

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/28\\_2017](https://doi.org/10.17353/2070-5379/28_2017)

УДК 552.578.061.4:551.761.2(470.13)

**Тимонина Н.Н., Мочалова И.Л.**

ФАНО Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИГ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, [ntimonina@geo.komisc.ru](mailto:ntimonina@geo.komisc.ru)

## **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ТРИАСА ШАПКИНА-ЮРЬЯХИНСКОГО ВАЛА (ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)**

*Нижнетриасовые отложения Шапкина-Юрьяхинского вала Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции изучены комплексом литологических, петрофизических и геохимических методов. Установлено, что продуктивные отложения представлены песчаниками разноместными, которые сформировались в условиях аридного климата на обширной аллювиально-озерной равнине. Проведенные исследования позволили изучить и охарактеризовать особенности строения как пород, так и минеральных агрегатов, формирующих пустотное пространство. Высокая неоднородность состава и структуры минералов цемента коллекторов, обусловленная локальными фацциально-палеогеографическими обстановками осадконакопления, явилась причиной значительной изменчивости пустотного пространства. Породы-коллекторы относятся к сложным, с высоким содержанием глинистой составляющей, эффективная разработка которых требует специальных методов воздействия на пласт.*

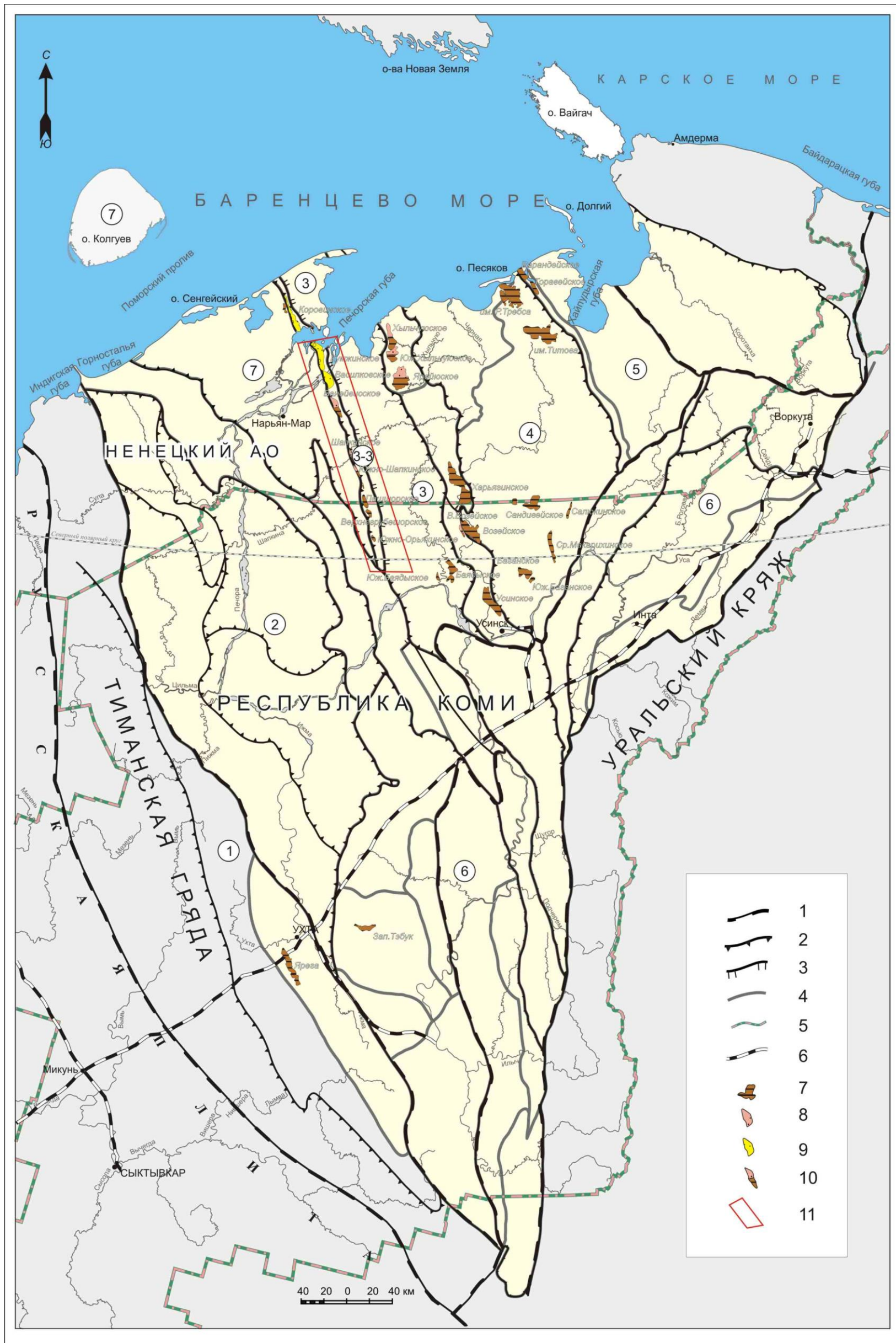
**Ключевые слова:** литологические типы, нижнетриасовый коллектор, глинистые минералы, поровое пространство, пористость, проницаемость, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция.

### **Введение**

В последние годы активизировались исследования в области условий образования природных резервуаров. Основой для седиментологических реконструкций служат представления о том, что морфология и фильтрационно-емкостные характеристики природных резервуаров в значительной степени предопределены древними обстановками осадконакопления, тесно связанными с тектоническим планом территорий.

Многие исследователи уделяют большое внимание выявлению причин неоднородности строения пустотного пространства коллекторских толщ, особенностям строения как самих пород, так и минеральных агрегатов, заполняющих пустотное пространство ([Изотов, 2006; Изотов и др., 2012; Морозов, Шмырина, 2013; Ежова, 2007] и др.).

В Тимано-Печорской провинции большой интерес в отношении нефтегазоносности представляют нижнетриасовые отложения, с которыми связан ряд крупных месторождений, среди которых Варандейское, Торавейское, Коровинское, Кумжинское (рис. 1).



**Рис. 1. Схема тектонического и нефтегазогеологического районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции**

Границы структур: 1 - крупнейших, надпорядковых; 2 - крупных, первого порядка, 3 - средних, второго порядка; 4 - границы нефтегазоносных районов; 5 - административная граница; 6 - железная дорога; 7-10 - месторождения, 7 - нефтяные, 8 - газовые, 9 - газоконденсатные, 10 - смешанного состава; 11 - район исследования. Элементы нефтегазогеологического районирования: 1 - Тиманская НГО, 2 - Ижма-Печорская НГО, 3 - Печоро-Колвинская НГО, 3-3 - Шапкина-Юрьянский НГР, 4 - Хорейверская НГО, 5 - Варандей-Адзьвинская НГО, 6 - Северо-Предуральская НГО, 7 - Малоземельско-Колгуевская НГО.



Проблемам стратиграфии, литологии, корреляции этих отложений посвящены работы многих исследователей начиная с 1939 г. [Хайцер, 1962; Чалышев, Варюхина, 1960; Енцова, Калантар, 1966; Муравьев, 1966, Удовиченко, 1986; Калантар, Танасова, 1988; Мораховская, Храмова 1979; Мораховская, 1997, 2000; Ступакова, Кирюхина, 2001; Киричкова, 2013].

Цель исследований - детальное изучение литолого-структурных особенностей строения нижнетриасовых отложений и выявление литологических факторов, контролирующих потенциальную нефтеносность с учетом их локальной неоднородности, в том числе неоднородности цементации песчаников, изменчивости пустотного пространства.

Нижнетриасовые породы-коллекторы относятся к сложным, с высоким содержанием глинистой составляющей, эффективная разработка которых требует специальных методов воздействия на пласт.

### **Фактический материал и методы исследования**

В основу работы положены результаты геолого-геофизического исследования 86 скважин, пробуренных в пределах ряда перспективных площадей и месторождений Шапкина-Юрьяхинского вала (Южно-Шапкинской, Василковской, Ванейвисской, Кумжинской, Коровинской и др.). Проведено детальное изучение отложений, вскрытых 26 скважинами в пределах Коровинской площади (макроописание керна, детализирование петрографического состава обломочных пород, минерального состава цемента песчаников, фильтрационных и емкостных свойств отложений, литогеохимия).

Триасовые отложения распространены практически на всей территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции за исключением осевых зон крупных положительных структур, таких как Седуяхинский и Талотинский валы, вал Гамбурцева, восточный борт гряды Чернышева [Тимонин, 1998]. Отложения с размывом залегают на различных горизонтах перми и более древних образований, максимальная мощность нижнетриасовых образований зафиксирована в Коротаихинской и Большесынинской впадинах (2,8-3,6 км), в северо-западном направлении отмечается их сокращение. В центральных частях Колвинского мегавала и Хорейверской впадины мощности составляют 700-900 м [Природные резервуары..., 2011].

Триасовые отложения на Шапкино-Юрьяхинском вале, как и по всей Денисовской впадине, представлены всеми тремя отделами. К нижнему триасу относятся отложения чаркабожской свиты, мощность которых варьирует от первых метров на юго-западе (в районе Седуяхинского вала) до 380 м в центральной части Колвинского мегавала, Хорейверской впадине, в среднем мощность свиты составляет 150-250 м [Киричкова, 2013]. Отложения представлены ритмичным переслаиванием красно-коричневых глин, зеленовато-

серых алевролитов и серых песчаников с прослоями конгломератов и гравелитов. Содержание песчаников, как основных пород-коллекторов, в разрезе составляет 14% в северной оконечности вала и доходит до 29% в южной (скв. 126-Чичер-ель). Судя по керну и каротажным диаграммам, мощности пачек песчаников по скважинам в пределах вала варьируют от 5 до 40 м (в среднем 15-20 м). Мощности прослоев глин, которые могут служить покрышками составляют 10-50 м (чаще 25 м) (рис. 2).

Конгломераты и гравелиты, залегающие в основании чаркабожской свиты, образуют прослой мощностью 0,2-0,5 м. Конгломераты мелко-среднегалечные, слабо отсортированы, с примесью гравийного материала. Галька окатана, округлая форма гальки характерна для магматических, метаморфических пород, известняков. Гальки глин и аргиллитов имеют плоскую форму. Они подразделяются на внеформационные (сложенные галькой магматических, метаморфических и осадочных пород) и внутриформационные (сложенные обломками коричневых и серых аргиллитов). Цемент представлен песчано-гравийно-карбонатным материалом, заполняющим поровое пространство. В составе галечного материала выделяются кварц, кварциты, кварцитопесчаники, аркозовые песчаники и алевролиты, кремнистые породы, кислые эффузивы, аргиллиты, известняки. Гравелиты полимиктовые от мелко- до грубозернистых, среди мелкогалечных конгломератов составляют 10-30%, в песчано-гравийных прослоях содержание гравия достигает 40%. Гравийные зерна отсортированы, полуокатаны, размер их 1-3 мм, встречаются и более крупные зерна (5-10 мм). В составе гравийного материала преобладают осадочные породы: известняки, песчаники, алевролиты, глины, присутствует гравий кремнистых пород и кварца.

Алевролиты окрашены в разные оттенки серого цвета: от зеленовато-серого до голубовато-серого. Встречаются также прослой красновато-коричневых разностей алевролитов. В отличие от песчаников в алевролитах широко распространены тонкослоистые текстуры и микротекстуры, преобладают горизонтально слоистые и линзовидно-слоистые, часто встречаются породы с нарушенной слоистостью и текстурами взмучивания.

Глины и аргиллиты в описываемой части разреза окрашены в различные оттенки коричневого цвета: от красноватых до темно-шоколадных. Основными породообразующими минералами являются минералы группы смектита, гидрослюда. Текстуры аргиллитов представлены горизонтально слоистой, прерывистой слоистостью, часто встречаются нарушенные, комковатые текстуры. Для описываемых отложений характерно наличие карбонатных линз и включений, выполненных крупнокристаллическим кальцитом, также остатков корневой системы растений, заполненных белым кальцитом.

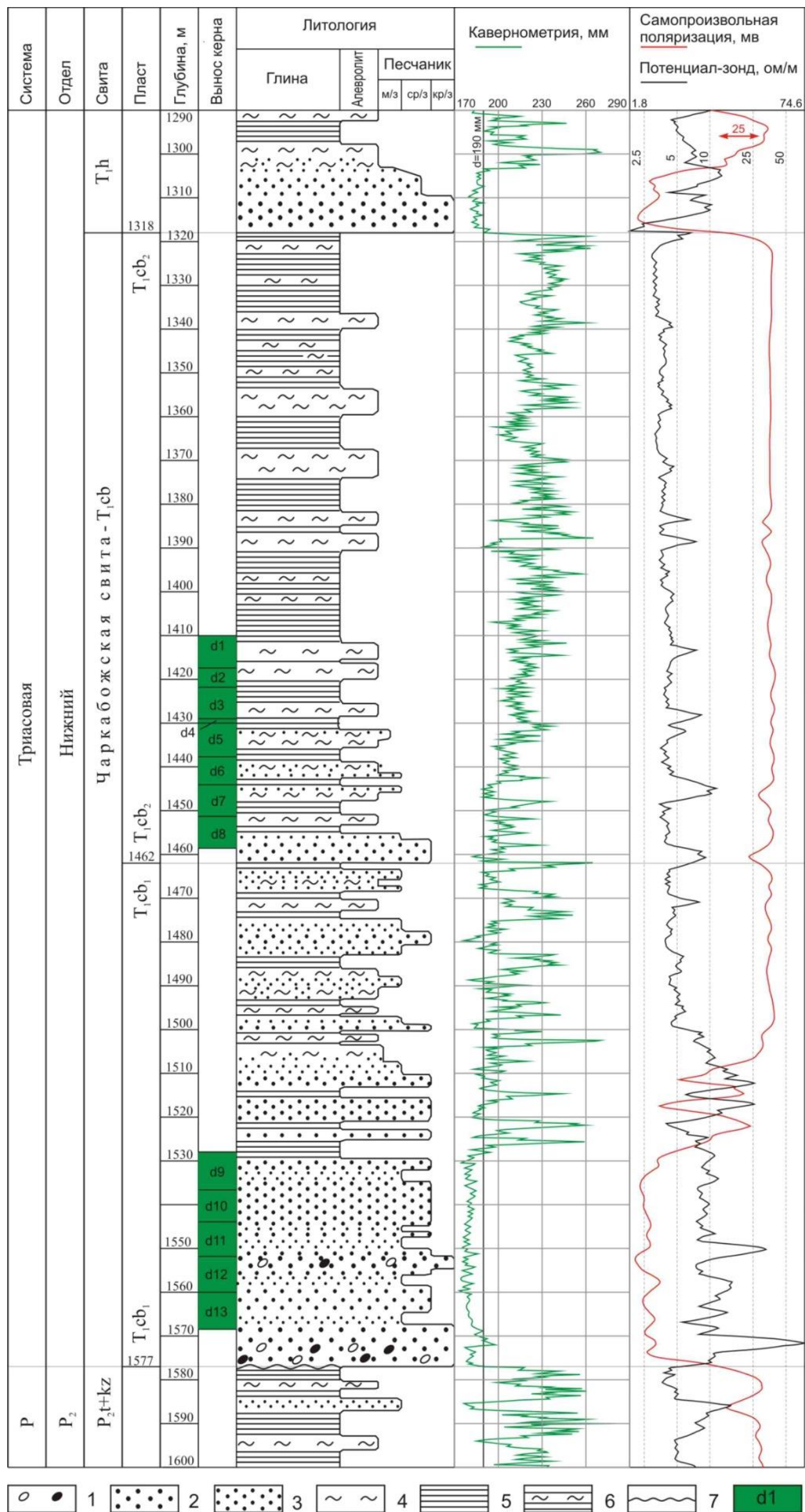


Рис. 2. Сводный литолого-фациальный разрез нижнетриасовых отложений Коровинской площади

1 - гравелиты и конгломераты, 2 - песчаники крупнозернистые с гравийной примесью, 3 - песчаники средне- и мелкозернистые, 4 - алевриты, 5 - аргиллиты, 6 - переслаивание алевритов и аргиллитов, 7 - эрозионная поверхность, 8 - номера долблений.

Песчаники рассматриваемой части разреза окрашены, главным образом, в различные оттенки серого цвета: от светло-серых до зеленовато-серых, отдельные линзы и прослои песчаников - розовато-серого цвета. Светло-серый цвет обусловлен, как правило, присутствием каолинита в составе цемента, зеленый - большим содержанием хлорита, красноватая окраска свойственна песчаникам, пропитанным гидроокислами железа. Песчаники разнообразного гранулометрического состава: от мелко- до крупно- и грубозернистого, с широким спектром текстур, встречаются массивная, крупная однонаправленная косослоистая, слоистость ряби, горизонтально слоистая. Слоистость обусловлена чередованием слоев разного гранулометрического состава, слоистость часто подчеркивается скоплениями рудных минералов, чешуйками биотита и проч.

Обломки пород, слагающие песчаники, отличаются большим разнообразием, в связи с этим типизация обломков представляет определенные трудности при петрографическом описании. При выделении типов обломков, в первую очередь, учитывался характер микроструктуры его как наиболее устойчивый признак. В тех случаях, где это было возможно, определены минералогический состав и парагенетические минеральные ассоциации. В результате выделены три группы обломков пород: метаморфические, магматические и осадочные. Первые представлены основными и средними эффузивами, кислыми вулканитами. К вулканитам отнесены те из них, которые имеют фельзитовую, аллотриаморфную, микрогранитовую структуру и альбитофиры. Обломки кислых вулканитов часто изменены, что выражается в частичной или полной гидрослюдизации. Она проявляется в наличии отдельных чешуек, агрегатных скоплений на поверхности обломка вплоть до полного замещения обломка. К альбитофирам отнесены кислые и средние вулканиты, которые характеризуются преобладанием альбита, незначительным количеством кварца и хлорита.

Средние и основные эффузивы подсчитывались вместе, в связи с тем, что диагностика в обломках не всегда представляется возможной. Средние эффузивы (андезиты, трахиты) отличаются как цветом, большим количеством темноцветных, отсутствием кварца, так и структурой, которая характеризуется лучшей раскристаллизованностью, а также вторичными изменениями: хлоритизацией, ожелезнением. Основные эффузивы (базальты, диабазы) диагностируются по еще более темному цвету, большому количеству темноцветных, отсутствию кварца, более зернистым структурам и вторичным изменениям темноцветных. К следующей группе диагностируемых обломков пород отнесены кремнистые, которые представлены фтанитами, радиоляритами, яшмами и недифференцированными силицитами. Обломки кремнистых пород, благодаря высокой устойчивости к агентам выветривания, тяготеют к более крупнозернистым песчаникам, особенно в нижней части толщи. Вверх по



разрезу отмечается уменьшение содержания обломков кремнистых пород.

Обломки кварцитов бесцветные, размеры их разнообразны (от 0,05 до 0,8 мм), форма полуокатанная и неокатанная. Структура гранобластовая и лепидогранобластовая. Кварцитопесчаники, характеризующиеся структурой прорастания, состоят из кластических зерен кварца в кварц-серицитовом цементе. Мелкозернистый материал цемента облекает более крупные зерна кварца и полевого шпата. Наблюдается образование серицита и хлорита за счет перекристаллизации глинистого материала. Широко представлены кварциты, сохранившие структурные и текстурные особенности осадочных пород: овальные и округлые формы бывших песчинок кварца, выделяющиеся благодаря присыпкам пелитового материала. Встречаются обломки кварцитов, содержащие циркон, апатит, их источником являются, вероятно, породы низкотемпературных фаций метаморфизма. Обломки серицит-хлоритовых и кварц-серицит-хлоритовых сланцев имеют удлиненную форму и хорошо окатаны. Структура изменяется от микро- до мелколепидобластовой. Содержание описанных обломков увеличивается снизу вверх по разрезу.

Среди минеральных зерен в песчаниках распространены кварц и полевые шпаты, содержание которых колеблется от 10 до 30% от общего состава обломков. Выделяется несколько разновидностей кварца: наиболее широко представлен, особенно в нижних пластах, чистый кварц, почти без включений, характеризующийся изометричной формой зерен. Источником его могли быть кислые вулканиты. Кварц второй разновидности отличается большим количеством газовой-жидких включений, располагающихся в виде линейно ориентированных полос, в обломках встречаются игольчатые включения рутила, чешуйки слюды, его источником могли служить разрушающиеся метаморфические породы. К третьей разновидности отнесен жильный кварц.

Вместе с этим, на основании изучения формы и особенностей поверхности кварцевых зерен можно выделить пять типов. К первому типу отнесены полуугловатые, слегка окатанные зерна, грани которых частично округлены, а на их поверхности отмечаются следы механического воздействия. Наличие этих следов позволяет предположить, что отложения подвергались продолжительной и интенсивной обработке, вероятнее всего, в водной среде со средней гидродинамической активностью. Второй тип представлен слабо окатанными зернами со следами истирания на большей части реликтовых граней, свидетельствующими о переносе и накоплении в водной среде с высокой гидродинамической активностью. Зерна третьего типа имеют более окатанную форму, часто несут следы химической переработки на поверхности реликтовых граней, что является следствием развития в субаэральных условиях. Эти обломки отлагались в водной среде с высокой гидродинамической активностью, но, вероятно, подвергались также ветровому воздействию в периоды субаэрального развития. К

четвертому типу отнесены хорошо окатанные зерна округлой формы. Сильноэродированная поверхность свидетельствует о преимущественно ветровом воздействии, которому подвергались обломки. К пятому типу отнесены зерна, подвергшиеся сильной регенерации на стадии постседиментационных преобразований. Сохранившиеся фрагменты поверхности и форма зерен свидетельствуют в пользу эолового происхождения, однако, регенерация кварца изменила их форму существенным образом. Возможно, интенсивная регенерация кварца обусловлена переформированием залежей, когда под воздействием углеводородов кремнезем выносился из продуктивной части и отлагался в зоне водонефтяного контакта. Кварцевые зерна, характеризующиеся штриховатой, изъеденной кавернами поверхностью с ямками и бороздками неправильной формы, могут иметь эоловое происхождение.

Полевые шпаты представлены как калиевыми, так и кислыми и средними плагиоклазами. Калиевые полевые шпаты, как правило, сильно изменены пелитизацией, по кислым плагиоклазам интенсивно развивается гидрослюда. Отмечается обогащение обломками полевых шпатов мелкозернистых песчаников и алевролитов по сравнению с более крупнозернистыми отложениями.

Минералы группы слюд представлены биотитом и мусковитом, причем первый характеризуется более широким распространением. Встречаются как неизменные чешуйки биотита, интенсивно плеохроирующие от темно-коричневого до бледно-зеленого, так и зеленовато-бурые чешуйки гидробиотита. Преобразование биотита сопровождается частичным выносом железа и титана, в результате чего железо выделяется в виде вкрапленников гематита, а титан участвует в образовании скоплений лейкоксена неправильной формы. В песчаниках с коррозионным карбонатным цементом биотит часто замещается мелкокристаллическим кальцитом, при этом зерно может быть уничтожено полностью так, что остаются лишь контуры со следами спайности.

Для описываемых отложений характерно обогащение чешуйками слюды средне- и мелкозернистых песчаников с горизонтально-слоистыми текстурами, образовавшимися в спокойной гидродинамической обстановке, способствовавшей осаждению материала, переносимого во взвешенном состоянии. Подобная обстановка имела место во внешней части поймы.

Из аксессуарных минералов наиболее часто встречаются эпидот, магнетит, лейкоксен, ильменит. Эпидот встречается в виде неправильных изометричных зерен желтовато-зеленого цвета с яркой аномальной интерференционной окраской. Источником его являются метаморфические породы, выходящие на поверхность в результате активизации тектонических движений. Повышенное содержание эпидота отмечается в мелкозернистых песчаниках с горизонтально-слоистой структурой, что также обусловлено особенностями



среды осадконакопления. В ассоциации с эпидотом встречается магнетит в виде зерен неправильной формы, приуроченных к поверхности напластования. Лейкоксен часто встречается в виде желтоватых (в отраженном свете) зерен, образующих скопления неправильной формы, и пленок вокруг обломков. Размеры зерен ильменита, лейкоксена, находящихся в виде аксессуариев, не превышают 0,25 мм, поэтому в процессе дифференциации терригенного материала они накапливаются в мелкозернистых песчаниках, тяготеют к осадкам прирусловой отмели и отложениям внешней части поймы. Обогащение лейкоксеном отмечается также благодаря наличию его аутигенных образований, и развитию по другим титаносодержащим минералам.

По мнению В.А. Кузнецова [Кузнецов, 1973], обогащение мелкозернистых песчаников титаносодержащими минералами обусловлено тем, что удельный вес минералов титана (ильменита, лейкоксена) незначительно отличается от удельного веса преобладающей части зерен аллювия, поэтому они не концентрируются в нижней части разреза у плотика.

Повышенное содержание в песчаниках тех или иных минеральных зерен обусловлено не только составом размываемых пород, но и гидродинамикой потока и способом переноса обломочного материала.

В описываемых песчаниках присутствуют как карбонатный, так и глинистый цементы. Карбонатный цемент, как показывают химический и рентгеновский анализы, представлен кальцитом, содержащим незначительные примеси железа, марганца и магния. Содержание кальцита в составе цемента меняется и может достигать 40% и более от общего веса породы. По количеству и распределению в песчаниках наиболее часто встречаются базальный и поровый типы цемента, хотя фиксируется и менисковый (неполный поровый).

В состав глинистого цемента песчаников входят каолинит, хлорит, гидрослюда и минералы группы смектита. Распространение каолинита весьма неравномерно как по разрезу, так и по площади. Снизу вверх по разрезу отмечается уменьшение его содержания с 80-90% в песчаниках базального пласта до 10% в верхней части разреза. При переходе от крупнозернистых к тонкозернистым осадкам отмечается уменьшение содержания каолинита. В формировании каолинита всех типов в большей или меньшей степени участвует один и тот же источник — коры выветривания, это объясняет обогащение каолинитом нижней части разреза, в особенности, базального пласта.

Смектит микроскопически представляет собой слабо оформленную тонкодисперсную массу, имеющую гомогенный облик. В целом снизу вверх по разрезу отмечается рост его содержания. В тонкозернистых песчаниках базального пласта содержание смектита не превышает 50-60%, тогда как в верхней части разреза количество его возрастает до 80-90%. Смектит пользуется наибольшим распространением в мелкозернистых песчаниках, где он

почти полностью заполняет поровое пространство. Вследствие высокой поглощающей способности смектит может значительно разбухать при насыщении водой или органическим наполнителем, делая прослой песчаника практически непроницаемыми.

Хлорит в шлифах присутствует в виде крустификационных каемок на зернах, волокнистых и сферолитоподобных высокодвупреломляющих выделений в порах и полностью хлоритизированных обломков. Микроскопически крустификационный хлорит представлен бледно-зеленой каемкой на обломочных зернах и имеет толщину 3-12 мкм. Изучение с помощью электронного микроскопа показало, что эти каемки состоят из мелких псевдогексагональных чешуек, беспорядочно расположенных под разными углами к поверхности обломочного зерна. Высокое содержание хлорита фиксируется в осадках, образовавшихся в пойменных условиях за счет повышенного содержания хлоритизированных обломочных компонентов.

### **Особенности строения и литолого-геохимическая характеристика пород**

По петрохимической классификации А.Г. Коссовской и М.И. Тучковой [Коссовская, Тучкова, 1988] нижнетриасовые песчаники попадают в поле полимиктовых (содержание  $\text{SiO}_2$  62-78%) и вулканомиктовых (содержание  $\text{SiO}_2$  54-64%) (рис. 3). К первым относятся средне- и крупнозернистые песчаники, ко вторым — их преимущественно мелкозернистые разновидности. Крупнозернистые отложения характеризуются смещением в сторону верхней границы поля полимиктовых песчаников, вследствие повышенного содержания  $\text{SiO}_2$ . Это обусловлено большим количеством обломков кремнистых пород, фельзитов, устойчивых к химическому разрушению. Более мелкозернистые отложения смещены вниз вследствие обогащения полевыми шпатами. Интересно, что по разрезу песчаников снизу вверх отмечается сокращение содержания  $\text{SiO}_2$ , связанное с уменьшением количества обломков кремнистых пород и фельзитов. На классификационной диаграмме Ф.Дж. Петтиджона (1976) фигуративные точки состава песчаников локализуются в полях граувакк (рис. 4).

Содержание основных породообразующих оксидов методом «мокрой химии» определено в химико-аналитической лаборатории Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Медианные, средние и максимальные значения для песчаников приведены в табл. 1. Как видно из приведенных данных, песчаники характеризуются широкими вариациями содержаний всех породообразующих оксидов. Медианное значение содержания в них оксида кремния составляет 61,5%, в то время как максимальное – 91,4%, минимальное – 31,2%. Для оксидов алюминия, калия и натрия соответствующие параметры составляют 12,2; 14,7 и 2,8; 1,13; 1,47 и 0,37; 2,39; 2,9 и 0,49. Медианное значение потерь при прокаливании равно 7,69, тогда как максимальные и минимальные величины равны 25,36% и 0,74% (см. табл. 1).

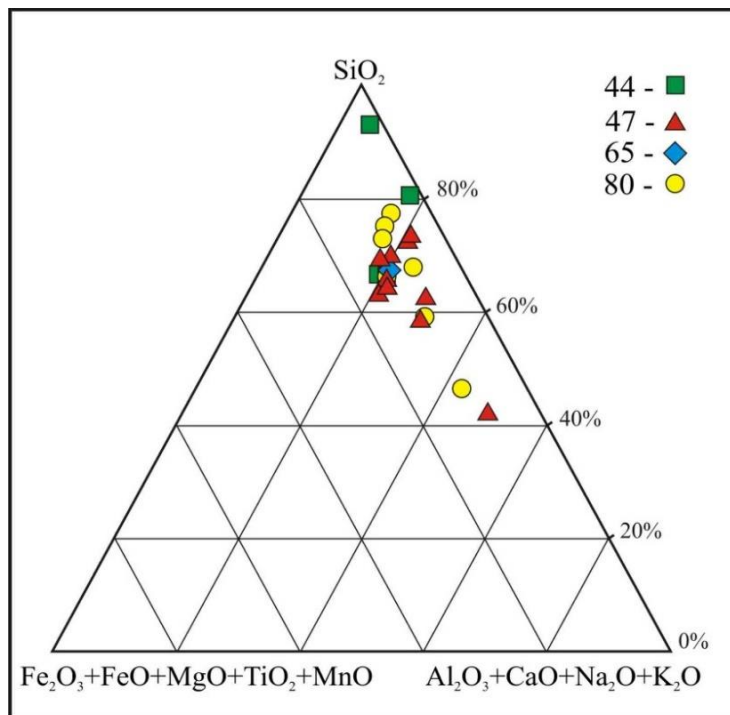


Рис. 3. Классификационная диаграмма (по А.Г. Коссовской)

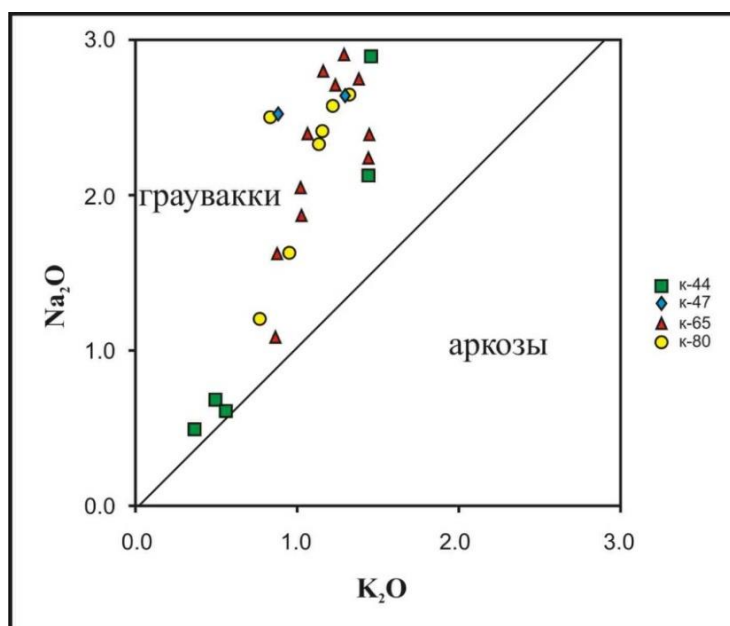


Рис. 4. Классификационная диаграмма  $K_2O - Na_2O$  [Петтиджон, Поттер, Сивер, 1976]

1-4 - номера скважин.

Таблица 1

Медианные, минимальные и максимальные содержания основных породообразующих компонентов (%) в песчаниках

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ППП
Медиана	61,5	0,69	0,15	3,38	1,77	1,86	2,50	1,13	2,39	12,22	0,17	7,69
Min	31,2	0,10	0,01	0,55	0,17	0,17	0,34	0,37	0,49	2,80	0,02	0,74
Max	91,4	1,66	0,72	5,29	3,34	30,3	4,27	1,47	2,90	14,74	0,23	25,36



Для оценки степени химического выветривания материнских пород и зрелости поступавшего в область седиментации материала рассчитаны гидролизатный (ГМ), алюмосиликатный (АМ), титановый (ТМ) и натриевый модули (НМ) [Юдович, Кетрис, 2000; Строение и корреляция..., 2009; Литогеохимия терригенных..., 2015; Herron, 1988].

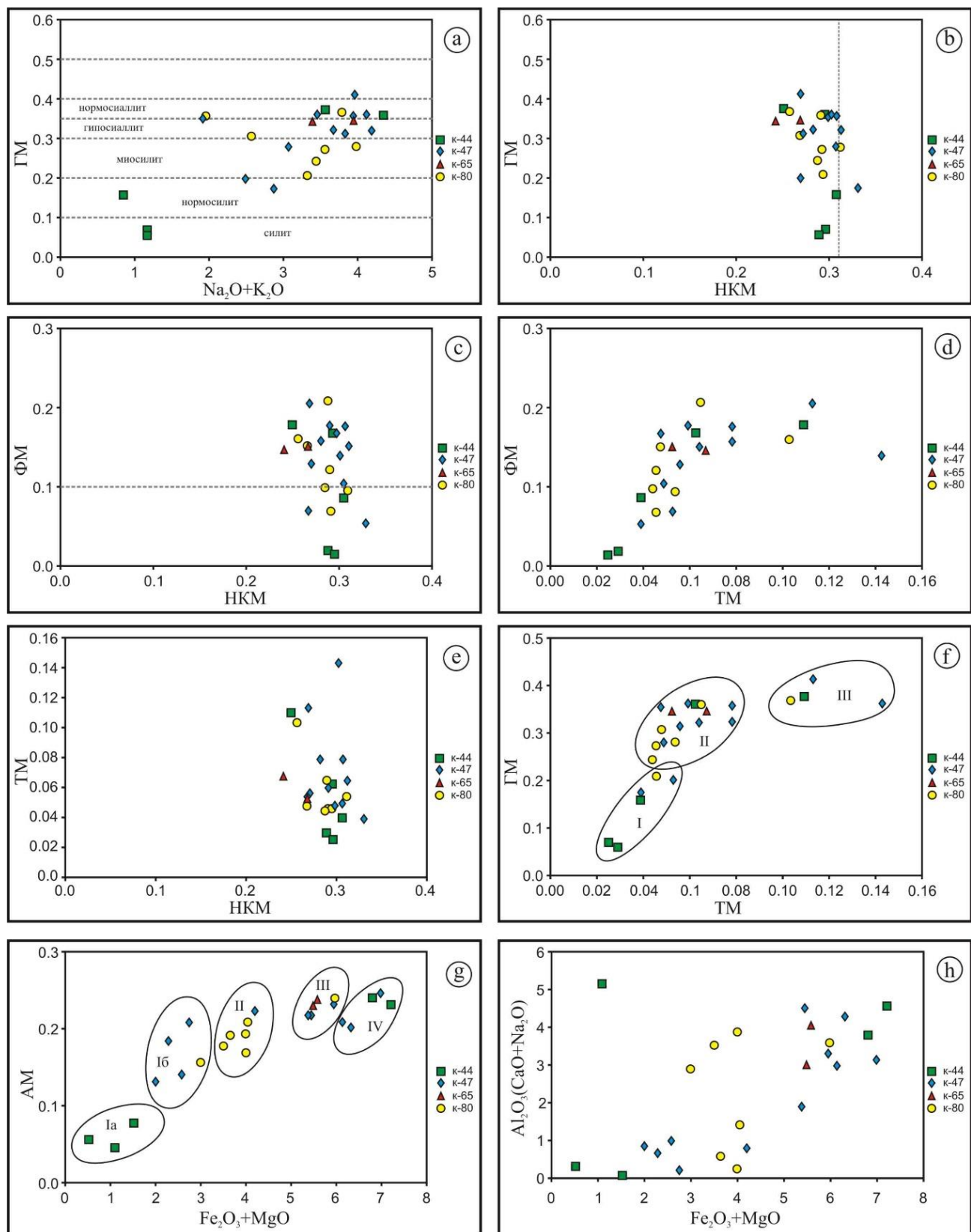
ГМ ( $Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO+MnO/SiO_2$ ) позволяет количественно оценить проявление двух важнейших гипергенных процессов – выщелачивания и гидролиза. Чем выше величина модуля, тем более глубокому выветриванию подверглись породы области сноса, а чем она меньше, тем выше химическая зрелость осадочной породы. По величине ГМ породы классифицированы следующим образом: силиты - менее 0,3, сиаллиты и сиферолиты - 0,31-0,55 и гидролизаты - более 0,55. Сиаллиты и сиферолиты, в свою очередь, разделяются на гипосиаллиты (0,3-0,33), нормосиаллиты (0,34-0,48), суперсиаллиты (0,49-0,55). Исходя из этой классификации, изученные отложения принадлежат к силитам, гипосиаллитам и нормосиаллитам (рис. 5а).

Величина АМ ( $AM = Al_2O_3/SiO_2$ ) варьирует от 0,06 до 0,25 и отражает степень химического выветривания. Значения АМ менее 0,1 свойственны песчаникам с высоким содержанием обломков кремнистых пород, АМ от 0,1 до 0,22 характерны для песчаников, 0,22-0,35 – для глинистых пород, что свидетельствует о незначительном фракционировании материала в процессе транспортировки и слабом его преобразовании в процессе выветривания (табл. 2).

В соответствии со значениями фемического модуля ( $FM = FeO+Fe_2O_3+MgO/SiO_2$ ) отложения попадают в группу кварцевых песчаников ( $FM = 0,03-0,05$ ) с повышенным содержанием обломков кремнистых пород и собственно песчаников ( $FM = 0,05-0,2$ ).

Значения отношения содержаний  $Al_2O_3/TiO_2$  высоки (медиана 18,4) и указывают на происхождение обломочного материала из континентального источника.

Необходимо подчеркнуть, что климатический фактор влияет на величину ТМ ( $TiO_2/Al_2O_3$ ) слабее, чем литодинамический и состав петрофонда [Юдович, Кетрис, 2000]. Значения ТМ зависят от состава пород в областях сноса и динамики среды осадконакопления, приводящей к сортировке титаносодержащих минералов и глинистого вещества. Для изучаемых отложений изменение индекса ТМ может быть обусловлено как динамическим, так и климатическим факторами. Корреляция между значениями ГМ и ТМ подтверждает наличие связи с динамическими фациями седиментогенеза. На модульной диаграмме ГМ-ТМ выделяется несколько полей. Первое поле соответствует крупно-среднезернистым песчаникам первого (базального) пласта чаркабожской свиты, отлагавшимся в условиях русла.



**Рис. 5. Модульные диаграммы состава песчаников нижнетриасового возраста севера Шапкина-Юрьянского вала**

*a* - положение фигуративных точек состава песчаников нижнего триаса на диаграмме  $Na_2O+K_2O$ – $\Gamma M$  ( $\Gamma M = (Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO+MnO)/SiO_2$ ); *b* -  $HKM$ – $\Gamma M$  ( $HKM = (Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ ); *c* -  $HKM$ – $\Phi M$  ( $\Phi M = (FeO+Fe_2O_3+MgO)/SiO_2$ ); *d* -  $TM$ – $\Phi M$  ( $TM = TiO_2/Al_2O_3$ ); *e* -  $HKM$ – $TM$ ; *f* -  $TM$ – $\Gamma M$ ; *g* -  $Fe_2O_3+MgO$ – $AM$ ; *h* -  $Fe_2O_3+MgO$ – $Al_2O_3(CaO+Na_2O)$ .

Таблица 2

## Петрохимические модули

	максимум	медиана	минимум
Гидролизатный (ГМ = $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} / \text{SiO}_2$ )	0,41	0,32	0,06
Алюмокремниевый (АМ = $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ )	0,25	0,21	0,04
Фемический (ФМ = $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} / \text{SiO}_2$ )	0,21	0,15	0,01
Титановый (ТМ = $\text{TiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ )	0,14	0,05	0,03
Натриевый модуль $\text{Na}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$	0,22	0,18	0,15
Общая нормативная щелочность (НКМ = $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ )	0,33	0,29	0,24
Железный (ЖМ = $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO} / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$ )	0,97	0,42	0,21
Калиевый модуль (КМ = $\text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ )	0,14	0,1	0,06
Щелочной модуль $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$	2,96	1,98	1,11
Химический индекс изменчивости CIA = $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) * 100$	67,83	60	24,01
Химический индекс выветривания CIW = $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}) * 100$	75,43	63,56	24,65
Индекс степени преобразования плагиоклазов PIA = $(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}) / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}) * 100$	72,33	61,13	22,58
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}_3, \%$	19,07	15,79	3,66

Второе поле включает фигуративные точки состава мелкозернистых песчаников, формировавшихся в условиях прирусловых валов, песков разливов. Фигуративные точки состава мелкозернистых песчаников, обогащенных минералами группы лейкоксена (содержание  $\text{TiO}_2$  более 0,1), которые могли накапливаться в условиях поймы как базального, так и второго пласта ( $T_1 \text{ } \check{c}b_2$ ) попадают в третье поле (рис. 5b).

В соответствии с закономерностью Мигдисова (по Юдовичу, 2000), накопление тяжелых титаносодержащих аксессуариев имело место в песчаном осадке. Кроме того, в ряду аллювия «горный - горно-равнинный - равнинный» отмечается закономерное увеличение значений ТМ, а также железного модуля (ЖМ), то есть по мере увеличения динамической сортировки осадков растет содержание железо-титанового шлиха, а также отношение «полевые шпаты/слюды» - за счет отмывки из песков легких слюд. Песчаные отложения, сформировавшиеся в условиях прирусловой отмели, также характеризуются повышенными значениями ТМ (рис. 5d, f).

На диаграмме АМ/ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$  (рис. 5g) фигуративные точки, соответствующие составу песчаников, образовавшихся в различных условиях речной системы, образуют пять полей соответственно: Ia, б – русловые условия (пристречневая зона и прирусловая отмель), II –



внешняя часть поймы (пески разливов), в поле III попали фигуративные точки, соответствующие песчаникам, сформировавшимся в пойменных условиях (для первого базального пласта  $T_{1\check{c}b_1}$ ) в условиях меандрирующей реки, а также отложения пласта  $T_{1\check{c}b_2}$ , которые можно отнести к «равнинному» аллювию.

Максимальные концентрации натриевого модуля ( $НМ = Na_2O/Al_2O_3$ ) наблюдаются в континентальных отложениях в условиях засушливого климата, что характеризует процесс химического выветривания, при котором разрушаются плагиоклазы. В данном случае значения НМ варьируют в пределах 0,15-0,22, причем, песчаники, характеризующиеся значениями натриевого модуля более 0,2 относятся к грауваккам.

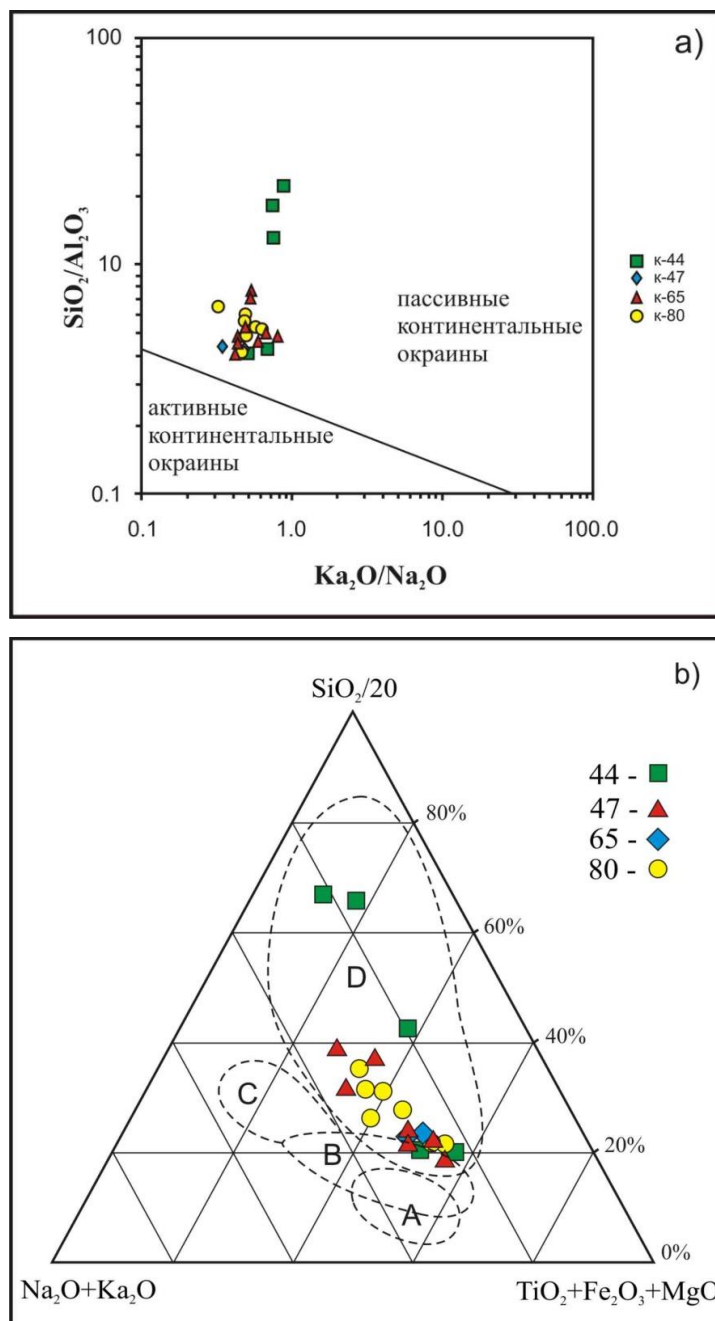
Отношение калиевого модуля ( $КМ = K_2O/Al_2O_3$ ) несет информацию о распределении калия и алюминия среди породообразующих минералов. Для исследуемых отложений значения КМ находятся в пределах 0,08-0,17, что указывает на доминирование глинистых минералов над калиевыми полевыми шпатами и слюдами.

Значения ЖМ ( $ЖМ = (FeO+Fe_2O_3+MnO)/Al_2O_3+TiO_2$ ) варьируют в пределах 0,2-0,6, следовательно, песчаники нижнего триаса можно отнести к нормально-железистым.

По данным Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис, значения ФМ ( $ФМ = (FeO+Fe_2O_3+MgO)/SiO_2$ ) более 0,1 свойственны вулканокластическим грауваккам (рис. 5с). К ним могут быть отнесены мелкозернистые песчаники, сформировавшиеся как в пойменных условиях, так и в условиях малых рек и притоков крупных рек. Наиболее низкими значениями ФМ характеризуются песчаники базального пласта с повышенным содержанием кремнистых обломков и каолинитовым цементом.

Тектонические условия – один из факторов питающей провинции, фигуративные точки состава песчаников на диаграммах J.B. Maynard, R. Valloni и H.S. Yu [Maynard, Valloni, Yu, 1982] попадают в поле пассивной континентальной окраины (рис. 6а, б).

Расположение фигуративных точек на диаграммах В.С. Ерофеева и Ю.Г. Цеховского [Ерофеев, Цеховский, 1983], а также L.J. Suttner и P.K. Dutta [Suttner, Dutta, 1986] подтверждает тот факт, что формирование отложений происходило в условиях аридного климата.



**Рис. 6.** Диаграммы состава песчаников различных динамических обстановок  
*a* -  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3\text{--K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  [Maynard, Valloni, Yu, 1982], *b* -  $\text{SiO}_2/20\text{wt}\%-(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ . Области составов песчаников: *A* – океанических островных дуг, *B* – континентальных островных дуг, *C* – активных континентальных окраин, *D* – пассивных континентальных окраин [Kroonenberg, 1994].

### Условия осадконакопления нижнетриасовых отложений и их влияние на свойства коллекторов

Результаты исследований иллюстрируют обстановки осадконакопления, существовавшие на территории Шапкина-Юрьянского вала Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в раннетриасовую эпоху. Детальное изучение литологического состава и строения отложений с привлечением геолого-геофизических материалов позволило провести фациальные реконструкции продуктивных пластов и подтвердить аллювиальный

генезис отложений, а также выделить русловые (рис. 7a-c) и пойменные макрофазии (рис. 7d-f). К русловым авторы относят фации пристрежневой части русла, прирусловой отмели, прирусловых валов и внутренней части поймы. Осадки стрежневой фации имеют подчиненное значение и небольшие толщины, они тяготеют к нижним частям песчаного тела и сложены наиболее крупными обломками кремня, кварца, изверженных пород и глин, как принесенных течением реки в периоды паводков, так и образовавшихся из коренных пород русла. Эти отложения приурочены к зоне наиболее интенсивного размыва русла реки и связаны с самой быстрой частью потока, их мощность редко превышает 0,2-0,5 м. Отложения пристрежневой части русла и прирусловой отмели заполняют всю осевую и прилегающие к ней части руслового вреза, то есть между стрежневой зоной и внешней частью поймы в зоне постепенного ослабления скорости турбулентного потока.

Фация пристрежневой зоны русла сложена преимущественно средне- и крупнозернистыми песчаниками с крупной однонаправленно косослоистой текстурой, в основании слойков располагается грубозернистый материал.

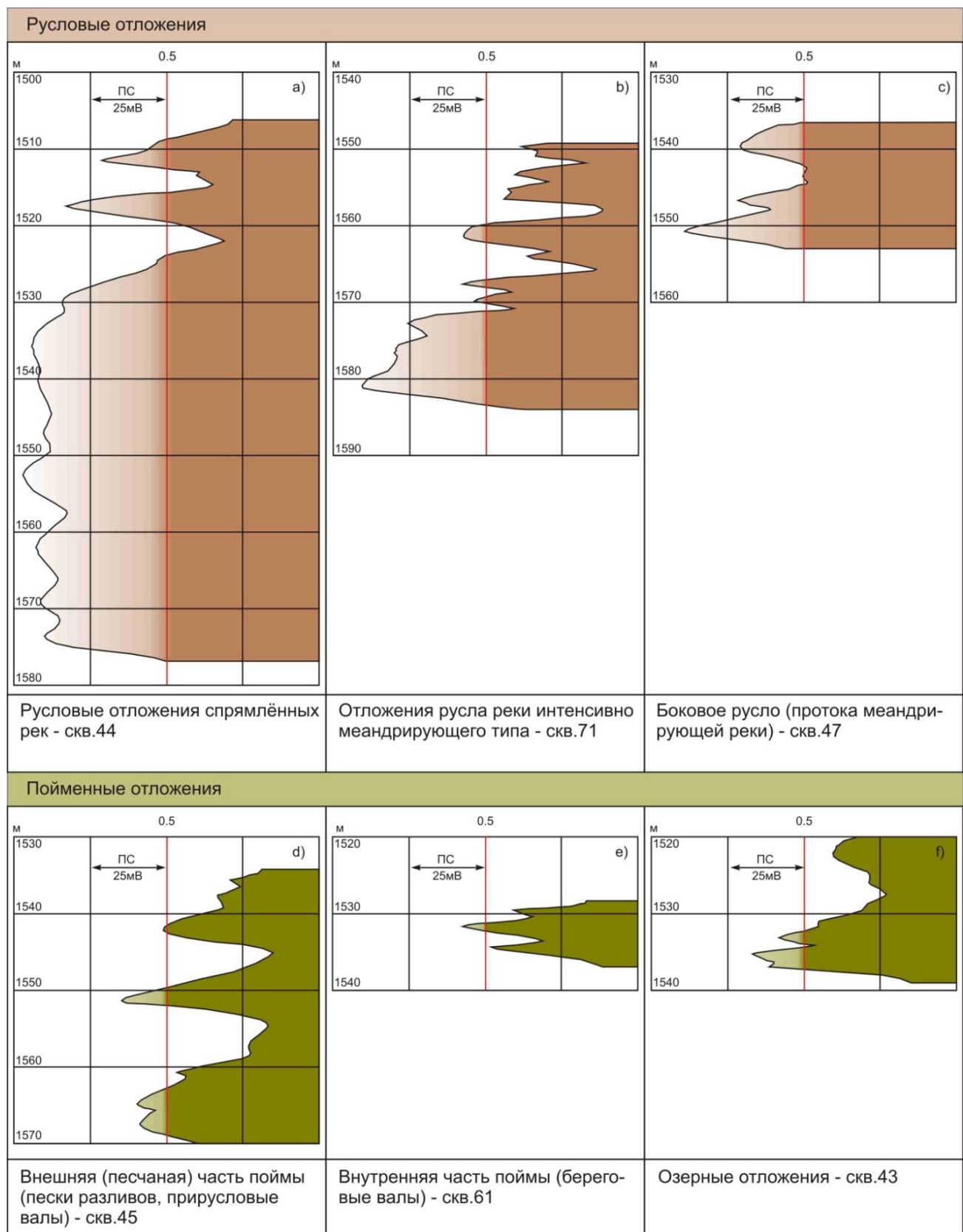
Отложения прирусловой отмели [Хэллем, 1983; Селли, 1989] формировались в более спокойной гидродинамической обстановке, они представлены мелкозернистыми песками, иногда с прослоями алевролитов. Мощность косых серий и слойков сокращается, серийные швы становятся менее заметными, на границах серий исчезает грубообломочный материал. Для них характерна мелкая косослоистая текстура, переходящая в горизонтальнослоистую.

Пойменная макрофазия выделена в составе фации внешней (песчаной) части поймы и внутренней (алевроглинистой). Внешняя часть поймы представлена песчаными осадками фаций береговых валов, стариц, песков разливов, которые образуют краевые части песчаных тел или зоны их выклинивания (см. рис. 7d-f).

Фация прирусловых (береговых) валов представлена мелкозернистыми песками со слабовыраженной слоистостью. Для них характерны следующие особенности: переслаивание глинистых и песчаных прослоев по вертикали, наличие остаточных галечников, образовавшихся во время сильных паводков, мелкая косая однонаправленная и горизонтальная слоистость, заполненные алевролитовым материалом трещины усыхания в глинах, процессы брекчирования, образования мелких складок.

Отмечается обогащение песчаников зернами темноцветных рудных минералов. Песчаное тело имеет плоскую нижнюю и выпуклую верхнюю поверхность, мощность его 0,5-2,5 м, а ширина варьирует от 3 до 25 м. На диаграммах каротажа выделяется в форме прямоугольного треугольника, расположенного в зоне отрицательных аномалий самопроизвольной поляризации: кровельная линия наклонена, подошва — горизонтальная [Муромцев, 1984].





**Рис. 7. Электрометрические модели аллювиальных отложений**

*a-c - русловые отложения: a - русловые отложения спрямленных рек [Муромцев, 1984], b - русла реки интенсивно меандрирующего типа, c - бокового русла (протоки) меандрирующей реки; d-f - пойменные отложения: d - внешняя часть поймы (пески разливов, прирусловые валы), e - внутренняя часть поймы (береговые валы), f - отложения стариц, озер.*

Отложения фации песков разливов развиты в зоне перехода от внешней (песчаной) части поймы к ее внутренней и представлены мелкозернистыми песками и алевролитами с мелкой косослоистой текстурой, слоистостью ряби течений или мульдобразной слоистостью. Мощность отложений 0,2-2,5 м, нижняя поверхность тела — горизонтальная, верхняя — полого наклонена в сторону русла. Многие исследователи выделяют также отложения расщелин. Мощность этих тел варьирует от десятков сантиметров до нескольких метров, сложены они более грубозернистыми осадками, чем ассоциирующие с ними отложения прирусловых валов. Мелкая косослоистая текстура и слоистость восходящей ряби нашли широкое распространение в рассматриваемых отложениях (см. рис. 7d).

Фация внутренней части поймы [Селли, 1989] приурочена к самым нижним участкам пойм, представляющих плохо дренированные низменные области, где отлагались мелкозернистые алевролиты и глины. Текстура горизонтальнослоистая или неясная тонкослоистая. Широко развиты почвенные слои с нарушенной слоистостью, трещины усыхания, заполненные алевритовым материалом. Для данных отложений характерны вертикальные трещины и полости, заполненные крупнокристаллическим кальцитом и являющиеся остатками корневой системы. На каротажных диаграммах самопроизвольной поляризации эти тела выражены в виде треугольника, образованного горизонтальной кровельной и наклонной интенсивно расчлененной подошвенной линией (см. рис. 7e).

По коллекторским свойствам нижнетриасовые песчаники неоднородны. Можно выделить несколько классов коллекторов. При этом наибольшее распространение получили коллекторы III-V классов [Ханин, 1976]. Коллекторы VI класса характерны для пойменных образований и представлены алевролитами и мелкозернистыми песчаниками, в которых практически отсутствуют крупные поровые каналы.

Коллекторы V класса представлены мелкозернистыми песчаниками с поровым цементом преимущественно смектитового состава, низкие значения емкостных и фильтрационных свойств обусловлены незначительным содержанием крупных поровых каналов (менее 5%) и увеличением количества нефилтрующих пор. Эти образования отлагались в пойменных условиях.

К коллекторам IV класса отнесены мелко- и среднезернистые песчаники с полиминеральным цементом: глинистым поровым и карбонатным сгустково-порового типа. Содержание крупных поровых каналов не превышает 30%.

Коллекторы II-III классов представлены крупно- и среднезернистыми плохо отсортированными песчаниками с цементом порового типа, сформировавшимися в обстановке с относительно спокойным гидродинамическим режимом. Содержание крупных поровых каналов достигает 60%.

Анализ коллекторских свойств песчаников по группам фаций показывает, что песчаникам, образовавшимся в русловых условиях, свойственны высокие медианные и средние значения пористости и проницаемости, соответственно 24% и 20,8% (пористость), 56 и 40 мкм<sup>2</sup>×10<sup>-3</sup>, самые низкие значения характеризуют отложения, сформировавшиеся в пойменных условиях: медианные значения пористости и проницаемости не превышают 11% и 0,6 мкм<sup>2</sup>×10<sup>-3</sup>, средние арифметические достигают 14% и 1,6 мкм<sup>2</sup>×10<sup>-3</sup>. Анализ графиков зависимости пористости-проницаемости для продуктивных пластов показал, что наиболее высокие значения емкостных и фильтрационных свойств характерны для отложений базального пласта, где выявлены коллекторы II класса (рис. 8-9).

Вверх по разрезу отмечается ухудшение коллекторских свойств, что можно объяснить преобладанием мелкозернистых песчаников с большим содержанием глинистого цемента. Следствием этого явилось то, что продуктивные отложения T<sub>1</sub> б<sub>2</sub> относятся, главным образом, к коллекторам IV-V класса, их формирование происходило в условиях интенсивно меандрирующей реки со спокойным гидродинамическим режимом.

### Выводы

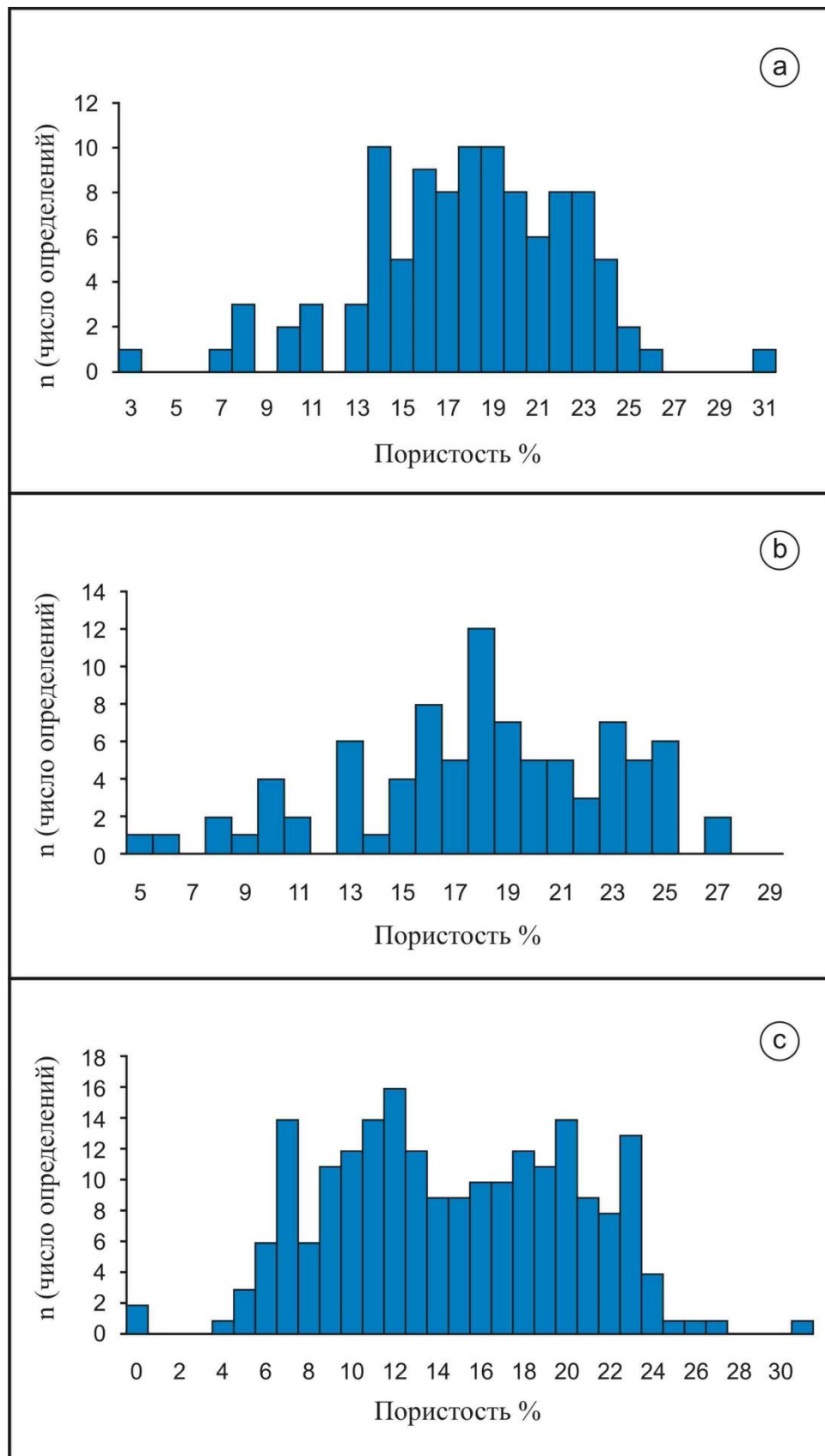
Проведенные исследования позволили обосновать выделение природных резервуаров аллювиального происхождения, детализировать строение песчаных тел, проанализировать вещественный состав песчаников, показать, что высокая изменчивость состава и структуры минералов цемента пород коллекторов связана с локальными фациально-палеогеографическими обстановками осадконакопления в условиях речной системы.

Условия седиментации определили гранулометрический состав и окатанность обломков, степень их сортировки, соответственно, конфигурацию и размеры первичных межзерновых пор.

Постседиментационные преобразования привели к изменению первичного пустотного пространства. Процессы уплотнения, цементации, регенерации способствовали его сокращению, а растворение – увеличению за счет расширения межзерновых, образованию внутризерновых микропор перекристаллизованного глинистого цемента.

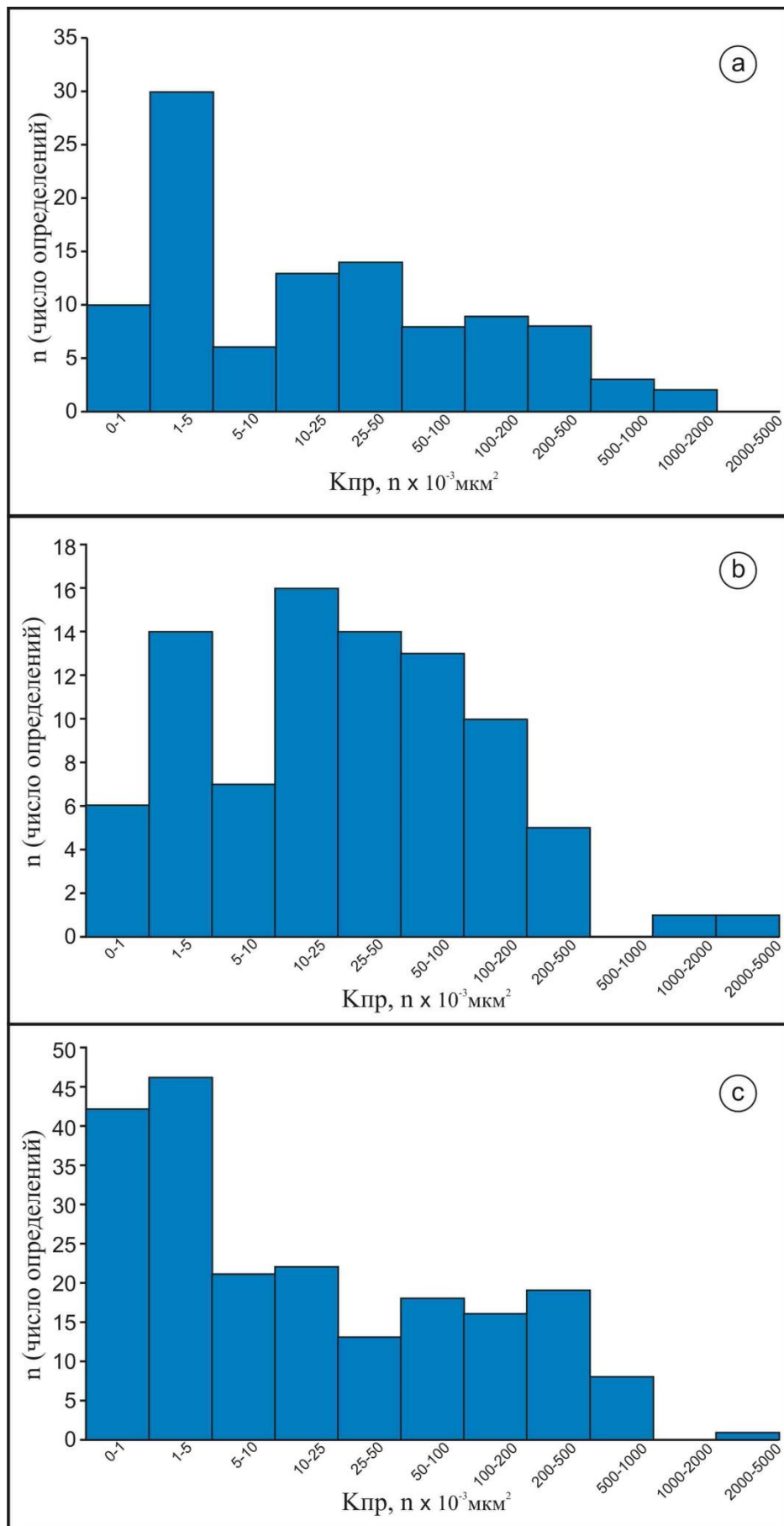
К высокеемким коллекторам отнесены крупно- и среднезернистые песчаники, образовавшиеся в русловых условиях и характеризующиеся невысоким содержанием цемента преимущественно каолинитового или хлоритового состава.

Коллекторы III-IV класса представлены мелко- и среднезернистыми песчаниками с поровым цементом гидрослюдисто-хлорит-монтмориллонитового состава или поровым каолинитом.



**Рис. 8. Диаграммы распределения пористости**

*a* - пласт  $T_1$   $\check{c}b_2$ , *b* – непродуктивные пласты, *c* - пласт  $T_1$   $\check{c}b_1$ .



**Рис. 9. Диаграммы распределения проницаемости**

*a – пласт T<sub>1</sub> ĭb<sub>2</sub>, b – непродуктивные пласты, c - пласт T<sub>1</sub> ĭb<sub>1</sub>.*



К низкоемким коллекторам V-VI класса относятся мелкозернистые песчаники и алевролиты, сформировавшиеся в пойменных условиях и отличающиеся высоким содержанием минералов группы смектита в составе цемента. Преимущественно глинистые отложения, образовавшиеся в условиях внутренней части поймы, могут рассматриваться как локальные покрышки.

Проведенная реконструкция условий осадконакопления, показала, что наиболее благоприятными емкостными свойствами отличаются отложения, относящиеся к базальным пластам нижней толщи триасовых отложений рассматриваемой площади.

Следует обратить внимание, что дифференцированность состава и типа цемента требует индивидуального подхода, взвешенного выбора технологий при определении стратегии разработки месторождений и тщательного подбора комплекса методов, направленных на увеличение нефтеотдачи для различных участков месторождений.

*Работа подготовлена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН № 15-18-5-21 «Закономерности размещения и условия формирования скоплений углеводородов в осадочных толщах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции».*

### Литература

*Бружес Л.Н., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М.* Литолого-фациальные условия формирования горизонта Ю<sub>1</sub> Тевлинско-Русскинского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Георесурсы. - 2010. - № 2 (34). - С. 6-9.

*Ежова А.В.* Строение и генезис пустотного пространства в коллекторах нефтегазоносной толщи юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область) // Литосфера. - 2007. - № 4. - С.115-122.

*Енцова Ф.И., Калантар И.З.* Триасовые отложения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Материалы по геологии востока Русской платформы. - Казань: Изд-во Казанского университета, 1966. - С.138-189.

*Ерофеев В.С., Цеховский Ю.Г.* Парагенетические ассоциации континентальных отложений (Семейство аридных парагенезов. Эволюционная периодичность). - М.: Наука, 1983. - 192 с.

*Изотов В.Г.* Технологическая минералогия нефтяного пласта // Современные методы минералого-геохимических исследований: сб. материалов РМО. – СПб, 2006. - С.140-142.

*Изотов В.Г., Ситдикова Л.М., Бружес Л.Н., Талипов И.Ф.* Особенности структуры пустотного пространства коллекторов УВ юрского нефтеносного комплекса Тевлинско-Русскинского месторождения в связи с проблемой его разработки // Георесурсы. - 2012. -

№ 1(43). - С. 6-9.

*Калантар И.З., Танасова С.Д.* Фациальные критерии при стратификации континентальных отложений триаса // Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции. - Л.: Недра, 1988. - С. 127-134.

*Киричкова А.И.* Стратотипические и опорные разрезы нижнего триаса Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: литология, фациальные особенности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2013. - Т.8. - №4. - [http://www.ngtp.ru/rub/2/45\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2013.pdf). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/45\\_2013](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2013)

*Коссовская А.Г., Тучкова М.И.* К проблеме минералого-петрохимической классификации и генезиса песчаных пород // Литология и полезные ископаемые. - 1988. - №2. - С.8-24.

*Кузнецов В.А.* Геохимия аллювиального литогенеза. – Минск, 1973. - 280 с.

Литогеохимия терригенных ассоциаций южных впадин Предуральяского прогиба / А.В. Маслов, Г.А. Мизенс, Л.В. Бадида. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2015. - 308 с.

*Мораховская Е.Д.* Триас Тимано-Уральского региона (опорные разрезы, стратиграфия, корреляция) // Биохронология и корреляция фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России. - СПб: ВНИГРИ, 2000. - Вып. 1. - 80 с.

*Мораховская Е.Д.* Триасовые литостратоны Тимано-Уральского региона, их взаимоотношения и территориальная приуроченность // Вопросы совершенствования стратиграфической основы фанерозойских отложений нефтегазоносных регионов России. - СПб: Изд-во ВНИГРИ, 1997. - С.34-49.

*Мораховская Е.Д., Храмова С.Н.* Условия формирования триасовых отложений Колвинского мегавала (Печорская синеклиза) // Сов. геология. - 1979. - №5. - С. 88-94.

*Морозов В.П., Шмырина В.А.* Влияние вторичных изменений пород-коллекторов на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов БС<sub>11</sub><sup>1</sup> и ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> Кустового месторождения // Ученые записки Казанского университета. - Казань. - 2013. - Т. 155. - Кн. 1. - С. 95-98.

*Муравьев И.С.* Триас Печорского Приуралья // Материалы по геологии востока Русской платформы. - Казань: изд-во Казанского ун-та, 1966. - С.3-37.

*Муромцев В.С.* Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. - Л.: Недра, 1984. - 260 с.

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

Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции / Е.Л. Теплов, З.В. Ларионова, И.Ю. Беда, Е.Г. Довжикова, Т.И. Куранова, Н.И. Никонов, Е.Л. Петренко, Г.А. Шабанова // ГУП РК ТП НИЦ. – СПб. ООО «Реноме». – 2011. – 286 с.

*Селли Р.Ч.* Древние обстановки осадконакопления. - М.: Недра, 1989. - 294 с.

Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / В.П. Алексеев, Ю.Н. Федоров, В.А. Савенко. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. - 227 с.

*Ступакова А.В., Кирюхина Т.А.* Нефтегазоносность Баренцевоморского шельфа // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. - М.: Геоинформмарк, 2001. - Вып. 6. - 62 с.

*Тимонин Н.И.* Печорская плита: история геологического развития в фанерозе. - Екатеринбург, УрО РАН, - 1998. - 240 с.

*Удовиченко Л.А.* Структурно-вещественные комплексы и перспективы нефтегазоносности нижнего триаса Тимано-Печорской провинции // Закономерности размещения зон нефтегазонакопления в Тимано-Печорской провинции. - Л.: ВНИГРИ, 1986. - С. 66-73.

*Хайцер Л.Л.* Новые данные по перми и триасу р. Адзвы (северная часть гряды Чернышева) // Бюлл. МОИП. - 1962. Отд. геол. - №1. - С.57-70.

*Ханин А.А.* Петрофизика нефтяных и газовых пластов. - М.: Недра, 1976. - 259 с.

*Хэллем Э.* Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. - М.: Мир, 1983. - 328 с.

*Чальшев В.И., Варюхина Л.М.* Стратиграфия и спорово-пыльцевые комплексы верхнепермских и триасовых отложений Печорского Урала и гряды Чернышева // Геология и полезные ископаемые Северного Урала и Тимана. - Сыктывкар, 1960. - С. 49-58.

*Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Основы литохимии. - СПб.: Наука, 2000. - 479 с.

*Herron M.M.* Geochemical classification on terrigenous sands and shales from core or log data/Journal of sedimentary petrology. - 1988. - V.58. - №5. - Pp. 820-829.

*Kroonenberg S.B.* Effects of provenance, sorting and weathering on the geochemistry of fluvial sands from different tectonic and climatic environments. - Proceedings of the 29<sup>th</sup> International Geological Congress, 1994.

*Maynard J.B., Valloni R., Yu H.S.* Composition of modern deep sea sands from arc-related basins. Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins. - 1982. - vol. 10. Geological Society of London, Special Publications. - P. 551-561.

*Suttner L.J., Dutta P.K.* Alluvial Sandstone. Composition and Paleoclimate / Journal of sedimentary petrology. - 1986. - V.56. - №3. - Pp. 329-358.

**Timonina N.N., Mochalova I.L.**

Federal State Institution of Science Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IG Komi Science Centre), Syktyvkar, Russia, nntimonina@geo.komisc.ru

## LITHOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTIVE SEQUENCES OF THE LOWER TRIASS SHAPKIN-YURYAKHA SHAFT (TIMAN-PECHORA PETROLEUM PROVINCE)

*Lower Triassic sequences Shapkin-Yuryakha Shaft of the Timan-Pechora Petroleum Province were studied by the complex lithological, petrophysical and geochemical methods. It is established that productive deposits are represented by sandstones that formed in arid climates amid a vast alluvial-lacustrine plain. The research allowed to study and characterize the structure features of rock and mineral aggregates, forming pore free space textures. The high heterogeneity of the composition and structure of the cement minerals of the reservoir caused by local facies-paleogeographic sedimentation conditions, were the cause of the significant variability of the void space. Rocks reservoirs are complex, with high content of clay component; an effective field development requires special methods of stimulation.*

**Keywords:** lithological types, clay minerals, pore space, Lower Triassic reservoirs, Timan-Pechora Petroleum Province.

### References

Bruzhes L.N., Izotov V.G., Sitdikova L.M. *Litologo-fatsial'nye usloviya formirovaniya gorizonta Yu1 Tevlinsko-Russkinskogo mestorozhdeniya Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii* [Lithological and facial conditions for the formation of the Yu1 reservoir unit at the Tevlinsk-Russkin field of the Western Siberian Petroleum Province]. *Georesursy*, 2010, no. 2 (34), p. 6-9.

Chalyshev V.I., Varyukhina L.M. *Stratigrafiya i sporovo-pyl'tsevye komplekсы verkhnepermskikh i triasovykh otlozheniy Pechorskogo Urala i gryady Chernysheva* [Stratigraphy and spore-pollen associations of the Upper Permian and Triassic sequences of the Pechora Urals and the Chernyshev Ridge]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Severnogo Urala i Timana*. Syktyvkar, 1960, p. 49-58.

Entsova F.I., Kalantar I.Z. *Triasovye otlozheniya Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii* [Triassic sediments of the Timano-Pechora oil and gas province]. *Materialy po geologii vostoka Russkoy platformy*. Kazan', Izd-vo Kazanskogo universiteta, 1966, p. 138-189.

Erofeev V.S., Tsekhovskiy Yu.G. *Parageneticheskie assotsiatsii kontinental'nykh otlozheniy (Semeystvo aridnykh paragenезov. Evolyutsionnaya periodichnost')* [Paragenetic associations of continental deposits (Family of arid parageneses, Evolutionary periodicity)]. Moscow, Nauka, 1983, 192 p.

Ezhova A.V. *Stroenie i genezis pustotnogo prostranstva v kollektorakh neftegazonosnoy tolshchi yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity (Tomskaya oblast')* [The structure and genesis of the void space in the reservoirs of the oil and gas bearing strata of the southeast of the Western Siberian plate (Tomsk region)]. *Litosfera*, 2007, no. 4, p. 115-122.

Izotov V.G. *Tekhnologicheskaya mineralogiya neftyanogo plasta* [Technological mineralogy of oil reservoir]. *Sovremennye metody mineralogo-geokhimicheskikh issledovaniy: sb. materialov RMO*. St Petersburg, 2006, p. 140-142.

Izotov V.G., Sitdikova L.M., Bruzhes L.N., Talipov I.F. *Osobennosti struktury pustotnogo prostranstva kollektorov UV yurskogo neftenosnogo kompleksa Tevlinsko-Russkinskogo Mestorozhdeniya v svyazi s problemoy ego razrabotki* [Features of the structure of the void space of the reservoirs of the Jurassic oil-bearing complex of the Tevlinsk-Russkin accumulation in connection with its development]. *Georesursy*, 2012, no. 1(43), p. 6-9.

Kalantar I.Z., Tanasova S.D. *Fatsial'nye kriterii pri stratifikatsii kontinental'nykh otlozheniy*

*triasa* [Facies criteria for stratification of the continental sequences of the Triassic]. Stratigrafiya i litologiya neftegazonosnykh otlozheniy Timano-Pechorskoy provintsii. Leningrad, Nedra, 1988, p. 127-134.

Khanin A.A. *Petrofizika neftyanykh i gazovykh plastov* [Petrophysics of oil and gas reservoirs]. Moscow, Nedra, 1976, 259 p.

Khaytser L.L. *Novye dannye po permii i triasu r. Adz'vy (severnaya chast' gryady Chernysheva)* [New data on the Permian and Triassic rivers Adzvy (the northern part of the Chernyshev Ridge)]. Byull. MOIP, 1962, Otd. geologii, no. 1, p. 57-70.

Khellem E. *Interpretatsiya fatsiy i stratigraficheskaya posledovatel'nost'* [Interpretation of facies and stratigraphic sequence]. Moscow, Mir, 1983, 328 p.

Kirichkova A.I. *Stratotipicheskie i opornye razrezy nizhnego triasa Timano-Pechorskoy neftegazonosnoy provintsii: litologiya, fatsial'nye osobennosti* [Stratotypical and key sections of the Lower Triassic of the Timan-Pechora Province: lithology and facial features]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika, 2013, vol. 8, no. 4, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2/45\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2013.pdf). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/45\\_2013](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2013)

Kossovskaya A.G., Tuchkova M.I. *K probleme mineralogo-petrokhimicheskoy klassifikatsii i genezisa peschanykh porod* [The problem of mineralogical-petrochemical classification and genesis of sandstone rocks]. Litologiya i poleznye iskopaemye, 1988, no. 2, p.8-24.

Kroonenberg S.B. Effects of provenance, sorting and weathering on the geochemistry of fluvial sands from different tectonic and climatic environments. Proceedings of the 29<sup>th</sup> International Geological Congress, 1994.

Kuznetsov V.A. *Geokhimiya allyuvial'nogo litogeneza* [Geochemistry of alluvial lithogenesis]. Minsk, 1973, 280 p.

*Litogeokhimiya terrigenykh assotsiatsiy yuzhnykh vpadin Predural'skogo progiba* [Lithochemochemistry of terrigenous associations of the southern basins of the Predural trough]. A.V. Maslov, G.A. Mizens, L.V. Badida. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 2015, 308 p.

Maynard J.B., Valloni R., Yu. H.S. Composition of modern deep sea sands from arc-related basins. Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins, 1982, vol. 10. Geological Society of London, Special Publications. P. 551-561.

Morakhovskaya E.D. *Trias Timano-Ural'skogo regiona (opornye razrezy, stratigrafiya, korrelyatsiya)* [Trias of the Timan-Ural region (reference sections, stratigraphy, lithostratigraphic correlation)]. Biokhronologiya i korrelyatsiya fanerozooya neftegazonosnykh basseynov Rossii. St Petersburg, VNIGRI, 2000, no. 1, 80 p.

Morakhovskaya E.D. *Triasovye litostratony Timano-Ural'skogo regiona, ikh vzaimootnosheniya i territorial'naya priurochennost'* [Triassic lithostratons of the Timan-Ural region, their mutual relations and territorial confinement]. Voprosy sovershenstvovaniya stratigraficheskoy osnovy fanerozoyskikh otlozheniy neftegazonosnykh regionov Rossii. St Petersburg, Izd-vo VNIGRI, 1997, p. 34-49.

Morakhovskaya E.D., Khramova S.N. *Usloviya formirovaniya triasovykh otlozheniy Kolvinskogo megavala (Pechorskaya sinekliza)* [Conditions for the formation of the Triassic deposits of the Kolvin megaval (Pechora syncline)]. Sovetskaya Geologiya, 1979, no. 5, p. 88-94.

Morozov V.P., Shmyrina V.A. *Vliyanie vtorichnykh izmeneniy porod-kollektorov na fil'tratsionno-emkostnye svoystva produktivnykh plastov BS111 i YuS11 Kustovogo mestorozhdeniya* [Influence of secondary changes in reservoir rocks on the filtration-capacitive properties of the productive layers BS111 and YUS11 of the Kustov field]. Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta, Kazan', 2013, vol. 155, issue 1, p. 95-98.

Murav'ev I.S. *Trias Pechorskogo Priural'ya* [Trias of the Pechora Urals]. Materialy po geologii vostoka Russkoy platformy. - Kazan': izd-vo Kazanskogo un-ta, 1966, p. 3-37.

Muromtsev V.S. *Elektrometricheskaya geologiya peschanykh tel – litologicheskikh lovushek nefti i gaza* [Electrometric geology of sand bodies - lithological traps of oil and gas]. Leningrad, Nedra, 1984, 260 p.

Pettidzhon F., Potter P., Siver R. *Peski i peschaniki* [Sands and sandstones]. Moscow: Mir,



1976, 536 p.

*Prirodnye rezervuary neftegazonosnykh kompleksov Timano-Pechorskoy provintsii* [Reservoirs of oil and gas bearing structures of the Timan-Pechora Province]. E.L. Teplov, Z.V. Larionova, I.Yu. Beda, E.G. Dovzhikova, T.I. Kuranova, N.I. Nikonov, E.L. Petrenko, G.A. Shabanova. GUP RK TP NITs. St Petersburg, OOO «Renome», 2011, 286 p.

Selli R.Ch. *Drevnie obstanovki osadkonakopleniya* [Ancient sedimentation environments]. Moscow, Nedra, 1989, 294 p.

*Stroenie i korrelyatsiya otlozheniy tyumenskoj svity Shaimskogo neftegazonosnogo rayona (Zapadnaya Sibir')* [Structure and correlation of deposits of the Tyumen suite of the Shaim oil and gas bearing region (Western Siberia)]. V.P. Alekseev, Yu.N. Fedorov, V.A. Savenko. Ekaterinburg, Izd-vo UGGU, 2009, 227 p.

Stupakova A.B., Kiryukhina T.A. *Neftegazonosnost' Barentsevomorskogo shel'fa* [Petroleum potential of the Barents Sea shelf]. Geologiya, metody poiskov, razvedki i otsenki mestorozhdeniy toplivno-energeticheskogo syr'ya. Moscow, Geoinformmark, 2001, no. 6, 62 p.

Suttner L.J., Dutta P.K. Alluvial Sandstone. Composition and Paleoclimate. Journal of sedimentary petrology, 1986, vol. 56, no. 3, pp. 329-358.

Timonin N.I. *Pechorskaya plita: istoriya geologicheskogo razvitiya v fanerozoe* [Pechora plate: the history of geological development in the Phanerozoic]. Ekaterinburg, UrO RAN, 1998, 240 p.

Udovichenko L.A. *Strukturno-veshchestvennye komplekсы i perspektivy neftegazonosnosti nizhnego triasa Timano-Pechorskoy provintsii* [Structural systems and prospects of oil and gas potential of the Lower Triassic of the Timan-Pechora Province]. Zakonomernosti razmeshcheniya zon neftegazonakopleniya v Timano-Pechorskoy provintsii. Leningrad, VNIGRI, 1986, p. 66-73.

Yudovich Ya.E., Ketris M.P. *Osnovy litokhimii* [Fundamentals of lithochemistry]. St Petersburg, Nauka, 2000, 479 p.

© Тимонина Н.Н., Мочалова И.Л., 2017