

УДК 552.54:551.73(571.1)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ТУРНЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ

Шамина Марина Ивановна<sup>1</sup>,  
mshaminova@mail.ru

Поцелуев Анатолий Алексеевич<sup>1</sup>,  
poceluevaa@ignd.tpu.ru

Рычкова Ирина Владимировна<sup>1</sup>,  
irina.rychkova@mail.ru

Корчуганов Яков Юрьевич<sup>1</sup>,  
ya.korchuganov@mail.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30. E-mail:

**Актуальность работы** обусловлена необходимостью выяснения влияния палеосейсмичности на катагенетические преобразования терригенных отложений турнейского возраста, представленных в Колывань-Томской складчатой зоне ярской толщей, в связи с нефтегазоносностью. Решение этого вопроса может существенно повлиять на оценку перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов Западно-Сибирской плиты.

**Цель работы:** выяснение особенностей осадконакопления и преобразования турнейских отложений ярской толщи в пределах Колывань-Томской складчатой зоны (в районе г. Томска) под влиянием дислокаций.

**Методы исследований:** литологопетрографические (гранулометрический, типизация пород с использованием диаграммы В.Д. Шванова, а также анализ аутигенного минералообразования), палеонтологические, литогеохимические (рентгеноструктурный и расчеты петрохимических модулей по Я.Э. Юдовичу и М.П. Кетрис). Для изучения проявлений битуминозности был использован люминесцентно-микроскопический метод.

**Результаты.** Комплексный подход к изучению турнейских отложений Колывань-Томской складчатой зоны, представленных ярской толщей, позволил установить специфические условия их седиментации и преобразования. Формирование отложений ярской толщи происходило в прибрежно-морских условиях. Среди терригенных отложений выявлены признаки сейсмодислокаций. О признаках сейсмодислокаций свидетельствуют следы оползания пластичного осадка в пределы тонкотерригенных прослоев, смещений осадка, кластические дайки, а также секущие поверхности, приводящие к нарушению нормальной последовательности слоев во время формирования толщи. Терригенные отложения ярской толщи характеризуются частым переслаиванием пластичных и относительно хрупких пород, в которых зафиксированы горизонты с включениями и «штокверковые» текстуры. Впервые в верхней части ярской толщи турнейского возраста установлены сингенетично-битуминозные аргиллиты и миграционные битумоиды. Битуминизация проходила до палеосейсмичности.

### Ключевые слова:

Колывань-Томская складчатая зона, ярская толща, турнейские отложения, палеосейсмичность, сейсмодислокации, «штокверковая» текстура, битуминозность.

### Введение

Изучением геологического строения Колывань-Томской складчатой зоны занимаются более ста лет. Однако, на некоторые аспекты геологической истории развития существуют разные точки зрения. Колывань-Томская складчатая зона сложена сложнодислоцированными породами органогенно-терригенного генезиса [1], формировавшихся от среднедевонской до среднекаменноугольной эпох [2]. Колывань-Томская складчатая зона представляет собой единственное место на всей огромной Зауральской территории, где турнейские отложения фундамента молодой эпигерцинской Западно-Сибирской платформы выходят на дневную поверхность [3]. Поэтому изучение складчатой зоны позволяет яснее представить продолжение структур в пределах Западно-Сибирской плиты и сделать выводы об истории геологического развития региона.

Кроме того, проблема нефтегазоносности палеозоя Западно-Сибирской плиты остается дискуссионной [4]. Комплексное изучение отложений Колывань-Томской складчатой зоны и решение вопросов, связанных с формированием турнейских отложений, проявлением битуминозности может существенно повлиять на оценку перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов Западно-Сибирской плиты.

### Характеристика турнейских отложений (ярская толща)

Нижние горизонты турнейских отложений (ярская толща) обнажаются в устье р. Шумихи, правом притоке р. Томи (шумихинские слои), в 30 км от г. Томска, где они представлены известковистыми алевролитами и известняками. Выше по разрезу, в обнажении у с. Ярское, толща представлена серыми алевролитами, аргиллитами и песчаника-

ми. Породы характеризуются ритмичной горизонтальной, косой слойчатостью, присутствием знаков ряби, ориентировка которых близка к меридиональной. На отдельных участках среди аргиллитов и алевролитов отмечаются деформационные текстуры, характеризующиеся появлением овальных обособлений песчаников, ориентированных субпараллельно слойчатости вмещающих пород (конволютная слойчатость) (рис. 1), а в шлифах – кластические дайки (рис. 2).



Рис. 1. Конволютная слойчатость

Fig. 1. Convolute bedding



Рис. 2. Кластическая дайка в шлифе (250x)

Fig. 2. Clastic dike in thin section (250x)

В результате комплексного изучения терригенных отложений верхней части ярской толщи были выделены на участках ненарушенного залегания следующие петротипы [5]: песчаники (кварцевые граувакки), алевролиты и аргиллиты. Кварцевые граувакки характеризуются разнозернистыми псаммитовыми структурами. Текстуры однородные, слабоориентированные, слоеватые. Обломки составляют от 38 до 60 % от площади шлифа и представлены преимущественно полуугловатыми, угловатыми обломками кварца, полевых шпатов (калиевым полевым шпатом и кислыми плагио-

клазами) и обломками пород (микрокварцитами, кварцсерицитовыми сланцами). Сортировка обломочного материала плохая, степень преобразования средняя.

Постдиагенетические преобразования выражены в растворении и частичном замещении зерен полевых шпатов, коррозии и регенерации кварца. Это характерно для зон тектонических напряжений, которые создают в породах микрозоны локализации повышенных и пониженных давлений, приводящих к растворению и регенерации минералов и диффузии растворенных веществ в места с пониженными напряжениями [6, 7].

Состав цементирующей массы преимущественно гидрослюдисто-кальцитовый, на отдельных участках кремнистый. Структура цемента контакто-поровая, коррозионная. Органическое вещество представлено битуминозными компонентами.

Алевролиты характеризуются мелкозернистыми алевроитовыми структурами. Текстуры однородные, обломки составляют до 90 % от площади шлифа и представлены преимущественно кварцем, полевыми шпатами и обломками пород (микрокварцитами). Контакты обломков преимущественно точечные, линейные и конформные.

Цемент преимущественно поровый, коррозионный, кремнисто-карбонатный. Вторичные изменения достаточно интенсивные: коррозия и регенерация обломков кварца, пелитизация и серицитизация полевых шпатов. В алевролитах обнаружены известковые шаровидные и трубчатые фораминиферы с тонкостенными раковинами, что указывает на существование их в неглубоком, относительно тепловодном, нормально-соленом морском бассейне. Поступавший во время седиментации ярской толщи терригенный материал отличался тонкозернистостью, что не нарушило целостности раковин.

Аргиллиты характеризуются алевропелитовыми структурами. Текстуры однородные, слабоориентированные. Примесь мелкого алевроитового материала составляет 10–15 % от площади шлифа. Обломки алевроитовой размерности представлены преимущественно кварцем и полевыми шпатами. В основной массе пород преобладают гидрослюды и мусковит, отмечается небольшая примесь хлорита и кальцита.

Среди аргиллитов выделяются горизонты с высоким содержанием сингенетичных битумоидов. Состав битумоидов изменяется от смолисто-асфальтенового до маслянистого, распределение равномерно рассеянное и пятнистое. В перекрывающих эти прослои песчаниках и алевролитах выявлены миграционные битумоиды, приуроченные к поровому пространству, трещинам и цементирующему веществу. Поступление битумоидов было неоднократным, что подчеркивается соотношением трещин разных генераций.

Во всех выделенных петротипах в ультрафиолетовом свете обнаруживается то или иное количе-

ство эпигенетического битуминозного вещества, приуроченного к тонким трещинкам отрыва, трещинам кливажа. Нередко образуется серия трещин, заполненных битуминозным веществом смолисто-асфальтенового состава, напоминающих «штокверковую текстуру» (рис. 3). Все эти факты указывают на периодические резкие возрастания интенсивности тектонической деятельности.

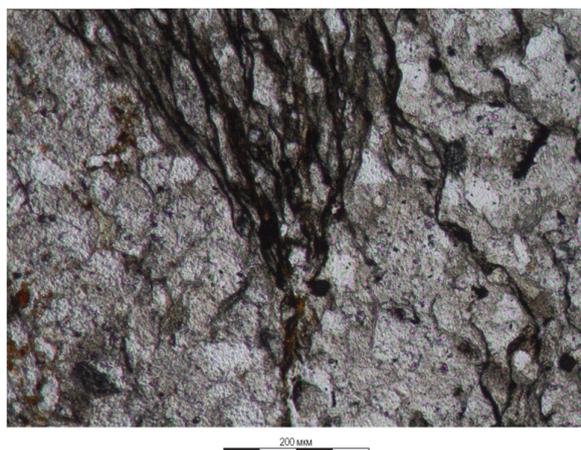


Рис. 3. «Штокверковая» текстура

Fig. 3. «Stockwork» texture

По результатам рентгено-структурного анализа в ярской толще впервые выделено органо-минеральное вещество t-Butylammoniumhydrogensele-nite ( $C_4H_{13}NO_3Se$ ), кристаллизующееся в моноклинной сингонии. Появление такого вещества, возможно, связано с преобразованием водорослевой органики, характеризующейся высоким содержанием селена. Известно, что среди органического вещества горючих сланцев преобладают зеленые водоросли [8]. Возможно, этот факт свидетельствует о формировании изучаемых отложений в прибрежно-морской обстановке.

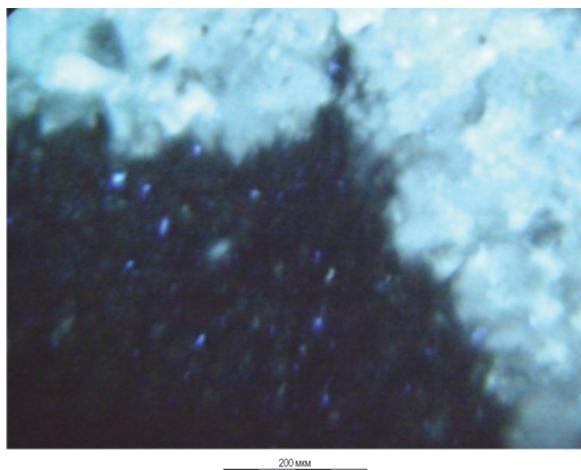


Рис. 4. Рваные контакты обособлений

Fig. 4. Torn contact of separations

Детальное изучение состава обломочного материала песчаников из обособлений, образующих конволютную текстуру, и песчаников из ненарушенных слоев (кварцевых граувакк) свидетельствует о почти полной аналогии. Отличие заключается в количестве и составе цемента. Песчаники из обособлений характеризуются гидрослюдисто-кремнистым цементом, количество которого не превышает 10%. В песчаниках отсутствует битуминозное вещество. Контуры обособлений имеют рваные контакты с вмещающими породами (рис. 4). Похожие текстуры были обнаружены в оськинской свите верхнего девона в Минусинском прогибе и названы как «колобки подводного оползня» [9].

#### Условия формирования турнейских отложений (ярской толщи)

Полученные результаты гранулометрического анализа позволили построить генетические диаграммы Г.Ф. Рожкова [10] и Л.Б. Рухина [11]. Диаграмма Г.Ф. Рожкова «асимметрия-эксцесс» показывает, что обломочный материал песчаников верхней части ярской толщи осаждался в условиях крупного морского водоема с выходами волн на мелководье, мощными накатами, прибоем, где скорость динамической пересортировки превышала скорость привноса обломочного материала (поле VIII, рис. 5). Согласно динамогенетической диаграмме Л.Б. Рухина терригенный материал яркой толщи осаждался в условиях волнений, что подтверждается данными графика «асимметрия-эксцесс» и анализом макроскопического описания пород (рис. 6).

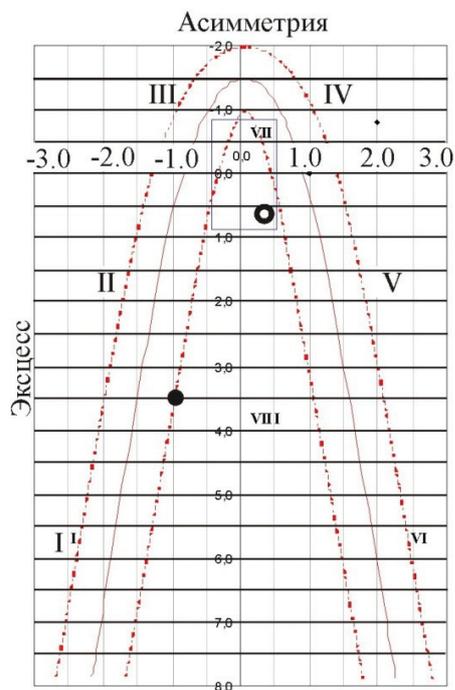
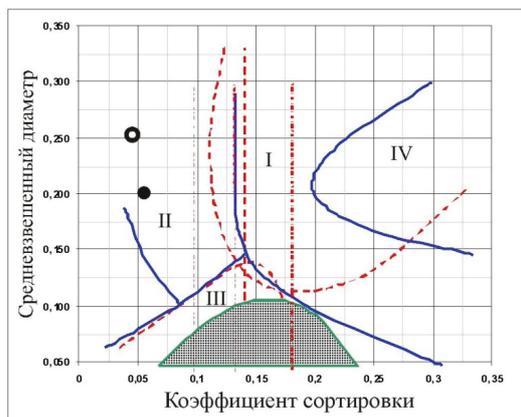


Рис. 5. Диаграмма Г.Ф. Рожкова «асимметрия-эксцесс» (слева)

Fig. 5. Chart of G.F. Rozhkov «skewness-kurtosis» (left)

Слабая сортировка осадка, незначительная зрелость минерального состава верхней части ярской толщи являются производными тектонических движений в турнейском веке в области седиментации. Ранее исследователями предполагался более поздний возраст [12]. Широко развитые конформные контакты свидетельствуют о позднекаратегнетических преобразованиях породы.



Условные обозначения

- Сводные данные по образцам из нарушенных слоев
- Сводные данные по образцам из ненарушенных слоев

Рис. 6. Динамогенетическая диаграмма Л.Б. Рухина (справа)

Fig. 6. Dynamogenesis chart of L.B. Rukhin (right)

Исследования верхней части ярской толщи турнейского возраста на основе расчета петрохи-

мических модулей [13, 14] позволили реконструировать особенности обстановок осадконакопления (таблица).

Комплексное изучение литологопетрографических, палеонтологических, литогеохимических особенностей турнейских отложений, представленных в Колывань-Томской складчатой зоне ярской толщей, позволило установить специфические условия их седиментации и преобразования.

Формирование отложений ярской толщи происходило в прибрежно-морских условиях, что было подтверждено петрографическими и геохимическими исследованиями [16].

### Заключение

В турнейских отложениях, представленных в Колывань-Томской складчатой зоне ярской толщей, зафиксированы сейсмодислокации, о признаках которых свидетельствуют следы оползания пластичного осадка в пределы тонко терригенных прослоев, смещений осадка, кластические дайки, а также секущие поверхности, приводящие к нарушению нормальной последовательности слоев во время формирования верхней части толщи. Такое проявление палеосейсмичности в турнейском веке раннего карбона можно считать началом развития коллизии в Алтае-Саянском регионе [17], закончившейся в среднем карбоне присоединением к Сибирскому континенту.

Впервые в разрезе верхней части ярской толщи установлены сингенетично-битуминозные аргиллиты и миграционные битумоиды в прослоях песчаников и алевролитов.

Таблица. Петрохимические модули по Юдовичу и Катрис [15]

Table. Petrochemical modules by Yudovich and Katriss

Рассчитываемый модуль Calculated module	Значение (весовой %) Value (weight %)	Обстановка осадконакопления Sedimentation environment
Гидролизатный/Gidrolizaty $GM=(Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO+MnO)/SiO_2$	1,62	Осадочная порода химически зрелая и мало подвергалась выветриванию, продукты гумидного выветривания Sedimentary rock is chemically mature and it had slightly subjected to weathering, products of humid weathering
Алюмокремниевый/Alumino $AM=Al_2O_3 \setminus SiO_2$	0,819	Размыв гумидных кор выветривания Erosion of the weathering crusts
Титановый/Titanium $TM=TiO_2/Al_2O_3$	0,019	Риолитовые туфы, глинистые породы Rhyolite tuff, clay rocks
Щелочной/Alkaline $Na_2O/K_2O$	49,875	Породы с натровым плагиоклазом, значительным количеством слюд и КПШ Rocks with sodic plagioclase, significant number of micas and K-feldspar
Общая нормативная щелочность Total normative alkalinity $HM+KM=(Na_2O+K_2O) \setminus Al_2O_3$	22	Примеси вулканогенного материала основного состава Admixture of volcanogenic material of basic composition
Железный/Iron $JM=(FeO+Fe_2O_3+MnO) \setminus (Al_2O_3+TiO_2)$	0,953	Повышенно-железистая терригенная порода Increased-ferruginous terrigenous rock
$Fe \setminus Mn$	94,282	Осадочные породы мелководно-прибрежные Sedimentary shallow-coastal rocks
Индикатор восстановительных обстановок Restorative environment indicators $Fe_2O_3 \setminus FeO$	0,1135	Обстановка восстановительная Restorative environment

Текстурно-структурные особенности пород указывают на то, что битуминизация проходила до палеосейсмичности. Участки, подвергшиеся палеодислокациям, не содержат битуминозного вещества.

В краевых частях породных бассейнов среди терригенных разрезов, характеризующихся частым переслаиванием пластичных и относительно хрупких пород, неоднократно зафиксированы аналогичные кластические дайки, горизонты с включениями, «штокверковые» текстуры. Некоторые исследователи связывают появление таких текстур со сверхвысокими пластовыми давлениями на сопряжении с породами-коллекторами [18, 19]. В результате создаются гидроплывуны и гидроразрывы. При тектоническом взаимодействии участ-

ков с аномально высокими и аномально низкими давлениями возникают очаги мелкофокусных землетрясений [20].

Такие явления, очевидно, имели место и в Колывань-Томской складчатой зоне в турнейское время, но широкий масштаб их проявления приводит к выводам о том, что тектонические преобразования региона были определяющими. Это подтверждается степенью катагенетических преобразований терригенных пород верхней части ярской толщи, ассоциациями аутигенных минералов и широким развитием структур дифференциального скольжения [21] и кливажа. Зоны разуплотнения и трещиноватости являлись проводниками для миграции и накопления битуминозного вещества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны / В.А. Врублевский, М.П. Нагорский, А.Ф. Рубцов, Ю.Ю. Эрвье. – Томск: Изд-во Томского университета, 1987. – 94 с.
2. Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 / гл. ред. А.Е. Бабушкин. – Томск, 2000. – 61 с.
3. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 84 с.
4. Шнип О.А. Состав, строение и проблемы нефтегазоносности фундамента. Западная Сибирь, Средняя Азия, Зондский шельф: автореф. дис. ... д-ра. геол.-минер. наук. – М., 1998. – 15 с.
5. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. – Л.: Недра, 1969. – 248 с.
6. Япаскурт О.В. Новое о типизации постседиментационных преобразований терригенных отложений континентов и их окраин (с учетом влияния геодинамических факторов на литогенез) // Вестник Моск. ун-та. Серия «Геология». – 2014. – № 4. – С. 42–49.
7. Кудаярова А.Р. Седиментационные и петрофизические модели продуктивного пласта СТкз1 залежи Волковского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 12. – С. 95–97.
8. Преснякова О.В. Сланцевая нефть доминикитов – что это? URL: <http://www.tatnipi.ru/upload/sms/2014/geol/012.pdf>
9. Зорин В.Т. Нижний карбон Минусинского прогиба (стратиграфия и флора). – СПб., 1998. – 144 с.
10. Рожков Г.Ф. Литология. Т. 2. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 432 с.
11. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Недра, 1969. – 703 с.
12. Котельников А.Д., Максиков С.В., Никонов Ю.Н. Особенности тектонического строения палеозойских отложений между речья Оби и Томи (Томская область). Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производитель-
- ных сил Томской области: материалы научно-практической конференции. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – С. 90–92.
13. Панова Е.Г., Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т, 2013. – 152 с.
14. Интерпретация геохимических данных. Т. 1. / под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 226 с.
15. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.
16. Минералогия области сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны / Н.А. Росляков, Ю.Г. Щербаков, Л.В. Алабин и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 243 с.
17. Роль сдвигов в позднепалеозойско-раннемезозойской тектонике и геодинамике Алтае-Саянской и Восточно-Казахстанской складчатых областей / М.М. Буслов, Т. Ватанабе, Л.В. Смирнова, И. Фудживара, К. Ивата, И. де Граве, Н.Н. Семаков, А.В. Травин, А.П. Кирьянова, Д.А. Кох // Геология и геофизика. – 2003. – № 1–2. – С. 49–75.
18. Холодов В.Н. Термобарические обстановки глубин осадочно-породных бассейнов и их флюидодинамика // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы VIII Всероссийского литологического совещания. – М., 2015. – С. 10–12.
19. Кочнева О.Е., Седунова А.П. Влияние геологической неоднородности коллекторов фаменско-турнейского пласта на процесс извлечения нефти Ульвинского месторождения // Вестник Пермского ун-та. Серия «Геология». – 2013. – Вып. 2 (19). – С. 87–94.
20. Лисицын А.П. Современное представление об осадкообразовании Земли. Мировой океан. – М.: Научный мир, 2014. – Т. 2. – С. 331–353.
21. Япаскурт О.В. Литогенез и полезные ископаемые миеогеосинклиналей. – М.: Недра, 1992. – 224 с.

Поступила 08.02.2016 г.

#### Информация об авторах

**Шамина М.И.**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и землеустройства Национального исследовательского Томского политехнического университета.

**Поцелуев А.А.**, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры общей геологии и землеустройства Национального исследовательского Томского политехнического университета.

**Рычкова И.В.**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и землеустройства Национального исследовательского Томского политехнического университета.

**Корчуганов Я.Ю.**, студент Национального исследовательского Томского политехнического университета.

UDC 552.54:551.73(571.1)

## NEW DATA ON SPECIFIC CONDITIONS OF FORMATION OF TOURNAISIAN DEPOSITS OF KOLYVAN-TOMSK FOLDED ZONE

**Marina I. Shaminova<sup>1</sup>,**

mshaminova@mail.ru

**Anatoly A. Potseluev<sup>1</sup>,**

poceluevaa@ignd.tpu.ru

**Irina V. Rychkova<sup>1</sup>,**

irina.rychkova@mail.ru

**Yakov Yu. Korchuganov<sup>1</sup>,**

ya.korchuganov@mail.ru

<sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia.

**The relevance of the research** is caused by the necessity to explain the influence of paleoseismicity on catagenetic transformations of terrigenous deposits of tournaisian age, represented by Yarskaya formation in Kolyvan-Tomsk folded zone, due to its petroleum potential. The solution of this issue can affect significantly the assessment of petroleum potential of the deep horizons of the West Siberian plate.

**The main aim** of the research is to determine the features of sedimentation and transformation of tournaisian deposits within the Kolyvan-Tomsk folded zone (near Tomsk) under the influence of dislocations.

**The methods used in the study:** lithological-and-petrographic (particle size distribution, classification of rocks using the chart of V.D. Shvanov, as well as the analysis of authigenic mineral formation), paleontological, lithogeochemical (X-ray diffraction and calculations petrochemical modules on Ya.E. Yudovich and M.P. Katriss). The fluorescent microscopic method was used to study the bituminosity occurrence.

**The results.** The complex approach to the study of tournaisian deposits of the Kolyvan-Tomsk folded zone, represented by Yarskaya formation, allowed the authors to set the specific conditions of their sedimentation and transformation. The deposits of Yarskaya strata were formed in coastal environments. Among the terrigenous deposits the authors determined the signs of seismic dislocations. The signs are indicated by the traces of plastic sludge slumping into thin terrigenous interlayers, sediment displacements, clastic dikes and cross-cut surfaces, leading to disruption of the normal sequence of layers during strata formation. Terrigenous sediments of Yarskaya strata are characterized by frequent interlayering of plastic and relatively fragile rocks which contain the horizons with «stockwork» textures. For the first time in the top of Yarskaya strata of tournaisian age the syngenetic-bituminous mudstones and migration bitumens were established. Bituminization lasted till the paleoseismicity.

### Key words:

Kolyvan-Tomsk folded zone, Yarskaya formation, tournaisian deposits, paleoseismicity, seismic dislocations, «stockwork» texture, bituminosity.

### REFERENCES

- Vrublevsky V.A., Nagorsky M.P., Rubtsov A.F., Eryve Yu.Yu. *Geologicheskoe stroenie oblasti sopryazhenia Kuznetskogo Alatau i Kolyvan-Tomskoy skladchatoi zony* [Geological structure of conjugation area of Kuznetsk Alatau and Kolyvan-Tomsk folded zone]. Tomsk, Tomsk University Press, 1987. 94 p.
- Legenda Obskoy podserii Zapadno-Sibirskoy serii listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy federatsii mashtaba 1:200000* [The legend of the Ob of sub-series of the West Siberian series of sheets of State geological map of the Russian Federation, Scale 1:200000]. Chief ed. A.E. Babushkin. Tomsk, 2000. 61 p.
- Gudymovich S.S., Rychkova I.V., Ryabchikova E.D. *Geologicheskoe stroenie okrestnostey g. Tomsk* [Geology of the environs of Tomsk]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. house, 2009. 84 p.
- Shnip O.A. *Sostav, stroenie i problem neftegazonosnosti fundamenta. Zapadnaya Sibir, Srednyaya Aziya, Zondskiy shelf. Avtoref. Dis. Doktora nauk* [Composition, structure and problems of the petroleum potential of the Foundation. Western Siberia, Central Asia, the Sunda shelf. Dr. Dis. Abstract]. Moscow, 1998. 15 p.
- Shvanov V.N. *Peschanye porody i metody ikh izucheniya* [Sandy rocks and methods of their study]. Leningrad, Nedra Publ., 1969. 248 p.
- Yapaskurt O.V. New things on typing post-sedimentary transformations of terrigenous sediments of the continents and their margins (taking into account the influence of geodynamic factors on lithogenesis). *Moscow University Geology Bulletin*, 2014, no. 4, pp. 42–49. In Rus.
- Kudayarova A.R. Sedimentary and petrophysical models of the productive formation СТкз1 of Volkovskoe field deposit. *Oil industry*, 2013, no. 12, pp. 95–97. In Rus.
- Presnyakova O.V. *Slantsevaya neft dominikitov – chto eto?* [Shale oil dominikanow – what is it?] Available at: <http://www.tatni-pi.ru/upload/sms/2014/geol/012.pdf> 8 (accessed 7 February 2016).
- Zorin V.T. *Nizhniy karbon Minusinskogo progiba (stratigrafiya i flora)* [Lower Carboniferous of the Minusinsk trough (stratigraphy and flora)]. St-Petersburg, 1998. 144 p.
- Rozhkov G.F. *Litologia* [Lithology]. Vol. 2. Moscow, MGU Press, 1993. 432 p.
- Rukhin L.B. *Osnovy litologii* [Fundamentals of lithology]. Leningrad, Nedra Publ., 1969. 703 p.

12. Kotelnikov A.D., Maksikov S.V., Nikonov Yu. N. Osobennosti tektonicheskogo stroeniya paleozoyskikh otlozheniy mezhdurechya Obi i Tomi (Tomskoy oblast) [Features of tectonic structure of the Paleozoic sediments between the rivers Ob and Tom (Tomsk region)]. *Problemy i perspektivy razvitiya mineralno-syrevogo kompleksa i proizvoditelnykh sil Tomskoy oblasti. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. of scientific-practical conference. Problems and prospects of development of mineral resources sector and productive forces in Tomsk region]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Press, 2004. pp. 90–92.
13. Panova E.G., Shishlov S.B. *Strukturno-geneticheskiy analiz osadochnykh formatsiy* [Structural and genetic analysis of sedimentary formations]. St-Petersburg, St. Petersburg state University Press, 2013. 152 p.
14. *Interpretatsiya geokhimicheskikh dannykh* [Interpretation of geochemical data]. Ed. by E.V. Sklyarov. Moscow, Internet Engineering Publ., 2001. Vol. 1, 226 p.
15. Yudovich Ya.E., Katris M.P. *Geokhimicheskie indikatory litogeneza (litologicheskaya geokhimiya)* [Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry)]. Syktyvkar, Geoprint Publ., 2011. 742 p.
16. Roslyakov N.A., Shcherbakov Yu.G., Alabin L.V. *Minerageniya oblasti sochleneniya Salaira i Kolyvan-Tomskoy skladchatoy zony* [Minerageny of the juncture of the Salair and Kolyvan-Tomsk folded zone]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2001. 243 p.
17. Buslov M.M., Watanabe T., Smirnova L.V., Fujiwara I., Iwata K., I. de Grave, Semakov N.N., Travin A.V., Kiryanov A.P., Kokh A. Role of shifts in late Paleozoic – early Mesozoic tectonics and geodynamics of the Altai-Sayan and East Kazakhstan folded areas. *Geology and Geophysics*, 2003, no. 1–2, pp. 49–75. In Rus.
18. Kholodov V.N. Termobaricheskie ustanovki glubin osadochnopородnykh basseynov i ikh flyuidodinamika [Temperature and pressure conditions of the deep sedimentary basins and their fluid dynamics]. *Evolutsiya osadochnykh protsessov v istorii Zemli. Materialy VIII Vserossiyskogo litologicheskogo soveshchaniya* [Evolution of sedimentary processes in Earth history. Proc. of the VIII All-Russian lithological meeting]. Moscow, 2015. pp. 10–12.
19. Kochneva O.E., Sedunova A.P. Influence of reservoir geological heterogeneity of Famennian-tournaisian reservoir on oil extraction in Ulvinskoe deposits. *Bulletin of Perm state University. Geology*, 2013, vol. 2 (19), pp. 87–94. In Rus.
20. Lisitsyn A.P. *Sovremennoe predstavlenie ob osadkoobrazovanii Zemli. Mirovoy okean* [Modern idea on the Earth sedimentation. World ocean]. Moscow, Nauchny mir Publ., 2014. Vol. 2, pp. 331–353.
21. Yapaskurt O.V. *Litogenez i poleznye iskopaemye miogeosinklinaly* [Lithogenesis and mineral resources of miogeosynclinal]. Moscow, Nedra Publ., 1992. 224 p.

Received: 8 February 2016.

#### Information about the authors

**Marina I. Shaminova**, Cand. Sc., associate professor, National Research Tomsk Polytechnic University.

**Anatoly A. Potseluev**, Dr. Sc., professor, National Research Tomsk Polytechnic University.

**Irina V. Rychkova**, Cand. Sc., associate professor, National Research Tomsk Polytechnic University.

**Yakov Yu. Korchuganov**, student, National Research Tomsk Polytechnic University.