

УДК551.762(571.16)

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ДЛЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2019 г. И. В. Рычкова<sup>1</sup>, \*, М. И. Шамина<sup>1</sup>, В. В. Аносов<sup>2</sup>, В. П. Иванов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

<sup>2</sup>ООО “Норд Империял”, Томск

\*e-mail: irina.rychkova@mail.ru

Поступила в редакцию 13.06.2017 г.

Получена после доработки 14.03.2018 г.

Принята к публикации 12.04.2018 г.

На основе комплексных палеоботанических, литогеохимических, ИК-спектрометрических и термохимических исследований проведено стратиграфическое расчленение и корреляция продуктивных средне-верхнеюрских отложений, представленных тюменской и наунакской свитами на площадях Двойная и Снежная, на юго-востоке Западной Сибири (центральная часть Томской области). Создана надежная основа для оптимальной корректировки подсчета запасов и эффективного освоения месторождений углеводородного сырья. Установлено, что для тюменской свиты руководящими палеоботаническими остатками являются папоротники *Coniopteris vialovae*, *Raphaelia diamensis* и чекановские *Czekanowskia irkutensis*, *Cz. rigida*, *Phoenicopsis mogutchevae*, а для наунакской свиты — чекановские *Czekanowskia tomskiensis*. Это обусловлено палеоклиматической обстановкой, которая предопределяла состав растительного сообщества и виды растений-углеобразователей. Для достоверности корреляции проведено литогеохимическое изучение отложений с учетом анализа особенностей происхождения угля. Различия состава растительных комплексов в свитах подтвердилось различием генетических свойств маркирующих угленосных отложений: степенью биохимической устойчивости органической массы торфяника, уровнем гелификации и флористической восстановленности органической массы углей, а также показателями выхода легких и тяжелых углеводородов.

**Ключевые слова:** средняя—верхняя юра, тюменская свита, наунакская свита, комплексная оценка, корреляция отложений.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27324-39>

### ВВЕДЕНИЕ

Традиционный подход, основанный на данных геофизических исследований скважин (ГИС), при стратиграфическом расчленении отложений Западной Сибири не всегда достаточен и убедителен, особенно при проведении границы между толщами, сходными по литологическому строению.

На юго-востоке Западной Сибири средне-верхнеюрские отложения, представленные тюменской и наунакской свитами, являются важным объектом поиска и разведки на нефть и газ. Несмотря на полувековое изучение свит, выделение их из толщ терригенных отложений юго-востока Западной Сибири до сих пор вызывает затруднения (Шурыгин и др., 2000). Связано это

с однотипностью разреза средней—верхней юры. Обе свиты имеют континентальный генезис. Наунакская свита является возрастным аналогом морской васюганской свиты, распространенной западнее от изучаемой территории. В отличие от васюганской свиты, наунакская свита лишена такого яркого репера, как нижневасюганская подсвита, которая позволила бы уверенно расчленить разрез по данным ГИС. Эта подсвита состоит из аргиллитов темно-серых до черных, с буроватым или зеленоватым оттенком, плотных, битуминозных, являющихся показателем обширной морской трансгрессии на юго-восток Западной Сибири.

Кроме того, из-за отсутствия в отдельных частях разрезов средне-верхнеюрских отложе-

ний вопросы стратиграфического расчленения, корреляции, а также генезиса толщ во многом остаются дискуссионными. Поэтому эти отложения требуют тщательного комплексного изучения, включая надежную возрастную оценку, которая должна основываться на новых методах исследования угленосных отложений и подстилающих их пород.

Подобная проблема возникла в ООО “Норд Империял” при расчленении разреза месторождений углеводородов Снежное и Двойное (рис. 1). Эти залежи, расположенные в центральной части Томской области на расстоянии 20 км друг от друга, были вскрыты в советское время единичными поисковыми скважинами. Тогда же, при подсчетах запасов, продуктивным пластам были присвоены следующие индексы: на Двойном – Ю1-2, на Снежном – Ю1-1, Ю1-2, Ю1-3. Эта индексация была сохранена при последующих пересчетах, лишь на месторождении Двойное дополнительно был выделен пласт Ю1(3-4).

К 1988 г. на изучаемых площадях было пробурено 8 поисковых скважин (по 4 на каждой площади), после чего бурение на них не велось вплоть до 2005 г., когда месторождения начали вводить в эксплуатацию. С этого времени на изучаемой территории была выполнена 3D сейсмосъемка и пробурено 48 скважин на месторождении Снежном и 3 скважины на Двойном. Но, по мере накопления новой геолого-геофизической информации, стало очевидно, что, используя прежние стратиграфические разбивки,

невозможно построить достоверную межплощадную корреляционную схему.

К примеру, выяснилось, что по данным ГИС (рис. 2а) пласт Ю1-1 месторождения Снежного надежно коррелируется с пластом Ю1(1-2) Двойного. На атрибутивной карте (рис. 2б), построенной по данным 3D сейсмики, видно, что в интервале этих отложений скважинами обоих месторождений вскрыто одно и то же песчаное тело.

Если по новым данным ГИС прослеживание пластов в разрезе не представляло больших сложностей, то вопрос их индексации оставался открытым. Поэтому для решения этой проблемы было выполнено биостратиграфическое расчленение.

В континентальных отложениях, при отсутствии ортостратиграфической фауны, макроостатки растений становятся одним из главных источников геохронологической информации в разрезах юго-востока Западной Сибири. Ранее проведенные исследования выявили сочетания видов из родов *Coniopteris*, *Phoenicopsis*, *Czekanowskia*, которые имеют узкий стратиграфический диапазон и могут быть использованы при стратиграфическом расчленении и корреляции (Киричкова и др., 2001, 2002).

Для надежности интерпретации геофизических данных и палеоботанической информации были привлечены методы РФА, ИК-спектроскопии и Rock-EVAL, которые применяются при диагностировании со сложной фациальной обстановкой. Сочетание разных видов анализов дает надежные результаты и позволяет создать новый комплексный подход для усовершенствования

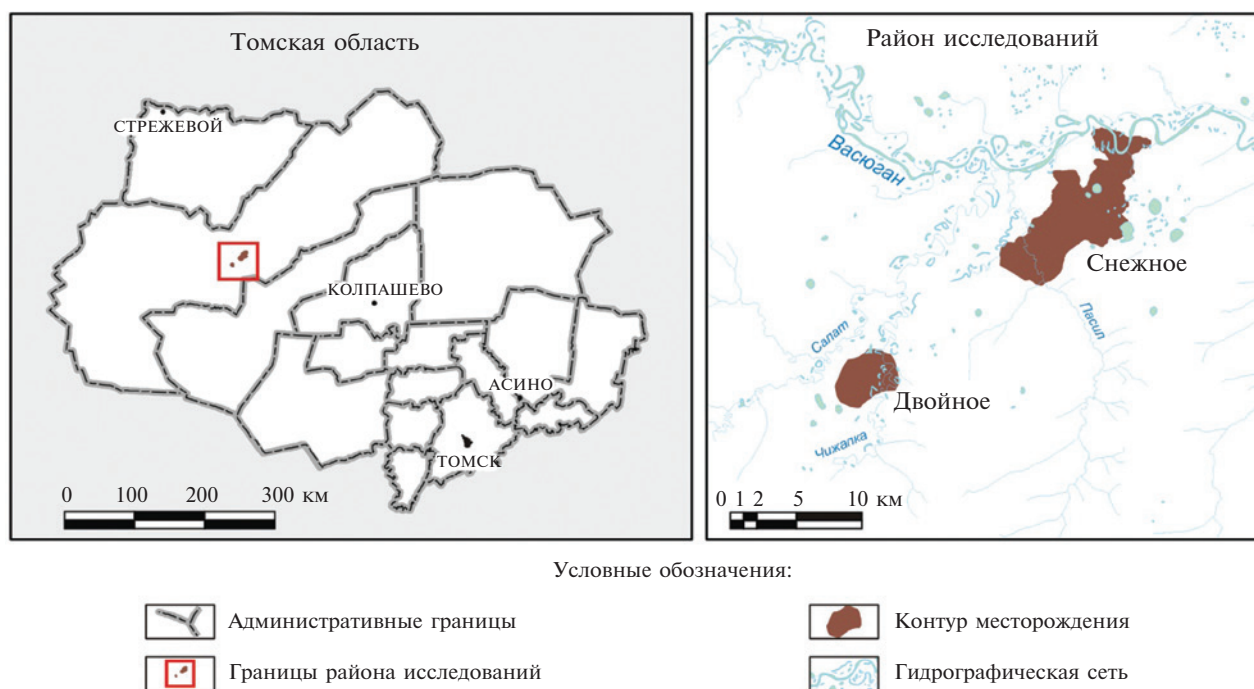
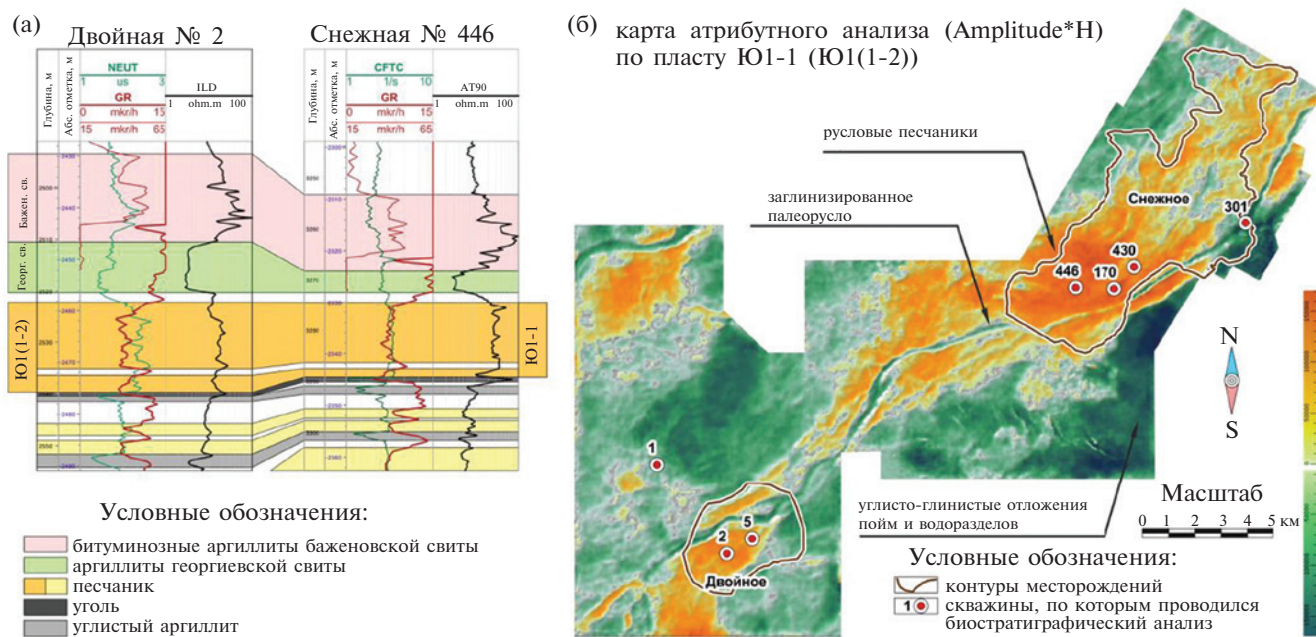


Рис. 1. Местоположение изученных разрезов.



**Рис. 2.** (а) Корреляционная схема по скв. Двойная № 2 и Снежная № 446 и (б) карта атрибутного анализа ( $\text{Amplitude} \cdot H$ ) по пласту Ю1-1 (Ю1(1-2)).

вания региональной стратиграфической схемы нового поколения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для проведенных исследований послужили образцы с остатками макрофлоры из керна семи скважин: пл. Двойная, скв. 1, 2, 5 и пл. Снежная, скв. 446, 170, 430, 301.

Возраст отложений определялся по найденным растениям, имеющим выраженную привязку к определенным фитогоризонтам. Корректность полученных результатов подтвердилась каротажными корреляционными схемами, построенными по сети разведочных и эксплуатационных скважин. Осуществлялась увязка состава конкретных палеоботанических остатков отдельных отложений с генетическими показателями угольного вещества (образованного этими растениями) и термохимическими показателями, характеризующими особенности строения органической массы угольного вещества.

Палеоботанический материал представлен отпечатками и фитолеймами листьев, отпечатками стеблей, семенами растений. Пробоподготовка проводилась по стандартной методике: фитолеймы подвергались мацерации путем последовательного помещения сначала в концентрированную азотную кислоту и раствор бертолетовой соли, а затем в разбавленный аммиак. Полученные препараты изучались с помощью микроскопа МИКМЕД-6 в проходящем свете.

Угольный материал был измельчен до крупно-

сти 0.02 мм в соответствии с методикой определения спектральной характеристики углей в диапазоне  $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$  на АПК "Спектротест" (ГОСТ 52205) и методикой определения термохимических показателей на пиролизаторе Rock-Eval 6 Turbo.

Содержание петрохимических элементов определялось в пробах пород, в которых обнаружены растительные остатки, на рентгенофлуоресцентном анализаторе ED-2000 Oxford Instrumental. На основе исходных петрохимических данных были рассчитаны литогеохимические модули и индикаторные отношения, которые были проанализированы согласно рекомендациям Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис (2000).

Изученная коллекция хранится в Томском политехническом университете под № 72. В статье приведены в сжатом виде материалы каротажа скважин №№ 301, 170, 446, 430 (Снежное) и №№ 1, 2, 5 (Двойное) и сейсмической съемки пласта Ю1, так как они являются основой для указания мест отбора проб и увязки результатов палеоботанических, ИК-спектрометрических, термохимических и геохимических анализов с палеогеоморфологической структурой поверхности средне-верхнеюрских отложений. Применение комплексного подхода для уточнения стратиграфии отложений и их геологической корреляции позволило повысить достоверность полученных выводов при расчленении осадочной толщи и показать скрытые возможности межметодного контроля геологических данных.



## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно схеме структурно-фациального районирования нижней и средней (без келловей) юры Западной Сибири (Решения..., 2004), изучаемые площади Снежная и Двойная находятся в Тымском фациальном районе Обь-Тазовской фациальной области, а в схеме келловей и верхней юры они расположены в Сильгинском фациальном районе Омско-Чулымской фациальной области. Формирование свит в этих фациальных районах происходило в условиях переходного седиментогенеза от морского (на западе) к континентальному (на востоке), что обусловило разнообразие фаций и сложность интерпретации в разрезах изученных скважин.

Тюменская свита сложена преимущественно чередующимися прослоями алевроаргиллитов и аргиллитов с прослоями песчаников и алевропесчаников с многочисленными пропластками углей.

В пределах изучаемых площадей на тюменской свите залегает наунакская свита, которая является возрастным аналогом преимущественно морской васюганской свиты.

Васюганская свита расположена западнее наунакской, в Пурпейско-Васюганском фациальном районе Обь-Ленской фациальной области, где в келловей—поздней юре происходило морское осадконакопление. Васюганская свита характеризуется преобладанием в своем составе пород морского генезиса с редкими локальными участками континентальных фаций. Васюганская свита делится на две подсвиты. Нижневасюганская подсвита сложена преимущественно аргиллитами темно-серыми до черных, с зеленоватым оттенком, битуминозными. Верхневасюганская подсвита представлена преимущественно светло-серыми песчаниками и алевролитами.

Наунакская свита распространена восточнее васюганской в пределах Сильгинского и Ажарминского фациальных районов. Свита представляет собой неравномерное переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов, маломощных пластов углей. Отмечается присутствие пирита, тонких намывов углефицированного детрита, которые подчеркивают слоистость. Наунакская свита имеет сходство с нижезалегающей тюменской свитой.

Макроостатки ископаемых растений довольно часто встречаются в керне скважин Западной Сибири. Одинаковая в юрских отложениях разных районов стратиграфическая последовательность комплексов макроостатков растений послужила основой для обособления в этом диапазоне региональных стратиграфических подразделений в ранге слоев по флоре. Такого рода схема нижней—средней юры Западной Сибири была впервые приведена Б.Н. Шурыгиным и др. (2000).

Соответствие стратиграфических объемов выделенных биостратонов объему общих стратиграфических подразделений оценивалось с использованием шкалы региональных горизонтов, увязанной на разрезах морской юры с зональными подразделениями по двустворкам и микрофауне. Эта схема была взята за основу при разработке Унифицированной стратиграфической схемы и схемы структурно-фациального районирования нижней—средней (без келловей) юры и келловей—верхней юры Западной Сибири (Решения..., 2004). В результате выделены слои по флоре с характерными комплексами макроостатков.

Проведенные в последующие годы фундаментальные исследования макроостатков растений в Западной Сибири позволили выделить фитогоризонты, слои с флорой и характерные для них комплексы растений (Киричкова и др., 2005).

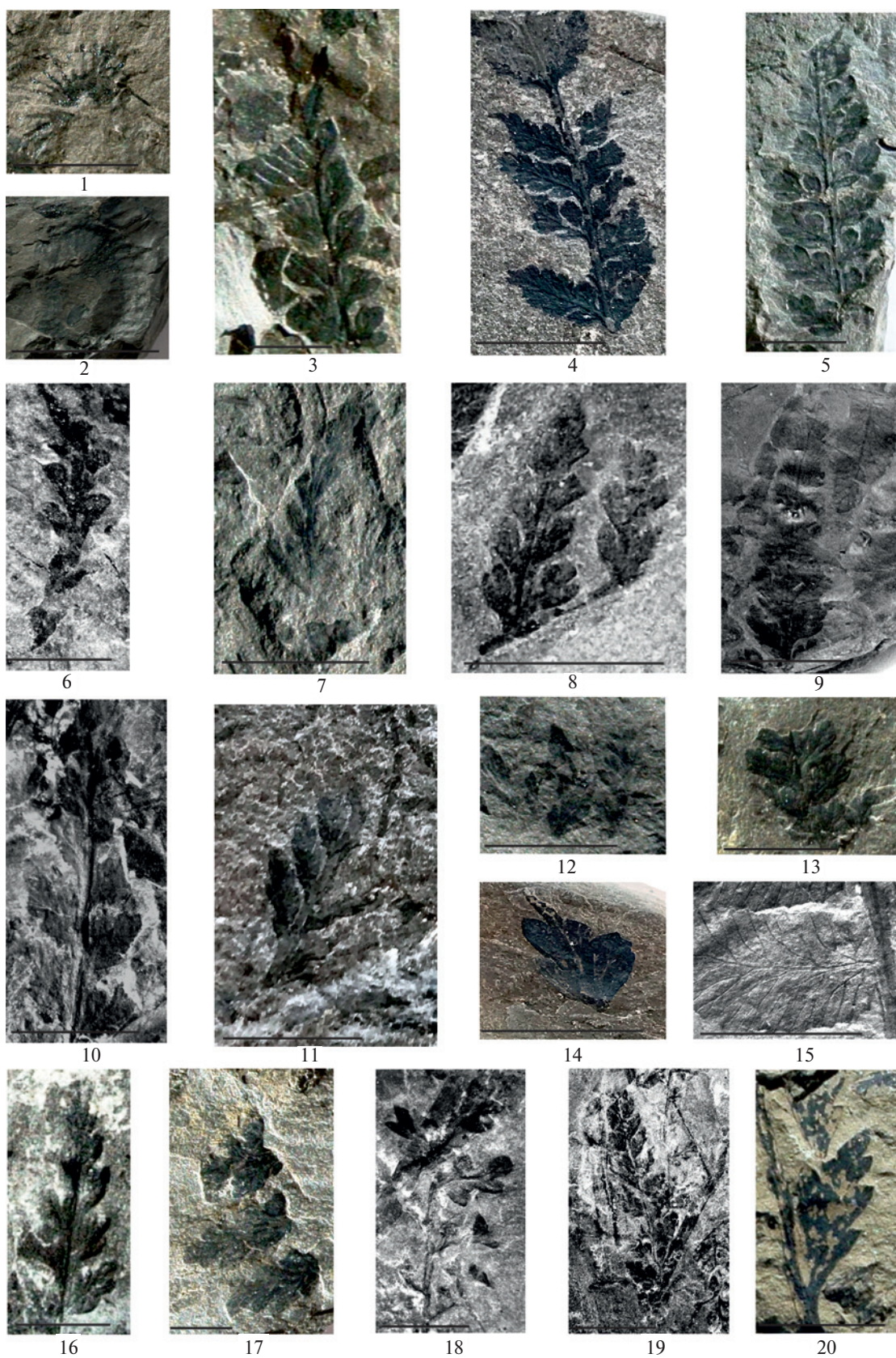
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Тюменская свита** (малышевский комплекс растений томского фитогоризонта). В разрезах изученных скважин остатки макрофлоры в основном приурочены к пограничным с наунакской свитой отложениям. Совокупность растений можно отнести к малышевскому комплексу растений томского фитогоризонта. Преобладающими здесь являются голосеменные гинкгофиты, которые порой создают монодоминантные скопления, образующие углистые прослои. Преобладают среди них чекановские при равном количестве видов в составе родов *Phoenicopsis* и *Czekanowskia*. В разрезах изученных скважин определены виды: *Phoenicopsis mogutchevae*, *Ph. varia*, *Czekanowskia irkutensis*, *Cz. rigida* и *Cz. ex gr. rigida*. Широко распространены и хвощовые, среди которых преобладают *Equisetites lateralis*. Спорадически встречаются шишки *Equisetostachys* sp.

В группе папоротников доминирующим является род *Coniopteris* с видами *C. vialovae*, *C. depensis*, *C. burejensis*, *C. simplex*, иногда *C. vsevolodii*. Широко распространены папоротники *Raphaelia diamensis*, спорадически встречаются *R. stricta* (табл. I, II). Цикадовые представлены *Nilssonia urmanica*, хвойные — *Podozamites lanceolatus*, мхи — *Hepaticites* cf. *wonnacotti* (Быстрицкая, Рычкова, 2013; Рычкова, 2013).

Следует отметить большое распространение в изученных отложениях *Coniopteris vialovae*, который включен в комплекс слоев с флорой. В ассоциации с ним встречаются папоротники *Raphaelia diamensis*, которые также можно включить в малышевский комплекс растений. Кроме того, постоянным представителем флоры томского фитогоризонта являются чекановские

Таблица I





**Таблица 1.** Отпечатки растений в изученных скважинах. Длина масштабной линейки равна 10 мм.

1, 2 – *Equisetites lateralis* (Phillips) Phillips, отпечатки диафрагм, тюменская подсвита: 1 – пл. Снежная, скв. 170, обр. 72/231-2, гл. 2796.9 м; 2 – пл. Снежная, скв. 170, обр. 72/235-3, гл. 2801.4 м; 3–14 – *Coniopteris vialovae* Turutanova-Ketova, остатки неполных стерильных и фертильных перьев, верхнетюменская подсвита: 3 – пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/508-2, гл. 2947.83 м; 4 – пл. Двойная, скв. 1, обр. 72/271-1, гл. 2555 м; 5 – пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/11-1, гл. 2947.98 м; 6, 7 – пл. Двойная, скв. 1, гл. 2557.37 м; 6 – обр. 72/281-2, фертильные перышки, 7 – обр. 72/281-1; 8 – пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/8-1, гл. 2947.9 м; 9, 10 – пл. Снежная, скв. 430, гл. 2947.88 м; 9 – обр. 72/7-2, 10 – обр. 72/7-3; 11 – пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/229-1, гл. 2795.1 м; 12 – пл. Двойная, скв. 1, обр. 72/281-3, гл. 2857.37 м; 13 – пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/6-1, гл. 2947.85 м; 14 – пл. Снежная, скв. 446, обр. 72/244, гл. 3294.2 м; 15 – *Raphaelia diamensis* Seward, пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/9-3, гл. 2948.55, верхнетюменская подсвита; 16–20 – *Coniopteris vialovae* Turutanova-Ketova, остатки неполных стерильных перьев, верхнетюменская подсвита: 16, 17 – пл. Снежная, скв. 430, гл. 2947.88 м; 16 – обр. 72/11-2, 17 – 72/11-3; 18, 19 – пл. Снежная, скв. 430, гл. 2947.98 м; 18 – обр. 72/11-4, 19 – 72/11-5; 20 – пл. Двойная, скв. 1, обр. 72/274-3, гл. 2556 м.

*Phoenicopsis varia*, которые присутствуют в образцах в виде обрывков, образующих большие скопления.

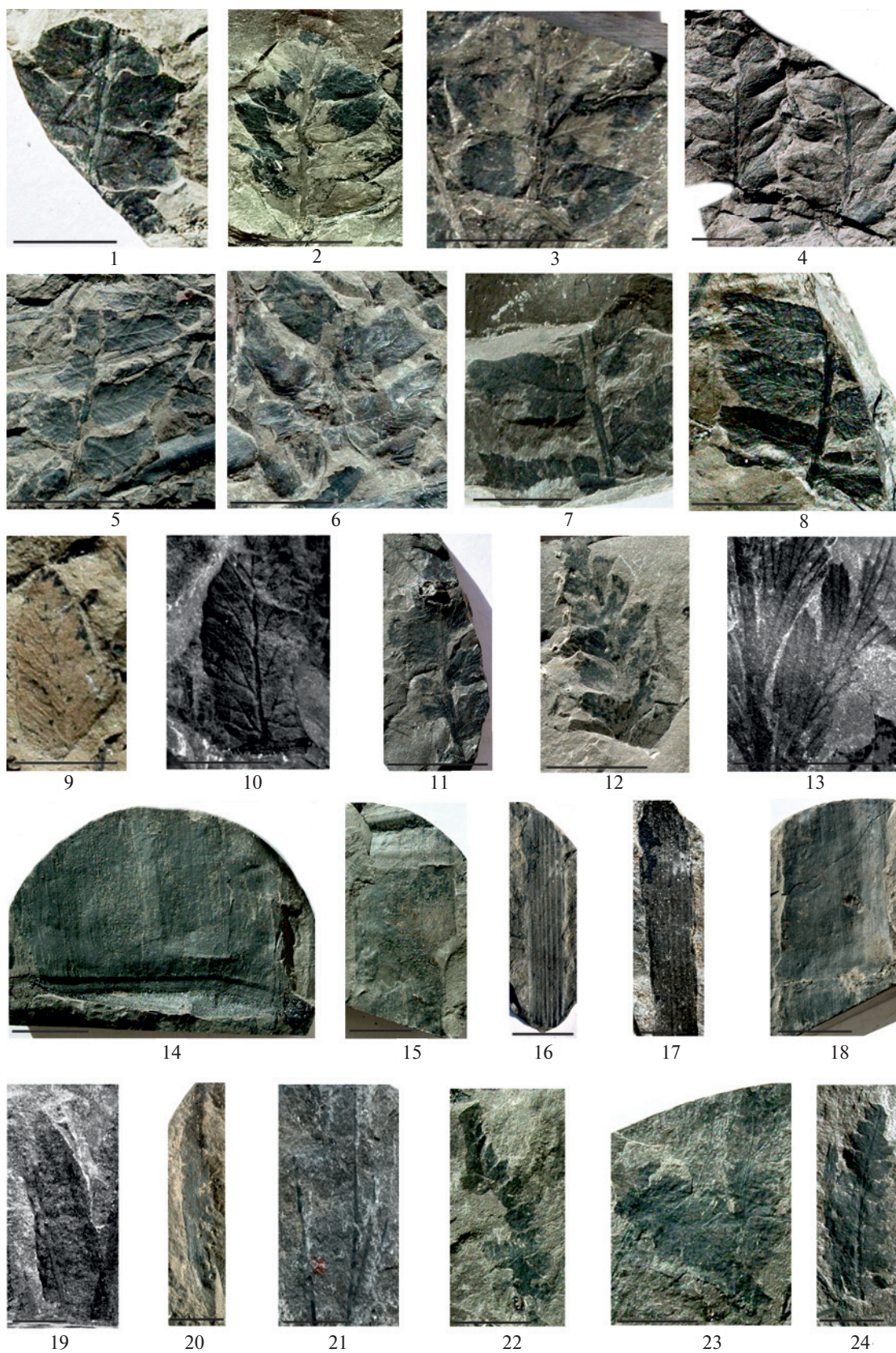
На основании детальных исследований из всего списка таксонов выявлены виды, составляющие ядро малышевского комплекса растений. Среди них папоротники *Coniopteris vialovae* и *Raphaelia diamensis*, чекановские *Czekanowskia irkutensis*, *Cz. rigida*, *Phoenicopsis varia* и *Ph. mogutchevae*. Этот комплекс растений

вполне обоснованно может быть использован при стратиграфическом расчленении и корреляции изученных разрезов скважин, с отнесением их к верхнетюменской подсвите. Ископаемая флора является типичной для Сибирской палеофлористической области с сезонным климатом (Vakhrameev, 1991; Kostina, Herman, 2013, 2016). На юго-востоке Западной Сибири, как и в смежных областях, например в Иркутском угленосном бассейне (Фролов, Машук, 2014),

**Таблица 1.** Палеоботанический состав тюменской и наунакской свит

Площадь, номер скважины (глубина, м)	Тюменская свита	Площадь, номер скважины (глубина, м)	Наунакская свита
Двойная, 1 (2552.7—2553.4)	Хвощи: <i>Equisetites</i> sp. Папоротники: <i>Coniopteris vialovae</i> , <i>Coniopteris depensis</i> , <i>Raphaelia diamensis</i> Чекановские: <i>Phoenicopsis</i> sp., <i>Czekanowskia</i> sp.	Двойная, 1 (2540.2—2546.2)	Хвощи: <i>Equisetites</i> sp. Папоротник: <i>Coniopteris simplex</i>
Двойная, 5 (3245.7—3250)	Папоротники: <i>Coniopteris vialovae</i> Гинкговые: <i>Ginkgo</i> sp.	Двойная, 5 (2837.35)	Хвощи: <i>Equisetites</i> sp. Папоротники: <i>Coniopteris</i> <i>simplex</i> , <i>Coniopteris</i> cf. <i>burejensis</i>
Снежная, 170 (2795.1—2796)	Хвощи: <i>Equisetites lateralis</i> Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Папоротники: <i>Coniopteris vialovae</i> , <i>Coniopteris depensis</i>	Снежная, 301 (2421)	Хвощи: <i>Neocalamites</i> , <i>Equisetites</i> <i>lateralis</i> Хвойные: <i>Podozamites</i> sp. Чекановские: <i>Czekanowskia</i> <i>tomskiensis</i>
Снежная, 446 (3291.2—3294.5)	Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Папоротники: <i>Raphaelia diamensis</i> , <i>Coniopteris vialovae</i> , <i>C. depensis</i> Хвощи: <i>Equisetites lateralis</i>		
Снежная, 446 (3302)	Папоротники: <i>Coniopteris depensis</i>	Краткая характеристика особенностей растительных комплексов тюменской и наунакской свит. Тюменская свита. Основные растения: <i>Czekanowskia</i> sp., папоротники <i>Coniopteris</i> <i>vialovae</i> и хвощи, отмечается появление хвойных растений. Наунакская свита. Основные растения: папоротники <i>Coniopteris simplex</i> и хвощи <i>Equisetites lateralis</i>	
Снежная, 430 (2948)	Папоротники: <i>Raphaelia diamensis</i> , <i>R. stricta</i> , <i>Coniopteris vsevolodii</i> , <i>C. vialovae</i> , <i>C. depensis</i> Чекановские: <i>Czekanowskia</i> <i>irkutensis</i> , <i>Phoenicopsis mogutchevae</i>		
Снежная, 430 (2950)	Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Цикадовые: <i>Nilssonina urmanica</i> Хвойные: <i>Podozamites</i> sp.		

Таблица II





**Таблица II.** Отпечатки растений в изученных скважинах. Длина масштабной линейки равна 10 мм.

1–10 — *Raphaelia diamensis* Seward, остатки неполных стерильных перьев, верхнетюменская подсвита; 1–4 — пл. Снежная, скв. 430, гл. 2947.6 м: 1 — обр. 72/507-1, 2 — обр. 72/507-2, 3 — 72/507-3, 4 — 72/507-4; 5, 6 — пл. Снежная, скв. 446, гл. 3292.6 м: 5 — обр. 72/240-1, 6 — обр. 72/240-2; 7, 8 — пл. Снежная, скв. 430, гл. 2947.93 м: 7 — обр. 72/9-2; 8 — обр. 72/9-1; 9 — пл. Двойная, скв. 1, обр. 72/274-1, гл. 2556 м; 10 — пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/7-1, гл. 2947.88 м; 11 — *Coniopteris vsevolodii* E. Lebedev, пл. Снежная, скв. 430, обр. 72/6-2, гл. 2948.47 м, верхнетюменская подсвита; 12, 13 — *Coniopteris burejensis* (Zalessky) Seward, пл. Снежная, скв. 301, гл. 2435.7 м, верхнетюменская подсвита; 12 — обр. 72/185-4, 13 — обр. 72/185-3; 14–17 — *Equisetites* sp., наунакская свита: 14, 15 — пл. Двойная, скв. 5, гл. 2837.35 м: 14 — обр. 72/264-4, 15 — обр. 72/264-3; 16, 17 — пл. Двойная, скв. 1, гл. 2540.2 м: 16 — обр. 72/270-1, 17 — обр. 72/270-2; 18 — *Neocalamites* sp., пл. Снежная, скв. 301, обр. 72/169, гл. 2421.9 м, наунакская свита; 19 — *Podozamites* cf. *eichwaldii* Schimper, пл. Снежная, скв. 301, обр. 72/165-2, гл. 2421.9 м, наунакская свита; 20 — *Podozamites lanceolatus* (Lindley et Hutton) Schimper, пл. Снежная, скв. 301, обр. 72/165-1, гл. 2421.9 м, наунакская свита; 21 — *Czekanowskia tomskiensis* Kiritchkova et Samylna, неполный пучок листьев, пл. Снежная, скв. 301, обр. 72/166, гл. 2422.1 м, наунакская свита; 22–24 — *Coniopteris* cf. *burejensis* (Zalessky) Seward, пл. Двойная, скв. 5, гл. 2837.35 м, наунакская свита; 22 — обр. 72/266-2, 23 — обр. 72/266-1, 24 — обр. 72/265.

в Кузбассе (Киричкова и др., 1992), в Монголии (Kostina et al., 2015) и др., о сезонности климата в средней юре свидетельствует большое количество чекановские, сбрасывающих свои укороченные побеги с пучками листьев.

**Наунакская свита** (наунакский комплекс растений наунакского фитогоризонта). Наунакский комплекс растений в изученных скважинах насчитывает несколько меньшее количество видов, чем малышевский. Так, встречаются часто хвощовые *Equisetites* sp. и *Neocalamites* sp., как в отпечатках, так и объемные, у которых полый ствол заполнен углито-глинистым материалом. Размер хвощей иногда превышает диаметр керна, что говорит о его крупных размерах. Кроме многочисленных хвощей встречаются папоротники *Coniopteris simplex*; хвойные *Podozamites eichwaldii*, *P. lanceolatus*; чекановские *Czekanowskia tomskiensis*; много в отложениях семян *Carpolites cinctus* (Рычкова, Быстрицкая, 2015).

Руководящим видом для наунакской свиты можно считать *Czekanowskia tomskiensis*. Несмотря на то, что хвойное растение *Podozamites eichwaldii* в скв. 2 площади Двойная обнаружено в самой кровле тюменской свиты, его можно считать характерным для наунакской свиты.

В таблице 1 приводится палеоботанический состав тюменской и наунакской свит по скважинам. Особенности растительных комплексов тюменской и наунакской свит находят отражение в составе растений-углеобразователей, из которых сформировались угленосные отложения. Для разделения последних успешно применяется петрографический анализ (Иванов, 2002) и ИК-спектрометрическая характеристика углей (Иванов, 2015а), на основе которых определяются их генетические свойства (табл. 2): стадия метаморфизма (показатель отражения витринита,  $R_0$ ), количество фюзенизированных компонентов ( $\Sigma OK$ ), степень гелификации (Пг) и восстановленности (Пв). По совокупности по-

казателей Пг и Пв устанавливается индекс биохимического преобразования органической массы торфяника ( $I_{ГМУ}$ ). Это важный критерий оценки палеообстановки, в которой происходило торфоуглеобразование (Иванов, 2015б), и интенсивности преобразования коллоидных растворов в гелифицированное вещество. Состав растительного комплекса болота и условия обводнения палеоторфяника напрямую влияют на содержание фюзенизированных компонентов в углях, их степень гелификации и восстановленности.

Выделяются два вида восстановленности: флористическая восстановленность ( $Пв_{флор}$ ), отражающая эволюцию и состав растений-углеобразователей, и литофациальная восстановленность ( $Пв_{л-ф}$ ), как результат неравномерного тектонического погружения осадков (циклогенеза) в области седиментогенеза одного осадочного комплекса. Установлено, что особенности угленосных отложений разных бассейнов определяются сочетанием типа болотной среды и составом флоры, которые предопределяли интенсивность гелификации растительной массы ( $I_{ГМУ}$ ) вне зависимости от этапов и ритмов угленакопления.

На примере тюменской свиты (табл. 2) видно, что во время ее накопления в болотах на площади Снежная в районе скв. 446 интенсивность биохимического преобразования органической массы торфяника была слабая ( $I_{ГМУ} = 0.71–0.99$ ,  $Пг = 1.39–1.76$  и  $Пв_{флор} = 0.51–0.56$  ед.) из-за слабого проявления гелификации и восстановленности. Это связано с доминированием древовидных папоротников и слабой обводненностью данной части заболачиваемой территории ввиду ее удаленности от основного источника питания — палеореки. Вероятно, это была древняя первая терраса или возвышенная часть поймы реки (рис. 26).

Иная картина в скважине 430 пл. Снежная. Здесь показатели выше, чем в скважине 446 ( $I_{ГМУ} = 0.89–1.35$ ,  $Пг = 1.65–2.25$  и  $Пв_{флор} = 0.54–0.60$ ).



**Таблица 2.** Сравнительный анализ средних значений показателей генезиса и генерации углей по свитам и палеоботанический состав тюменской свиты

Номер скважины	Свита (глубина залегания угля, м)	Состав растений-углеобразователей	R <sub>0</sub> , %	ΣOK, %	Пг, ед.	Пв <sub>флор</sub> , ед.	I <sub>ГМУ</sub> , ед.	S1, мг	S2, мг	P1, %
170	Тюменская (2795.1–2796)	Хвощи: <i>Equisetites lateralis</i> Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Папоротники: <i>Coniopteris vialovae</i> , <i>Coniopteris depensis</i>	0.84	15	2.25	0.60	1.35	14.6	182.0	7.4
446	Тюменская (3291.2–3294.5)	Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Папоротники: <i>Raphaelia diamensis</i> , <i>Coniopteris vialovae</i> , <i>C. depensis</i> Хвощи: <i>Equisetites lateralis</i>	0.83	23	1.76	0.56	0.99	21.9	252.0	8.0
	(3302)	Папоротники: <i>Coniopteris depensis</i>	0.87	39	1.39	0.51	0.71	21.0	172.0	10.9
430	Тюменская (2948)	Папоротники: <i>Raphaelia diamensis</i> , <i>R. stricta</i> , <i>Coniopteris vsevolodii</i> , <i>C. vialovae</i> , <i>C. depensis</i> Чекановские: <i>Czekanowskia irkutensis</i> , <i>Phoenicopsis mogutchevae</i>	0.84	26	1.65	0.54	0.89	21.0	205.4	9.3
	(2950)	Чекановские: <i>Czekanowskia</i> sp. Цикадовые: <i>Nilssonia urmanica</i> . Хвойные: <i>Podozamites</i> sp.	0.86	15	2.25	0.60	1.35	20.8	285.8	6.8
Средние значения показателей по тюменской свите			0.85	24	1.86	0.56	1.06	19.9	219.0	8.5
Средние значения показателей по наунакской свите			0.84	21	1.96	0.58	1.14	20.5	228.1	8.3

Сравнение величин  $I_{ГМУ}$ , Пг, Пв<sub>флор</sub> и состава растений-углеобразователей в скважинах 446 и 430 указывает на разные условия торфонакопления. При этом в районе скв. 430 в начале торфонакопления доминировали чекановские с частичным участием хвойных растений, и это, вероятно, была более затопляемая часть поймы реки, которая обеспечивала устойчивую обводненность торфяника. Но затем условия поменялись, водопиток снизился и папоротники стали преобладать в торфяной массе болота. В целом из приведенного примера видно, что данные показатели отражают изменение состава фитоценозов заболачиваемой местности и условия торфонакопления (табл. 2).

В основе метода Rock-Eval лежит термическое моделирование эволюции нефтематеринской породы. Пиролиз угольных проб показал, что вышеуказанные причины отражаются на органической массе угольного вещества в виде показателей выхода свободных, по-иному легких (S1), и тяжелых (S2) углеводородов, которые

обуславливают продуктивность вещества (P1), а она, в свою очередь, зависит от содержания фюзенизированных компонентов и в меньшей мере от катагенеза осадков.

Средние показатели углей тюменской свиты:  $R_0 = 0.85\%$ ,  $\Sigma OK = 24\%$ , Пг = 1.86 ед., Пв<sub>флор</sub> = 0.56 ед.,  $I_{ГМУ} = 1.06$  ед., S1 = 19.9 мг, S2 = 219 мг, P1 = 8.5 ед. Средние показатели углей наунакской свиты:  $R_0 = 0.84\%$ ,  $\Sigma OK = 21\%$ , Пг = 1.96 ед., Пв<sub>флор</sub> = 0.58 ед.,  $I_{ГМУ} = 1.14$  ед., S1 = 20.5 мг, S2 = 228.1 мг, P1 = 8.3 ед. (табл. 2).

Вышеприведенные данные указывают на различие углей наунакской и тюменской свит по показателю отражения витринита ( $R_0$ ) и продуктивности (P1) и свидетельствуют о более высокой степени метаморфизации углей тюменской свиты.

Итак, средние значения генетических ( $R_0$ ,  $\Sigma OK$ , Пг, Пв<sub>флор</sub>,  $I_{ГМУ}$ ) и термохимических (S1, S2, P1) показателей углей тюменской свиты отличаются от аналогичных показателей углей наунакской свиты: в последних  $R_0$ ,  $\Sigma OK$ , P1 ниже, а Пг, Пв<sub>флор</sub>,  $I_{ГМУ}$ , S1, S2 выше, чем в первых.

Из этого следует, что различие свойств углей рассматриваемых свит в значительной мере обусловлено растительным составом наунакских и тюменских болот. В наунакских болотах существенную роль играли хвощи и меньшую чекановские, произрастающие в верховых болотах или в болотах пониженного водопитока. В тюменских болотах в растениях-углеобразователях доминировали папоротники, а чекановские занимали второстепенную роль, что обусловило пониженную степень гелификации в этих болотах. Указанные отличительные генетические и генерационные признаки углей в совокупности с составом растительных остатков являются основой для расчленения осадочных отложений и однозначно указывают на биостратиграфические особенности тюменской и наунакской свит.

Проведенные петрографические и литогеохимические исследования пород позволили уточнить фациальную принадлежность отложений тюменской и наунакской свит и выявить особенности осадконакопления. Так, результаты петрографических исследований показали, что для пород тюменской свиты характерна ярко выраженная ориентированная текстура, обусловленная уплощением кварцевых обломков и пластически деформированных слюд вдоль поверхности напластования. В этом же направлении отмечается ориентировка прерывистых микротрещин, заполненных битуминозным веществом. Текстура пород наунакской свиты преимущественно параллельно- и линзовидно-слоистая, иногда трещиноватая. В целом средне-верхнеюрские отложения подвергались постратиграфическим преобразованиям, выраженным

в катаклазе, корродированности и регенерации кремнистых обломков, замещении полевых шпатов кремнисто-каолиновым агрегатом. Степень катагенетических преобразований в отложениях тюменской свиты более высокая, чем в отложениях наунакской свиты (Shaminova et al., 2016).

Расчет литохимических модулей по результатам рентгенофлуоресцентного анализа для пород изученных скважин позволил более точно провести их классификацию, реконструировать особенности континентального седиментогенеза, физико-химические и геодинамические обстановки осадконакопления (Юдович, Кетрис, 2000). Отношение железа и марганца ( $40 < \text{Fe/Mn} < 80$ ) указывает на формирование отложений обеих свит в мелководных континентальных бассейнах.

Детализация условий осадконакопления проводилась по следующим модулям: титановому модулю (ТМ) –  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ; гидролизатному модулю (ГМ) –  $\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO}/\text{SiO}_2$ ; алюмокремниевому модулю (АМ) –  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ; фемическому модулю (ФМ) –  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ . Титановый модуль позволяет установить палеоклиматические особенности, в значительной мере влияющие на степень и интенсивность химического выветривания, которые определяются соответственно АМ и ГМ, а также на характер терригенных отложений (ФМ). Следуя методическим рекомендациям (Панова, Шишлов, 2013), нами использовано значение титанового модуля, как климатического индикатора. Величина ТМ возрастает при переходе от аридной зоны к гумидной (Панова и др., 2013).

Из таблицы 3 хорошо видно, что значение титанового модуля в целом возрастает от тю-

**Таблица 3.** Литохимические модули тюменской и наунакской свит

Наунакская свита						
№ п/п	№ обр.	Скважины	ГМ	АМ	ТМ	ФМ
1	72/270	пл. Двойная, скв. 1	0.30	0.30	0.03	0.01
2	72/264	пл. Двойная, скв. 5	0.30	0.30	0.04	0.03
3	72/266	пл. Двойная, скв. 5	0.40	0.30	0.06	0.06
4	72/164	пл. Снежная, скв. 301	0.30	0.30	0.05	0.04
5	72/513	пл. Снежная, скв. 301	0.30	0.30	0.08	0.01
среднее			0.32	0.30	0.052	0.03
Тюменская свита						
№ п/п	№ обр.	Скважины	ГМ	АМ	ТМ	ФМ
1	72/274	пл. Двойная, скв. 1	0.80	0.30	0.02	0.50
2	72/249	пл. Двойная, скв. 2	0.20	0.20	0.05	0.02
3	72/254	пл. Двойная, скв. 2	0.40	0.30	0.02	0.04
4	72/231	пл. Снежная, скв. 170	0.40	0.30	0.02	0.04
среднее			0.45	0.28	0.028	0.15



**Таблица 4.** Сравнительный анализ литохимических и генетических показателей пород и углей по свитам отдельных скважин

Свита	№ обр.	Скважины	ГМ	АМ	ТМ	Пг	$I_{ГМУ}$
наунакская	72/192	пл. Снежная, скв. 301	1.10	0.40	0.04	2.31	1.41
тюменская	72/231	пл. Снежная, скв. 170	0.40	0.30	0.02	2.25	1.35

менской к наунакской свите. В тюменской свите среднее значение ТМ составляет 0.028, что соответствует семиаридному климату осадконакопления, а в наунакской свите 0.052, что свидетельствует о гумидизации климата.

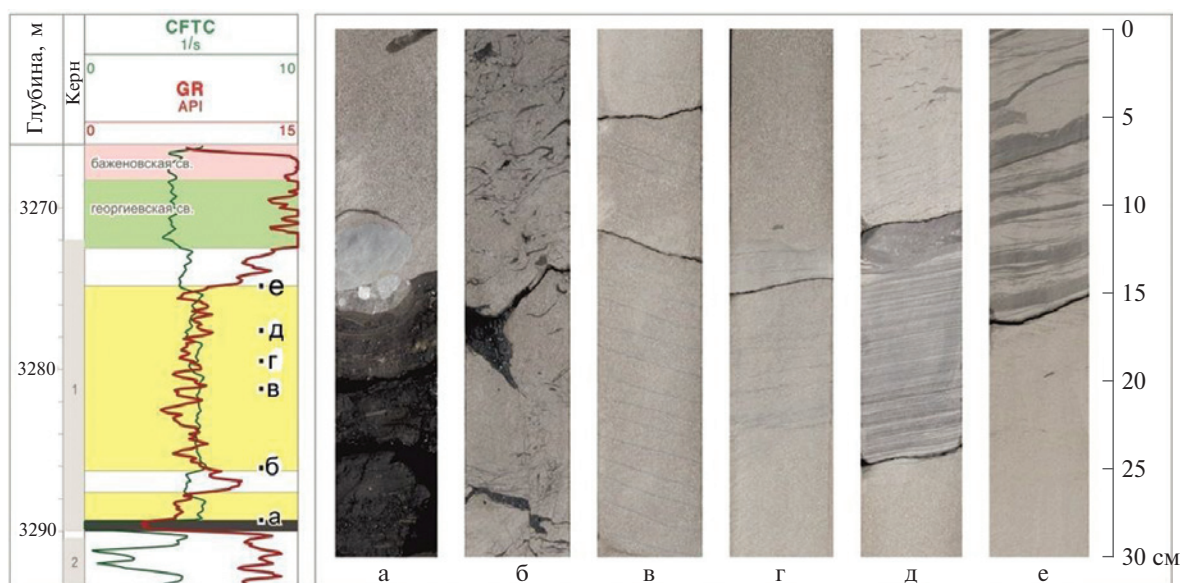
На фоне преобладающих семиаридных обстановок в конце среднеюрской эпохи на изучаемой территории имели место эпизоды гумидизации, что подтверждается наибольшим распространением в наунакской свите влаголюбивых хвощовых *Equisetites* sp. и *Neocalamites* sp. Тенденция изменения показателей Пг,  $I_{ГМУ}$  и ТМ (табл. 4) подтверждает существенное различие климатических условий в тюменское и наунакское время.

По отношению модулей ГМ и АМ выявлено, что в тюменской свите выветривание протекало неустойчиво и приводило к наличию чуждых примесей в породе, а значение модуля ГМ указывает на присутствие большего количества обломков пород в отложениях (табл. 3). Наоборот, в наунакской свите выветривание было устойчивое ввиду обилия влаги и породы более однородные по составу и количеству (Шаминава и др., 2017) (рис. 3).

Сопоставляя результаты комплексного анализа с графическим отображением сейсмиче-

ских амплитуд, можно говорить о том, что в наунакское время формирование отложений на площадях месторождений Снежное и Двойное происходило в долине небольшой равнинной реки, по берегам которой произрастали влаголюбивые растения. Русло реки было ограничено меандрирующего типа, что видно как по атрибутной карте, так и по имиджу кривой ГК. Подошвенная линия горизонтальная, характерная для всех типов русловых отложений, а кровельная линия – полого наклонная, отличающаяся как от субгоризонтальной “кровли” фуркирующих рек, так и от более скошенной “кровли” свободно меандрирующих русел (Муромцев, 1984).

Из этого следует, что в данном районе к началу накопления отложений наунакской свиты расчлененный доюрский рельеф был денудирован и повсеместно перекрыт терригенными отложениями нижней и средней юры, что привело к выполаживанию местности. Изучаемая территория представляла собой прибрежно-морскую равнину, временами заливавшуюся морем (Атлас..., 1976). В упомянутой работе на площади Двойная выделены мелководно-морские условия осадконакопления. Однако к моменту составления “Атласа...” площадь Двойная еще

**Рис. 3.** Скв. Снежная № 446. Песчаники пласта Ю1 (наунакская свита) по каротажу и по керну.

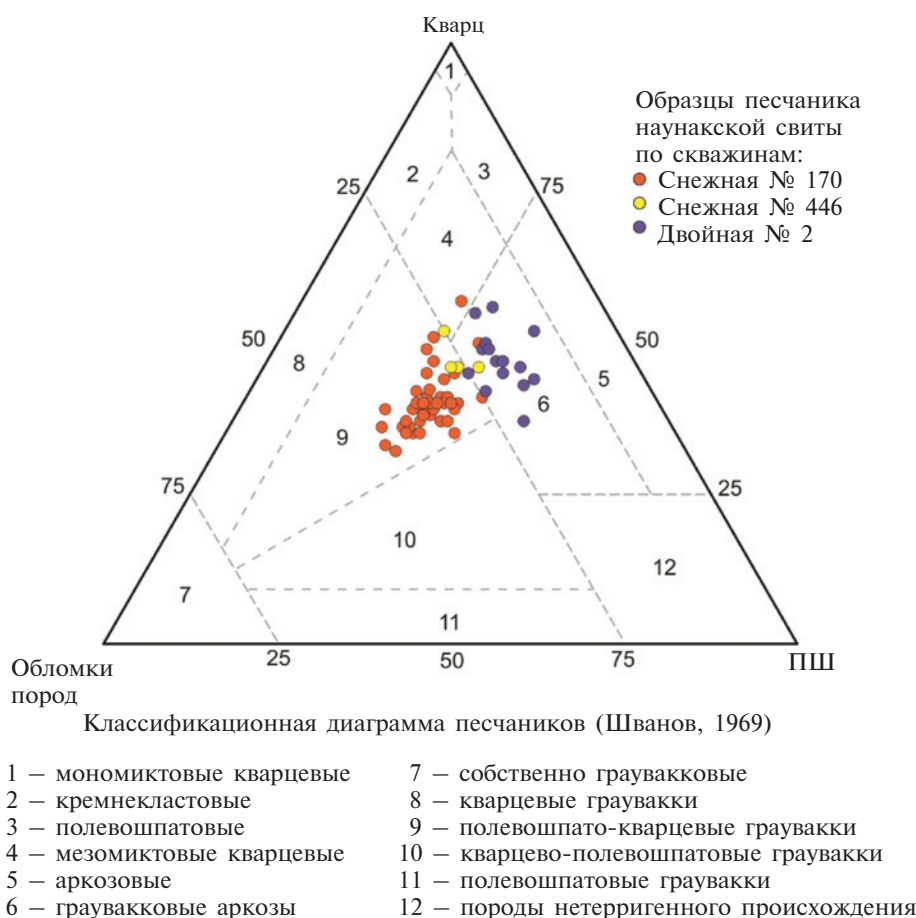
не разбуривалась. Сегодняшние данные позволяют говорить о том, что наунакские отложения месторождения Двойное во многом аналогичны отложениям месторождения Снежное и имеют речной генезис. Это подтверждается шнурковой геометрией песчаного тела, отчетливо выраженной на атрибутивной карте, и формой кривой ГК (Ежова, 2005). Ширина пояса меандрирования реки колеблется от 2 до 4,5 км. В разрезе русловые отложения представлены преимущественно песчаниками мелко-среднезернистыми, косо-слоистыми либо массивными (рис. 3в, 3г), которые с размывом залегают на подстилающем угле (рис. 3а, 3б) и постепенно, через переслаивание, переходят вверх по разрезу в глинистые осадки поймы (рис. 3д, 3е).

Направление течения реки было с северо-востока на юго-запад, что отражено в минеральном составе песчаного материала. Вниз по течению он становится более зрелым, т.е. в нем снижается содержание обломков пород и увеличивается концентрация зерен кварца и полевых шпатов. Согласно классификации Шванова В.Н. (1969), полевошпато-кварцевые

граувакки месторождения Снежное переходят в граувакковые аркозы месторождения Двойное (рис. 4).

Встречающиеся в кровле наунакской свиты угленосные отложения также свидетельствуют о высокой влажности климата и продолжительном заболачивании некоторых участков. В углесто-глинистом аргиллите встречаются остатки чекановских *Czekanowskia tomskiensis*, папоротников *Coniopteris simplex*, хвойных *Podozamites lanceolatus*, *P. cf. eichwaldii*, многочисленные семена, корни растений, углефицированные ветки, углесто-растительный детрит. Однако с угленосными прослоями связаны находки хвоей и остатков листьев чекановских, которые порой образуют монодоминантные скопления. Поэтому границу между двумя свитами необходимо провести по исчезновению комплекса растений, характеризующего томский фитогоризонт. Эта граница подчеркнута в изученных скважинах прослоем угля.

Одна из главных особенностей углеобразования в наунакское время — это связь гумифи-



**Рис. 4.** Диаграмма минерального состава песчаников пласта Ю1 (наунакская свита), по материалам ОАО “ТомскНИПИнефть” и Института нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука СО РАН.





**Рис. 5.** Схема корреляции тюменской и наунакской свит по скважинам месторождений Двойное и Снежное.

кации растительных остатков с трансгрессией, проходившей на юго-востоке и востоке Западной Сибири в позднем бате–келловее. На наличие трансгрессии указывает повышенный уровень гелификации и восстановленности углей. Причем повышенная восстановленность углей связана с растительным составом, т.е. это флористическая восстановленность, которая свидетельствует о климатических изменениях гумидного характера. Все это нашло свое отражение не только в литолого-фациальном изменении отложений, но и в формировании специфического комплекса растений наунакского фитогоризонта (Shaminova et al., 2014).

В результате проведенных исследований на площадях Снежная и Двойная граница между тюменской и наунакской свитами проведена на другом стратиграфическом уровне: мощность наунакской свиты сократилась до 10 м с юго-запада на северо-восток, с возможностью выклинивания на соседних участках (рис. 5).

### ВЫВОДЫ

Совместное использование палеоботанического, ИК-спектрометрического, термохимического и рентгенофлуоресцентного методов анализа пород и углефицированных остатков позволило провести стратиграфическое расчленение сложно построенных и литологически схожих осадочных отложений, содержащих мало органических остатков, и выявить биогеохимические палеообстановки накопления нефтепродуктивных отложений мезозоя Западной Сибири.

На основе комплексной оценки керн скважин на площадях Двойная и Снежная проведено биостратиграфическое расчленение и среди макроостатков были выделены руководящие формы малышевского комплекса растений томского фитогоризонта, соответствующего верхнетюменской подсвите, и наунакского комплекса растений, соответствующего наунакской свите. Установлено, что руководящими формами для малышевского комплекса растений томского фитогоризонта являются: папоротники *Coniopteris vialovae* и *Raphaelia diamensis*; чекановскиевые *Czekanowskia irkutensis*, *Cz. rigida*, *Phoenicopsis mogutchevae*, *Ph. varia*. Наунакский комплекс растений в изученных скважинах насчитывает несколько меньшее количество видов, чем малышевский. Руководящим для наунакской свиты в изученных скважинах можно считать эндемичный вид *Czekanowskia tomskiensis*.

Генетические и термохимические показатели углей тюменской и наунакской свит различаются, что обусловлено растительным составом на-

унакских и тюменских болот. Угли тюменской свиты более метаморфизованные, интенсивность биохимического преобразования органической массы торфяника более слабая, что связано с доминированием в тюменских болотах папоротников (более 7 видов). В наунакской свите отмечается повышенный уровень гелификации и восстановленности углей, что связано с преобладанием хвощей в наунакских болотах и указывает на климатические изменения гумидного характера.

Литогеохимические исследования, включающие расчет литогеохимических модулей, также позволили уловить структурно-текстурные различия в породах обеих свит и уточнить их фациальную принадлежность. Так, выяснено, что формирование отложений в конце средней юры–начале поздней юры на изучаемых площадях проходило в мелководных континентальных бассейнах седиментации. На фоне семиаридной обстановки в конце средней юры (верхнетюменская подсвита) имели место эпизоды гумидизации (наунакская свита), что также подтверждается большим распространением влаголюбивых хвощей.

Проведенное стратиграфическое расчленение разрезов изученных скважин на площадях Снежная и Двойная с использованием комплексных (биостратиграфических и литогеохимических) исследований и увязка полученных результатов с каротажным материалом приведет к последующему переименованию пластов данных месторождений. В новой схеме стратиграфического расчленения наунакская свита значительно сократила свою мощность вплоть до десятка метров, с возможным выклиниванием на соседних участках.

Таким образом, применение комплексного подхода к изучению геологических объектов способствует повышению достоверности геологической информации и приводит к сокращению затрат на геологоразведочные работы и повышению эффективности добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов в Западной Сибири.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины. Ред. Нестеров И.И. Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ, 1976.

Быстрицкая Л.И., Рычкова И.В. Новые находки папоротников из среднеюрских отложений Обь-Тазовской фациальной области Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. 2013. № 367. С. 170–176.



- Ежова А.В.* Литология. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2005. 353 с.
- Иванов В.П.* Восстановленность и петрографический состав углей Кузнецкого бассейна // Химия твердого топлива. 2002. № 4. С. 3–19.
- Иванов В.П.* Комплексная оценка каменноугольно-пермских отложений и разработка промышленно-энергетической классификации ископаемых углей. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Томск, 2015а. 348 с.
- Иванов В.П.* Эволюция растений-углеобразователей и флористическая восстановленность верхнепалеозойских углей // Известия вузов. Геология и разведка. 2015б. № 5. С. 25–31.
- Киричкова А.И., Батяева С.К., Быстрицкая Л.И.* Фитостратиграфия юрских отложений юга Западной Сибири. М.: Недра, 1992. 216 с.
- Киричкова А.И., Быстрицкая Л.И., Травина Т.А.* Род *Coniopteris* и чекановские в юрской флоре Западной Сибири и их значение для стратиграфии // Эволюция жизни на Земле. Материалы симпозиума. Томск, 2001. С. 353–354.
- Киричкова А.И., Быстрицкая Л.И., Травина Т.А.* Значение *Coniopteris* и *Szekanowskiales* для стратиграфии континентальной юры Западной Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 3. С. 35–52.
- Киричкова А.И., Костина Е.И., Быстрицкая Л.И.* Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб.: Недра, 2005. 378 с.
- Муромцев В.С.* Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
- Панова Е.Г., Шишов С.Б.* Структурно-генетический и геохимический анализ осадочных формаций. СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2013. 152 с.
- Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск, 2004. 114 с.
- Рычкова И.В.* Палеоботаническая характеристика тюменской свиты средней юры (Томская область) // Палеоботанический временник: неперiodическое приложение к журналу “*Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал”. 2013. Вып. 1. С. 132–136.
- Рычкова И.В., Быстрицкая Л.И.* Наунакский комплекс растений Усть-Тымской впадины юго-востока Западной Сибири // Успехи современного естествознания. 2015. № 5. [http://elibrary.ru/item.asp?id=23875877http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10003962](http://elibrary.ru/item.asp?id=23875877http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=10003962)
- Фролов А.О., Мащук И.М.* Полевой атлас юрской флоры Иркутского угленосного бассейна. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2014. 108 с.
- Шамина М.И., Рычкова И.В., Гладков Е.А.* Литогеохимические и биостратиграфические особенности тюменской и наунакской свит (юго-восток Западной Сибири) // Нефтяное хозяйство. 2017. № 8. С. 42–46.
- Шванов В.Н.* Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. 248 с.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “ГЕО”, 2000. 480 с.
- Юдович Я.Э., Кемпис М.П.* Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
- Kostina E.I., Herman A.B.* The Middle Jurassic flora of South Mongolia: composition, age and phytogeographic position // Rev. Paleobot. Palynol. 2013. V. 193. P. 82–98.
- Kostina E.I., Herman A.B.* Middle Jurassic floras of Mongolia: composition, age, and phytogeographic position // Paleontol. J. 2016. V. 5. № 12. P. 1437–1450.
- Kostina E.I., Herman A.B., Kodrul T.M.* Early Middle Jurassic (possibly Aalenian) Tsagan-Ovoo Flora of Central Mongolia // Rev. Paleobot. Palynol. 2015. V. 220. P. 44–68.
- Shaminova M., Rychkova I., Sterzhanova U., Dolgaya T.* Lithologo-facial, geochemical and sequence-stratigraphic sedimentation in Naunak suite (south-east Western Siberia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2014. V. 21. XVIII Int. Scientific Symposium in Honour of Academician M.A. Usov: Problems of Geology and Subsurface Development, April 7–11, 2014, Tomsk, Russia. <http://iopscience.iop.org/1755-1315/21/1/012001>
- Shaminova M., Rychkova I., Sterzhanova U.* Paleogeographic and litho-facies formation conditions of MidUpper Jurassic sediments in S-E Western Siberia (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. V. 43. Problems of Geology and Subsurface Development. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012001http://earchive.tpu.ru/handle/11683/35119>
- Vakhrameev V.A.* Jurassic and Cretaceous Floras and Climates of the Earth. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

Рецензенты В.А. Захаров, Е.И. Костина, Б.Н. Шурыгин

## DEVELOPMENT OF THE INTEGRATED APPROACH FOR STRATIGRAPHIC DISSOLUTION AND CORRELATION OF MIDDLE–UPPER JURASSIC DISTURBANCES OF SOUTH-EAST OF WESTERN SIBERIA

I. V. Rychkova<sup>a</sup>, M. I. Shaminova<sup>a</sup>, V. V. Anosov<sup>b</sup>, V. P. Ivanov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> National Research Tomsk Polytechnic University,  
Tomsk, Russia

<sup>b</sup> OOO “Nord Imperial”, Tomsk, Russia

Based on complex paleobotanical, lithogeochemical, IR spectrometry and thermochemical studies, stratigraphic dismemberment and correlation of productive Middle–Upper Jurassic sediments, represented by Tyumen and Naunak formations in the Dvojnaya and Snezhnaya areas, in the southeast of Western Siberia (the central part of the Tomsk Region) were carried out. A reliable basis has been created for an optimal correction of the calculation of reserves and effective development of hydrocarbon deposits. It is established that for the Tyumen formation the leading paleobotanical remains are the ferns of *Coniopteris vialovae*, *Raphaelia diamensis* and *Czekanowski czekanowskia irkutensis*, *Cz. rigida*, *Phoenicopsis mogutchevae*, and for the Naunak formation – *Czekanowski czekanowskia tomskiensis*. This is due to the paleoclimatic situation, which predetermined the composition of the plant community and the types of plant-coal-forming plants. For reliable correlation, a lithogeochemical study of sediments was carried out, taking into account the analysis of the origin of the coal. The difference in the composition of plant complexes in the suites was confirmed by the difference in the genetic properties of the marking coal-bearing deposits: the degree of biochemical stability of the organic mass of the peat, the level of gelification and the floral regeneration of the organic mass of the coals, and also the yields of light and heavy hydrocarbons.

**Keywords:** Middle–Upper Jurassic, Tyumen formation, Naunak formation, complex assessment, correlation of deposits.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-592X27324-39>