

## ПРИСАЯНСКАЯ СВИТА (нижняя и средняя юра) ИРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА: НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЛИТО- И ФИТОСТРАТИГРАФИИ

А.О. Фролов<sup>1</sup>, С.В. Иванцов<sup>2</sup>, И.В. Афонин<sup>2</sup>, И.М. Машук<sup>1</sup>, К.П. Лялюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный университет, 634050, Томск, просп. Ленина, 36, Россия

Необходимость детальных био- и литостратиграфических исследований присаянской свиты продиктована отсутствием у нее стратотипического разреза. В связи с этим существуют различные представления о стратиграфическом объеме присаянской свиты. В результате проведенных исследований предложен лектостратотипический разрез, вскрывающий присаянскую свиту в полном объеме. На основе литологических критериев в составе свиты выделены: нижняя (усть-балейская), средняя (иданская) и верхняя (суховская) подсвиты. Проведена стратиграфическая корреляция присаянской свиты с одновозрастными отложениями Западно-Сибирской плиты. В Западной Сибири и Иркутском бассейне для ранней и средней юры установлены общие тенденции развития типичных представителей флоры Сибирской палеофлористической области.

Наблюдаемые тенденции позволяют сопоставить слои с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana* из нижней подсвиты с флористическим комплексом шараповского горизонта. Слои с *Coniopteris snigirevskiae* из средней подсвиты сопоставимы с комплексом надояхского горизонта. Верхняя подсвита, содержащая слои с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis*, соответствует комплексу лайдинского горизонта Западной Сибири. Палинокомплекс (ПК) присаянский-1 из нижней и средней подсвит сопоставлен с палинозонами 5—7 Западной Сибири. ПК присаянский-2, установленный в верхней подсвите, соответствует палинозоне 8 Западной Сибири. На основании палеоботанических и палинологических данных стратиграфический объем присаянской свиты определяется в рамках нижней—средней юры (верхи верхнего плинсбаха—аален). В статье рассмотрена история формирования присаянской свиты, эволюция палеорельефа и растительного покрова.

*Нижнесреднеюрские отложения, стратиграфия, стратотип, лектостратотип, флористический комплекс, палинологический комплекс, присаянская свита, Иркутский бассейн, Сибирская платформа*

## THE PRISAYAN FORMATION (Lower and Middle Jurassic) OF THE IRKUTSK COAL BASIN: NEW DATA ON LITHO- AND PHYTOSTRATIGRAPHY

A.O. Frolov, S.V. Ivantsov, I.V. Afonin, I.M. Mashchuk, K.P. Lyalyuk

The demand for detailed bio- and lithostratigraphic research of the Prisayan Formation is significant because of the lack of its stratotype section. This leads to confusion about the meaning of the stratigraphic volume of the Prisayan Formation. On the basis of the results of a comprehensive research, a lectostratotype section that covers the whole section of the Prisayan Formation is proposed. The following three subformations are identified in the formation on the basis of lithological criteria: lower (Ust-Balei), middle (Idansk), and upper (Sukhov). Stratigraphic correlation of the Prisayan Formation with the coeval deposits of the West Siberian Plate is carried out. The common development trends of typical units of the flora of the Siberian paleofloral region are revealed in West Siberia and the Irkutsk Basin. The observed tendencies make it possible to compare the beds with *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana* from the lower subformation with the fossil plant assemblage of the Sharapovo Horizon; the beds with *Coniopteris snigirevskiae* from the middle subformation with the fossil plant assemblage of the Nadoyakh Horizon; and the beds with *Raphaelia diamensis* and *Phoenicopsis irkutensis* with the fossil plant assemblage of the Laidin Horizon of West Siberia. The Prisayan-1 palynoassemblage (PA) from the lower and middle subformations correlate with palynozones 5–7 of West Siberia. The Prisayan-2 PA corresponds to palynozone 8 of West Siberia. The paleobotanical and palynological data suggest that the stratigraphic volume of the Prisayan Formation is the upper Pliensbachian–Aalenian of the Lower–Middle Jurassic. This paper touches upon the history of accumulation of the Prisayan Formation, as well as the evolution of the paleorelief and vegetation.

*Lower and Middle Jurassic deposits, stratigraphy, stratotype, lectostratotype, fossil plant assemblage, palynological assemblage, Prisayan Formation, Irkutsk Basin, Siberian Craton*

## ВВЕДЕНИЕ

Со второй половины XIX столетия ниже- и среднеюрские отложения Иркутского угольного бассейна неоднократно являлись предметом детального изучения. Первые достоверные сведения о юрских отложениях юга Сибирской платформы изложены в работах А.Л. Чекановского [1874], И.Д. Черского [1888] и В.А. Обручева [1890].

Стратиграфии юрских отложений посвящены многочисленные публикации [Коровин, 1922; Жемчужников, 1925; Деев, 1957; Виниченко и др., 1963; Тимофеев, 1963; Одинцова и др., 1967; Анкудинова и др., 1982; Киричкова, Травина, 2000; Скобло и др., 2001; Акулов и др., 2015; Киричкова и др., 2016а, 2017а, б; Frolov et al., 2017; Аржанникова и др., 2018; Фролов, Машук, 2018а]. Сведения о юрской флоре бассейна приведены в работах [Геер, 1878; Хахлов, 1924; Ермолаев, 1959; Принада, 1962; Долуденко, Рассказова, 1972; Krassilov, Bugdaeva, 1988; Киричкова, Травина, 1993; Киричкова и др., 1999, 2016б, 2018; Фролов, 2012; Фролов, Машук, 2014, 2015, 2016а–в, 2018б; Frolov, Mashchuk, 2014, 2020; Nosova et al., 2017; Носова и др., 2017; Носова, Киричкова, 2018].

Несмотря на большое число публикаций, посвященных изучению флоры и вмещающих ее пород, до настоящего времени отсутствует единая точка зрения на стратиграфию юрских отложений Иркутского угольного бассейна и, в частности, на объем присаянской свиты (табл. 1).

Присаянская свита согласно перекрывает черемховскую. Ранее в составе присаянской свиты различали нижнюю (суховскую) и верхнюю (кудинскую) фации [Деев, 1957]. Позднее взгляды на стратиграфический объем свиты разделились. Одни исследователи в составе присаянской свиты рассматривали нижнюю (усть-балейскую) и верхнюю подсвиты. В составе верхней подсвиты выделяли две пачки: нижнюю (иданскую) и верхнюю (суховскую). Кудинская фация стала рассматриваться в качестве самостоятельной свиты [Файнштейн, Виниченко, 1971]. Другие исследователи выделяли в составе присаянской свиты две подсвиты: иданскую и суховскую, а усть-балейскую подсвиту относили к черемховской свите [Одинцова и др., 1967]. В таком объеме свита была принята в 1978 г. МСК [Решения..., 1981]. Стратотип присаянской свиты в ее новом понимании не был указан в Решениях МСК [1981]. Это касается стратотипов черемховской и кудинской свит. Таким образом, был нарушен п. 12 Стратиграфического кодекса СССР [Жамойда и др., 1977, с. 48]: «Выделение стратотипа обязательно для свиты». Стратиграфический кодекс России [2019, с. 27] сохраняет это требование в статье V.9 параграфа 1. Из вышеизложенного следует, что принятая в 1978 г. схема стратиграфии юрских отложений Иркутского бассейна оказалась недостаточно обоснованной.

Отсутствие стратотипов привело к произвольному пониманию стратиграфического объема присаянской свиты. На сегодняшний день одни исследователи придерживаются точки зрения, принятой МСК [Анкудинова и др., 1982; Акулов и др., 2015; Михеева и др., 2017; Frolov et al., 2017], другие — рассматривают в составе присаянской свиты усть-балейскую подсвиту [Скобло и др., 2001]. В последние годы особую актуальность приобрел вопрос самостоятельности усть-балейской подсвиты. Ряд исследователей предлагают рассматривать эту толщу в составе нижней (иданской) подсвиты присаянской свиты [Киричкова и др., 2016а, 2017а, б]. Кроме того, одни и те же хорошо изученные разрезы разными авторами относятся к разным свитам: обнажения у пос. Смоленщина, на Кайской горе и Иркутском водохранилище относят то к верхней подсвите присаянской свиты [Скобло и др., 2001; Акулов и др., 2015; Киричкова и др., 2016б; Фролов, Машук, 2018а, б], то к верхней подсвите черемховской свиты [Киричкова, Травина, 2000]. Мы считаем, что данная ситуация напрямую обусловлена отсутствием у присаянской свиты стратотипического разреза.

Ранее в качестве стратотипических приводились следующие разрезы присаянской свиты: на правом берегу р. Ангара, у пос. Усть-Балей — для нижней (усть-балейской) подсвиты, на м. Идан — для иданской подсвиты, на м. Суховской — для суховской подсвиты. В настоящий момент эти разрезы не могут быть использованы в качестве стратотипических, поскольку не отвечают требованиям Стратиграфического кодекса России [2019] — вскрывают присаянскую свиту в неполном объеме.

Использование накопленных биостратиграфических данных для решения этого вопроса сталкивается с рядом трудностей. Во-первых, долгое время возраст юрских отложений Иркутского бассейна определялся по результатам палинологического изучения кернового материала многочисленных скважин. В одних публикациях приведены детальные описания палинологических комплексов без привязки к конкретным разрезам и слоям [Одинцова и др., 1967; Гутова, Ильина, 1969; Решения..., 1981; Анкудинова и др., 1982], в других — палинопробы привязаны к разрезам скважин, но отсутствует описание самих комплексов [Скобло и др., 2001]. В связи с этим невозможно использовать опубликованные материалы для увязки новых палинологических и палеоботанических данных, полученных нами из естественных обнажений. Во-вторых, керновый материал опубликованных скважин утерян, что делает невозможным провести их повторное изучение. В-третьих, новый керновый материал, вскрывающий иркутскую юру, отсутствует.

В связи с изложенным выше, возникает необходимость установления стратотипического разреза для присаянской свиты. Для достижения этой цели нами проведены литолого-стратиграфические, палеоботанические и палинологические исследования естественных выходов этой свиты.

Таблица 1. Сопоставление стратиграфических схем юрских отложений Иркутского угольного бассейна по данным исследований разных годов

| Ю р с к а я             |  |                               |  |                       |  |                   |  |                       |  | С р е д н и й     |  | Система           |  |
|-------------------------|--|-------------------------------|--|-----------------------|--|-------------------|--|-----------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|
| Н и ж н и й             |  |                               |  | А л е н с к и й       |  |                   |  | Б а й о с с к и й     |  |                   |  | Отдел             |  |
| П л и н с б а х с к и й |  | Т о а р с к и й               |  | Д а б а т о к с к и й |  | И р к у т с к и й |  | П р и с а я н с к и й |  | Я р у с           |  | Ярус              |  |
| П о д с т и л а ю щ и е |  | Б о л ь ш е р е ч е н с к а я |  | Д а б а т о к с а я   |  | И р к у т с к а я |  | П р и с а я н с к а я |  | Ф а ц и я         |  | [Данилович, 1941] |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub> |  |
| AR-PR                   |  | AR-Є <sub>1</sub>             |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub>1</sub> |  | AR-Є <sub>1</sub>     |  | AR-Є <sub></sub>  |  |                   |  |

## ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Присянская свита в полном объеме сохранилась только в Прииркутской впадине, поэтому поиски стратотипического разреза проводились именно в рамках этой территории. Согласно геологической карте, в обнажениях, расположенных на правом берегу р. Ангара от пос. Олонки до Иркутска, можно наблюдать последовательную смену черемховской, присаянской и кудинской свит [Государственная..., 2009]. Проведены детальные исследования выходов юрских отложений на берегах р. Ангара и Иркутского водохранилища (рис. 1). В течение полевых сезонов 2016—2020 гг. нами изучено 33 разреза присаянской свиты. Детальные литологические описания некоторых разрезов и их палеоботаническая характеристика опубликованы нами ранее [Акулов и др., 2015; Михеева и др., 2017; Frolov et al., 2017; Аржанникова и др., 2018; Фролов, Машук, 2018a]. Для установления стратиграфических границ присаянской свиты и взаимоотношений между ее подсвитами, использовано описание опорной скважины С-6, расположенной в долине р. Куда у пос. Хомутово (N 52°26'25", E 104°24'41"), опубликованное в работе В.М. Скобло с соавторами [2001]. В интервале 371—40 м данной скважины присутствуют все подсвиты присаянской свиты, обладающие характерным набором пород, читаются литологические границы между подстилающими и перекрывающими свиту отложениями (рис. 2).

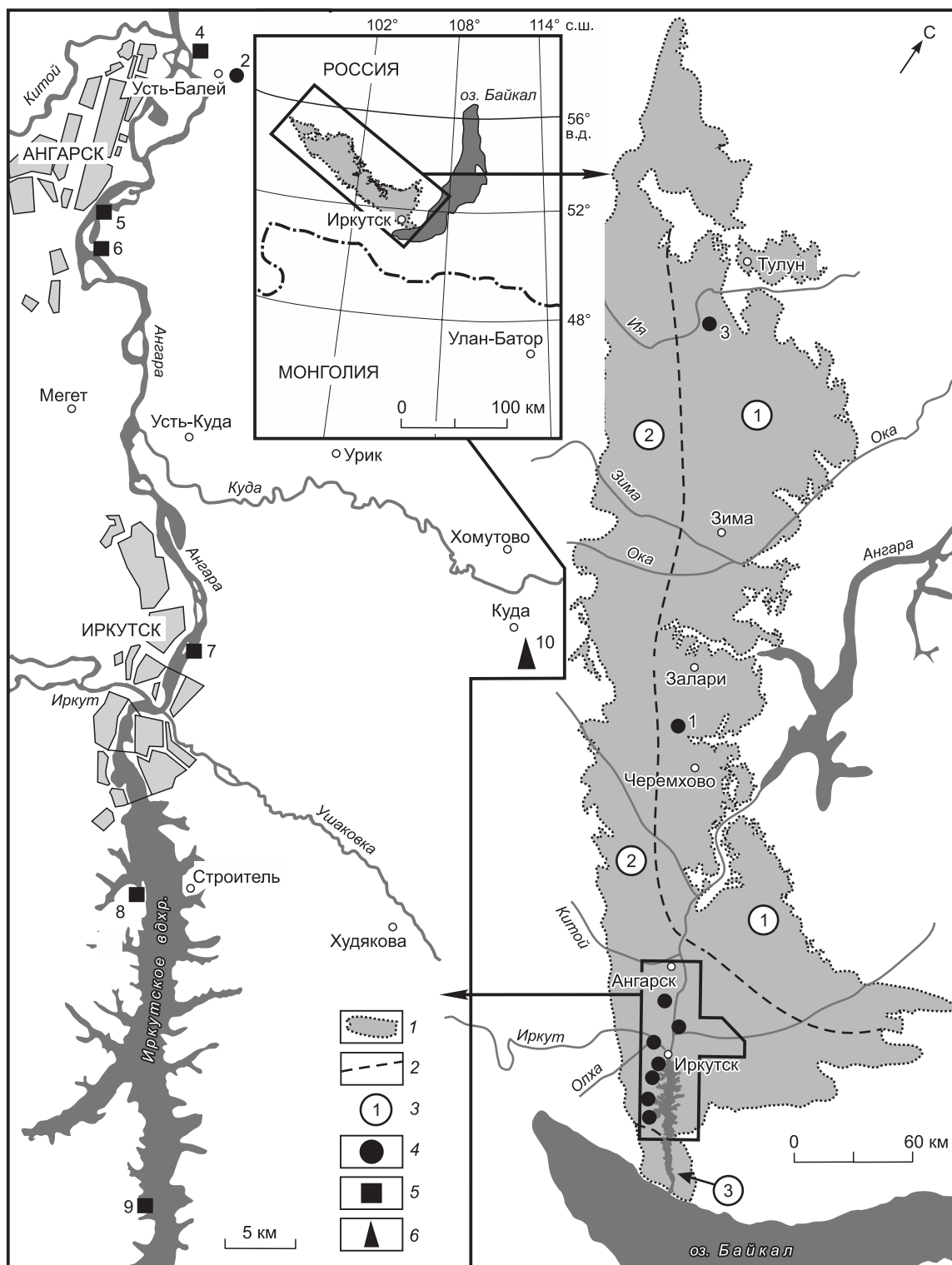
Определение минералогического состава проводилось рентгеноструктурным методом с помощью дифрактометра X'PERT PRO (PANalytical). Определение микроэлементного состава проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) — Agilent 7500 CX, определение породообразующих оксидов — атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) на приборе iCAP 7400 Thermo Fisher Scientific. Аналитические исследования проведены на базе Центра коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» (ТГУ, г. Томск).

Для анализа петрогеохимических особенностей пород были использованы следующие критерии: CIA, CIW, ICV — индексы химического выветривания и изменения состава [Nesbitt, Young, 1982; Harnois, 1988; Visser, Young, 1990; Cox et al., 1995]; классификационные диаграммы Ф. Петтиджона, М. Херрона [Петтиджон и др., 1976; Herron, 1988]; отношения Th/Sc, La/Sc, La/Co, Cr/Zr, Th/Co, Th/Cr, Co/Ni и диаграммы Hf—Co—Th и Th—La—Sc, характеризующие вещественный состав петрофонда [Wronkiewicz, Condie, 1987, 1990; Тейлор, МакЛеннан, 1988; Маслов, 2005]; Ti/Zr — параметр удаленности области осадконакопления от источника сноса [Маслов, 2005].

Химическая обработка листовых кутикул осуществлялась по стандартной методике в смеси Шульце [Крейзель, 1932] с использованием оборудования ЦКП «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН (г. Иркутск). Микропрепараты изучались с использованием светового микроскопа Микромед 3 Led M, оснащенного цифровым видеоокуляром TopCam 8.0 MP, и электронного сканирующего микроскопа Philips' SEM 525-M (ОЦКП «Ультрамикрoанализ», Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск). Всего изучено 110 препаратов с развертками листовых кутикул. Палеоботанический материал, характеризующий разрезы лектостратотипа присаянской свиты (коллекции № У-Б-2008, Ст-2010, Ст-2011, Тп-2011, У-Б-2014, Ст-2014, Ст-2015, ВДХР-2015, ВДХР-2017, Тп-2018, См-2018, Им-2018), хранится в Институте земной коры СО РАН (г. Иркутск).

Фитостратиграфическая шкала юрских отложений Западной Сибири, принятая МРСС [Решение..., 2004], основана на закономерностях распространения в разрезах споровых растений, среди которых особую роль играют представители родов *Neocalamites*, *Neokoretrophyllites*, *Clathropteris*, *Phleboteris*, *Todites*. Крайне редкая встречаемость остатков этих растений в юрских отложениях Иркутского бассейна не позволила провести надежное сопоставление со шкалой, принятой МРСС [Решение..., 2004]. В связи с этим при определении возраста присаянской свиты по макрофлористическим данным ранее [Фролов, Машук, 2018a] использовалась фитостратиграфическая шкала для юрских отложений Западной Сибири, предложенная А.И. Киричковой с соавторами [2005]. Данная шкала основана на закономерностях распространения в разрезе видов гинговых и лептострбовых, листовые кутикулы которых в большом количестве встречаются и в Иркутском бассейне. М.К. Могучевой [2009, 2014] были обобщены ранее опубликованные данные по макрофлоре Западной Сибири. В результате часть видов гинговых и лептострбовых вошли в состав флористических комплексов, принятых МРСС [Решение..., 2004]. С учетом работ М.К. Могучевой [2009, 2014] в настоящей статье проведено сопоставление макрофлористических комплексов Иркутского бассейна со шкалой для юрских отложений Западной Сибири, утвержденной МРСС [Решение..., 2004].

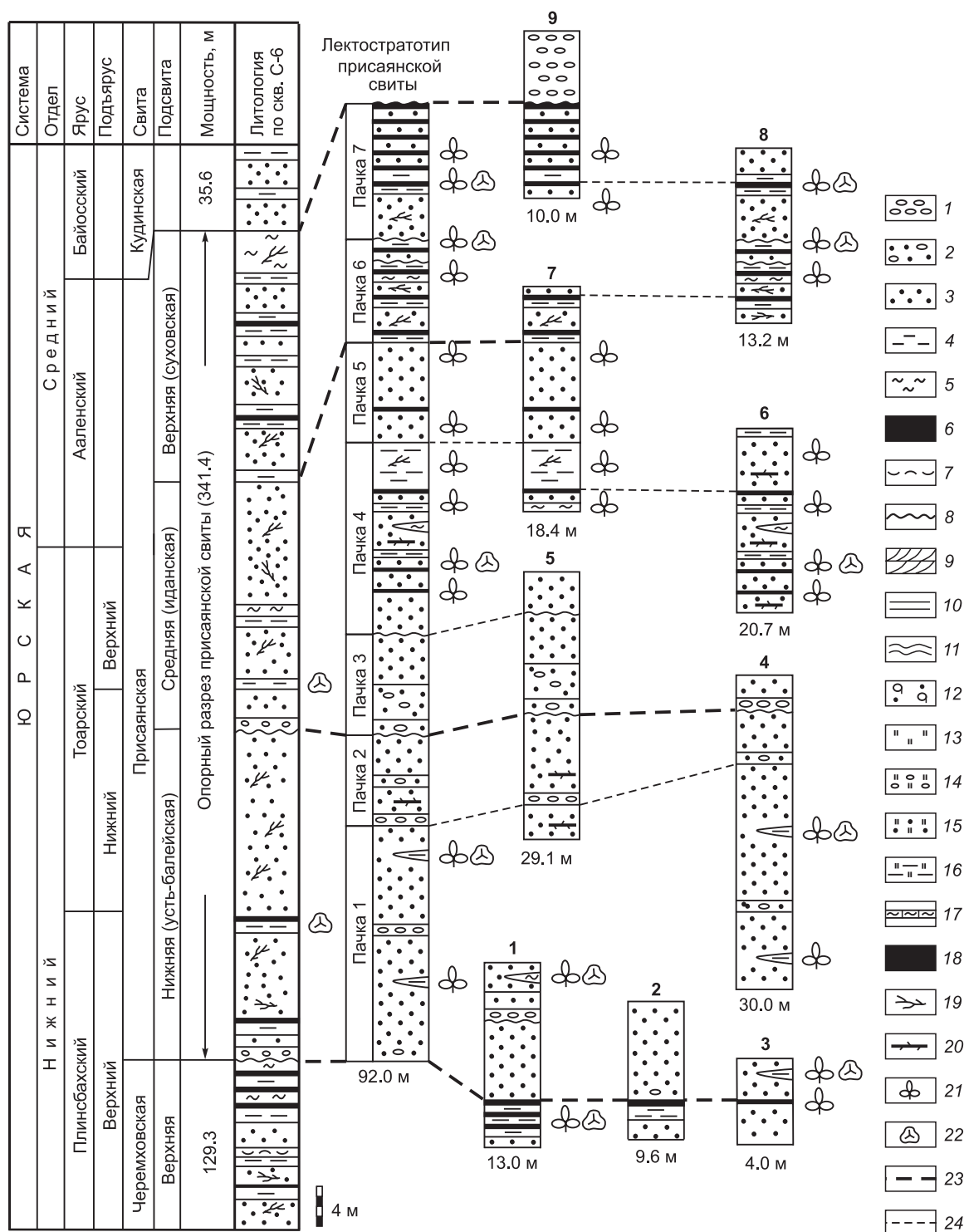
Из макрофлористически охарактеризованных слоев отобрано 30 палинологических проб. Для палинологического анализа дезинтеграция пород проводилась по щелочному методу Леннарта фон Поста, выделение органического компонента — по сепарационному методу В.П. Гричука [Пыльцевой анализ..., 1950]. Изучение палинологических проб проведено на базе Сибирского палеонтологического научного центра при Томском государственном университете (г. Томск) на микроскопах БИМАМ Р-11, Leica DM 2500. При описании палинологических комплексов используются следующие количественные показатели (%): обильно — более 20, много — от 10 до 20, значительно — от 5 до 10, сопутствующий — менее 5.



**Рис. 1. Карта-схема расположения изученных разрезов юрских отложений на территории Иркутского угольного бассейна.**

1 — контур распространения юрских отложений Иркутского угольного бассейна; 2 — граница структурно-фациальных зон (СФЗ); 3 — структурно-фациальные зоны: 1 — платформенного крыла, 2 — Присяянского прогиба, 3 — Ангаро-Котинской межгорной впадины; 4 — изученные разрезы, 5 — разрезы лектостратотипа присаянской свиты; 6 — опорный разрез присаянской свиты. Цифрами обозначены: 1 — разрез Головинского угольного месторождения; 2 — скв. С-2 у пос. Усть-Балей; 3 — разрез Азейского угольного месторождения; 4 — правый берег Ангары у пос. Усть-Балей; 5 — правый берег Ангары, Иданский мыс, 6 — правый берег Ангары, Суховской мыс; 7 — правый берег Ангары, падь Топка, напротив устья р. Топка; 8 — левый берег Иркутского водохранилища напротив садоводства «Строитель»; 9 — обнажение ВДХР-8; 10 — скв. С-6.





**Рис. 2. Корреляция естественных обнажений присаянской свиты с ее лектостратотипом.**

Нумерация разрезов приведена на рис. 1. 1–8 — литология: 1 — конгломераты, 2 — песчаники с прослоями галек, 3 — песчаники, 4 — алевролиты, 5 — аргиллиты, 6 — угли, 7 — туфы, 8 — эрозионный контакт; 9–11 — преобладающие типы слоистости (слоистости): 9 — косая, 10 — горизонтальная, 11 — волнистая; 12–18 — фации: 12 — отложения гравийно-песчаных осадков русла крупных равнинных рек, 13 — пойменные отложения речных долин, 14 — отложения алевроитопесчаных осадков приустьевой части поймы и ее паводковых вод, 15 — отложения глинистых и песчано-алевритовых осадков слабопроточной части поймы, 16 — отложения глинисто-алевритовых осадков застойных и слабoprоточных участков зарастающих озер, 17 — отложения глинисто-алевритовых слабоуглистых осадков застойных и слабoprоточных участков зарастающих озер, 18 — отложения торфяных болот; 19–22 — растительные остатки: 19 — растительный детрит, 20 — ископаемая древесина, 21 — растительные остатки, 22 — споры и пыльца; 23 — границы подсвит присаянской свиты, 24 — линии корреляции.

щие: мало — от 2 до 5, единично — менее 2 [Бойцова, 1977]. Палинологический материал хранится в Институте земной коры СО РАН (г. Иркутск), коллекция № ПР-2019.

Литолого-фациальный анализ отложений проведен с использованием методики, представленной В.П. Алексеевым [2007].

## ОПИСАНИЕ ПРИСАЯНСКОЙ СВИТЫ

Полевые работы, проведенные на опорных разрезах юрских отложений Иркутского угольного бассейна за последние два года, показали, что граница между промышленно угленосной и усть-балейской подсвитами черемховской свиты [Решения..., 1981] проводится по подошве слоя русловых песчаников, залегающих с разрывом на аргиллитах с угольными прослоями. Стратиграфически несогласная резкая смена озерно-болотных отложений мощной толщей русловых песчаников свидетельствует о начале нового седиментационного мегацикла [Файнштейн, Виниченко, 1971; Скобло и др., 2001]. О начале нового цикла седиментации свидетельствуют и результаты геохимических исследований, согласно которым усть-балейская подсвита существенно отличается от промышленно угленосной [Михеева, 2017]. Принимая во внимание вышеизложенные данные, мы рассматриваем в составе присаянской свиты нижнюю (усть-балейскую), среднюю (иданскую) и верхнюю (суховскую) подсвиты (см. табл. 1) [Фролов, Машук, 2018а].

Нижнеприсаянская подсвита развита преимущественно в южной и юго-восточной частях Иркутского бассейна, где с разрывом залегает на черемховской свите. Она представляет собой законченный мезоритм с мощной толщей песчаников русловых фаций в основании и перекрывающими их алевролитами, аргиллитами и углями. Угольные прослои не выдержаны по мощности и простиранию. Мощность нижнеприсаянской подсвиты достигает 100 м.

Среднеприсаянская подсвита широко распространена в юго-восточной части бассейна и имеет ритмичное строение. Характерным для ее разрезов является преобладание крупнозернистых, а иногда и гравелистых песчаников при подчиненном значении мелко- и тонкозернистых песчаников и алевролитов. В основании подсвиты залегают прослои конгломератов и гравелитов, по подошве которых проводится нижняя граница подсвиты. Кровлю подсвиты составляют песчанники мелко- и тонкозернистые, также характерно появление тонких (до 0.15 м) прослоев угля. Мощность подсвиты около 70 м.

Верхнеприсаянская подсвита сохранилась от эрозии только в Прииркутской впадине и имеет мощность около 50 м. Она является естественным седиментационным продолжением среднеприсаянской подсвиты и связана с ней постепенными переходами. В связи с этим нижняя граница верхнеприсаянской подсвиты не всегда отчетлива. Подсвита сложена ритмично чередующимися мелко- и тонкозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и прослоями угля незначительной мощности (0.1—0.3 м). Конгломераты кудинской свиты с разрывом перекрывают присаянскую свиту.

## ЛЕКТОСТРАТОТИП ПРИСАЯНСКОЙ СВИТЫ

В качестве лектостратотипа предлагается сводный разрез, составленный из шести естественных обнажений, расположенных в долине р. Ангара (см. рис. 2, 3):

- нижняя подсвита присаянской свиты вскрыта в обнажениях на правом берегу Ангара у пос. Усть-Балей (N 52°37'34", E 103°58'07", пачка 1) и м. Идан (N 52° 32'51.1", E 104°00'12.8", пачка 2);

- средняя подсвита прослежена на правом берегу Ангара в обнажениях Иданский мыс (N 52° 32'51.1", E 104°00' 12.8", пачка 3), Суховской мыс (N 52° 30' 18.3", E 103°59' 00.6", пачка 4) и в обнажениях в устье р. Топка (N 52°21'14", E 104°17'9", пачки 4 и 5);

- верхняя подсвита изучена в обнажениях в устье р. Топка (N 52°21'14", E 104°17'9", пачка 6), на левом берегу Иркутского водохранилища напротив садоводства «Строитель» (N 52°11'32", E 104°23'11", пачки 6 и 7). Верхняя граница присаянской свиты наблюдается в обнажении ВДХР-8 (N 52°02'40", E 104°34'16", пачка 7). Послойное описание приведенных выше разрезов опубликовано в работах [Акулов и др., 2015; Frolov et al., 2017; Фролов, Машук, 2018а]. Описание разреза лектостратотипа присаянской свиты приводится по пачкам (снизу вверх). Ввиду аллювиального генезиса свиты, выделяемые пачки не имеют корреляционного значения и не всегда могут быть представлены в полной мере в разных частях седиментационного бассейна. Они представляют слоистые ассоциации, отражающие определенные закономерности отдельных этапов развития присаянской свиты.

## Нижнеприсаянская подсвита

Мощность, м

*Пачка 1.* Песчанники желтовато-серые среднезернистые, косослоистые, в кровле пачки переходящие в горизонтально-слоистые. В основании пачки находится линза переслаивающихся зеленовато-серых горизонтально-слоистых алевролитов и аргиллитов. Мощность линзы около 1.8 м. В средней части пачки залегают крупнозернистые песчанники с прослоями галек (0.5 м). В кровле пачки расположена линза переслаивающихся алевро-



*l* — 1 — обилие растительных остатков в захоронениях: 1 — мало ( $< 10\%$ ), 2 — обычно ( $10-30\%$ ), 3 — содоминируют ( $40-60\%$ ), 4 — доминируют ( $70-90\%$  — листовые кровли). L — *Lycopodiopsida*, E — *Equisetopsida*, G — *Gymnospermae incertae sedis*. Остальные обозн. даны на рис. 2.

*l* — 1 — обилие растительных остатков в захоронениях: 1 — мало ( $< 10\%$ ), 2 — обычно ( $10-30\%$ ), 3 — содоминируют ( $40-60\%$ ), 4 — доминируют ( $70-90\%$  — листовые кровли). L — *Lycopodiopsida*, E — *Equisetopsida*, G — *Gymnospermae incertae sedis*. Остальные обозн. даны на рис. 2.



литов и аргиллитов мощностью около 2.3 м. Алевролиты и аргиллиты зеленовато-серого цвета с горизонтальной слоистостью. В обеих линзах обнаружены остатки растений хорошей сохранности: *Lycopodites tenerrimus* Heer, *L. trichiatus* Pryn. emend. A. Frol. et Mashch., *Phyllothea sibirica* Heer, *Coniopteris murrayana* (Brongn.) Brongn., *Ginkgo concinna* Heer, *G. sibirica* Heer., *Sphenobaiera czezanowskiana* (Heer) Florin, *Sorosaccus gracilis* Harris emend. Liu, Hueber, Li, Wang, *Czezanowskia rigida* Heer, *Leptostrobus laxiflora* Heer, *Elatides ovalis* Heer, *Ixostrobus heeri* Pryn., *Ixostrobus* sp., *Carpolithes deplanatus* Pryn., *C. cinctus* Nath., *Carpolithes* sp., *Samaropsis rotundata* Heer. В алевролитах верхней линзы выявлен палинокомплекс (ПК) присаянский-1. .... 19

**Пачка 2.** В основании пачки залегают серые косослоистые крупнозернистые песчаники с прослоями гравелитов и галечных конгломератов (0.6 м). В средней части разреза крупнозернистые песчаники содержат многочисленные фрагменты обугленной древесины. Верхняя часть пачки мощностью около 4 м представлена желтовато-серыми разномзернистыми песчаниками с косой слоистостью и прослоями галек. .... 9

### Среднеприсаянская подсвета

Мощность, м

**Пачка 3.** В основании подсветы с размывом залегают двухметровый пласт сильнолитифицированных светло-серых косослоистых гравелитов с прослоями галек. На гравелитах лежат сильнолитифицированные желтовато-серые крупнозернистые песчаники с косой слоистостью и многочисленными прослоями галек. Мощность пласта песчаников около 4 м. Верхняя часть пачки сложена переслаивающимися светло-серыми средне- и мелкозернистыми песчаниками с горизонтальной слоистостью. .... 10

**Пачка 4.** Песчаники серые мелкозернистые пологоволнистые и горизонтально-слоистые слюдитые мощностью до 7 м. В песчаниках в 4 м выше подошвы пачки залегают два маломощных (до 0.1 м) угольных прослоя. В основании угольных прослоев обнаружены растительные остатки: *Equisetites lateralis* (Phill.) Phill., *Equisetites* sp., *Radicitis* sp., *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *C. murrayana* (Brongn.) Brongn., *Coniopteris* sp., *Lobifolia* sp., *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cladophlebis* cf. *nebbensis* (Brongn.) Nath., *Cladophlebis* sp., *Raphaelia* cf. *diamensis* Sew., *Raphaelia* cf. *tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost., *Raphaelia* sp., *Czezanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Czezanowskia* (?) sp., *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., *Carpolithes heeri* Pryn. Здесь же выявлен палинокомплекс присаянский-1. Выше второго угольного пласта наблюдается ритмичное переслаивание светло-серых средне- и мелкозернистых пологоволнистых и горизонтально-слоистых слюдитых песчаников и серых горизонтально-слоистых алевролитов с линзами аргиллитов. В песчаниках обнаружены фрагменты окаменелой древесины, в алевролитах — редкие растительные остатки: *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. В кровле пачки залегают слюдитые горизонтально-слоистые алевролиты с обильным растительным детритом и многочисленными отпечатками растений: *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Cl. williamsonii* Brongn., *Cladophlebis* sp. cf. *Cl. kamenkensis* Thom., *Cladophlebis* sp., *Czezanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Podozamites* sp. cf. *P. eichwaldii* Pryn. var. *minor* Pryn., *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., *Ixostrobus* sp. .... 20

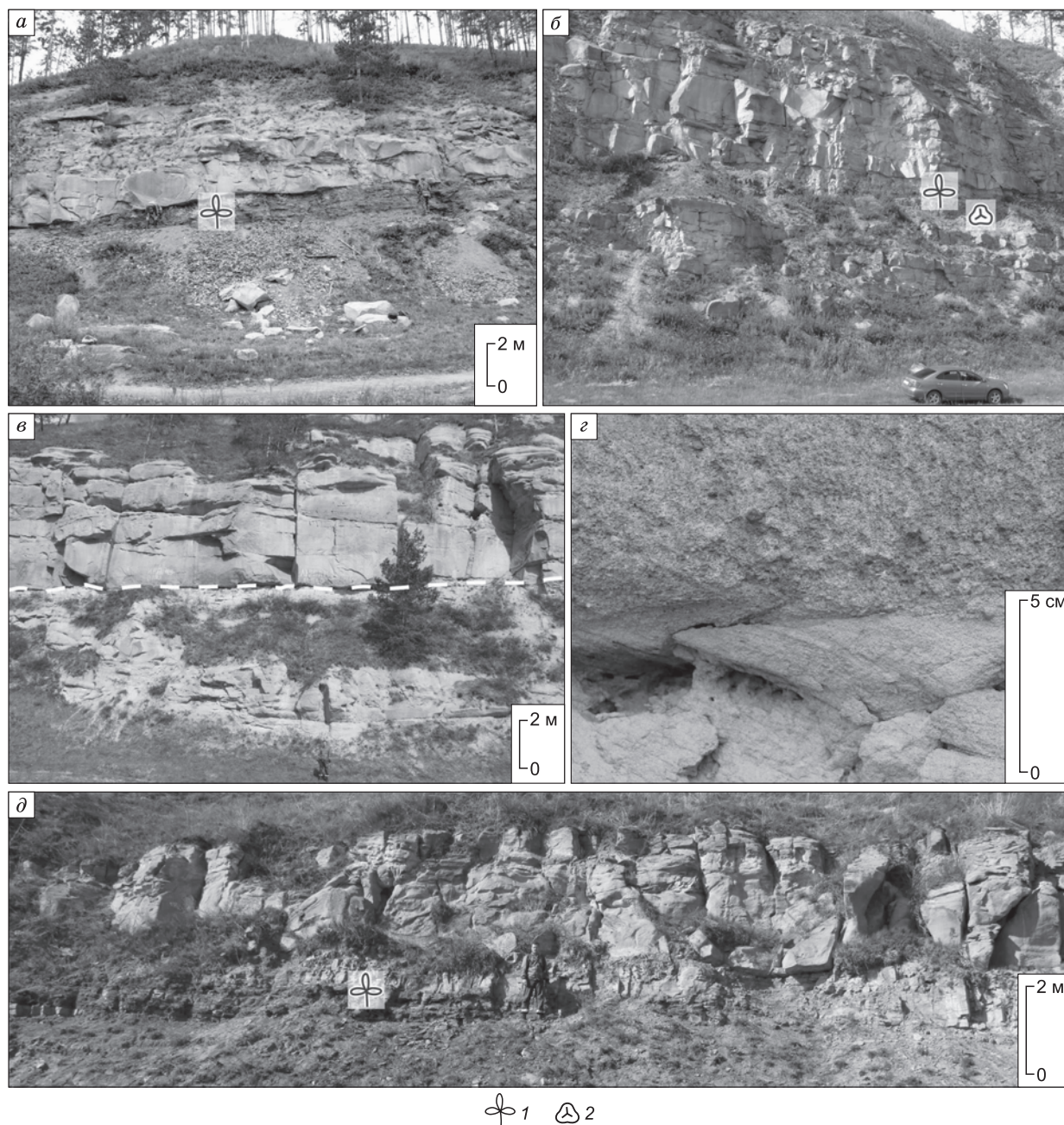
**Пачка 5.** Ритмичное переслаивание серых крупно-, средне- и мелкозернистых песчаников с косой и горизонтальной слоистостью. В трех метрах от подошвы пачки залегают маломощный (0.01 м) угольный прослой, в основании которого присутствуют остатки растений: *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cladophlebis* sp., *Czezanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. .... 10

### Верхнеприсаянская подсвета

Мощность, м

**Пачка 6.** Сложена ритмично-переслаивающимися серыми разномзернистыми косо- и горизонтально-слоистыми песчаниками, алевролитами и маломощными (до 0.3 м) прослоями углей. Горизонтальная слоистость пород подчеркнута обильным растительным детритом. В пачке содержатся четыре ритма мощностью до 2.5 м. В алевролитах и аргиллитах обнаружены многочисленные остатки растений хорошей сохранности: *Lycopodites baikalensis* A. Frol., *Equisetites* sp., *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *C. murrayana* (Brongn.) Brongn., *Coniopteris* sp., *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath., *Cl. williamsonii* Brongn., *Cl. haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Cladophlebis* sp., *Raphaelia diamensis* Sew., *R. tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost., *Raphaelia* sp., *Sphenobaiera* ex gr. *czezanowskiana* (Heer) Florin, *Pseudotorellia* cf. *ensiformis* (Heer) Dolud., *P. cf. paradoxa* Dolud., *Pseudotorellia* sp., *Czezanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Ph. irkutensis* Dolud. et Rasskaz., *Elatocladus manchuricus* (Yok.) Yabe, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., *Carpolithes* sp., *Schizolepis* sp. Здесь выявлен палинокомплекс присаянский-2. .... 11

**Пачка 7.** Основание пачки сложено среднезернистыми пологоволнистыми и горизонтально-слоистыми песчаниками с обильным растительным детритом и отпечатками растений: *Lycopodites baikalensis* A. Frol., *Coniopteris* sp., *Cladophlebis* cf. *nebbensis* (Brongn.) Nath., *Cladophlebis* sp., *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Ph. cognata* Kiritch., *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. Мощность песчаников около 5 м. Выше залегают серые средне- и мелкозернистые массивные плитчатые песчаники, ритмично-чередующиеся с углистыми горизонтально-слоистыми алевролитами и прослоями угля. Всего наблюдается шесть таких ритмов мощностью от 1 до 1.5 м. В аргиллитах обнаружены растительные остатки: *Lycopodites baikalensis* A. Frol., *Lycopodites* sp., *Hausmannia crenata* (Nath.) Maell., *Cladophlebis argutula* (Heer) Font., *Cl. kansiensis* Kost., *Cladophlebis* sp., *Raphaelia diamensis* Sew., *R. cf. tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost., *Czezanowskia* ex gr. *rigida* Heer, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., *Taxocladus ketovae* Tesl., *Carpolithes heeri* Tur.-Ket. Здесь выявлен палинокомплекс присаянский-2. .... 9



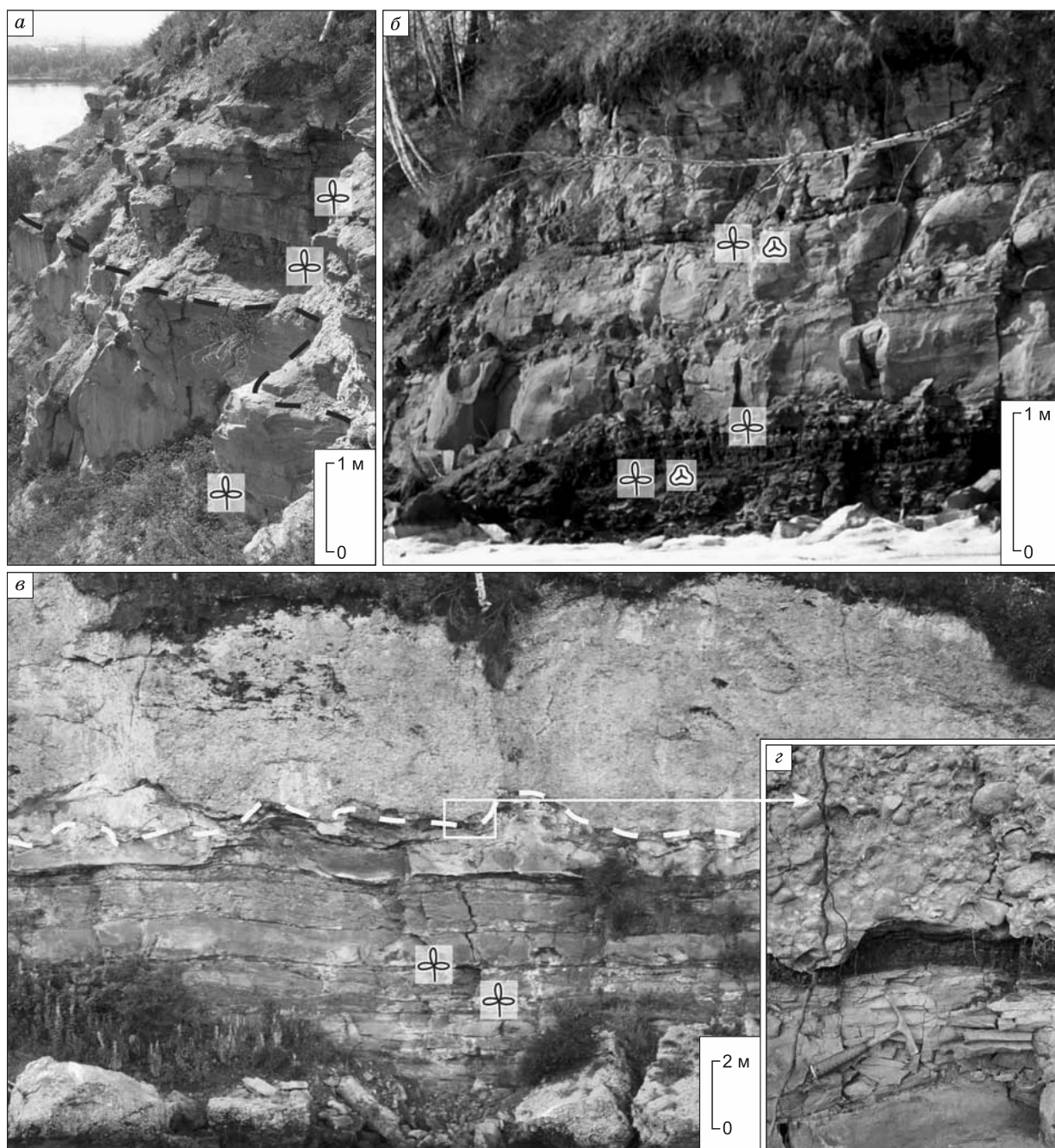
**Рис. 4. Разрезы лектостратотипа присаянской свиты на правом берегу р. Ангара.**

*а, б* — обнажение нижнеприсянской подсвиты у пос. Усть-Балей: *а* — нижняя алевролитовая линза, *б* — верхняя алевролитовая линза; *в* — обнажение на Иданском мысе. Пунктирной линией показана литологическая граница между нижнеприсянской и среднеприсянской подсвитами; *г* — литологическая граница между нижнеприсянской и среднеприсянской подсвитами крупным планом; *д* — обнажение на Суховском мысе. 1 — слои с растительными остатками, 2 — слои со спорами и пыльцой.

**Границы свиты.** В обнажении, расположенном на правом берегу Ангары у пос. Усть-Балей (пачка 1 лектостратотипа) (рис. 4, *а, б*), нижнеприсянская подсвита представлена русловыми песчаниками, которые прослежены в скв. С-2 пробуренной в пос. Усть-Балей в 500 м от данного обнажения (см. рис. 1). Таким образом, нижняя граница нижнеприсянской подсвиты проводится по подошве слоя русловых песчаников, залегающих с размывом на аргиллитах с угольными прослоями. Подобная резкая граница между черемховской и присаянской свитами вскрыта на Черемховском, Головинском и других угольных месторождениях (см. рис. 2).

Нижняя граница среднеприсянской подсвиты отчетливо прослеживается в обнажении Иданский мыс (см. рис. 4, *в, г*) и в ряде других разрезов, расположенных на правом берегу Ангары (см. рис. 2). Она





**Рис. 5. Разрезы лектостратотипа присаянской свиты.**

*а* — обнажение на правом берегу Ангары в устье р. Топка. Штриховой линией показана литологическая граница между среднеприсянской и верхнеприсянской подсвитами. *б* — обнажение на левом берегу Иркутского водохранилища напротив садоводства «Строитель». *в, г* — обнажение ВДХР-8 на левом берегу Иркутского водохранилища. *г* — литологическая граница между присаянской и кудинской свитами крупным планом. Остальные обозн. см. на рис 4.

резкая, с разрывом, проводится по подошве пласта светло-серых гравелитов с косой слоистостью и прослоями галек (основание пачки 3).

Граница между среднеприсянской и верхнеприсянской подсвитами не всегда отчетлива. Это связано с тем, что между подсвитами наблюдаются постепенные переходы, обусловленные постепенной сменой руслового режима осадконакопления на пойменный. Так, если среднеприсянская подсвита сложена преимущественно плитчатыми крупно- и среднезернистыми русловыми песчаниками с прослоями разрозненных галек (пачки 3 и 5), то верхнеприсянская подсвита выделяется в разрезе по частому ритмичному чередованию средне- и мелкозернистых песчаников, алевролитов и углей (пачки 6 и 7). Таким



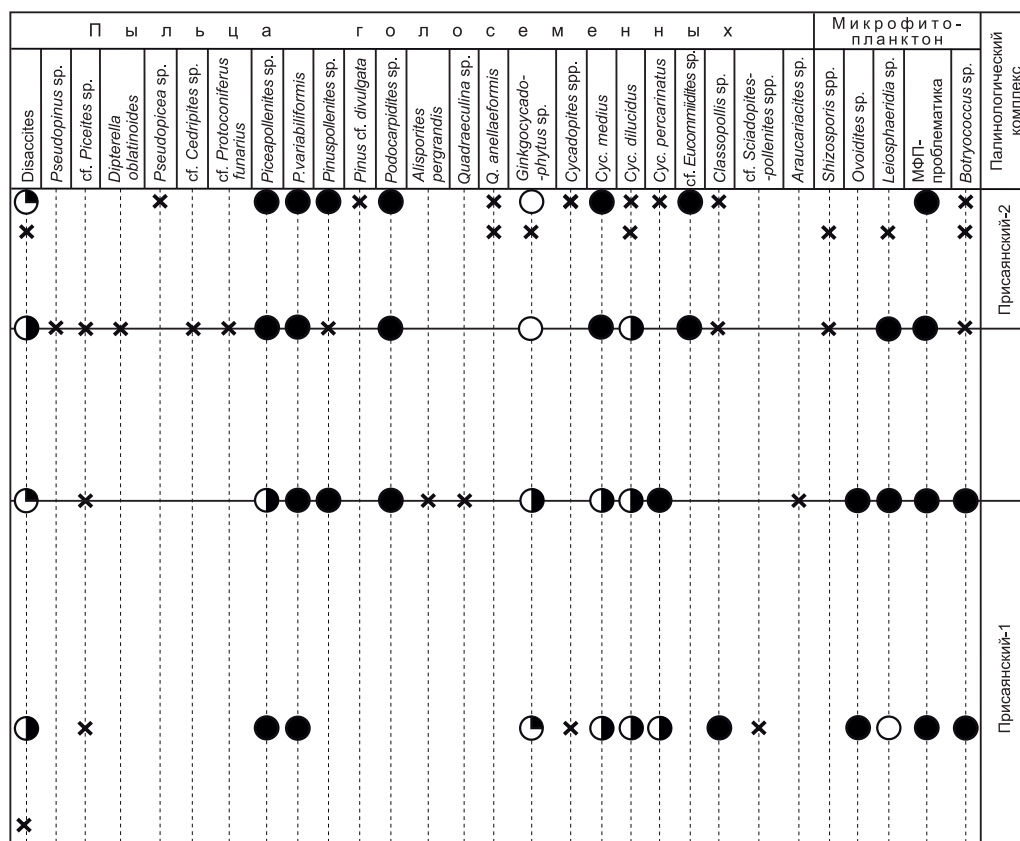


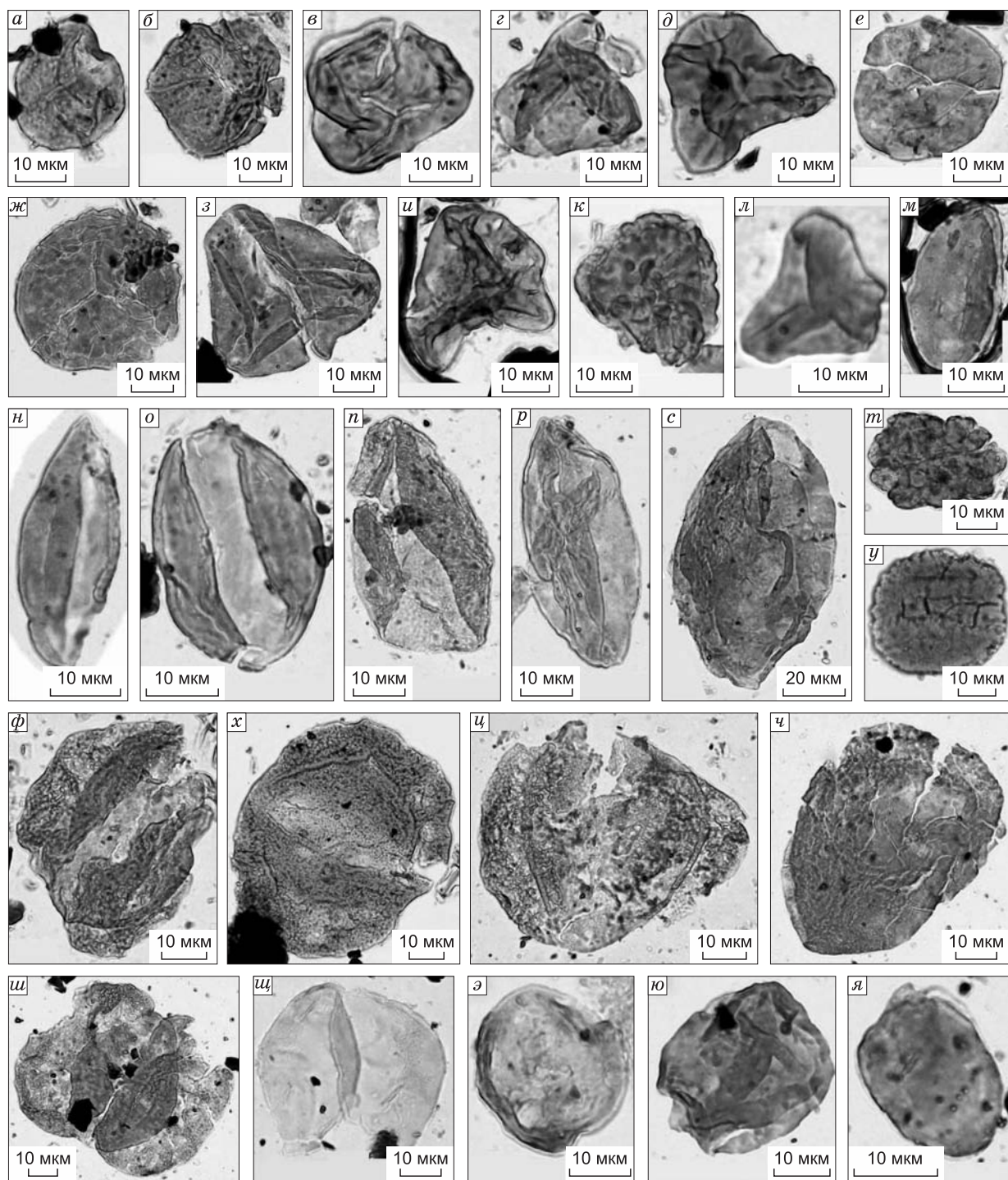
Рис. 6. (Окончание).

Однако в спектрах нижней и средней подсвет имеют некоторые различия. В нижнеприсяянской подсвете велико содержание пыльцы *Disaccites* (14—23 %), много микрофитопланктона (35 %), мало спор (13 %). Среди двухмешковой пыльцы постоянны *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites* sp. Спорадически встречаются *Classopollis* sp., *Dipterella oblatinoides* Mal., фрагменты пыльцевых зерен *Podocarpus per-magna* Bolch. Обильный микрофитопланктон представлен *Leiosphaeridia* sp. и крупными формами зигнемовых водорослей *Ovoidites* sp.

В спектрах среднеприсяянской подсветы среди пыльцы голосеменных преобладают двухмешковые формы (36 %), в том числе за счет *Piceapollenites* sp. (14 %), встречается *Quadracaulina* sp., увеличивается число спор (до 28 %), меньше микрофитопланктона (до 7 %). В группе спор по сравнению с нижнеприсяянской подсветой присутствует значительное количество *Leiotriletes* sp. и *Cyathidites* sp., относительно больше *Osmundacidites* sp., чаще встречаются представители теплолюбивых *Dipteridaceae*.

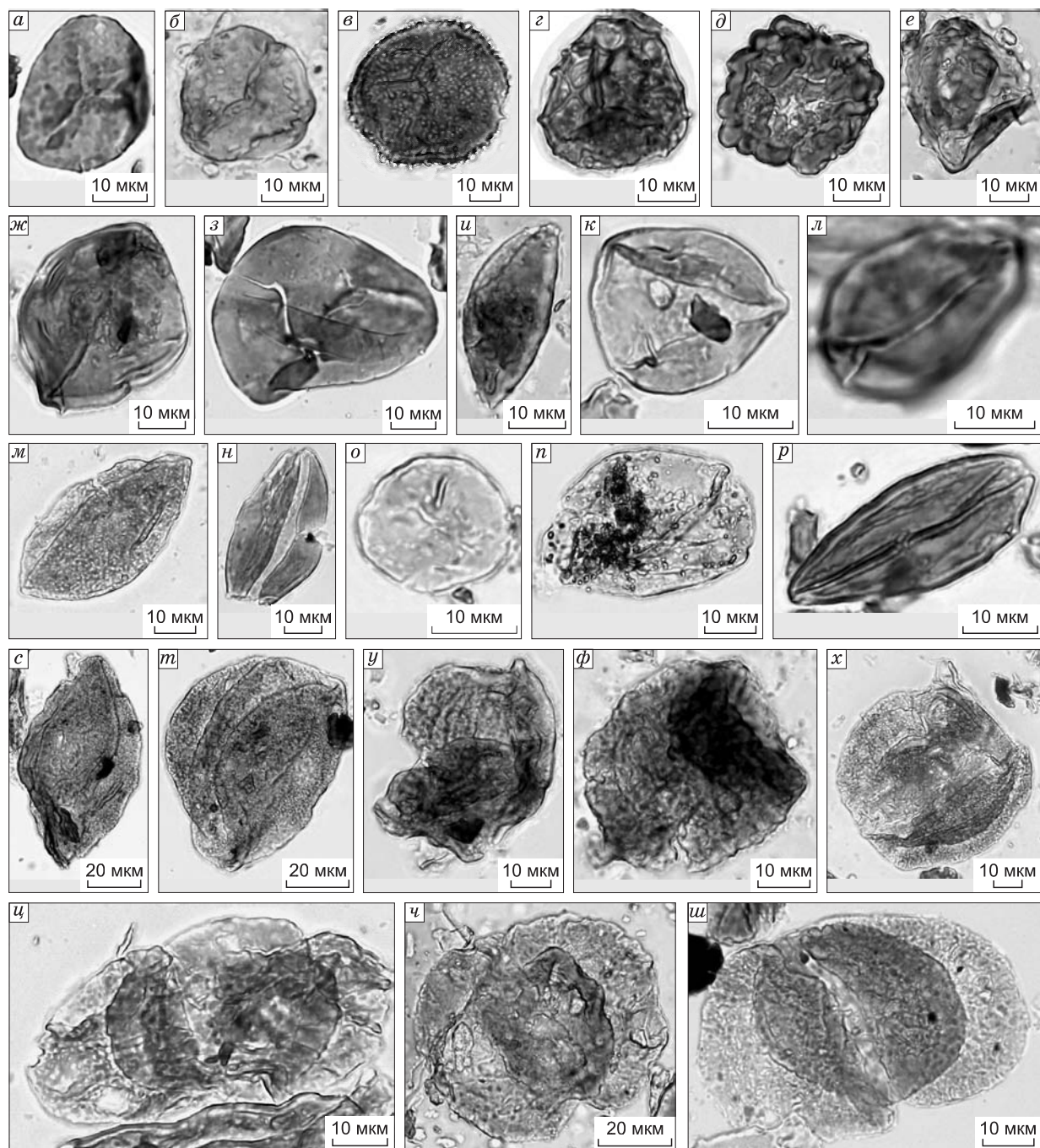
ПК присаянский-1 прослежен нами в нижнеприсяянской подсвете, вскрытой на разрабатываемых угольных месторождениях и естественных обнажениях на правом берегу Ангары (см. рис. 2). Такие признаки ПК присаянский-1, как обилие пыльцы *Disaccites*, *Cycadopites* spp., *Ginkgocycadophytus* sp., *Piceapollenites* sp. и спор *Leiotriletes* sp. — *Cyathidites* sp., низкое содержание спор *Stereisporites* sp. и *Uvaesporites* sp. наблюдаются у позднеплинских—раннеааленских палинозон (5—7) региональной стратиграфической схемы юры Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000; Решение..., 2004]. Однако характерной чертой данных палинозон является обилие вида *Tripartina variabilis* Mal. (палинозона 5, поздний плинсбах—ранний тоар), максимальное разнообразие и содержание спор и пыльцы теплолюбивых растений Евро-Синийской палеофлористической области (палинозона 6, ранний тоар) с постепенным снижением их участия вверх по разрезу (палинозона 7 конец раннего тоара—ранний аален) [Шурыгин и др., 2000]. В ПК Присяянский-1 среди представителей Евро-Синийской области постоянно присутствует только пыльца *Classopollis* sp., споры *Dipteridaceae*, cf. *Marattisporites* sp. — единичны. *Tripartina variabilis* Mal. также представлена единичными экземплярами. Незначительное количество теплолюбивых видов в составе ПК присаянский-1 свидетельствует о том, что потепление климата, имевшее место в раннем тоаре, проявилось в Иркутском бассейне менее ярко. Это не позволяет надежно сопоставить данный ПК ни с одной из палинозон позднеплинских—раннеааленского диапозона (палинозоны 5—7) юры Западной Сибири.





**Рис. 7. Палиноморфы ПК присаянский-1.**

*a* — *Stereisporites seebergensis* Schulz, *б* — *Osmundacidites* sp., *в* — *Cyathidites minor* Coup., *г* — *Leiotriletes* sp., *д* — *Tripartina paradoxa* Mal., *е* — *Pilasporites marcidus* Balme, *ж* — *Dicksonia* sp., *з* — *Cyathidites australis* Coup., *и* — *Dipteridaceae*, *к* — *Uvaesporites argenteaeformis* (Bolch.) Schulz, *л* — *Tripartina variabilis* Mal., *м* — *Monolites* sp., *н*, *о* — *Ginkgocycadophytus* sp., *п* — *Cycadopites* sp., *р* — *Cycadopites dilucidus* (Bolch.) Il., *с* — *Cycadopites percarinatus* (Bolch.) Il., *т* — *Botryococcus* sp., *у* — *Quadraeculina* sp., *ф* — *Piceites* sp., *х* — *Piceapollenites* sp., *ц* — *Pinuspollenites* sp., *ч* — *Disaccites*, *ш* — *Podocarpidites unicus* (Bolch.) Chlon., *щ* — *Ovoidites* sp., *э* — *Schizosporis* cf. *mariformis* (Thirg.) Il., *ю* — *Leiosphaeridia* sp., *я* — микрофитопланктон проблематичный. *к*, *л*, *с*, *ш*, *щ* — палиноморфы пр. 4, отобранной из верхней линзы обнажения нижнеприсаянской подсвиты у пос. Усть-Балей. Остальные палиноморфы происходят из пр. 13, отобранной из обнажения Суховской мыс — среднеприсаянская подсвита.



**Рис. 8. Палиноморфы ПК присаянский-2.**

*а* — *Stereisporites congregatus* (Bolch.) Schulz, *б* — *Stereisporites incertus* (Bolch.) Sem., *в* — *Osmundacidites* sp., *г* — *Lycopodiumsporites* sp., *д* — *Leptolepedites* sp., *е* — *Eboracia torosa* (Sach.et Il.) Tim., *ж* — *Leiotriletes* sp., *з* — *Cyathidites australis* Coup., *и*–*л* — *Ginkgocycadophytus* sp., *м* — *Cycadopites* sp., *н* — *Cycadopites dilucidus* (Bolch.) Il., *о* — микрофитопланктон проблематичный, *п* — *Leiosphaeridia* sp., *р* — *Eucommiidites* sp., *с* — *Cycadopites percarinatus* (Bolch.) Il., *т*, *ч* — *Disaccites*, *у* — cf. *Cedripites* sp., *ф* — *Quadraeculina anellaeformis* Mal., *х* — *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.) Petr., *ц* — *Podocarpidites* sp., *ш* — *Pinuspollenites* sp. *з*, *к*–*н*, *с*, *у*–*ц*, *ш* — палиноморфы пр. 8, отобранной из обнажения верхнеприсаянской подсвиты у пос. Смоленщина. *а*, *в*, *ж*, *р* — палиноморфы пр. 24, отобранной из обнажения верхнеприсаянской подсвиты на левом берегу Иркутского водохранилища напротив садоводства «Строитель». *б*, *г*–*е*, *и*, *о*, *п*, *т*, *ч* — палиноморфы пр. 39, отобранной из обнажения верхнеприсаянской подсвиты на левом берегу Иркутского водохранилища напротив садоводства «Строитель».



Кроме отмеченного выше сходства ПК присаянский-1 с палинозонами 5—7, возраст данного комплекса определяется по положению в разрезе слоев, из которых он выделен. Нами проведены палинологические исследования разреза Головинского угольного месторождения (см. рис. 2, разрез 1). Палиноспектр из верхней (промышленно-угленосной) подсвиты черемховской свиты данного месторождения существенно отличается от ПК присаянский-1, установленного в вышележащей нижнеприсяянской подсвите. В палиноспектре верхнечеремховской подсвиты также преобладает пыльца голосеменных, но с другим соотношением представителей: меньше пыльцы *Cycadopites* spp. (12 %), но много *Ginkgocycadophytus* sp. (16 %). Присутствует пыльца древних хвойных *Alisporites pergrandis* (Cooks.) Dett., *Dipterella oblatinoides* Mal. Палиноспектр отличается меньшей группой водных форм и большим количеством спор за счет значительного содержания *Leiotriletes* sp. (8 %), *Stereisporites* sp. (6 %) с видовым разнообразием и *Osmundacidites* sp. (10 %), встречаются типичные лейасовые формы *Acanthotriletes pyramidalis* Porth. ex Il. Состав спектра верхнечеремховской подсвиты сопоставляется с палинозоной 4 региональной стратиграфической схемы юры Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000; Решение..., 2004]. Таким образом, возраст слоев, заключающих ПК присаянский-1 и перекрывающих черемховскую свиту, должен быть моложе позднего плинсбаха. Верхнеприсяянская подсвита, перекрывающая слои с ПК присаянский-1, содержит палинокомплекс ааленского возраста (его описание дано ниже).

Исходя из таксономического состава ПК присаянский-1, имеющего ряд сходств с палинозонами 5—7, и учитывая положение в разрезе слоев с данным комплексом, стратиграфический диапазон нижней и средней подсвит присаянской свиты можно условно определить как верхи верхнего плинсбаха—тоар.

**ПК присаянский-2.** В аргиллитах верхнеприсяянской подсвиты (пачки 6 и 7 лектостратотипа) установлен ПК присаянский-2 (рис. 8). В палиноспектрах значительно преобладает пыльца голосеменных (54—63 %), немного меньше спор (32—39 %), мало микрофитопланктона (3—6 %). Среди пыльцы постоянно обильное количество *Ginkgocycadophytus* sp. (28 %) и двухмешковой пыльцы (18—29 %). Кроме группы Disaccites, определены в малом количестве *Piceapollenites* sp. и *Pinuspollenites* sp., *Podocarpidites* sp., *Piceites* sp., *Pinus divulgata* Bolch., *Dipterella oblatinoides* Mal., *Pseudopicea* sp., *Cedripites* sp., cf. *Protoconiferus funarius* (Naum.) Bolch. Постоянно в небольшом количестве присутствуют *Cycadopites* spp. (4—7 % с *C. medius* (Bolch.) Il., *C. dilucidus* (Bolch.) Il.). Редко встречаются *Eucommiidites* sp., *Quadraeculina anellaeformis* Mal. и единичные *Classopollis* sp. Среди спор много *Leiotriletes* sp.—*Cyathidites* sp. (12—20 %) (*L. adiantiformis* Vinogr., *L. glaber* Naum., *Levisporites decorus* Il., *C. minor* Coup., *C. australis* Coup., *C. punctatus* (Delc. et Sprum.) Dett.). В отдельных спектрах в значительном количестве присутствуют *Osmundacidites* sp. (до 5 %), *Stereisporites* sp. (до 6 %) (*S. compactus* (Bolch.) Il., *S. congregatus* (Bolch.) Schulz и *S. incertus* (Bolch.) Sem.). Встречены редкие споры *Duplexisporites anagrammensis* (K.-M. ex Bolch.) Schug., *Lycopodiumsporites* sp., *Eboracia* sp. (*E. microverrucosa* (Taras.) Tim., *E. torosa* (Sach. et Il.) Tim.), *Marattisporites* sp.; единичные *Selaginella* sp., *Hymenozonotriletes utriger* Bolch., *Dicksonia densa* Bolch., Dipteridaceae, *Tripartina variabilis* Mal., *Pilasporites marcidus* Balme, *Uvae-sporites argenteaeformis* (Bolch.) Schulz, *Salvinia perpulchra* Bolch., *Trachytriletes* sp., *Foveosporites* sp., *Monolites* sp. В группе микрофитопланктона большинство форм определены как МФП-проблематика, мало *Leiosphaeridia* sp., единичные *Shizosporis* sp., в том числе *S. cf. mariformis* (Thierg.) Il.

ПК присаянский-2 прослежен нами в опорных разрезах верхнеприсяянской подсвиты (см. рис. 2). Палинокомплекс подобного состава был ранее обнаружен в верхнеприсяянской подсвите, вскрытой скважиной [Анкудимов и др., 1982].

Основными чертами — обильное количество пыльцы Disaccites, *Ginkgocycadophytus* sp., повышение роли пыльцы сем. Pinaceae и спор плауновидных, заметное снижение содержания крупной моносулькатной пыльцы *Cycadopites* spp., много спор *Leiotriletes* sp. — *Cyathidites* sp., значительное количество *Osmundacidites* sp. и разнообразных *Stereisporites* sp., присутствие форм *Pinus divulgata* Bolch., *Eucommiidites* sp., *Quadraeculina* sp., *Dicksonia densa* Bolch. — комплекс имеет сходство с палинозоной 8 региональной стратиграфической схемы юры Западной Сибири, интервал распространения которой в континентальных толщах установлен в объеме аалена [Шурыгин и др., 2000; Решение..., 2004]. Таким образом, стратиграфический объем отложений, заключающих ПК присаянский-2, определяется в рамках ааленского яруса средней юры.

## ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Проведенное детальное палеофитогеографическое районирование Западно-Сибирской провинции Сибирской палеофлористической области показало, что по видовому составу флоры Иркутского бассейна существенно отличаются от флор Западной Сибири. Согласно новым исследованиям, флору Западной Сибири относят к Предьенисейской субпровинции, а флору Иркутского бассейна — к Ангара-Вилуйской субпровинции [Фролов, Машук, 2018а]. Несмотря на различия в таксономическом составе, связанные с географической обособленностью, во флорах этих территорий наблюдаются общие тенден-

ции в развитии доминирующих групп споровых и голосеменных растений, что позволяет провести сопоставление полученных флористических комплексов и слоев с флорой и дать определение возраста отложений.

**Слой с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana*.** В алевролитовых линзах нижнеприсаянской подсвиты (пачка I лектостратотипа) обнаружены растительные остатки, среди которых наибольшим распространением и доминированием в фитоориктоценозах характеризуются *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Flor., *Czekanowskia rigida* Heer. Реже встречаются захоронения с доминированием *Phyllothea sibirica* Heer. Частыми компонентами фитоориктоценозов являются *Lycopodites tenerrimus* Heer, *L. trichiatus* Pryn. emend. A. Frol. et Mashch., *Coniopteris murrayana* (Brongn.) Brongn., *Ginkgo sibirica* Heer, *Ixostrobus heeri* Pryn., *Carpolithes cinctus* Nath., *C. deplanatus* Pryn., *Samaropsis rotundata* Heer, играющие подчиненную роль. Находки *Ginkgo concinna* Heer, *Leptostrobus laxiflora* Heer, *Elatides ovalis* Heer, *Ixostrobus* sp., *Sorosaccus gracilis* Harris emend. Liu, Hueber, Li, Wang, *Carpolithes* sp. единичны.

Подобные захоронения остатков растений прослежены во многих естественных обнажениях и разрабатываемых карьерах, вскрывающих нижнеприсаянскую подсвиту. Такой состав флоры, кроме нижнеприсаянской подсвиты, установлен нами и в верхнечеремховской (промышленно-угленосной) подсвите, что позволило, вслед за А.И. Киричковой и Т.А. Травиной [2000], рассматривать данные растительные остатки в составе единого черемховского флористического комплекса [Frolov et al., 2017; Фролов, Машук, 2018а]. Руководящими видами комплекса являются *Equisetites lateralis* (Phill.) Phill., *E. asiaticus* Pryn., *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Flor., *Czekanowskia baikalica* Kiritch. et Samyl., *Cz. rigida* Heer, остатки которых доминируют в захоронениях [Фролов, Машук, 2018а, с. 104, табл. 4]. Однако флористический состав комплекса в нижнеприсаянской подсвите имеет свои особенности:

- только для нижнеприсаянской подсвиты характерны захоронения с доминированием членисто-стебельного *Phyllothea sibirica* Heer;

- с этого уровня *Czekanowskia baikalica* Kiritch. et Samyl. перестает играть доминирующую роль в захоронениях и начинает встречаться значительно реже, при этом *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Flor. сохраняет доминирующее положение;

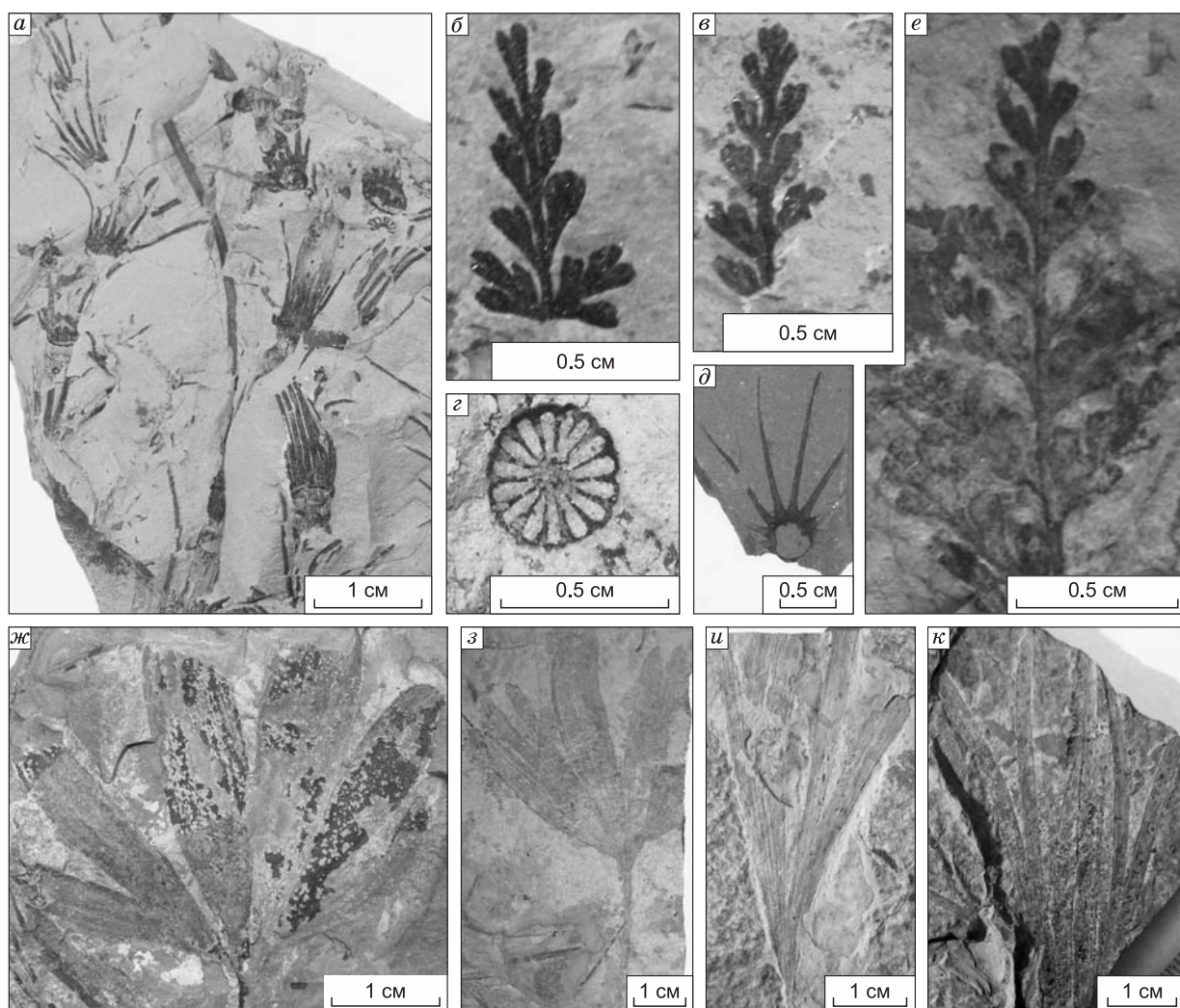
- среди папоротников появляются первые представители рода *Coniopteris* — *C. murrayana* (Brongn.) Brongn.

На основании этих изменений во флоре мы выделяем слои с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana*, которые по стратиграфическому объему соответствуют нижнеприсаянской подсвите (рис. 9). Данные слои сопоставимы с флористическим комплексом, установленным для шараповского горизонта Западной Сибири [Решение..., 2004], на основании общего облика флоры: увеличение разнообразия споровых растений, первое появление папоротников рода *Coniopteris* на фоне незначительного снижения роли голосеменных. Однако общих видов у слоев с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana* и флористического комплекса шараповского горизонта [Могучева, 2009, 2014] немного: *Lycopodites tenerrimus* Heer, *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Flor., *Czekanowskia rigida* Heer. Таким образом, стратиграфический объем отложений, заключающих слои с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana* можно определить в пределах верхнего плинсбаха.

**Слой с *Coniopteris snigirevskiae*.** В средней и верхней подсвитах присаянской свиты обнаружены разнообразные растительные остатки. Среди них широким распространением и доминированием в захоронениях характеризуются папоротники *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Raphaelia diamensis* Sew., гинкговые *Ginkgo sibirica* Heer, *G. tapkensis* Dolud. et Rasskaz., лептострбовые *Czekanowskia rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Ph. cognata* Kiritch., *Ph. irkutensis* Dolud. et Rasskaz. и хвойные *Pityophyl-lum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. Регулярно присутствуют в захоронениях и редко выступают в роли субдоминантов папоротники *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *C. murrayana* (Brongn.) Brongn., *Cladophlebis haiburnensis* (L. et H.) Sew., *Cl. nebbensis* (Brongn.) Nath., *Cl. williamsonii* Brongn. var. *punctata* Brick, *Raphaelia tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost., лептострбовые *Phoenicopsis samylinae* Kiritch. et Moskv., *Ph. markovitchae* Kiritch. et Shish., *Ph. dentata* Pryn. Эти виды являются руководящими для присаянского флористического комплекса. Ранее присаянский комплекс соотносился с верхнепешковским (Западная Сибирь) и рыбинским (Канский бассейн) флористическими комплексами, а стратиграфический объем заключающих его отложений соответствовал аалену [Frolov et al., 2017; Фролов, Машук, 2018а]. Полученные в настоящей статье новые данные позволяют откорректировать предыдущие выводы о стратиграфическом положении средней и верхней подсвит присаянской свиты.

По присутствию в составе присаянского комплекса почти всех групп мезозойской флоры, большому разнообразию папоротников, особенно рода *Coniopteris* (6 видов), лептострбовых (14 видов) и относительно частой встречаемости представителей рода *Ginkgo* [Фролов, Машук, 2018а, табл. 5] присаянский комплекс имеет большое сходство с флористическими комплексами, установленными для надояхского и лайдинского горизонтов Западной Сибири (верхи нижнего тоара—аален) [Решение...,





**Рис. 9. Виды, характерные для слоев с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana*, из обнажения у пос. Усть-Балей.**

*a, z, d* — *Phyllothea sibirica* Heer: *a* — обр. УБ/52, отпечатки облиственных побегов хвощевого, *z* — обр. 2011-18/5, диафрагма хвощевого, *d* — обр. УБ/68, отпечаток листового влагалища с распластанными свободными концами длинных листьев; *б, в, е* — *Coniopteris murrayana* (Brongn.) Brongn.: *б, в* — фрагменты стерильных перьев, обр. 2700-7, 2700-8 соответственно, *е* — обр. УБ/15, отпечаток дважды перистой стерильной вайи; *ж, з* — *Ginkgo sibirica* Heer, отпечатки лопастных листьев: *ж* — обр. 2700-1, *з* — обр. 262 (32.87); *и, к* — *Sphenobaiera czekanowskiana* (Heer) Flor., отпечатки клиновидных листьев, рассеченных на лопасти: *и* — обр. 233 (32.153), *к* — обр. 324 (32.218). Образцы, представленные на фигурах *ж, и, к*, хранятся в палеонтологическом музее НИ Томского государственного университета в коллекции В.А. Хахлова (г. Томск).

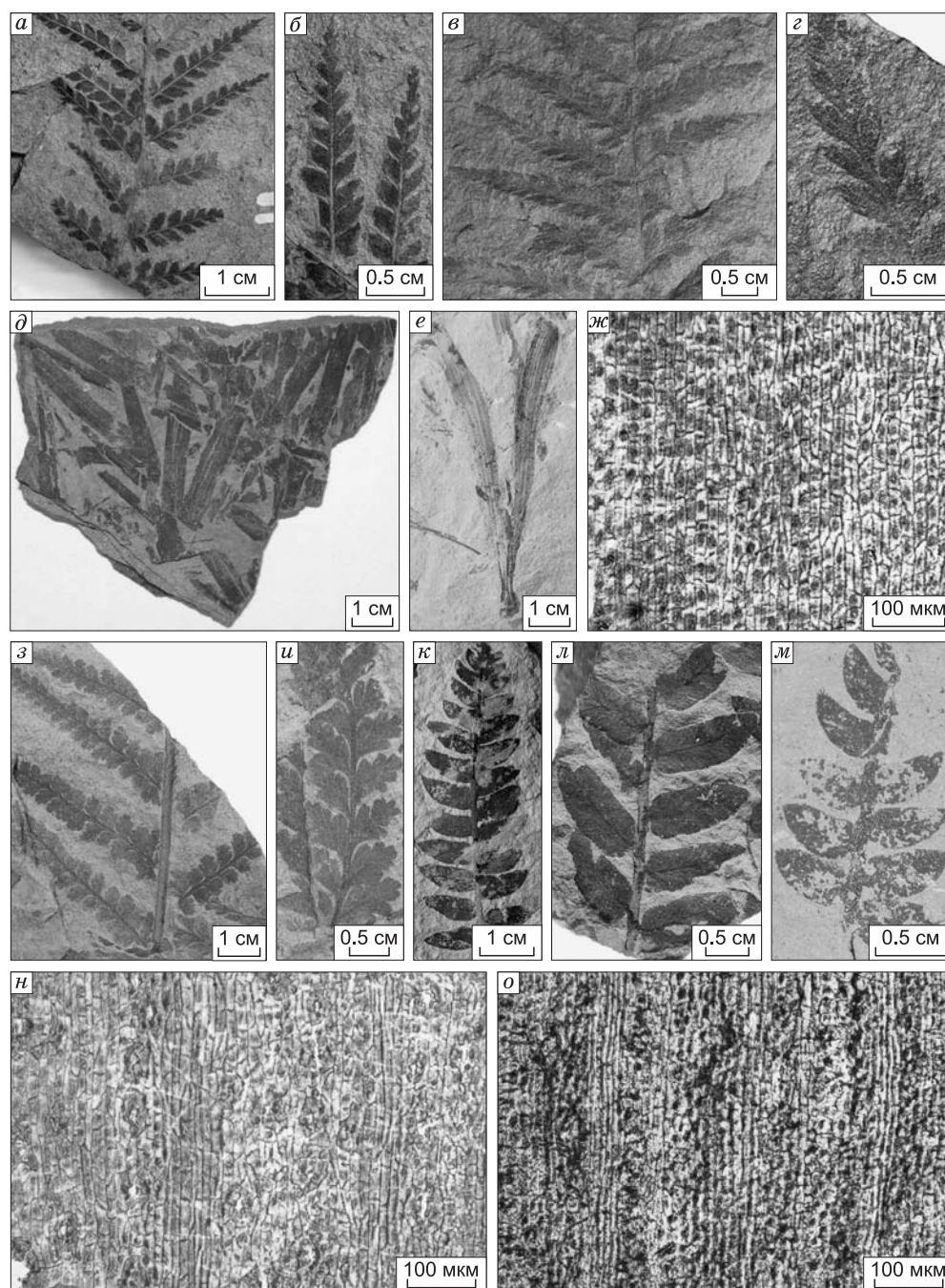
2004]. Однако флористический состав присаянского комплекса в среднеприсянской подсвите имеет свои особенности [Фролов, Машук, 2018а, табл. 5]:

- с этого уровня появляются папоротники *Cladophlebis nebbensis* (Brongn.) Nath. и *Raphaelia tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost.;

- наблюдается увеличение (по сравнению с нижнеприсянской подсвитой) таксономического разнообразия папоротников рода *Coniopteris*, представленного видами *C. maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *C. burejensis* (Zal.) Sew., *C. snigirevskiae* Tesl. Среди них *C. maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav. играет доминирующую роль в захоронениях;

- папоротники *Cladophlebis williamsonii* Brongn. и *Raphaelia diamensis* Sew., находки которых редки в нижележащих отложениях, встречаются чаще и образуют монодоминантные захоронения;

- среди гинкговых более широкое распространение получают представители рода *Ginkgo* — *G. sibirica* Heer, *G. tapkensis* Dolud. et Rasskaz. Особенно это заметно в обнажениях северо-западной части Иркутского бассейна;



**Рис. 10. Виды, характерные для слоев с *Coniopteris snigirevskiae* (а—ж, н) и слоев с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis* (з—м, о).**

а, б — *Coniopteris snigirevskiae* Tesl., отпечаток дваждыперистой вайи папоротника, обр. 33/6, правый берег Ангара между падью Каштак и падью Волчья; в, г — *Coniopteris burejensis* (Zal.) Sew., отпечаток дваждыперистой вайи папоротника, обр. 33-23, правый берег Ангара между падью Каштак и падью Волчья; д—ж, н — *Phoenicopsis angustifolia* Heer: д — фрагменты изолированных листьев, обр. 2008-11/4, правый берег Ангара, Суховский мыс, е — обр. 2009-Ст-24/7, пучок узких линейных листьев, собранных на верхушке брахибласта, левый берег Иркутского водохранилища, напротив садоводства «Строитель», ж — препарат 2012-9/6-1а, топография верхней поверхности эпидермы, н — препарат 2012-9/6-1а, топография нижней поверхности эпидермы; з, и — *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritchk. et Trav., правый берег р. Ангара, падь Топка: з — обр. 2563-91/1, отпечаток дваждыперистой вайи со стерильными перьями, и — обр. 2563-91/5, отпечаток стерильного пера папоротника; к, л — *Raphaelia diamensis* Sew., отпечатки перьев папоротника, левый берег Иркутского водохранилища, напротив садоводства «Строитель»: к — обр. 2010-13/2, л — обр. 2010-8/8; м — *Raphaelia tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost., отпечаток пера папоротника, обр. 2010-20/34, левый берег Иркутского водохранилища, напротив садоводства «Строитель»; о — *Phoenicopsis irkutensis* Dolud. et Rasskaz., препарат 2018-37/2-1, топография нижней поверхности эпидермы.



– среди лептострбовых увеличивается разнообразие рода *Phoenicopsis*, представленного тремя видами: *Ph. angustifolia* Heer, *Ph. cognata* Kiritch., *Ph. marcovitchae* Kiritch. et Shishk. Прежде редкий вид *Phoenicopsis angustifolia* Heer получает широкое распространение и начинает доминировать в захоронениях, образуя ориктоценозы кровельного типа.

Описанный выше состав флоры прослежен в пачках 4 и 5 лектостратотипа (см. рис. 3). На основании такого состава флоры мы выделяем слои с *Coniopteris snigirevskiae* (рис. 10, а—ж, н), которые по стратиграфическому объему соответствуют среднеприсяянской подсвете.

По общему уровню развития флора слоев с *Coniopteris snigirevskiae* имеет значительное сходство с флорой надояхского горизонта Западной Сибири, которое проявляется в высоком разнообразии рода *Coniopteris*, увеличении роли голосеменных растений, более частом присутствии представителей рода *Ginkgo*. Общих видов в сравниваемых флорах немного: *Coniopteris burejensis* (Zal.) Sew. *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cl. haiburnensis* (L. et H.) Sew. *Ginkgo sibirica* Heer. Они имеют широкое стратиграфическое распространение и могут служить для определения возраста только в контексте общего уровня развития флоры.

Важную роль для определения возраста флор надояхского горизонта играют *Neocalamites pinitoides* (Chachl.) Chachl., *Neokoretrophyllites lineariformis* Tesl., *Annulariopsis* sp., *Phlebopteris polypodioides* (Brongn.) Brongn., *Clathropteris obovata* Oishi, чье распространение ограничено нижней юрой и которые в Сибири не встречаются в средней юре [Могучева, 2014]. В связи с отсутствием этих видов в слоях с *Coniopteris snigirevskiae*, определение стратиграфического объема среднеприсяянской подсветы опирается в большей степени на палинологические данные и принимается в пределах тоара.

**Слой с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis*.** В верхнеприсяянской подсвете состав присаянского комплекса имеет свои особенности [Фролов, Машук, 2018а], отличающие его от слоев с *Coniopteris snigirevskiae*:

– с этого уровня появляются плауновидные *Lycopodites baikalensis* A. Frol., *L. subulifolius* A. Frol. et Mashch.;

– папоротники достигают максимального видового разнообразия и представлены 16 видами. Среди них впервые появляются *Coniopteris spectabilis* Brick, *Cladophlebis kanskiensis* Kost., максимального распространения в захоронениях достигают *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *C. murrayana* (Brongn.) Brongn., *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cl. nebbensis* (Brongn.) Nath., *Raphaelia diamensis* Sew. и *R. tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost.;

– голосеменные растения преобладают над споровыми. Увеличивается таксономическое разнообразие гинкговых, лептострбовых и хвойных. *Ginkgo sibirica* Heer и *G. tapkensis* Dolud. et Rasskaz. сохраняют доминирующее положение среди гинкговых. Максимального видового разнообразия достигает род *Phoenicopsis* (7 видов), среди которых роль доминантов в захоронениях играют *Ph. angustifolia* Heer, *Ph. cognata* Kiritch., *Ph. irkutensis* Dolud. et Rasskaz., *Ph. markovitchae* Kiritch. et Shis. Среди хвойных преобладает *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath.

Описанный выше состав флоры прослежен в пачках 6 и 7 лектостратотипа (см. рис. 3). В связи с этими особенностями флоры мы выделяем слои с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis* (рис. 10, з—м, о), которые по стратиграфическому объему соответствуют верхнеприсяянской подсвете.

Флора слоев с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis* имеет наибольшее сходство с флорой лайдинского горизонта (аален) Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000; Могучева, 2014]. Сходство проявляется в преобладании голосеменных растений над споровыми, частой встречаемостью *Ginkgo sibirica* Heer, *Czekanowskia rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath., наличием среди папоротников видов *Coniopteris spectabilis* Brick, *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cl. argutula* (Heer) Font. Эти признаки позволяют соотнести слои с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis* с флористическим комплексом лайдинского горизонта и определить их стратиграфический объем в рамках ааленского яруса средней юры.

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Структурно-текстурные особенности отложений и их закономерное чередование в разрезах (ритмичное переслаивание песчаников, алевролитов и углей) свидетельствуют, что они формировались преимущественно в аллювиальных условиях (см. рис. 3).

В нижнеприсяянской подсвете русловые отложения преобладают над пойменными. Они относятся к фации русел равнинных рек. Значительно реже встречаются пойменные отложения, представленные фацией застойных, зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы (пачки 1 и 2 лектостратотипа). О том, что данные отложения формировались в условиях зарастающих вторичных водоемов, свидетельствует линзовидная форма пластов тонкогоризонтально-слоистых алевролитов, наличие в них разнообразных растительных остатков хорошей сохранности, а также многочисленных остатков корней *Radicites* sp. и членистостебельных *Phyllothea sibirica* Heer, захороненных *in situ*. По



всей видимости, формирование нижней подсвиты присаянской свиты происходило в условиях равнинных рек с хорошо дренируемыми, слабо развитыми поймами. Озерно-болотные обстановки изредка появлялись на отдельных участках речных долин.

В среднеприсаянской подсвите пойменные отложения преобладают над русловыми и озерно-болотными. Фация русел равнинных рек имеет наибольшее развитие в нижней части подсвиты (основание пачки 3 лектостратотипа) и представлена косослоистыми гравелистыми и крупнозернистыми песчаниками с прослоями галек. Преобладающий в среднеприсаянской подсвите комплекс пойменных фаций представлен осадками прирусловой части поймы, а также осадками вторичных водоемов и стариц. Пойменные отложения закономерным образом сменяются озерно-болотными осадками, представленными фацией застойных, слабопроточных участков зарастающих озер и торфяных болот (пачки 4 и 5 лектостратотипа). Следует отметить, что озерно-болотные отложения встречаются в среднеприсаянской подсвите достаточно регулярно, но имеют относительно малую (0.01–0.40 м) мощность. Формирование среднеприсаянской подсвиты происходило в условиях равнинных рек с хорошо развитыми дренируемыми поймами. Существование слабопроточных зарастающих стариц и торфяных болот было сравнительно кратковременным.

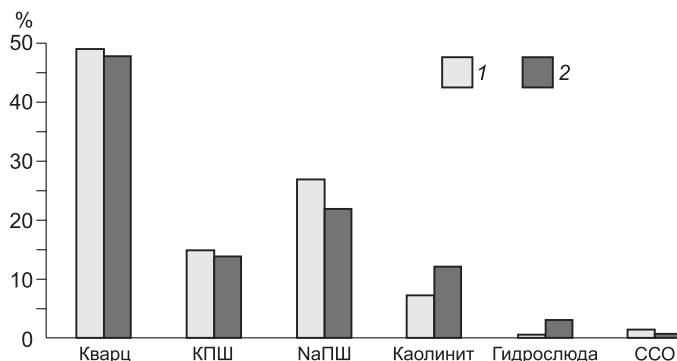
В верхнеприсаянской подсвите наблюдается закономерное ритмичное переслаивание пойменных и озерно-болотных отложений (пачки 6 и 7 лектостратотипа). Пойменные отложения, представленные средне- и мелкозернистыми слабосортированными песчаниками, формировались в условиях периодически заливаемых пойм с невысокой энергией потока. На это указывает пологоволнистая и горизонтальная слоистость пород, наличие слюды и крупного растительного детрита. Озерно-болотные отложения в верхнеприсаянской подсвите получают более широкое распространение по сравнению со среднеприсаянской подсвитой. Они представлены фациями застойных, зарастающих пойменных водоемов и торфяных болот. Малая мощность (0.1–0.2 м) угольных прослоев указывает на то, что периоды существования пойменных болот были сравнительно непродолжительными. Частое закономерное чередование пойменных и озерно-болотных отложений свидетельствует, что они формировались в хорошо развитых поймах меандрирующих равнинных рек со слабой гидродинамической активностью. В поймах палеорек располагались многочисленные мелководные зарастающие озера и болота.

В целом присаянская свита представляет собой единый полнопостроенный аллювиальный мега-цикл крупной равнинной реки, начинающийся с русловых осадков (нижняя подсвита) и завершающийся озерно-болотными (верхняя подсвита) (см. рис. 2, 3).

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНИЦЫ НИЖНЕ-И СРЕДНЕПРИСАЯНСКОЙ ПОДСВИТ

В лектостратотипе присаянской свиты между пачками 2 и 3 отмечается четко выраженная эрозионная граница (см. рис. 4, в, г), которая прослежена в естественных обнажениях (Усть-Балей, м. Идан) и во многих скважинах [Скобло и др., 2001]. Согласно решениям МСК [1981], она принята в качестве границы черемховской и присаянской свит. В настоящей работе мы, вслед за В.М. Скобло [Скобло и др., 2001], считаем, что данная граница отделяет нижнюю и среднюю подсвиты присаянской свиты. Для подтверждения этой точки зрения из обнажения м. Идан отобраны два образца песчаников, равноотстоящих на 1 м от вышеописанной границы (обр. 1 — ниже границы, обр. 2 — выше границы). Был проведен комплекс лабораторно-аналитических работ, включающий в себя исследование минерального состава методом рентгеноструктурного анализа, макро- и микроэлементного состава методом атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС).

По результатам рентгеноструктурного анализа для образцов характерен единый набор минералов: кварц, калиевые и натриевые полевые шпаты, каолинит, гидрослюда, смешанослойные образования (ССО) иллит-монтмориллонитового ряда. В количественном соотношении между образцами не наблюдается значимых различий (рис. 11). Для второго образца отмечается незначительное пре-



**Рис. 11. Гистограмма сравнения минерального состава между образцами, отобранными у литологической границы нижней (обр. 1) и средней (обр. 2) подсвит присаянской свиты.**

КПШ — калиевые полевые шпаты, NaПШ — натриевые полевые шпаты, ССО — смешанослойные образования иллит-монтмориллонитового ряда.

Таблица 2.

Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии (мас. %)

| Проба | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | S    | П.п.п. |
|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------|--------|
| 1     | 77.26            | 11.96                          | 2.15                           | 0.01 | <0.1 | <0.1 | 2.73              | 4.75             | 0.14             | 0.01                          | 0.02 | 0.87   |
| 2     | 75.90            | 12.08                          | 2.82                           | 0.02 | <0.1 | <0.1 | 2.51              | 3.44             | 0.31             | 0.02                          | 0.02 | 2.22   |

Таблица 3. Значения геохимических индикаторов для реконструкции состава источника сноса

| Отношение | Базиты* | Диориты* | Гранодиориты* | Граниты* | Сиениты* | Обр. 1 | Обр. 2 |
|-----------|---------|----------|---------------|----------|----------|--------|--------|
| Th/Sc     | 0.11    | 0.33     | 0.76          | 2.77     | 4.33     | 1.89   | 0.95   |
| La/Sc     | 0.57    | 1.17     | 3.92          | 7.39     | 15.00    | 8.40   | 4.31   |
| La/Co     | 0.35    | 1.50     | 0.65          | 48.00    | 15.00    | 6.80   | 4.43   |
| Cr/Zr     | 1.39    | 0.32     | 0.16          | 0.03     | 0.00     | 0.97   | 1.61   |
| Th/Co     | 0.07    | 0.43     | 0.13          | 18.00    | 4.33     | 1.53   | 0.98   |
| Th/Cr     | 0.02    | 0.11     | 0.45          | 3.21     | 6.50     | 0.13   | 0.08   |
| Co/Ni     | 0.34    | 0.34     | 4.88          | 0.29     | 0.75     | 0.11   | 0.37   |

\* Средние значения для пород заимствованы у А.В. Маслова [2005].

обладание общего количества глинистых минералов, возможно, это обусловлено более значительной степенью выветренности исходных пород.

По химическому составу исследуемые образцы не демонстрируют значимых различий (табл. 2). Согласно классификационным диаграммам (рис. 12), данные образцы определяются как аркозовые песчаники.

По данным АЭС были рассчитаны индексы химического выветривания CIA и CIW и индекс изменения состава ICV [Nesbitt, Young, 1982; Harnois, 1988; Visser, Young, 1990; Cox et al., 1995]. Данные параметры используются для оценки зрелости пород, фиксируя степень выветривания пород области размыва. Численные значения коэффициентов изменяются в узких пределах 55—60 (CIA), 72—74 (CIW) и 0.87—0.97 (ICV), что говорит о слабой степени изменения материнских пород.

Положение фигуративных точек на диаграммах (рис. 13) фиксирует в составе областей размыва сочетание кислых и средних пород. Этот вывод подчеркивается вариациями геохимических индикаторов (табл. 3). На основании тройных диаграмм и численных значений индикаторов можно предположить постепенное изменение состава петрофонда от кислых пород к средним. Это позволяет предполагать на исследуемом интервале появление нового источника сноса либо потерю одного из ранее существовавших.

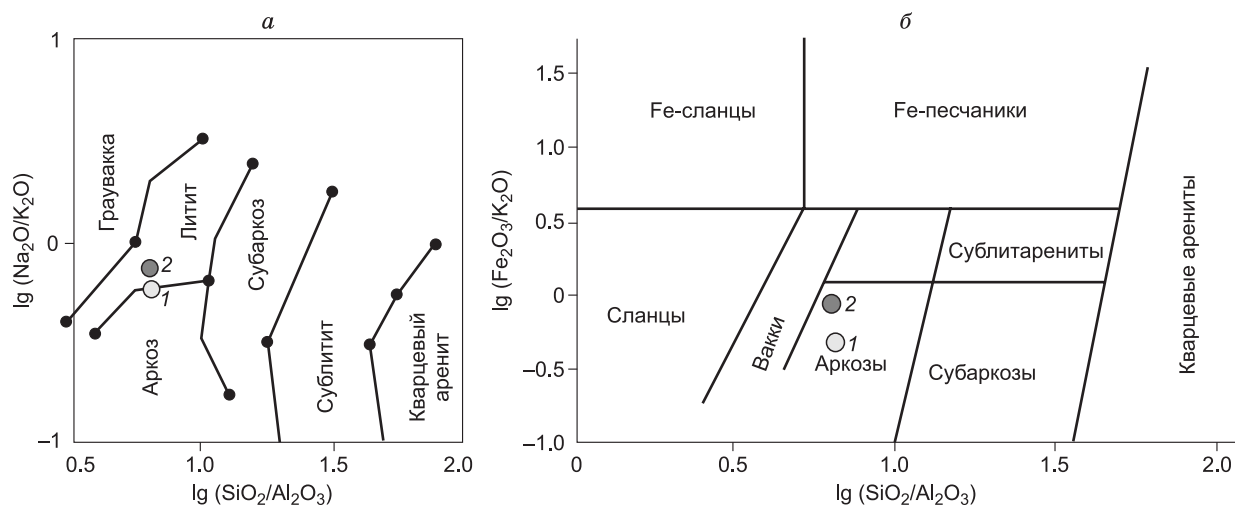
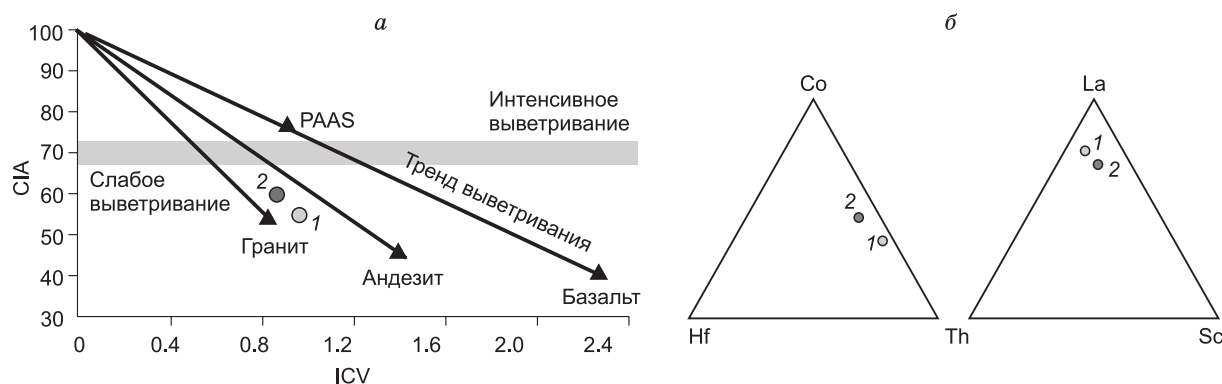


Рис. 12. Классификационные диаграммы для песчаников, отобранных у литологической границы нижней (обр. 1) и средней (обр. 2) подсвит присаянской свиты:

а — Ф. Петтиджона [Петтиджон и др., 1976], б — М. Херрона [Herron, 1988].



**Рис. 13. Диаграммы для диагностики состава источника сноса по образцам, отобранным у литологической границы нижней (обр. 1) и средней (обр. 2) подсвит присаянской свиты:**

*a* — диаграмма в координатах CIA—ICV [Михеева и др., 2017]; *б* — тройные диаграммы Hf—Co—Th и Th—La—Sc [Маслов, 2005].

При рассмотрении отношения Ti/Zr [Маслов, 2005] были установлены следующие вариации: 24.6 (обр. 1) и 45.2 (обр. 2). Это может говорить о смещении области осадконакопления после перерыва (граница) ближе к источнику сноса.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В связи с тем, что на протяжении четырех десятилетий (с 1978 г.) присаянская свита существовала без стратотипического разреза, полученные результаты требуют детального обсуждения.

Литологическое и геохимическое сходство усть-балейской подсвиты с иданской подсвитой присаянской свиты и ее резкое отличие от промышленно-угленосной подсвиты черемховской свиты свидетельствует, что она по своему генезису относится к новому (присаянскому) циклу седиментации, поэтому усть-балейская подсвита рассматривается в качестве нижней подсвиты присаянской свиты.

В настоящее время в ряде публикаций [Киричкова и др., 2016а, 2017а, б] высказано мнение о слабой обоснованности выделения нижней (усть-балейской) подсвиты присаянской свиты. Авторами данных работ предлагается объединить ее со средней (иданской) подсвитой присаянской свиты в связи с их литологическим сходством и недостаточной палеонтологической характеристикой.

В результате проведенного литолого-фациального исследования выявлены различия между нижней и средней подсвитами. В нижней подсвите преобладают отложения русел равнинных рек, представленные крупно- и среднезернистыми песчаниками с косой слоистостью. Среднеприсаянская подсвита представлена комплексом пойменных фаций — осадками прирусловой части поймы и паводков — пологоволнистыми и горизонтально-слоистыми средне- и мелкозернистыми песчаниками. Кроме того, озерно-болотные отложения встречаются в средней подсвите достаточно регулярно, в то время как в нижней они крайне редки. По литолого-фациальной характеристике нижнеприсаянская подсвита соответствует начальной стадии аллювиального ритма с преобладанием руслового режима осадконакопления, среднеприсаянская подсвита — представляет собой переходную стадию от руслового режима к озерно-болотному. Кроме литологических отличий, между данными подсвитами прослежена выраженная эрозионная граница (см. рис. 3; 4, в, г). Это доказывает, что данные подсвиты являются обособленными геологическими телами. Обнаружены четкие палеоботанические отличия обеих подсвит. В нижней подсвите установлены слои с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana*, соответствующие флористическому комплексу шараповского горизонта Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000]. Стратиграфический объем нижнеприсаянской подсвиты — верхний плинсбах. В среднеприсаянской подсвите обнаружены слои с *Coniopteris snigirevskiae*, которые по уровню развития флоры соответствуют флористическому комплексу надояхского горизонта Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000]. Полученные палеоботанические данные говорят о том, что стратиграфический диапазон среднеприсаянской подсвиты соответствует тоарскому ярусу.

Таким образом, выявленные литолого-фациальные различия и четкие литологические границы позволяют обосновать самостоятельность нижней и средней подсвит присаянской свиты. Полученная палеоботаническая характеристика свидетельствует о разном стратиграфическом положении этих подсвит, что также доказывает их самостоятельность.



Сопоставление палинологических и макрофлористических данных со стратиграфической шкалой Западной Сибири является отдельной и достаточно непростой задачей. Наблюдающиеся значительные отличия в составе флористических комплексов, на наш взгляд, обусловлены географической удаленностью и обособленностью флоры Иркутского бассейна от флор Западной Сибири. Это способствовало возникновению на указанных территориях эндемичных видов в составе основных групп голосеменных растений [Фролов, Машук, 2018a]. Присутствие растений Евро-Синийской области, приуроченное к раннеоарскому потеплению климата на данных территориях также существенно отличается [Фролов, Машук, 2018a]. Это отличие обусловлено палеогеографическими причинами. Потепление климата в раннем тоаре более ярко проявилось в Западной Сибири благодаря более южному по сравнению с Иркутским бассейном палеогеографическому положению этой территории. Кроме того, совпавшая с тоарским климатическим оптимумом крупная трансгрессия моря [Девятков и др., 2011] способствовала смягчению климата Западной Сибири и широкому распространению видов Евро-Синийской области. Территория Иркутского бассейна в конце ранней юры располагалась в глубине континента и была окружена горными системами Саяно-Байкальского свода, что не способствовало существенному по сравнению с Западной Сибирью смягчению климата. Эти палеогеографические наблюдения объясняют крайне редкую встречаемость на территории Иркутского бассейна растений-мигрантов из Евро-Синийской области и делают малопригодным использование этих видов для целей стратиграфии. Несмотря на имеющиеся различия в составе флор, в эволюции основных групп споровых и голосеменных растений имеются общие тенденции, которые приняты в качестве корреляционных критериев:

- в позднем плинсбахе происходит увеличение разнообразия споровых растений на фоне незначительного снижения роли голосеменных, появляются папоротники рода *Coniopteris*;
- в тоаре увеличивается роль голосеменных растений, среди которых более часто встречаются представители рода *Ginkgo*. Увеличивается видовое разнообразие папоротников рода *Coniopteris*;
- в аалене голосеменные растения преобладают над споровыми. Среди голосеменных часто встречаются *Ginkgo sibirica* Heer, *Czekanowskia rigida* Heer, *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. Среди споровых широким распространением характеризуются *Coniopteris spectabilis* Brick, *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Cl. argutula* (Heer) Font.

Похожая ситуация наблюдается и в палинологических данных. Так в ПК присаянский-1 развиты все основные признаки, характерные для палинозон 5 и 7: пыльца голосеменных преобладает над спорами, много пыльцы *Disaccites*, *Cycadopites* spp., *Ginkgocycadophytus* sp., *Piceapollenites* sp. и спор *Leiotriletes* sp. — *Cyathidites* sp., при низком содержании спор *Stereisporites* sp. и *Uvaesporites* sp. Однако низкое содержание в данном ПК представителей Евро-Синийской области не отражает динамику потепления климата, хорошо фиксируемую в палинозонах тоара Западной Сибири. Тем не менее постоянное присутствие пыльцы *Classopollis* sp., единичных спор *Dipteridaceae*, cf. *Marattisporites* sp. и *Tripartina variabilis* Mal. свидетельствует, что тоарское потепление климата имело место на территории Иркутского бассейна. Опираясь на общие закономерности развития палинофлоры, присутствующие в ПК присаянский-1 и палинозонах 5, 7, а также наличие в ПК редких представителей Евро-Синийской области можно заключить, что осадки, содержащие данный ПК, формировались в конце позднего плинсбаха—тоаре.

Несмотря на то, что изученный палинокомплекс присаянский-1 не отражает динамику тоарского потепления, имеются палинологические свидетельства присутствия в средней подсвите присаянской свиты аналогов палинозоны 6 [Решения..., 1981; Анкудинова и др., 1982], которая является межрегиональным репером, отражающим оптимум потепления климата в раннем тоаре [Ильина, 1985; Шурыгин и др., 2000]. Однако четкая привязка этого комплекса к слоям конкретного обнажения или керна скважины в данных работах [Решения..., 1981; Анкудинова и др., 1982] не приводится. В работе В.М. Скоболо с соавторами [2001] палинокомплекс-V, фиксирующий момент климатического оптимума, происходит из нижней части среднеприсаянской подсвиты, вскрытой опорными скважинами 1571 (Ишидейское угольное месторождение), 3 (Каранцайское угольное месторождение), С-6 (Прииркутская впадина). К сожалению, детальное описание этого палинокомплекса отсутствует. Таким образом, существование в Иркутском бассейне аналогов палинозоны 6 на сегодняшний день недостаточно обоснованно. В предложенном лектостратотипе присаянской свиты отсутствие палинозоны 6 объясняется тем, что основание средней подсвиты сложено окатанными отложениями псефитовой фракции, не способствующими сохранению спор и пыльцы растений. Дальнейшие палинологические исследования среднеприсаянской подсвиты должны проверить наличие палинозоны 6 и способствовать более надежной увязке иркутской юры со шкалой Западной Сибири.

В присаянской свите по макрофлористическим данным сложно проследить границу нижней и средней юры. Связано это, прежде всего, с отсутствием в составе слоев с флорой представителей родов *Neocalamites*, *Neokoretrophyllites*, *Clathropteris*, *Phlebopteris*, *Todites*, которые характерны для нижнеюрских флор Западной Сибири и не встречаются в средней юре. Более надежно данная граница фиксиру-

ется по палинологическим данным — количественно и качественно сменяются компоненты в палинокомплексах присаянский-1 и 2. В палиноспектрах аалена (ПК присаянский-2) значительно уменьшается количество крупной однобороздной пыльцы *Cycadopites*, которая имеет приуроченность (содержание до 20 % и более) к нижнему отделу континентальной юры Сибири, появляются характерные среднеюрские формы *Dicksonia densa* Bolch., *Pinus divulgata* Bolch., *Schizosporis* cf. *mariformis* (Thirg.) Il. [Одинцова и др., 1967; Анкудимова и др., 1982; Ильина, 1985; Смокотина, 2006].

Согласно последним публикациям, стратиграфический объем присаянской свиты [Киричкова и др., 2017a] или только ее верхней подсвиты [Киричкова и др., 2017б] соответствует верхнему аалену — нижнему байосу на основании сходства макрофлоры с ажарминским флористическим комплексом. Данному комплексу, характеризующему вымский и леонтьевский горизонты Западной Сибири, свойственно обновление видового состава родов *Coniopteris*, *Czekanowskia* и *Phoenicopsis*. Род *Coniopteris* пополняется видами *C. burejensis* (Zal.) Sew., *C. (Birissia?) depensis* E. Lebedev, повсеместными становятся виды *C. hymenophylloides* (Brongn.) Sew., *C. simplex* (L. et H.) Harris, *C. vsevolodii* E. Lebedev. Среди лептострбовых наибольшего видового разнообразия достигает род *Phoenicopsis*, представленный 10 видами. Среди них впервые появляются *Ph. taschkessiensis* Krasser, *Ph. dentata* Pryn., *Ph. mogutchevae* Kiritch. et Trav. Наибольшее распространение получают виды *Ph. samylinae* Kiritch. et Moskvina, *Ph. sibirica* Kiritch. et Trav., *Ph. varia* Kiritch. et Trav. Видовое разнообразие рода *Czekanowskia* в комплексе заметно уменьшается [Киричкова и др., 2005]. Среди растительных остатков, приведенных в работах А.И. Киричковой [Киричкова и др., 2017a, б], и среди наших сборов из верхнеприсаянской подсвиты отсутствуют все новые виды родов *Coniopteris*, *Czekanowskia* и *Phoenicopsis*, характерные для ажарминского комплекса. Кроме того, во флорах вымского и леонтьевского горизонтов доминируют споровые растения, преимущественно папоротники, при подчиненном значении голосеменных [Шурыгин и др., 2000]. Во флоре верхнеприсаянской подсвиты наоборот преобладают голосеменные, а споровые играют подчиненную роль. Таким образом, флоры вымского и леонтьевского горизонтов значительно отличаются от флоры верхнеприсаянской подсвиты как видовым составом, так и характером доминирования основных групп растений. В связи с этим на данном этапе исследования более обоснованным является определение стратиграфического объема верхнеприсаянской подсвиты в пределах аалена. Этот вывод подтверждается и палинологическими данными, приведенными в данной работе (ПК присаянский-2). Корреляция присаянской свиты с разновозрастными отложениями Западной Сибири, основанная на полученных данных, приведена в табл. 4.

Вопрос сопоставления юрских осадочных отложений Иркутского угольного бассейна и осадочно-вулканогенных пород из впадин Западного Забайкалья является дискуссионным. Полученные результаты заставляют еще раз рассмотреть эту проблему. В.М. Скобло, опираясь на данные палеозоологии, определяет стратиграфический диапазон базальной для юры Западного Забайкалья ичетуйской свиты как верхи нижней — низы средней юры (тоар — аален). На основании этого им проведено сопоставление ичетуйской свиты с нижней и средней подсвитами присаянской свиты Иркутского бассейна. Вышележащую тугнуйскую свиту он сопоставляет с верхней подсвитой присаянской свиты и кудинской свитой Иркутского бассейна. Эти выводы основаны на комплексах насекомых и двустворок [Скобло и др., 2001]. Однако палеоботанические данные свидетельствуют о более молодом позднеюрском — раннемеловом возрасте отложений из Западного Забайкалья [Сребродольская, Тесленко, 1979]. Данный вывод основан на присутствии рода *Heilungia*, характерного для верхней юры и раннего мела Восточной Сибири и Приморья. Определение возраста вулканитов ичетуйской свиты рубидиево-стронциевым и калий-аргоновым методами укладывается в диапазон 146 — 159 млн лет [Шадаев и др., 1992; Иванов и др., 1995; Литвиновский и др., 1996; Воронцов и др., 2002]. Данные датировки соответствуют титонскому веку поздней юры. В вышележащей тугнуйской свите в 2014 г. нами обнаружен папоротник *Cladophlebis aldanensis* Vachr. и лептострбовое *Czekanowskia tjukjanensis* Kiritch. et Samyl., которые являются руководящими для верхнеюрских отложений Восточной Сибири и Приморья [Аржанникова и др., 2018]. Таким образом, присаянская свита существенно древнее тугнуйской и ичетуйской свит Западного Забайкалья.

Юрская флора верхнеприсаянской подсвиты имеет значительное сходство со среднеюрскими (аален) флорами Южной и Центральной Монголии. Так, во флорах бахарской свиты (угольный карьер Цаган-Ово) наблюдается большое разнообразие представителей рода *Phoenicopsis* [Kostina et al., 2015], среди которых виды *Ph. angustifolia* Heer, *Ph. dentata* Pryn., *Ph. irkutensis* Dolud. et Rasskaz., *Ph. markovitchae* Kiritch. et Shish. характерны и для флоры верхнеприсаянской подсвиты. Высокое разнообразие среднеюрских видов рода *Coniopteris* и присутствие видов *Raphaelia diamensis* Sew., *R. tapkensis* (Heer) Pryn. emend. Kost. во флоре свиты оргилохбулаг (Нариин-Сухайское угольное месторождение) [Kostina, Herman, 2013] позволяют соотнести с ней верхнеприсаянскую подсвиту.

Таблица 4. Корреляция присаянской свиты с одновозрастными отложениями Западной Сибири по палинологическим и палеоботаническим данным

| Общая стратиграфическая шкала |              |              |                                                                                                                                              | Региональные стратиграфические подразделения Западной Сибири [Решение..., 2004] |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          | Иркутский бассейн (данные авторов) |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|-------------------------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------|
| Система                       | Отдел        | Ярус         | Подъярус                                                                                                                                     | Горизонт                                                                        | Палинозоны и слои со спорами и пылью                                                                                                                                                |    | Слои с флорой                                                                            |                                    | Свита                                                             | Подсвита | Палинологический комплекс | Флористич. комплекс | Слои с флорой                                               |
| Юрская                        | Средний      | Ааленский    |                                                                                                                                              | Лайдинский                                                                      | П-8 <i>Cyathidites minor</i> , <i>Osmundacidites jurassicus</i> , <i>Piceapollenites variabiliformis</i> , <i>Stereisporites</i> spp., <i>Sciadopityspollenites multiverrucosus</i> |    | <i>Coniopteris maakiana</i> , <i>Leptotoma sibirica</i> , <i>Phoenicopsis irkutensis</i> |                                    | Присаянская                                                       | Верхняя  | Присаянский-2             | Присаянский         | <i>Raphaelia diamensis</i> , <i>Phoenicopsis irkutensis</i> |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              | Тоарский     | Верхний                                                                                                                                      | Надояхский                                                                      | П-7 <i>Piceapollenites variabiliformis</i> , <i>Cyathidites minor</i> , <i>Osmundacidites</i> spp., <i>Dipteridaceae</i> , <i>Marattisporites scabratus</i>                         |    | 76                                                                                       | 7a                                 |                                                                   | Средняя  | Присаянский-1             |                     | <i>Coniopteris snigirevskiae</i>                            |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               | Нижний       | Китербютский | П-6 <i>Cyathidites</i> spp., <i>Dipteridaceae</i> , <i>Marattisporites scabratus</i> , <i>Klukisporites variegatus</i> , <i>Classopollis</i> |                                                                                 | 56                                                                                                                                                                                  | 5a | Нижняя                                                                                   | Черемховский                       | <i>Coniopteris murrayana</i> , <i>Sphenobaiera czekanowskiana</i> |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               | Плинсбахский | Верхний      | Шараповский                                                                                                                                  | П-5 <i>Tripartina variabilis</i>                                                |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 | Phlebopteris polypodioides                                                                                                                                                          |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              |                                                                                 | Neokoretrophyllites, Clathropteris obovata                                                                                                                                          |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              | Otozamites                                                                      |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |
|                               |              |              |                                                                                                                                              | <i>Coniopteris zindanensis</i>                                                  |                                                                                                                                                                                     |    |                                                                                          |                                    |                                                                   |          |                           |                     |                                                             |

Примечание. Серой заливкой показаны палеонтологически не охарактеризованные интервалы присаянской свиты.

### ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИСАЯНСКОЙ СВИТЫ

По мнению многих исследователей [Виниченко и др., 1963; Одинцов, 1963; Тимофеев, 1970; Скобло и др., 2001], Иркутский угольный бассейн представлял собой аккумулятивную равнину, дренируемую многочисленными реками. С юго-востока и юго-запада ее обрамляли горные сооружения Саяно-Байкальского свода, тектоническая динамика которых отражалась на особенностях юрского осадконакопления. Во время накопления присаянской свиты основной обломочный материал поступал из Восточно-Саянской и Прибайкальской питающих провинций, а не из Западного Забайкалья [Виниченко и др., 1963]. В последнее время данная точка зрения подтвердилась в результате U-Pb датирования детритовых цирконов [Demonterova et al., 2017; Михеева и др., 2017].

**Конец позднего плинсбаха.** Накоплению присаянской свиты предшествовал этап активного торфо-накопления, завершающий черемховский цикл седиментации. Данный этап характеризовался низкой тектонической активностью горного обрамления и существованием в пределах бассейна медленно текущих



рек с широкими заболоченными поймами. В конце позднего плинсбаха началось активное вздымание гор Саяно-Байкальского свода и сопряженное с ним прогибание Иркутского бассейна. Эти процессы ознаменовали начало нового цикла седиментации. Возросла гидродинамика рек, русловые фации получили широкое распространение. Речные долины характеризовались хорошим дренажом при сильной редукции пойменных обстановок осадконакопления. Изредка вдоль русел рек возникали серии старичных озер.

По берегам рек и в периодически заливаемой пойме преобладали леса с доминированием лептострбовых *Czekanowskia rigida* Heer и хвойных *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. [Фролов, Машук, 2012, 2013, 2018a]. Травянистый ярус этих лесов образовывали папоротники *Cladophlebis williamsonii* Brongn. и продуцировавшие споры *Cyathidites* и *Osmundacidites*. По берегам озер и старичных водоемов существовали травянистые сообщества, сложенные членистостебельными *Phyllothea sibirica* Heer. В обстановках старичных озер, непосредственно в воде, обитали плавающие папоротники семейства Salviniaceae, зигнемовые водоросли: крупные *Ovoidites*, *Schizosporis* и прازیнофиты *Leiosphaeridia*. Плакорные пространства и надпойменные террасы покрывали мезофильные леса, древесный ярус которых образовывали *Sphenobaiera* ex gr. *czekanowskiana* (Heer) Flor., в травянистом ярусе присутствовали папоротники, продуцирующие споры *Cyathidites*. На склонах и возвышенных равнинах были распространены хвойно-гинкговые леса.

Присутствие в палиноспектрах редких *Tripartina variabilis* Mal. и *Classopollis* sp. говорит о том, что начавшееся в конце позднего плинсбаха потепление климата [Ильина, 1985] в Иркутском бассейне проявилось менее ярко, что связано с его северным положением и удаленностью от морских бассейнов.

**Тоар.** Резкая эрозионная граница между нижней и средней подсвитами, вероятно, связана с кратковременным усилением тектонической активности в регионе. Результаты геохимических исследований демонстрируют постепенное изменение состава областей размыва от преимущественно кислого (нижняя подсвита) к среднему (средняя подсвита). Это может свидетельствовать о потере одного из существовавших источников сноса, связанной с изменением структуры речной сети, вызванной тектоникой горного обрамления Иркутского бассейна. После этого кратковременного эпизода произошло постепенное снижение тектонической активности и гидродинамики речной сети. Пойменные обстановки седиментации приобрели широкое распространение. Однако зарастающие старицы и пойменные болота имели ограниченное распространение, а процесс торфонакопления прерывался частыми половодьями.

В раннем тоаре потепление климата, начавшееся в позднем плинсбахе, достигло своего максимума, и уже во второй половине раннего тоара началось постепенное похолодание [Ильина, 1985]. Эти климатические изменения хорошо прослеживаются в тоаре Западной Сибири по появлению в составе макрофлоры и палиноспектрах большого количества теплолюбивых растений Евро-Синийской области. В Иркутском бассейне раннетоарский климатический оптимум не проявился ни в составе макрофлоры, ни в палиноспектрах. Это, по-видимому, связано с палеогеографическими причинами: более северным положением данного региона внутри континента, наличием вокруг него горных систем и значительной удаленностью от крупных морских бассейнов. Перечисленные факторы в совокупности не способствовали существенному по сравнению с Западной Сибирью смягчению климата.

Несмотря на то, что потепление климата практически не отразилось на составе флоры Иркутского бассейна, в растительных сообществах тоара произошли следующие изменения. В травянистом ярусе пойменных лесов с доминированием лептострбовых *Czekanowskia rigida* Heer и хвойных *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. заметную роль стали играть папоротники рода *Coniopteris*. В заболоченной пойме возникли новые растительные сообщества — леса с доминированием *Phoenicopsis*. На смену мезофильным лесам со *Sphenobaiera* ex gr. *czekanowskiana* (Heer) Flor. пришли леса с доминированием *Ginkgo sibirica* Heer, *G. tapkensis* Dolud. et Rasskaz., такие леса покрывали плакоры и речные террасы.

**Аален.** Тектоническая активность горного обрамления Иркутского бассейна в аалене была минимальной. На территории аккумулятивной равнины существовали медленно текущие равнинные реки с хорошо развитыми поймами, многочисленными зарастающими старицами и торфяными болотами.

Растительные сообщества этого времени во многом унаследованы от фитоценозов предыдущего этапа. Растительность речных пойм была представлена лесами, древесный ярус которых образовывали *Czekanowskia rigida* Heer и *Pityophyllum* ex gr. *nordenskioldii* (Heer) Nath. В травянистом ярусе преобладали папоротники *Coniopteris maakiana* (Heer) Pryn. emend. Kiritch. et Trav., *Cladophlebis williamsonii* Brongn., *Raphaelia diamensis* Sew. и продуцировавшие споры *Osmundacidites*, членистостебельные *Calamospora* и *Pilasporites*. По берегам застойных и заболоченных водоемов получили развитие леса с доминированием лептострбовых *Phoenicopsis angustifolia* Heer, *Ph. cognata* Kiritch., *Ph. irkutensis* Dolud. et Rasskaz. В травянистом ярусе болотных лесов принимали участие плауновидные *Lycopodiumsporites*, *Uvaesporites*, сфагновые мхи *Stereisporites*. В слабопроточных водоемах были распространены разнообразные зеленые водоросли: зигнемовые *Schizosporis* и крупные *Ovoidites*, иногда прازیнофиты *Leiosphaeridia* и редкие колонии протококковых *Botryococcus*. Мезофильные леса с доминированием *Ginkgo sibirica* Heer, *G. tapkensis* Dolud. et Rasskaz. произрастали на плакорных пространствах, речных террасах

и в высокой пойме, затопляемой редко в сильные паводки. В травянистом ярусе этих лесов присутствовали папоротники *Cyathidites*, *Eboracia* и *Hausmannia crenata* (Nath.) Maell. На склонах небольших возвышенностей продолжали существовать гинкгово-хвойные леса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексного исследования серии естественных обнажений в южной части Иркутского угольного бассейна впервые предложен лектостратотипический эталонный разрез присаянской свиты. В ходе исследования для присаянской свиты установлено трехчленное деление на нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты, генетически связанные между собой и представляющие единый аллювиальный мегацикл. Выделенные подсвиты обладают собственной литолого-фациальной, палинологической и палеоботанической характеристиками и соответствующими литологическими границами.

В составе присаянских палинокомплексов и слоев с флорой часто отсутствуют стратиграфически значимые таксоны, такие как виды-индексы некоторых палинозон и макроостатки растений из Евро-Синийской палеофлористической области. Это затрудняет надежное сопоставление полученных биостратиграфических данных с эталонной шкалой Западной Сибири. Несмотря на это, в Западной Сибири и Иркутском бассейне установлены общие тенденции развития типичных представителей флоры Сибирской палеофлористической области. Среди них: первое появление папоротников рода *Coniopteris* в конце позднего плинсбаха, более частая встречаемость рода *Ginkgo* и увеличение видового разнообразия *Coniopteris* — в тоаре и широкое распространение рода *Phoenicopsis* — в аалене. Наблюдаемые тенденции позволяют сопоставить слои с *Coniopteris murrayana*, *Sphenobaiera czekanowskiana*, из нижнеприсаянской подсвиты с флористическим комплексом, установленным для шараповского горизонта Западной Сибири. Слои с *Coniopteris snigirevskiae*, установленные в среднеприсаянской подсвите, сопоставимы с флористическим комплексом надояхского горизонта Западной Сибири. Верхнеприсаянская подсвита охарактеризована слоями с *Raphaelia diamensis*, *Phoenicopsis irkutensis*, соответствующими флористическому комплексу лайдинского горизонта Западной Сибири. ПК присаянский-1 по общему составу палинотаксонов и по положению в разрезе сопоставлен с палинозонами 5—7 Западной Сибири. ПК присаянский-2, установленный в верхней подсвите присаянской свиты, соответствует палинозоне 8 Западной Сибири. Таким образом, стратиграфический объем присаянской свиты укладывается в пределах от второй половины нижней (верхи верхнего плинсбаха) до низов средней (аален) юры.

Отсутствие теплолюбивых видов Евро-Синийской области во флоре Иркутского бассейна объясняется его палеогеографическим положением: данная территория располагалась севернее Западной Сибири в центре континента на значительном удалении от морских бассейнов и была окружена горными системами. Эти обстоятельства не способствовали существенному смягчению климата, вследствие чего теплолюбивые виды Евро-Синийской области представлены только в палинокомплексах и в большинстве случаев единичными экземплярами.

Характерный состав макрофлоры верхнеприсаянской подсвиты позволил сопоставить ее со среднеюрскими отложениями Южной и Центральной Монголии.

Мы глубоко признательны заведующему лабораторией палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя, члену-корреспонденту РАН Б.Н. Шурыгину (ИНГГ СО РАН) и ведущему научному сотруднику лаборатории геологии и магматизма древних платформ А.И. Мельникову (ИЗК СО РАН) за ценные замечания и предложения по подготовке статьи, ведущему научному сотруднику лаборатории геологии мезозоя и кайнозоя Н.И. Акулову (ИЗК СО РАН) за консультации по литолого-фациальному изучению разрезов и их палеогеографической интерпретации, старшему научному сотруднику лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя Е.Б. Пещевикой (ИНГГ СО РАН) за ряд замечаний и предложений в интерпретации палинологических данных. Авторы благодарят заведующую Палеонтологическим музеем им. В.А. Хахлова Л.Г. Пороховниченко (ТГУ) за предоставленную возможность работы с коллекцией В.А. Хахлова, собранной у пос. Усть-Балей, сотрудника лаборатории геологии мезозоя и кайнозоя О.Н. Шестакову (ИЗК СО РАН) за химическую обработку палинологических проб и научного сотрудника лаборатории палеолимнологии И.В. Енущенко (ЛИН СО РАН) за активное участие в полевых исследованиях.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Института земной коры СО РАН (проект № 121042700218-2). В работе задействовались оборудование ЦКП «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН в рамках гранта № 075-15-2021-682. Исследования И.В. Афолина, С.В. Иванцова осуществлялись в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (проект № 0721-2020-0041).

## ЛИТЕРАТУРА

Акулов Н.И., Фролов А.О., Машук И.М., Акулова В.В. Юрские отложения южной части Иркутского осадочного бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2015, т. 23, № 4, с. 40—63, doi: 10.1134/S0869593815040036.

- Алексеев В.П.** Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург, Изд-во УрГУ, 2007, 209 с.
- Анкудимов Л.А., Кабанова Г.М., Одинцова М.М., Шурыгин Б.Л.** Стратиграфическая схема юры Иркутского угленосного бассейна // Органический мир Восточной Сибири в фанерозое. Новосибирск, Наука, 1982, с. 30—43.
- Аржанникова А.В., Фролов А.О., Аржанников С.Г., Демонтерова Е.И., Иванов А.В., Жоливе М., Рубцова М.Н., Дорожко А.Л.** О корреляции юрских отложений Иркутского бассейна и Юго-Западного Забайкалья по данным палеоботанических и геохронологических исследований // Геология и геофизика, 2018, т. 59 (6), с. 773—791, doi: 10.15372/GiG20180603.
- Бойцова Е.П.** Некоторые предложения по оформлению палинологического материала // Методы интерпретации палинологических данных. 1977, с. 76—77. (Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер., вып. 279).
- Виниченко Н.Н., Борисов В.А., Кашик С.А., Панаев В.А.** Фациальные условия формирования юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // Юрские отложения южной и центральной частей Сибирской платформы. 1963, с. 81—91. (Тр. ИЗК СО АН СССР, вып. 15).
- Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Никифоров А.В.** Позднемезозойский магматизм Джидинского сектора Западно-Забайкальской рифтовой области: этапы формирования, ассоциации, источники // Петрология, 2002, т. 10, № 5, с. 510—531.
- Геер О.** Юрская флора Иркутской губернии и Амурского края. СПб, 1878, 134 с. (Тр. Сибирской эксп. Рус. геогр. об-ва. Физ. отд., т. III, вып. 2).
- Государственная** геологическая карта Российской Федерации. М-б 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Ангара-Енисейская. Лист N-48 — Иркутск. Объяснительная записка. СПб, Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009, 574 с.
- Гутова Л.Н., Ильина Т.И.** Растительность ранне- и среднеюрской эпох Иркутского угленосного бассейна // Вопросы биостратиграфии и палеогеографии Сибирской платформы. М., Наука, 1969, с. 73—89.
- Данилович В.Н.** Тектоника юго-восточной окраины Прибайкальской юры // Труды Восточно-Сибирского геологического управления. Иркутск, ОГИЗ, 1941, вып. 29, 87 с.
- Девятков В.П., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н.** Палеогеография Сибири в юрском периоде на этапах основных перестроек // Новости палеонтологии и стратиграфии, вып. 16—17: Приложение к журналу «Геология и геофизика», т. 52, 2011, с. 87—101.
- Деев Ю.П.** Стратиграфический разрез юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // Тр. Межведомственного совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л., Гостоптехиздат, 1957, с. 41—51.
- Долуденко М.П., Рассказова Е.С.** Гинкговые и чекановские Иркутского бассейна // Мезозойские растения Восточной Сибири. М., Наука, 1972, с. 7—43.
- Ермолаев Д.И.** Юрская флора Иркутского угленосного бассейна. Иркутск, Изд-во Иркут. геол. упр., 1959, 71 с.
- Жамойда А.И., Ковалевский О.П., Моисеева А.И., Яркин В.И.** Стратиграфический кодекс СССР. Л., ГИН АН СССР, 1977, 80 с.
- Жемчужников Ю.А.** Разрез юрских угленосных отложений по р. Ангара // Изв. Геол. ком-та, 1925, т. XLIV, № 6, с. 699—718.
- Иванов В.Г., Ярмолюк В.В., Смирнов В.Н.** Новые данные о возрастах проявления вулканизма в Западно-Забайкальской позднемезозойско-кайнозойской вулканической области // ДАН, 1995, т. 345, № 5, с. 648—652.
- Ильина В.И.** Палинология юры Сибири. М., Наука, 1985, 237 с.
- Киричкова А.И., Травина Т.А.** О сфеноптероидных папоротниках юры Иркутского бассейна (местонахождения Усть-Балей и гора Кая) // Палеонтологический журнал, 1993, № 4, с. 106—114.
- Киричкова А.И., Травина Т.А.** Фитостратиграфия юрских угленосных отложений Иркутского бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2000, т. 8, № 6, с. 89—102.
- Киричкова А.И., Костина Е.И., Травина Т.А.** Новый вид рода *Osmunda* L. из юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // Палеонтологический журнал, 1999, № 2, с. 83—89.
- Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И.** Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб, Недра, 2005, 378 с.
- Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В.** О стратиграфии континентальной юры Иркутского амфитеатра // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2016а, т. 11, № 2, с. 1—24, doi: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/24\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/24_2016).



**Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В.** Род *Sphenobaiera* Florin (Ginkgoales) и его значение для стратиграфии юрских отложений Иркутского угленосного бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2016б, т. 11, № 3, с. 1—34, doi: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/30\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/30_2016).

**Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В.** Юрские континентальные отложения в разрезах страторегии Иркутского угленосного бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2017а, т. 25, № 5, с. 17—40, doi: 10.7868/S0869592X17050027.

**Киричкова А.И., Ярошенко О.П., Костина Е.И., Носова Н.В.** Методологические основы стратиграфической схемы континентальных отложений нижней и средней юры Иркутского угленосного бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2017б, т. 12, № 3, с. 1—21, doi: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/35\\_2017](https://doi.org/10.17353/2070-5379/35_2017).

**Киричкова А.И., Костина Е.И., Носова Н.В.** Юрская флора Иркутского угленосного бассейна // Ботанический журнал, 2018, т. 103, № 1, с. 36—63, doi: 10.1134/S0006813618010027.

**Коровин М.К.** Черемховский каменноугольный район // Изв. Сиб. отд. Геол. комитета. Томск, 1922, т. 2, вып. 4, 64 с.

**Крейзель Р.** Методы палеоботанического исследования. Руководство для изучения ископаемых растений и образованных ими горных пород. Л., Изд-во АН СССР, 1932, 144 с.

**Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Шадаев М.Г., Ляпунов С.М.** Условия формирования трахибазальт-трахитовой бимодальной серии: Малохамардабанская вулканотектоническая структура, Забайкалье // Петрология, 1996, т. 4, № 1, с. 26—45.

**Маслов А.В.** Осадочные породы и методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург, УГГУ, 2005, 289 с.

**Михеева Е.А.** Возрастные границы, корреляция, источники и области сноса юрских отложений Иркутского бассейна: Автореф. дис.... к.г.-м.н. Иркутск, 2017, 16 с.

**Михеева Е.А., Демонтерова Е.И., Фролов А.О., Аржанникова А.В., Аржанников С.Г., Черкашина Т.Ю., Иванов А.В.** Смена источников сноса Иркутского угольного бассейна в течение ранней и средней юры по геохимическим и Sm-Nd изотопным данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2017, т. 25, № 4, с. 3—25, doi: 10.7868/S0869592X1703005X.

**Могучева Н.К.** Проблемы фитостратиграфии и корреляции континентальных отложений нижней юры Западной Сибири и Кузнецкого и Канско-Ачинского бассейнов // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009, т. 17, № 3, с. 55—62.

**Могучева Н.К.** Основные фитостратиграфические границы в юре Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2014, т. 22, № 3, с. 6—13, doi: 10.7868/S0869592X14030090.

**Носова Н.В., Киричкова А.И.** Новый вид *Marskea* Florin (Pinopsida) из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна (Восточная Сибирь) // Палеонтологический журнал, 2018, № 5, с. 101—109, doi: 10.1134/S0031031X18050100.

**Носова Н.В., Киричкова А.И., Костина Е.И.** Облиственные побеги и микростроилы хвойных из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна // Палеоботаника, 2017, т. 8, с. 5—27.

**Обручев В.А.** Геологический очерк Иркутской губернии. Полезные ископаемые и горнозаводская промышленность // Материалы по исследованию землепользования и хозяйственного быта сельского населения Иркутской и Енисейской губерний. Иркутская губерния. М., 1890, т. 2, вып. 1, с. 29—63.

**Одинцов М.М.** Общие вопросы геологии юрских отложений южной и центральной частей Сибирской платформы // Юрские отложения южной и центральной частей Сибирской платформы. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 5—12. (Тр. ИЗК СО АН СССР, вып. 15).

**Одинцова М.М., Богдашова Л.И., Гутова Л.Н.** Стратиграфия // Юрские континентальные отложения юга Сибирской платформы. М., Наука, 1967, с. 19—118.

**Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р.** Пески и песчаники. М., Мир, 1976, 536 с.

**Принада В.Д.** Мезозойская флора Восточной Сибири и Забайкалья. М., Госгеолтехиздат, 1962, 368 с.

**Пыльцевой анализ** / Ред. И.М. Покровская. М., ВНИГИ, 1950, 572 с.

**Решения III Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири.** МСК СССР, Новосибирск, 1981, 91 с.

**Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.)** Новосибирск, Изд-во СНИИГГиМС, 2004, 114 с.

**Скобло В.М., Лямина Н.А., Руднев А.Ф., Лузина И.В.** Континентальный верхний мезозой Прибайкалья и Забайкалья (стратиграфия, условия осадконакопления, корреляция). Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2001, 332 с.

- Смокотина И.В.** Палиностратиграфия юрских отложений Канско-Ачинского бассейна. Красноярск, Изд-во ФГУГП «Красноярскгеолсъемка», 2006, 97 с.
- Сребродольская И.Н., Тесленко Ю.В.** О возрасте ичетуйского флористического комплекса Западного Забайкалья // Палеонтология и стратиграфия Дальнего Востока. Владивосток, 1979, с. 80—91.
- Стратиграфический кодекс России.** Издание третье, исправленное и дополненное. СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 2019, 96 с.
- Тейлор С.Р., МакЛеннан С.М.** Континентальная кора: ее состав и эволюция. М., Мир, 1988, 384 с.
- Тимофеев П.П.** Основные черты строения мезозойской угленосной формации Ангаро-Чулымского прогиба // Тр. Геол. ин-та АН СССР, 1963, вып. 81, с. 270—331.
- Тимофеев П.П.** Юрская угленосная формация Южной Сибири и условия ее образования. М., 1970, 208 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 198).
- Файнштейн Г.Х., Виниченко М.Н.** Условия формирования и локализации полезных ископаемых юры юга Сибирской платформы // Палеогеографические условия формирования месторождений полезных ископаемых на юге Сибирской платформы. Иркутск, Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1971, с. 200—221.
- Фролов А.О.** *Schizolepis mashchukae* sp. nov. — новый вид из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна (Восточная Сибирь) // Вестн. Томск. гос. ун-та, 2012, № 362, с. 194—196.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Реконструкция среднеюрской болотной растительности по результатам исследования фитоориктоценозов из присаянской свиты (Иркутский угленосный бассейн) // Изв. Иркут. ун-та. Серия Биология. Экология, 2012, т. 5, № 1, с. 3—10.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Реконструкция среднеюрской пойменной растительности по результатам исследования фитоориктоценозов из присаянской свиты (Иркутский угленосный бассейн) // Изв. Иркут. ун-та. Серия Биология. Экология, 2013, т. 6, № 2, с. 50—60.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Полевой атлас юрской флоры Иркутского угленосного бассейна. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2014, 108 с.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Новый папоротник из нижнеюрских отложений Иркутского угленосного бассейна (Восточная Сибирь) // Палеонтологический журнал, 2015, № 4, с. 91—95, doi: 10.7868/S0031031X15040078.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Реконструкция среднеюрской растительности Иркутского угольного бассейна // География и природные ресурсы, 2016а, № 4, с. 91—104, doi: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-4(91-104).
- Фролов А.О., Машук И.М.** Первая находка папоротника *Cladophlebis kanskiensis* Kost. в среднеюрских отложениях Иркутского угольного бассейна (Восточная Сибирь, Россия) // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Науки о Земле, 2016б, т. 16, с. 128—136.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Редкие хвойные из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна (Восточная Сибирь, Россия) // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Биология. Экология, 2016в, т. 15, с. 25—36.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Юрская флора и растительность Иркутского угольного бассейна. Иркутск, Изд-во Института географии СО РАН, 2018а, 541 с.
- Фролов А.О., Машук И.М.** Новый вид рода *Phoenicopsis* (Leptostrobales) из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна (Восточная Сибирь) // Палеонтологический журнал, 2018б, № 4, с. 111—116, doi: 10.1134/S0031031X18040062.
- Хахлов В.А.** Ископаемые растения Иркутского угленосного бассейна // Изв. Сиб. отд. Геол. ком-та, Томск, 1924, т. 4, 29 с.
- Чекановский А.Л.** Геологические исследования в Иркутской губернии, совершенные по поручению Сибирского отделения Русского географического общества // Тр. Рус. геогр. об-ва, Иркутск, 1874, 398 с.
- Черский И.Д.** Геологическое исследование Сибирского почтового тракта от озера Байкал до восточного склона хребта Уральского, а также путей, ведущих к падунскому порогу на р. Ангаре и в город Минусинск // Тр. Рус. геогр. об-ва, СПб, 1888, 145 с.
- Шадаев М.Г., Посохов В.Ф., Друбецкой Е.Р.** Новые данные о возрасте ичетуйской свиты в Западном Забайкалье (Rb-Sr и K-Ar даты) // Геология и геофизика, 1992 (5), с. 41—44.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Деятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К.** Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 480 с.
- Cox R., Lowe D.R., Cullers R.L.** The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in southwestern United States // Geochim. Cosmochim. Acta, 1995, v. 59, p. 2919—2940.

**Demonterova E.I., Ivanov A.V., Mikheeva E.M., Arzhannikova A.V., Frolov A.O., Arzannikov S.G., Bryanskiy N.V., Pavlova L.A.** Early to Middle Jurassic history of the southern Siberian continent (Transbaikalia) recorded in sediments of the Siberian Craton: Sm-Nd and U-Pb provenance study // *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2017, v. 188 (1—2), p. 83—97, doi: 10.1051/bsgf/2017009.

**Frolov A., Mashchuk I.** A new species of extinct genus *Lycopodites* from Lower to Middle Jurassic sediments of Irkutsk coal basin (Eastern Siberia) // *Global Geol.*, 2014, № 1, p. 1—10, doi: 10.3969/j.issn.1673-9736.2014.01.

**Frolov A.O., Mashchuk I.M.** Discovery of isolated leaves of *Marskea* (Taxaceae) in the Middle Jurassic sediments of Irkutsk Basin (East Siberia, Russia) // *Phytotaxa*, 2020, v. 449 (2), p. 164—172, <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.449.2.4>.

**Frolov A.O., Akulov N.I., Mashchuk I.M.** Stratigraphy of Jurassic sediments of the southern Siberian platform (Russia) studied through lithologic and palaeobotanical data // *Seismic and sequence stratigraphy and integrated stratigraphy. New insights and contributions. Croatia, InTech*, 2017, p. 81—99, doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69572>.

**Harnois L.** The CIW index: a new chemical index of weathering // *Sediment. Geol.*, 1988, v. 55 (3—4), p. 319—322.

**Herron M.M.** Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // *J. Sediment. Petrol.*, 1988, v. 58, p. 820—829.

**Kostina E.I., Herman A.B.** The Middle Jurassic flora of South Mongolia: composition, age and phytogeographic position // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2013, v. 193, p. 82—98, <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2013.01.009>.

**Kostina E.I., Herman A.B., Kodrul T.M.** Early Middle Jurassic (possibly Aalenian) Tsagan-Ovoo Flora of Central Mongolia // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2015, v. 220, p. 44—58, <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.04.010>.

**Krassilov V.A., Bugdaeva E.V.** Gnetalean plants from the Jurassic of Ust-Balej, East Siberia // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 1988, v. 53, p. 359—374.

**Nesbitt H.W., Young G.M.** Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // *Nature*, 1982, v. 299, p. 715—717.

**Nosova N., Van Konijnenburg-van Cittert J.H.A., Kiritchkova A.** New data on the epidermal structure of the leaves of *Podozamites* Braun // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2017, v. 238, p. 88—104, doi:10.1016/j.revpalbo.2016.11.005.

**Visser J.N.J., Young G.M.** Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo-Carboniferous glaciogenic Dwyka Formation and postglacial mudrocks in Southern Africa // *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 1990, v. 81, p. 49—57.

**Wronkiewicz D.J., Condie K.C.** Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: source-area weathering and provenance // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1987, v. 51, p. 2401—2416.

**Wronkiewicz D.J., Condie K.C.** Geochemistry and mineralogy of sediments from the Ventersdorp and Transvaal Supergroups, South Africa: cratonic evolution during the early Proterozoic // *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1990, v. 54, p. 343—354.

*Поступила в редакцию 21 января 2021 г.,  
принята в печать 4 июня 2021 г.*