
- [Ильина] Ильина В.И. 1997. Палиностратиграфическая шкала нижней и средней юры Сибири и ее приме-

- нение для детального расчленения нефтегазоносных толщ. — В кн.: Биостратиграфия нефтегазоносных бассейнов. СПб. С. 86–95.
- Jiang B., Yao X., Niu Y., Rao X., Li Q. 2010. Outline of the Jurassic and Cretaceous systems in western Liaoning, NE China. Hefei. P. 1–84.
- [Kamelin] Камелин Р.В. 2017. История флоры Средней Евразии. — *Turczaninowia*. 20 (1): 5–29. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.1.1>
- [Kirina, Kiritchkova] Кирина Т.И., Киричкова А.И. 1977. Новые данные о континентальных отложениях средней юры в Западной Якутии. — *Геология, геофизика*. 10: 31–37.
- [Kirina et al.] Кирина Т.И., Месежников М.С., Репин Ю.С. 1978. О новых местных подразделениях в юре Западной Якутии. — В кн.: Новые данные по стратиграфии и фауне юры и мела Сибири. Новосибирск. С. 70–85.
- [Kiritchkova] Киричкова А.И. 1976. Палеоботаническая характеристика и корреляция континентальных отложений верхней юры Западной Якутии. — *Геология, геофизика*. 11: 44–54.
- [Kiritchkova] Киричкова А.И. 1985. Фитостратиграфия и флора юрских и нижнемеловых отложений Ленского бассейна. Л. 223 с.
- [Kiritchkova et al.] Киричкова А.И., Батяева С.К., Быстрицкая Л.И. 1992. Фитостратиграфия юрских отложений юга Западной Сибири. М. 216 с.
- [Kiritchkova et al.] Киричкова А.И., Батяева С.К., Быстрицкая Л.И., Тимошина Н.А., Травина Т.А. 1997. Юрские континентальные отложения юга Западной и Средней Сибири: стратиграфия и корреляция. — В кн.: Вопросы совершенствования стратиграфической основы фанерозойских отложений нефтегазоносных регионов России. СПб. С. 78–81.
- [Kiritchkova, Doludenko] Киричкова А.И., Долуденко М.П. 1996. Новые данные по фитостратиграфии юрских отложений Казахстана. — *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 4 (5): 35–52.
- [Kiritchkova et al.] Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И. 2005. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб. 377 с.
- [Kiritchkova] Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В. 2021. Палеофитогеография Сибирской флористической области в ранней юре и в первой половине средней юры — *Бот. журн.* 106 (9): 837–854. <https://doi.org/10.31857/S0006813621090076>
- [Kiritchkova, Samyulina] Киричкова А.И., Самылина В.А. 1984. Особенности палеофлористической характеристики континентальных отложений верхней юры и неокома Сибири. — В кн.: Пограничные ярусы юрской и меловой систем. М. С. 161–167.
- [Kiritchkova et al.] Киричкова А.И., Травина Т.А., Быстрицкая Л.И. 2002. Род *Phoenicopsis*. Систематика, история, распространение, значение для стратиграфии. СПб. 205 с.
- [Kiritchkova et al.] Киричкова А.И., Чирва С.А., Храмова С.Н. 1989. Флора средней юры бассейна р. Печоры. — В кн.: Фитостратиграфия и морфология спор древних растений нефтегазоносных провинций. Л. С. 30–40.
- Kostina E.I., Herman A.B. 2013. Middle Jurassic flora of South Mongolia: composition, age and phytogeographic position. — *Rev. Palaeobot. Palynol.* 93: 82–98. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2013.01.009>
- Kostina E.I., Herman A.B. 2016. Middle Jurassic flora of Mongolia: composition, age and phytogeographic position. — *Palaeontol. Journ.* 50 (12): 1437–1450. <https://doi.org/10.1134/S0031030116120108>
- Kostina E.I., Herman A.B., Kodrul T.M. 2015. Early Jurassic (possibly Aalenian) Tsagan-Ovoo Flora of Central Mongolia. — *Rev. Palaeobot. Palynol.* 220: 44–68. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.04.010>
- [Kravets et al.] Кравец В.С., Месежников М.С., Слонимский Г.А. 1976. Строение юрской-нижнемеловой толщи в бассейне р. Печоры. — В кн.: Биостратиграфия отложений мезозоя нефтегазоносных областей СССР. Л. С. 27–41.
- [Krassilov] Красилов В.А. 1973. Материалы по стратиграфии и палеофлористике угленосной толщи Буреинского бассейна. — В кн.: Ископаемые флоры и стратиграфия Дальнего Востока. Владивосток. С. 28–51.
- [Lebedev] Лебедев Е.Л. 1965. Позднеюрская флора реки Зеи и граница юры и мела. М. 142 с.
- Li P., He Y., Wu X., Mei S., Li B. 1988. Early and Middle Jurassic strata and their floras from northeastern border of Qaidam Basin, Qinghai. Nanjing. — *Acta Palaeontologica Sinica*. 20(1): 151–156 (In Chinese with English summary).
- Li S.L., Yu X.H., Tan C.P., Steel R. 2014. Jurassic sedimentary evolution of southern Junggar Basin: Implication for palaeoclimate changes in northern Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. — *J. Palaeogeography*. 3 (5): 145–161. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1261.2014.00049>
- Li T., Li Y.F., Na Y.J., Huang W., Sun C.L. 2014. Discovery of subgenus *Phoenicopsis* (*Gulgoweria*) from the Middle Jurassic of Ordos Basin, Inner Mongolia. — *Global Geology*. 33 (3): 524–534.
- [Mesezhnikov et al.] Месежников М.С., Балабанова Т.Ф., Веренинова Т.А., Галеркин С.Г., Джиноридзе Н.М., Кирина Т.И., Кравец В.С., Чирва С.А. 1971. Палеогеография севера СССР в юрском и меловом периодах. — *Вопросы палеогеографии и палеобиогеографии мезозоя Севера СССР*. Л. 131 с.
- [Mogucheva] Могучева Н.К. 2003. Материалы к стратиграфии триас-среднеюрских отложений Западной Сибири. — В кн.: Проблемы стратиграфии мезозоя Западно-Сибирской плиты. Новосибирск. С. 25–31.
- Na Y., Sun C.L., Wang H., Dilcher D.L., Li Y., Li T. 2017. A brief introduction to the Middle Jurassic Daohugou Flora from Inner Mongolia, China. — *Rev. Palaeobotany, Palynology*. 247: 53–67.

- [Nosova et al.] Носова Н.В., Костина Е.И., Бугдаева Е.В. 2021. Pseudotorellia Florin из верхнеюрских-нижнемеловых отложений Буреинского бассейна, Дальний Восток России. — Стратиграфия. Геол. корреляция. 29 (4): 53–70.
<https://doi.org/10.31857/S0869592X21040049>
- [Palaeogeografiya SSSR] Палеогеография СССР. Объяснительная записка к Атласу литолого-палеогеографических карт СССР. 1975. М. Т. 3. 199 с.
- [Paraketsov] Паракецов К.В. 1982. Верхняя юра Лыглыханской впадины. Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан. Вып. 26. С. 58–60.
- Pott Ch., Jiang B. 2017. Plant remains from the Middle-Late Jurassic Daohugou site of the Yanliao Biota in Inner Mongolia, China. — Acta Palaeobot. 57 (2): 185–222.
<https://doi.org/10.1515/acpa-2017-0012>
- Ren D., Gao K., Gao Z., Ji S., Tan J., Song Z. 2002. Stratigraphic division of the Jurassic in the Daohugou area Ningcheng, Inner Mongolia, China. — Geol. Bull. China. 21: 581–591.
- [Saks et al.] Сакс В.Н., Меледина С.В., Месежников М.С. и др. 1976. Стратиграфия юрской системы Севера СССР. М. 436 с.
- [Samylina] Самылина В.А. 1963. Мезозойская флора нижнего течения р. Алдан. — В кн.: Палеоботаника. Вып. IV. Л. С. 57–139.
- [Samylina] Самылина В.А. 1964. Мезозойская флора левобережья р. Колымы (Зырянский угольный бассейн). Ч. I. Хвощовые, папоротники, цикадовые, беннеттитовые. — В кн.: Палеоботаника. Вып. V. Л. С. 39–79.
- [Samylina] Самылина В.А. 1967. Мезозойская флора левобережья р. Колымы (Зырянский угольный бассейн). Ч. II. Гинкговые, Хвойные. Общие главы. — В кн.: Палеоботаника. Вып. VI. Л. С. 135–168.
- [Samylina] Самылина В.А., Киричкова А.И. 1991. Род *Czekanowskia*. Систематика, история, распространение, значение для стратиграфии. Л. 139 с.
- Searle M.P., Windley B.F., Cowald M.P., Cooper D.J.W., Rex A.J. et al. 1987. The closing of the Tethys and the tectonic of the Himalaya. — GSA Bulletin. 98 (6): 678–701.
[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1987\)98<678:ТСОТАТ>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1987)98<678:ТСОТАТ>2.0.CO;2)
- [Sevryugin et al.] Севрюгин Н.Н., Долуденко М.П., Киричкова А.И., Сакулина Г.В., Федоренко О.А., Фокина Н.И. 1989. Стратиграфия и флора юрских отложений хребта Каратау (Южный Казахстан). М. 57 с.
- Shen Y., Shen P., Huang D. 2003. Age of the fossil conifers from Daohugou of Ningcheng, Inner Mongolia. — J. Stratigr. 27: 311–314.
- [Shuvalov] Шувалов В.Ф. 1995. Новые данные по стратиграфии юрских угленосных толщ на Севере Монголии. — Стратиграфия. Геол. корреляция. 3 (3): 128–133.
- [Shurygin et al.] Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. 2000. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск. 480 с.
- [Slastenov] Сластенов Ю.Л. 1973. Стратиграфия мезозойских отложений Виллюйской синеклизы и прилегающих районов Приверхоянского прогиба. — В кн.: Нефтегазоносность Западной Якутии. Новосибирск. С. 34–45.
- [Srebrodolskaya] Сребродольская И.Н. 1984. Новые данные о позднеюрской флоре Забайкалья. — В кн.: Материалы по стратиграфии и палеогеографии Восточной Азии. Владивосток. С. 40–46.
- Sun C.L. 1992. The division of the Early Jurassic floristic province of the Eurasia continent. — Journ. Changchun Univ. Earth Sci.: 178–187 (in Chinese with English abstract).
- Sun G., Miao Y., Mosbrugger V., Ashraf A.R. 2010. The Upper Triassic to Middle Jurassic strata and floras of the Junggar basin, Xinjiang, Northwest China. — Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. 90 (3): 203–214.
<https://doi.org/10.1007/s12549-010-0039-8>
- Sun G., Zheng S., Dilcher D.L., Wang Y., Mei S. 2001. Early Angiosperms and their associated plants from Western Liaoning, China. Shanghai. 227 p.
- Sze H.C. 1949. Die mesozoische Flora aus der Hsiangchi Kohlen Serie in Westhupeh. — Palaeontol. Sinica. A. (2): 1–71.
- [Triassic ...] Триас и юра Сихотэ-Алиня. Кн. II. Вулканогенно-осадочный комплекс, палеогеография. 2008. Владивосток. 297 с.
- Troitsky V.I., Gomolitzky N.P. 1996. Jurassic continental deposits of Middle Asia. — Museum Northern Arizona Bulletin. 60: 415–419.
- [Vakhrameev] Вахрамеев В.А. 1958. Стратиграфия и ископаемая флора юрских и меловых отложений Виллюйской впадины и прилегающей части Приверхоянского краевого прогиба. М. 136 с.
- [Vakhrameev] Вахрамеев В.А. 1964. Юрские и раннемеловые флоры Евразии и палеофлористические провинции этого времени. М. 261 с.
- [Vakhrameev] Вахрамеев В.А. 1988. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. М. 214 с.
- Vakhrameev V.A. 1991. Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth. Cambridge. 318 p.
- [Vakhrameev et al.] Вахрамеев В.А., Добрускина И.А., Заклинская Е.Д., Мейен С.В. 1970. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. М. 423 с.
- [Vakhrameev, Doludenko] Вахрамеев В.А., Долуденко М.П. 1961. Верхнеюрская и нижнемеловая флора Буреинского бассейна и ее значение для стратиграфии. М. 136 с.
- Valdes P.L., Sellwood B.W. 1992. A palaeoclimate model for the Kimmeridgian. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 95 (1–2): 47–72.
- [Vassilevskaya] Василевская Н.Д. 1959. Стратиграфия и флора мезозойских угленосных отложений Сангарского района (Ленский угленосный бассейн). Л. С. 17–43.
- [Vlasov, Markovich] Власов В.М., Маркович Е.М. 1979. Корреляция юрских и нижнемеловых отложений

- центральной и восточной частей Южно-Якутского угольного бассейна. — Сов. геология. 1: 72–81.
- Wang Y., Ken S., Zhang W., Sheng S. 2006. Biodiversity and paleoclimate of the Middle Jurassic floras from the Tiaojishan Formation in western Liaoning, China. — *Progr. Nat. Sci.* 16: 222–230.
- Wang Y., Mosburgger V., Zhang H. 2005. Early to Middle Jurassic vegetation and climatic events in Qaidam Basin, Northwest China. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 224: 200–216. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.03.035>
- Watson M.P., Hayward A.B., Parkinson D.N., Zhang Z.M. 1987. Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition onshore China. — *Marine and Petroleum Geology*. 4(3): 205–225. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(87\)90045-6](https://doi.org/10.1016/0264-8172(87)90045-6)
- [Zakharov et al.] Захаров В.А., Месежников М.С., Ронкина З.З., Репин Ю.С., Чирва С.А., Шурыгин Б.Н. и др. 1983. Палеогеография севера СССР в юрском периоде. Новосибирск. 190 с.
- Zhang W., Zheng S. 1987. Early Mesozoic fossil plants western Liaoning, Northeast China. — In: *Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology of Western Liaoning*. Geological Publishing House. P. 239–338 (In Chinese).
- Zhou Z.Y. 1995. Jurassic Floras. — In: *Fossil flora of China through the Geological Ages*. Chapter 8. Guangzhou. P. 343–410.
- [Zinchenko et al.] Зинченко В.Н., Кирина Т.И., Репин Ю.С. 1978. Юрские отложения правобережья Лены (Жиганский район). — В кн.: *Новые данные по стратиграфии и фауне юры и мела Сибири*. Новосибирск. С. 56–70.

PALAEOPHYTOGEOGRAPHY OF THE SIBERIAN PALAEOFLORESTIC REGION IN THE SECOND HALF OF THE MIDDLE JURASSIC AND IN THE LATE JURASSIC

A. I. Kiritchkova[#], E. I. Kostina^{a,##}, and N. V. Nosova^{b,###}

^a *Geological Institute RAS*

Pyzhevskii Pereulok, 7, Moscow, 119017, Russia

^b *Komarov Botanical Institute RAS*

2 Prof. Popova Str., Saint Petersburg, 197376, Russia

[#]*e-mail: kirichkovaanna@gmail.com*

^{##}*e-mail: kostina.gin@gmail.com*

^{###}*e-mail: nnosova@binran.ru*

The results of a comparative analysis of taxonomic composition of the taphofloras of the Siberian palaeofloristic region in the second half of the Middle (Bathonian-Callovian) and Late Jurassic are presented. The peculiarities of palaeogeographical distribution of the Siberian palaeoflora are revealed, which were caused within Siberia by marine transgressions that did not affect the climate of the region, and the tectonic activity of the Tien Shan mountain system, which significantly changed not only the palaeolandscape, but also the climatic conditions of the region. The boundaries of the Siberian palaeofloristic region and its provinces in the second half of the Jurassic have been corrected. An ecotone zone between the Siberian and Euro-Sinian palaeofloristic regions has been identified.

Keywords: Middle Jurassic, Late Jurassic, Siberia, China, palaeolandscape, palaeoclimate, taphoflora, palaeofloristic region, palaeofloristic provinces

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Doctor of Sciences in Geological and Mineralogical Sciences A.B. German for valuable advice and comments. The work was carried out within the framework of state assignments of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (no. AAAA-A19-19021190031-8) and the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences (no. 0135-2019-0045).

REFERENCES

- Aliiev M.M., Krylov N.A., Genkina R.Z., Gofman Ye.A., Dubrovskaya Ye.N., Tsaturova A.A., Amanniyazov K.N., Alimov K.A., Mirkamalov Kh.Kh., Maltseva A.K., Prozorovskaya Ye.L., Rostovtsev K.O., Sakharov A.S. 1983. *Yura yuga SSSR. [Jura of the south of the USSR]*. Moscow. 208 p. (In Russ.).
- Atlas of Paleozoic–Mesozoic Fauna and Flora of Transbaikalia. 2002. Novosibirsk. 714 p. (In Russ.).
- Baranova Z.Ye., Kirichkova A.I., Zauyer V.V. 1975. *Stratigrafiya i flora yurskikh otlozheniy vostoka Prikaspiyskoy vpadiny. [Stratigraphy and flora of Jurassic deposits in the east of the Caspian depression]*. Leningrad. 190 p. (In Russ.).
- Brik M.I. 1933. *Materialy k izucheniyu mezozoyskoy flory Srednei Azii. [Materials for the study of the Mesozoic flora of Central Asia]*. Tashkent. Issue 1: 1–15 (In Russ.).

- Brik M.I. 1937. Iskopaemaya flora Yuzhnoy Fergany. II. [Fossil flora of South Fergana. II.] Tashkent. 74 p. (In Russ.).
- Brik M.I. 1953. Mezozoyskaya flora Vostochno-Ferganskogo kamennougol'nogo basseina [The Mesozoic flora of Eastern Fergana Coal Basin]. Moscow. 110 p. (In Russ.).
- Bystritskaya L.I., Kiritchkova A.I., Timoshina N.A. 1992. Fitostratigrafiya tyumenskoi svity (Tomskaya oblast') [Phytostratigraphy of the Tyumen Formation (Tomsk Region)]. — In: Materialy po paleontologii i stratigrafii Zapadnoi Sibiri. Tomsk. P. 61–72 (In Russ.).
- Bystritskaya L.I., Tatyatin B.M. 1983. Novyye dannyye po stratigrafii yurskikh otlozheniy na yugo-vostoke Zapadnoe Sibiri [New data on the stratigraphy of the Jurassic deposits in the southeast of Western Siberia]. — In: Materialy po geologii Sibiri. Tomsk. P. 85–97 (In Russ.).
- Chen W., Ji Q., Liu D., Zhang Y., Song B., Liu X. 2004. Isotope geochronology of the fossil bearing beds in Daohugou area, Ningcheng, Inner Mongolia, China. — Geol. Bull. 23: 1165–1169.
- Chirva S.A., Kulikova N.K., Yakovleva S.P. 1997. New data on the stratigraphy of the Triassic and Jurassic of the Pechora Syncline. — In: Voprosy sovershenstvovaniya stratigraficheskoy osnovy fanerozoiskikh otlozheniy neftegazonosnykh regionov Rossii. St. Petersburg. P. 62–71 (In Russ.).
- Coleman R.G. 1989. Continental growth of northwest China. — Tectonics. 8 (3): 621–635. <https://doi.org/10.1029/TC008i003p00621>
- Deng S.H., Lu Y.Z., Pan Y.H. 2010. The Jurassic System of Northern Xinjiang, China. Hefei. 279 p.
- Dobruskina A.I. 1961. O mezozoyskoy flore Verkhnego Amura [On the Mesozoic flora of the Upper Amur], Vestnik Moscow State University. Ser. 4. Geology. 6. 29–35 (In Russ.).
- Dobruskina A.I. 1965. Novyye dannyye k kharakteristike Tolbuzinskogo paleofloristicheskogo kompleksa (Verkhniy Amur) [New data on the Tolbuzin palaeofloristic assemblage (the Upper Amur River)]. — Vestnik Moscow State University. Ser. 2. Geology 2. P. 62–74 (In Russ.).
- Doludenko M.P., Kirichkova A.I., Kostina E.I. On Jurassic Flora of Lengerian coal field (South Kazakhstan). — Palaeontol. Journ. 1: 98–109.
- Doludenko M.P., Orlovskaya E.R. 1976. Jurassic flora of the Karatau. Moscow. 264 p. (In Russ.).
- Dong C., Yang X., Zhou Z. 2017. The Daohugou Biota Shanghai. Shanghai. P. 252–302.
- Genkina R.Z. 1979. Raschleneniye kontinentalnykh otlozheniy triasa i yury na vostoke Srednei Azii [Division of continental deposits of Upper Triassic and Jurassic in east of Middle Asia]. — Sov. Geology. 4: 27–39 (In Russ.).
- Genkina R.Z., Doludenko M.P., Dubrovskaya E.N., Nikishina V.M., 1980. Batskie otlozheniya Yuzhnoy Fergany [Bathonian deposits of South Fergana]. — Sov. Geology. 10: 50–60 (In Russ.).
- Gomolitzky N.P., 1968. K stratigrafii yurskikh kontinentalnykh otlozheniy Yakkabakskikh gor [On the stratigraphy of the Jurassic continental deposits of the Yakkabak Mountains]. — Izv. Academy of Sciences of the USSR. Ser. geol. 2. P. 110–116 (In Russ.).
- Grinenko V.S., Knyazev V.G., Devyatov V.P. 2012. Paleogeografiya pozdnego triasa i yury vostochno Sibirskoi platformy i skladchatogo obramleniya [Palaeogeography of the Late Triassic and Jurassic of the eastern Siberian Platform and folded framing]. — Vestnik Goskomgeologii. 1 (11): 61–77 (In Russ.).
- Grinenko V.S., Knyazev V.G., Devyatov V.P., Shurygin B.N. 2014. Nizhnyaya-srednyaya yura Leno-Vilyuyskogo rayona: problemy raschleneniya i mezhrayonnyye korrelyatsii (Vostok Sibirskoi platformy) [Lower-Middle Jurassic of the Leno-Vilyui region: problems of subdivision and inter-regional correlations (East of the Siberian Platform)]. — Vestnik Goskomgeologii. 1 (13): 53–65 (In Russ.).
- Huang W., Dilcher D., Wang H., Na Y.L., Li Y.F., Li T., Sun C.L. 2017. First record of Sphenarian (Czekanowskiales) with epidermis structures from the Middle Jurassic of Inner Mongolia, China. — Palaeoworld. 26: 510–518. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2016.05.005>
- Huang W., Sun C.L., Wang H.S., Na Y.L., Li Y.F., Li T. 2016. New Phoenicopsis (Czekanowskiales) from the Middle Jurassic Daohugou Biota, China and their roles in phytogeographic and paleoclimatic reconstruction. — Palaeoworld. 25 (3): 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.09.004>
- Ilyina V.I. 1985. Jurassic palynology of Siberia. Moscow. 237 p. (In Russ.).
- Ilyina V.I. 1997. Palinostratigraficheskaya shkala nizhney i sredney Yury Sibiri i ee primeneniye dlya detal'nogo raschleneniya neftegazonosnykh tolshch [Palynostratigraphic scale of the Lower and Middle Jurassic of Siberia and its application for detailed subdivision of oil and gas bearing strata]. — Biostratigrafiya neftegazonosnykh basseynov. St. Petersburg. 86–95 (In Russ.).
- Jiang B., Yao X., Niu Y., Rao X., Li Q. 2010. Outline of the Jurassic and Cretaceous systems in western Liaoning, NE China. Hefei. P. 1–84.
- Kamelin R.V. 2017. The history of the flora of Middle Eurasia. — Turczaninowia. 20 (1): 5–29 (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.1.1>
- Kirina T.I., Kiritchkova A.I. 1977. Novyye dannyye o kontinentalnykh otlozheniyakh sredney yury v Zapadnoy Yakutii [New Data on Middle Jurassic continental deposits in Western Yakutia]. — Geology, Geophysics. 10: 31–37 (In Russ.).
- Kirina T.I., Mesezhnikov M.S., Repin Yu.S. 1978. O novykh mestnykh podrazdeleniyakh v yure Zapadnoy Yakutii [About new local subdivisions in the Jurassic of Western Yakutia]. — In: Novyye dannyye po stratigrafii i faune yury i mela Sibiri. Novosibirsk. P. 70–85 (In Russ.).
- Kiritchkova A.I. 1976. Paleobotanicheskaya kharakteristika i korrelyatsiya kontinentalnykh otlozheniy verkhney yury Zapadnoy Yakutii [Palaeobotanical characteristics and correlation of Upper Jurassic continental deposits

- in Western Yakutia]. – *Geology, Geophysics*. 11: 44–54 (In Russ.).
- Kiritchkova A.I. 1985. Fitostratigrafiya i flora yurskikh i nizhnemelovyykh otlozheniy Lenskogo basseyna. [Phytostratigraphy and flora of the Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the Lena Basin]. Leningrad. 223 p. (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Batyayeva S.K., Bystritskaya L.I. 1992. Fitostratigrafiya yurskikh otlozheniy yuga Zapadnoy Sibiri [Phytostratigraphy of Jurassic deposits of the southern Western Siberia]. Moscow. 216 p. (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Batyaeva S.K., Bystritskaya L.I., Timoshina N.A., Travina T.A. 1997. Jurassic non-marine deposits of the south of Western and Middle Siberia: stratigraphy and correlation. – In: Questions of the Perfection stratigraphical base-scale of the Phanerozoic deposits the petroloferous regions of Russia. St. Petersburg. P. 78–81 (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Doludenko M.P. 1996. New data on the Jurassic phytostratigraphy in Kazakhstan. – *Stratigr. Geol. Correl.* 4 (5): 450–466.
- Kiritchkova A.I., Kostina E.I., Bystritskaya L.I. 2005. Phytostratigraphy and Flora of Jurassic deposits of the Western Siberia. St.-Petersburg. 377 p. (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Kostina E.I., Nosova N.V. 2021. Palaeophytogeography of the Siberian Palaeofloristic Region in the Early and first half of the Middle Jurassic. *Bot. Zhurn.* 106(9): 837–854 (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0006813621090076>
- Kiritchkova A.I., Samylina V.A. 1984. Osobennosti paleofloristicheskoy kharakteristiki kontinentalnykh otlozheniy verkhney yury i neokoma Sibiri [Peculiarities of the paleofloristic characteristics of continental deposits of the Upper Jurassic and Neocomian of Siberia]. – In: Pogranichnyye yarusy yurskoi i melovoi system. Moscow. P. 161–167 (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Travina T.A., Bystritskaya L.I. 2002. The genus *Phoenicopsis* (systematics, history, distribution and stratigraphic significance). St.-Petersburg. 205 p. (In Russ.).
- Kiritchkova A.I., Chirva S.A., Khramova S.N. 1989. Flora sredney yury basseina r. Pechory [Middle Jurassic flora of the Pechora River Basin]. – In: Fitostratigrafiya i morfologiya spor drevnikh rastenii neftegazonosnykh provintsiy SSSR. Leningrad. P. 30–40 (In Russ.).
- Kostina E.I., Herman A.B. 2013. Middle Jurassic flora of South Mongolia: composition, age and phytogeographic position. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 93: 82–98.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2013.01.009>
- Kostina E.I., Herman A.B. 2016. Middle Jurassic flora of Mongolia: composition, age and phytogeographic position. – *Palaeontol. Journ.* 50 (2): 1437–1450.
<https://doi.org/10.1134/S0031030116120108>
- Kostina E.I., Herman A.B., Kodrul T.M. 2015. Early Jurassic (possibly Aalenian) Tsagan-Ovoo Flora of Central Mongolia. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 220: 44–68.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.04.010>
- Kravets V.S., Mesezhnikov M.S., Slonimsky G.A. 1976. Stroyeniye yurskoy-nizhnemelovoy tolshchi v basseyna r. Pechory [The structure of the Jurassic-Lower Cretaceous sequence in the Pechory River Basin]. – In: Biostratigrafiya otlozheniy mezozoya neftegazonosnykh oblastey SSSR. Leningrad. P. 27–41 (In Russ.).
- Krassilov V.A. 1973. Materialy po stratigraphii i palaeofloristike uglenosnoy tolshchi Bureinskogo basseyna [Materials on the stratigraphy and palaeofloristics of coal-bearing thickness of Bureya Basin]. – In: Iskopaemye flory i phytostratigrafiya Dalnego Vostoka. Vladivostok. P. 28–51 (In Russ.).
- Lebedev E.L. 1965. Late Jurassic flora of Zeia River and the Jurassic-Cretaceous boundary. Moscow. 142 p. (In Russ.).
- Li P., He Y., Wu X., Mei S., Li B. 1988. Early and Middle Jurassic strata and their floras from northeastern border of Qaidam Basin, Qinghai. – *Nanjing*. 31(2): 151–156 (In Chinese with English summary).
- Li Sh.-Li., Yu X.-He., Tan Ch.-P., Steel R. 2014. Jurassic sedimentary evolution of southern Junggar Basin: Implication for palaeoclimate changes in northern Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. – *Journ. Palaeogeography*. 3 (5): 145–161.
<https://doi.org/10.3724/SP.J.1261.2014.00049>
- Li T., Li Y.F., Na Y.J., Huang W., Sun C.L. 2014. Discovery of subgenus *Phoenicopsis* (*Gulgoweria*) from the Middle Jurassic of Ordos Basin, Inner Mongolia. – *Global Geology*. 33 (3): 524–534.
- Mesezhnikov M.S., Balabanova T.F., Vereninova T.A., Galerkin S.G., Dzhinoridze N.M., Kirina T.I., Kravets V.S., Chirva S.A. 1971. Paleogeografiya severa SSSR v yurskom i melovom periodakh [Palaeogeography of the north of the USSR in the Jurassic and Cretaceous periods]. – *Voprosy paleogeografii i paleobiogeografii mezozoya Severa SSSR*. Leningrad. P. 3–132 (In Russ.).
- Mogutcheva N.K. 2003. Materialy k stratigrafii trias-sredne-yurskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri [Materials on the stratigraphy of the Triassic-Middle Jurassic deposits of Western Siberia]. – In: Problemy stratigrafii mezozoya Zapadno-Sibirskoy plity. Novosibirsk. P. 25–31 (In Russ.).
- Na Y., Sun C.L., Wang H., Dilcher D.L., Li Y., Li T. 2017. A brief introduction to the Middle Jurassic Daohugou Flora from Inner Mongolia, China. – *Review of Palaeobotany and Palynology*. 247: 53–67.
- Nosova N.V., Kostina E.I., Bugdaeva E.V. 2021. *Pseudotorellia* Florin from the Upper Jurassic–Lower Cretaceous of the Bureya Basin, Russian Far East. – *Stratigraphy and Geological Correlation*. 29 (4): 434–449.
<https://doi.org/10.1134/S0869593821040031>
- Paleogeografiya SSSR. Ob'yasnitel'naya zapiska k Atlasu litologo-paleogeograficheskikh kart SSSR. [Palaeogeography of the USSR. Explanatory note to the Atlas of Lithological and Paleogeographic Maps of the USSR.]. 1975. Vol. 3. Moscow. 199 p. (In Russ.).
- Paraketsov K.V. 1982. Verkhnyaya yura Lyglykhtanskoy vpadiny [Upper Jurassic of the Lyglykhtan depression]. – In: Materialy po geologii i poleznym iskopaemyem Severo-Vostoka SSSR. Magadan. Issue 26. P. 58–60 (In Russ.).
- Pott Ch., Jiang B. 2017. Plant remains from the Middle-Late Jurassic Daohugou site of the Yanliao Biota in Inner Mongolia, China. – *Acta Palaeobot.* 57 (2): 185–222. <https://doi.org/10.1515/acpa-2017-0012>

- Ren D., Gao K., Gao Z., Ji S., Tan J., Song Z. 2002. Stratigraphic division of the Jurassic in the Daohugou area Ningcheng, Inner Mongolia, China. — *Geol. Bull. China*. 21: 581–591.
- Saks V.N., Meledina S.V., Mesezhnikov M.S. et al. 1976. *Stratigrafiya yurskoy sistemy Severa SSSR* [Stratigraphy of the Jurassic system of the North of the USSR]. Moscow. 436 p. (In Russ.).
- Samylnina V.A. 1963. *Mezozoyskaya flora nizhnego techeniya r. Aldan* [Mesozoic flora of the lower course of the Aldan River]. — In: *Paleobotanika. Vyp. IV. Leningrad*. P. 57–139 (In Russ.).
- Samylnina V.A., 1964. *Mezozoyskaya flora levoberezhia r. Kolymy (Zyryanskiy ugolnyy basseyn)*. Part I. *Khvoshchovyye, paprotniki, tsikadovyye, bennettitovyye* [Mesozoic flora from the left bank of the Kolyma River (Zyryansk coal-bearing basin)]. Part I. *Horsetails, ferns, cycads, bennettitaleans*. — In: *Paleobotanika. Vyp. V. Leningrad*. P. 39–79 (In Russ.).
- Samylnina V.A. 1967. *Mezozoyskaya flora levoberezhia r. Kolymy (Zyryanskiy ugolnyy basseyn)*. Part II. *Ginkgovyye. Khvoynyye. Obshchiye glavy*. [Mesozoic flora of the left bank of the Kolyma River (Zyryansk Coal Basin)]. Part II. *Ginkgoales, Coniferales. General chapters*. — In: *Palaeobotanica. Vyp. VI. Leningrad*. P. 135–168 (In Russ.).
- Samylnina V.A., Kiritchkova A.I. 1991. The genus *Czekanowskia* (Systematics, History, Distribution and Stratigraphic Significance). Leningrad. 139 p. (In Russ.).
- Searle M.P., Windley B.F., Cowald M.P., Coper D.J.W., Rex A.J. et al. 1987. The closing of the Tethys and the tectonic of the Himalaya. — *GSA Bulletin*. 98 (6): 678–701.
[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1987\)98<678:TCOTAT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1987)98<678:TCOTAT>2.0.CO;2)
- Sevryugin N.N., Doludenko M.P., Kiritchkova A.I., Sakulina G.V., Fedorenko O.A., Fokina N.I. 1989. *Stratigrafiya i flora yurskikh otlozheniy khrebt Karatau (Yuzhnyy Kazakhstan)* [Stratigraphy and flora of the Jurassic deposits of the Karatau Ridge (South Kazakhstan)]. Moscow. 58 p. (In Russ.).
- Shen Y., Shen P., Huang D. 2003. Age of the fossil conifers from Daohugou of Ningcheng, Inner Mongolia. — *J. Stratigr.* 27: 311–314.
- Shuvalov V.F. 1995. New data on the stratigraphy of the Jurassic coal-bearing strata in the north of Mongolia. — *Stratigraphy and Geological Correlation*. 3 (3): 128–133.
- Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Devyatov V.P., Ilyina V.I., Meledina S.V., Gaydeburova E.A., Dzyuba O.S., Kazakov A.M., Mogutcheva N.K. 2000: Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. — *Jurassic System. Novosibirsk*. 480 p. (In Russ.).
- Slastenov U.L. 1973. *Stratigrafiya mezozoyskikh otlozheniy Vilyuyskoy sineklizy i prilgayushchikh rayonov Priverkhoyanskogo progiba*. [Stratigraphy of the Mesozoic deposits of the Vilyui syncline and adjacent areas of the Verkhoyansk trough]. — In: *Neftegazonosnost Zapadnoy Yakutii. Novosibirsk*. P. 34–45 (In Russ.).
- Srebrodolskaya I.N. 1984. *Novyye dannyye o pozdneyurskoy flore Zabaikalia*. [New data on the Late Jurassic flora of Transbaikalia]. — In: *Materialy po stratigrafii i paleogeografii Vostochnoi Azii. Vladivostok*. P. 40–46 (In Russ.).
- Sun C.L. 1992. The division of the Early Jurassic floristic province of the Eurasia continent. — *Journ. Changchun Univ. Earth Sci.* P. 178–187 (In Chinese with English abstract).
- Sun G., Miao Y., Mosbrugger V., Ashraf A.R. 2010. The Upper Triassic to Middle Jurassic strata and floras of the Junggar basin, Xinjiang, Northwest China. — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 90 (3): 203–214. <https://doi.org/10.1007/s12549-010-0039-8>
- Sun G., Zheng S., Dilcher D.L., Wang Y., Mei S. 2001. Early Angiosperms and their associated plants from Western Liaoning, China. Shanghai. 227 p.
- Sze H.C. 1949. Die mesozoische Flora aus der Hsiangchi Kohlen Serie in Westhupeh. — *Palaeontol. Sinica. A.* (2): 1–71.
- Triassic and Jurassic of the Sikhote-Alin. Book II. Volcanosedimentary assemblages, paleobiogeography. 2008. Vladivostok. 297 p. (In Russ.).
- Troitsky V.I., Gomolitzky N.P. 1996. Jurassic continental deposits of Middle Asia. — *Museum Northern Arizona Bulletin*. 60: 415–419.
- Vakhrameev V.A. 1958. *Stratigrafiya i iskopayemaya flora yurskikh i melovykh otlozheniy Vilyuyskoy vpadiny i prilgayushchey chasti Priverkhoyanskogo kravevogo progiba* [Stratigraphy and fossil flora of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Vilyui depression and the adjacent part of the Verkhoyansk marginal foredeep]. Moscow. 136 p. (In Russ.).
- Vakhrameev V.A. 1964. Jurassic and Early Cretaceous floras of Eurasia and the paleofloristic provinces of this period. Moscow. 261 p. (In Russ.).
- Vakhrameev V.A. 1988. *Yurskie i melovyye flory i klimaty Zemli* [Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth]. Moscow. 214 p. (In Russ.).
- Vakhrameev V.A. 1991. *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth*. Cambridge. 318 p.
- Vakhrameev V.A., Dobruskina I.A., Zaklinskaya E.D., Meyen S.V. 1970. *Paleozoyskie i mezozoyskie flory Evrazii i fitogeografiya etogo vremeni* [Paleozoic and Mesozoic floras of Eurasia and the phytogeography of that period]. Moscow. 423 p. (In Russ.).
- Vakhrameev V.A., Doludenko M.P. 1961. *Verkhneyurskaya i nizhnemelovaya flora Bureinskogo basseina i yeye znachenie dlya stratigrafii*. [Upper Jurassic and Lower Cretaceous floras of the Bureya Basin and its significance for stratigraphy]. Moscow. 136 p. (In Russ.).
- Valdes P.L., Sellwood B.W. 1992. A palaeoclimate model for the Kimmeridgian, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 95 (1–2): 47–72.
- Vassilevskaya N.D. 1959. *Stratigrafiya i flora mezozoyskikh uglenosnykh otlozheniy Sangarskogo rayona (Lenskiy uglenosnyy basseyn)* [Stratigraphy and flora of the Mesozoic coal-bearing deposits of the Sangarsky region (Lena Coal Basin)]. Leningrad. P. 17–43 (In Russ.).

- Vlasov V.M., Markovich E.M. 1979. Korrelyatsiya yurskikh i nizhnemelovykh otlozheniy vostochnoy chasti Yuzhno-Yakutskogo ugol'nogo basseyna [Correlation of Jurassic and Lower Cretaceous deposits of the eastern part of the South Yakutsk coal basin]. — *Sov. Geology* 1: 72–81 (In Russ.).
- Wang Y., Ken S., Zhang W., Sheng S. 2006. Biodiversity and paleoclimate of the Middle Jurassic floras from the Tiaojishan Formation in western Liaoning, China. — *Progr. Nat. Sci.* 16: 222–230.
- Wang Y., Mosbrugger V., Zhang H. 2005. Early to Middle Jurassic vegetation and climatic events in Qaidam Basin, Northwest China. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 224: 200–216. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.03.035>
- Watson M.P., Hayward A.B., Parkinson D.N., Zhang Z.M. 1987. Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition onshore China. — *Marine and Petroleum Geology*. 4 (3): 205–225. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(87\)90045-6](https://doi.org/10.1016/0264-8172(87)90045-6)
- Zakharov V.A., Mesezhnikov M.S., Ronkina Z.Z., Repin Yu.S., Chirva S.A., Shurygin B.N. et al. 1983. *Palaeogeografiya severa SSSR v yurskom periode* [Paleogeography of the north of the USSR in the Jurassic period]. Novosibirsk. 190 p. (In Russ.).
- Zhang W., Zheng S. 1987. Early Mesozoic fossil plants western Liaoning, Northeast China. — In: *Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology of Western Liaoning*. Geological Publishing House. P. 239–338 (In Chinese).
- Zhou Z.Y. 1995. Jurassic Floras. — In: *Fossil flora of China through the Geological Ages*. Chapter 8. Guangzhou. P. 343–410.
- Zinchenko V.N., Kirina T.I., Repin Yu.S. 1978. Yurskiye otlozheniya pravoberezh'ya Leny (Zhiganskiy rayon) [Jurassic deposits of the right bank of the Lena (Zhigansky district)]. — In: *Novyye dannyye po stratigrafii i faune yury i mela Sibiri*. Novosibirsk. P. 56–70 (In Russ.).