



УДК 551.3.051:551.763.1+553.98 (571.1)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ТУРБИДИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ



STUDY OF FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF MULTI-AGE TURBIDITE COMPLEXES

Александров Вадим Михайлович

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет
Alexandrov_v@aotandem.ru

Aleksandrov Vadim Mikhaylovich

Ph.D., Associate Professor,
Tyumen Industrial University
Alexandrov_v@aotandem.ru

Аннотация. Проведен седиментологический анализ разновозрастных отложений турбидитных комплексов Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна. В объеме исследованных турбидитных комплексов выделено несколько субфаций: питающих каналов; проксимальных, средних и дистальных частей конусов выноса. Различия в составе и строении диагностированных субфаций обусловлены особенностями динамики седиментационных процессов. Результаты седиментологических исследований позволяют сделать вывод о существенной роли процессов гравитационного перемещения осадков при накоплении изучаемых комплексов. Разная крутизна морских склонов, длительность транспортировки и степень нагрузки (или разжижения) мутьевого потока вызывают различия в геологическом строении и фильтрационно-емкостных свойствах отложений различных частей турбидитов.

Annotation. A sedimentological analysis of sediments of different ages from turbidite complexes of the West Siberian sedimentary-rock basin was carried out. In the volume of the studied turbidite complexes, several subfacies are distinguished: feed channels; proximal, middle and distal parts of the extension cones. Differences in the composition and structure of the diagnosed subfacies are due to the characteristics of the dynamics of sedimentation processes. The results of sedimentological studies allow us to conclude that the processes of the gravitational movement of sediments play an important role in the accumulation of the studied complexes. The different steepness of the sea slopes, the duration of transportation, and the degree of load (or dilution) of the turbidity stream cause differences in the geological structure and the filtration and capacity properties of deposits of various parts of turbidites.

Ключевые слова: турбидитный комплекс, субфации, питающие каналы, проксимальные, средние и дистальные части конусов выноса.

Keywords: turbidite complex, subfacies, supply channels, proximal, middle and distal parts of the removal cones.

Актуальность наших исследований определяется необходимостью восполнения ресурсной базы и увеличения уровня добычи углеводородов (УВ) в Российской Федерации. В условиях существенной выработки крупных залежей прирост запасов УВ во многом связывается с прогнозом и разведкой неструктурных ловушек литологического, стратиграфического и сложного комбинированного экранирования. Сложность обнаружения и картирования таких геологических объектов определяется гетерогенностью строения аккумулятивных осадочных тел и резкой палеофациальной изменчивостью вмещающих отложений. Реконструкции палеогеографических обстановок в бассейне седиментации является необходимой основой для выделения и картирования зон развития проницаемых осадочных толщ (с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами) и пород-флюидоупоров. Проведение палеофациальных реконструкций и построение палеофациальных моделей продуктивных отложений способствует разработке литолого-палеогеографических критериев прогноза неструктурных ловушек и, приуроченных к ним, литологически экранированных залежей УВ. По мере накопления новых геолого-геофизических материалов и повышения разрешающей способности используемых методов, возрастают требования к достоверности и детальности палеофациальных реконструкций, поэтому обновление и детализация существующих представлений о строении палеофациальных комплексов на современном уровне знаний является насущной задачей.

Фациальная интерпретация керн проводилась по результатам седиментологических исследований, позволяющих установить генетическую природу перспективных отложений и реконструировать палеообстановки осадконакопления. Эти исследования выполнялись на основе макроскопического послыдного детального изучения керн по пробуренным скважинам.

В ходе исследований было проведено детальное изучение и интерпретация керн, отобранного из низов неокомского надъяруса в скважинах, пробуренных в разных фациальных районах Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна. По результатам детального изучения керн и имеющейся информации по ближайшим скважинам были сделаны заключения об обстановках осадконакопления. С большой долей вероятности можно говорить об их принадлежности к различным элементам



турбидитной системы (турбидитных конусов выноса), под которой традиционно понимается комплекс генетически связанных субфаций и ассоциаций обломочных потоков и турбидитных течений, отложенных в определенной стратиграфической последовательности (табл. 1) [1, 2, 12, 14, 16].

А.Н. Воина [8] рассматривает турбидитную систему в виде составной последовательности песчано-глинистых осадков гравитационного переноса, которые формируют осадочные тела как серии циклов седиментации II, III и IV порядков согласно классификации (рис. 1) [9, 15].

Таблица 1 – Обобщенная генетическая типизация турбидитов [3, 6, 7]

Обстановка осадконакопления	Палеофациальная область	Комплекс субфаций	Группа субфаций	Субфация
Морская	Зона развития конусов выноса турбидитных комплексов	Глубоководно-морской	Турбидиты	питающих каналов
				проксимальной части конуса выноса турбидита
				средней части конуса выноса турбидита
				дистальной части конуса выноса турбидита

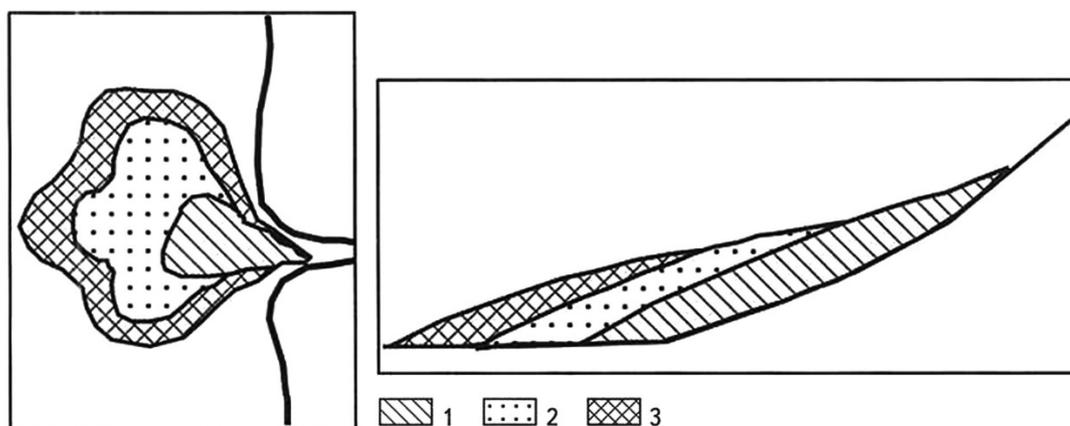


Рисунок 1 – Принципиальная схема геологического строения турбидитного комплекса [3, 7]:
1 – промаксимальная; 2 – средняя; 3 – дистальная часть турбидитной системы

Отложения берриасского – валанжинского возраста изучались в пределах Сургутского и Нижневартовского фациальных районов [5]. Стратиграфически они относятся к *сортимской свите* и описаны в разрезах 15 скважин. Отложения представлены тонко- и мелкозернистыми песчаниками, реже среднезернистыми; неравномерным переслаиванием прослоев глинистых и опесчаненных алевролитов, тонко- и мелкозернистых песчаников, и аргиллитов. В разрезе фиксируются аллохемы¹ аргиллитов (размером от 2 до 40 мм) и намывы углефицированного растительного детрита (УРД). В ходе исследований в объеме свиты были выделены отложения турбидитных комплексов.

Отложения *субфации питающих каналов* (синонимы – «каналы транспортировки», «подводящие каналы») идентифицированы в двух скважинах. Текстурные особенности пород представлены на рисунках 2–3. Диагностированные осадки представлены алевритистыми песчаниками (от тонко-мелкозернистых и тонкозернистых до среднезернистых), иногда с прослоями глинистых (до опесчаненных) алевролитов. Характерны массивные и деформационные (пламенные) текстуры. Описано несколько градационных переходов от глинистых алевролитов к опесчаненному алевролиту и далее – к тонкозернистому алевритистому песчанику. При визуальном изучении можно выделить несколько палеоврезов, характеризующихся увеличением зернистости и многочисленными аллохемами аргиллита овально-округлой формы (до 100 мм), иногда угловатой отдельности, часто с сохранившимися реликтовыми текстурами. Цемент в песчаниках по составу – карбонатный и глинисто-карбонатный.

Отложения *субфации проксимальной части конуса выноса турбидита* (рис. 4–6) диагностируются в восьми скважинах. Проксимальная, или внутренняя, часть турбидитной системы соответствует «головной части конуса выноса», «грубозернистому типу» [3], «проксимальной части конуса» [12], «верхнему конусу» [13, 14, 18], «флюксотурбидиту», «конусу выноса склона» [11]. Данная субфациальная зона формируется преимущественно зерновыми (высокоплотными) потоками в непосредственной близости от питающих каналов.

¹ Folk R.L. Practical Petrographic Classification of Limestones / R.L. Folk // AAPG Bulletin, 1959. – Vol. 43. – Issue 1 (January). – P. 1 – 38. – Текст непосредственный.



Рисунок 2 – Пласт Ач (БС₄), глубина отбора 3026,49 м: массивный мелкозернистый песчаник с глинисто-карбонатным цементом



Рисунок 3 – Пласт Ач (БС₄), глубина отбора 3034,02 м: среднезернистый песчаник с многочисленными аллохемами аргиллитов (до 10 см) овально-округлой формы, иногда угловатой отдельности, часто с сохранившимися реликтовыми текстурами, с глинисто-карбонатным цементом

Отложения данной субфации представлены главным образом тонко-мелкозернистыми песчаниками, реже среднезернистыми (серого, светло-серого цвета). В подчиненном соотношении развиты пачки переслаивания песчаника, алевролита и аргиллита и тонкие линзовидные прослои опесчаненного или глинистого серого-темно-серого алевролита и темно-серого аргиллита. Цемент пород по составу – глинистый, глинисто-карбонатный, карбонатный. Описаны следующие текстуры: массивная, горизонтально-слоистая, деформационная, флазерная, линзовидно-слоистая, градационная, пламенная, рябь течения, внедрения, в глинистых прослоях часто четкие границы между литологически разностями пород. Текстуры в песчаниках подчеркнуты намывами УРД. Наблюдаются аллохемы аргиллитов, неокатанные, реже овально-округлой формы, размером до 2–4 см, которые ориентированы преимущественно по латерали. В песчаниках имеются сидеритовые включения.

Особенности геологического строения отложений, слагающих проксимальную часть конуса выноса турбидита, можно охарактеризовать при детальном изучении керна, корреляции диаграмм ГИС и анализе фильтрационно-емкостных свойств. Для них свойственна цикличность по D.R. Lowe [10], когда в нижней и средней частях цикла присутствуют песчаники, а в верхней – аргиллиты.



Рисунок 4 – Пласт Ач (БВ₄), глубина отбора 2934,83 м: массивный тонкозернистый песчаник с деформациями и аллохемами аргиллита



Рисунок 5 – Пласт Ач (БВ₄), глубина отбора 2937,5 м: тонкозернистый песчаник с примесью мелкозернистого, деформационный, с прослоями и аллохемами аргиллита, в средней части образца «песчаные роллы» более светлого материала в алевролите



Рисунок 6 – Пласт Ач (БС₁₂), глубина отбора 2775,44 м: тонкозернистый песчаник с волнистыми прослоями глинистого алевролита. Седиментационные текстуры горизонтальной слоистости и ряби течения подчеркнуты УРД



Отложения *субфации средней части конуса выноса турбидита* (рис. 7–8) изучены в пяти скважинах. Средняя часть турбидитной системы («классический или медиальный тип») соответствует «основной части конуса выноса» [3], «медиальным турбидитам» [17], является в определенной мере аналогом «супрафана», что означает «перекрывающий активный конус» [14, 18], «нижнего конуса и лопастей» [13]. Для него характерна классическая последовательность градационных горизонтально- и мелкокосослойчатых песчаников (обычно сокращенная) А.Н. Bouma [8]. Средняя часть турбидитной системы сложена средне- и мелкозернистыми песчаниками, и алевролитами, подчиненными глинами. Характерны следующие текстуры – градационная, тонкая параллельная, волнистая, косая, ряби, конволютная протяженная или средней протяженности. Наблюдаются резкие верхние контакты литотипов пород. Основная масса песчаного материала откладывается турбидитными (мутьевыми) потоками в срединной части конуса выноса (лопасти, сеть распределительных каналов, разнообразные насыпи).

В случае проработки осажденного материала вдольсклоновыми (вдольбереговыми) течениями происходят вымывание пелитовой составляющей, увеличение содержания грубозернистых фракций, размыв первичных седиментационных текстур. Формируются песчаные валы, ориентированные вдоль направления конуритов. Такие отложения по своему строению и фильтрационно-емкостным свойствам, скорее, будут соответствовать проксимальной части конуса выноса.

Отложения субфации представлены преимущественно неравномерным чередованием пачек глинистого или опесчаненного серого алевролита, тонко-мелкозернистого светло-серого песчаника и темно-серого аргиллита. Цемент в песчаниках по составу – глинистый, карбонатно-глинистый, карбонатный. Описаны следующие текстуры: массивная, мелкая косая слойчатость ряби течения, линзовидная, горизонтальная, градационная слоистость, деформационная. Визуально наблюдаются четкие границы между литологическими разностями пород. Отмечаются неокатанные, уплощенные по напластованию аллохемы аргиллита с размерами от 2 мм до 20–40 мм. По плоскостям напластования развиты намывы УРД и углисто-слюдистого материала. Наблюдаемые редкие минеральные трещины залечены кальцитом.



Рисунок 7 – Пласт Ас₁ (БВ₄), глубина отбора 2780,68 м: тонкозернистый песчаник с текстурами деформации, с включением аллохемов глинистых пород и рассеянным УРД



Рисунок 8 – Пласт Ас₁ (БВ₄), глубина отбора 2631,23 м: неравномерное переслаивание песчаника тонкозернистого и аргиллита с текстурами ряби течения, с четкими литологическими границами, с мелкими аллохемами аргиллита, по напластованию развит УРД

Отложения *субфации дистальной части конуса выноса турбидита* (рис. 9–10) выделены в восьми скважинах. Отложения субфации являются промежуточными осадками зоны заполнения между конусами выноса и представлены аргиллитами и глинистыми алевролитами от черного до серого цвета с зеленоватым и голубоватым оттенком с различными по толщине прослоями серых глинистых алевролитов и светло-серых тонкозернистых песчаников (5–40 мм). Строение градационных алевролитов и аргиллитов хорошо подчиняется единицам последовательности D.A.V. Stow [17]. Диагностированы следующие текстуры: градационной слоистости, тонкая прерывистая, линзовидно-слоистая, горизонтально-слоистая, беспорядочная, деформации, часто микросдвиги, массивная, в песчаных



прослоях – рябь течения. Описаны четкие границы между литологическими разностями пород. Участками наблюдается карбонатизация, намывы УРД. Встречаются неокатанные аллохемы глинистых пород (размером до 2 мм), ихтиодетрит.

Дистальная, или внешняя, часть турбидитной системы («мелкозернистый тип») аналогична «краевому конусу выноса» [3], «нижнему», «дистальному конусу» [14, 18], «внешнему конусу» [12], «окраинной части» [13]. Наблюдается сокращенный цикл А.Н. Bouma (верхняя часть) [8].



Рисунок 9 – Пласт Ач₁ (БВ₄), глубина отбора 2737,48 м: глинистый алевролит с текстурами деформации и микросдвигами, подчеркнутыми песчаным материалом и намывами УРД



Рисунок 10 – Пласт Ач₁ (БВ₄), глубина отбора 2737,74 м: глинистый алевролит с текстурами деформации и микросдвигами, подчеркнутыми песчаным материалом и намывами УРД

Отложения берриасского-ранневаланжинского возраста изучались в пределах Сургутского, Нижневартовского, западной части Александровского и Вынгапурского фациальных районов [5]. Генетически они относятся *мегионской свиты* и описаны в разрезах 27 скважин.

Отложения *субфации проксимальной части конуса выноса турбидита* (рис. 11–14) изучены в 14 скважинах. Они представлены преимущественно тонко-средне-мелкозернистыми песчаниками, в нижней части – переслаивание с алевритистыми аргиллитами. Характерно увеличение зернистости и толщины песчаников вверх по разрезу. Цемент пород по составу – глинистый, глинисто-карбонатный, карбонатный (прослои 50–100 см). Диагностированы следующие текстуры: массивная, горизонтальная, градационно-слоистая, факельная (пламенная), флазерная, рябь течений и текстуры деформации. Отмечаются редкие включения неокатанных глинистых обломков. Породы обогащены мелким УРД, частично сидеритизированным. Наблюдаются залеченные кальцитом тектонические трещины.

Отложения *субфации средней части конуса выноса турбидита* (рис. 15–17) обнаружена в девяти скважинах и представлена неравномерным переслаиванием пачек песчаника тонкозернистого (50–100 см), тонко-мелкозернистого (до 50 мм), глинистого алевролита и аргиллита (алеврритистого аргиллита). Преобладает песчаная компонента. Описаны следующие текстуры: в песчанике – массивная, реже горизонтально-слоистая, прослоями рябь течений, деформации (оползания); в глинистом алевролите – линзовидная слоистость; в аргиллите, алевритистом аргиллите – градационно-слоистая. Цемент пород по составу – глинистый, карбонатно-глинистый, глинисто-карбонатный. В песчаных прослоях отмечаются включения неокатанных аллохем глинистых пород, фито-детритовые импульсы.

Выводы

1. Турбидитные комплексы выделяются в отложениях берриасского – валанжинского возраста в различных частях Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна.
2. Между отложениями разновозрастных турбидитных комплексов наблюдается больше сходства, чем различий.
3. Турбидитные комплексы следует отнести к группе песчано-алевритовых конусов выноса как с точечным, так и с несколькими источниками сноса.
4. В составе турбидитных комплексов идентифицируются осадки трех субфаций: питающих каналов; проксимальных, средних и дистальных частей конусов выноса. Максимальными эффективными толщинами характеризуется отложения субфации проксимальной части конуса выноса.



5. Между палеофациальным генезисом ачимовских отложений и распределением типов пород-коллекторов в них существует определенная «генетическая» зависимость. В относительно однородных и среднезернистых отложениях проксимальной части турбидитной системы преобладают поровый и трещинно-поровый типы пород-коллекторов [4]. Преимущественно поровые породы-коллекторы связаны с зонами проработки осадка направленными течениями. Для средней и дистальной частей турбидитной системы значение трещин в формировании фильтрационно-емкостных свойств становится доминирующим.

6. Трещинно-поровый и поровый типы пород-коллекторов, главным образом, приурочены к проксимальной части турбидитного комплекса, а порово-трещинный – к его средней и дистальной частям [4].

7. Зоны формирования проксимальной части конусов выноса совпадают с зонами развития повышенных фильтрационно-емкостных свойств и являются наиболее перспективными для постановки разведочного и эксплуатационного бурения.



Рисунок 11 – Пласт БВ₈,
глубина 2753,04 м:
массивный
мелко-среднезернистый
песчаник



Рисунок 12 – Пласт БВ₈,
глубина 2762,85 м:
мелко-средне-зернистый
песчаник с пламенной
текстурой



Рисунок 13 – Пласт БВ₁₀,
глубина 2401,7 м:
мелко-среднезернистый
песчаник с крупными
неокатанными
аллохемами аргиллитов



Рисунок 14 – Пласт БВ₁₀,
глубина 2393,41 м:
тонко-мелкозернистый
песчаник с рябью течения



Рисунок 15 – Пласт БВ₈,
глубина отбора 2759,43 м:
тонко-мелкозернистый песчаник
с рябью течения с прослоем
алевритистого градационного
аргиллита



Рисунок 16 – Пласт БВ₁₀,
глубина отбора 2841,36 м:
переслаивание тонкозернистого
песчаника с глинистым алевролитом
с текстурами ряби течения
и деформациями

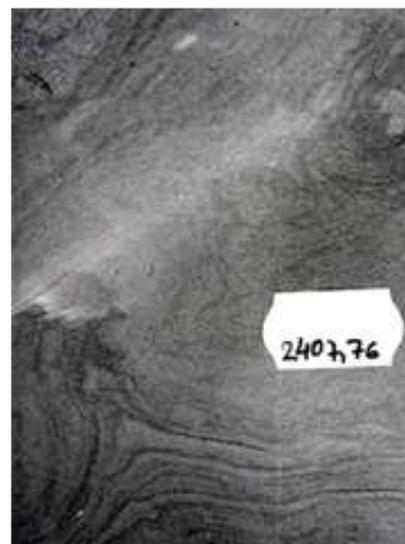


Рисунок 17 – Пласт Ач (БВ₁₀),
глубина отбора 2407,76 м:
мелко-среднезернистый песчаник
с текстурами деформации
(оползания)



Литература

1. Бородкин В.Н. [и др.] Характеристика текстурных особенностей пород ачимовской толщи Западной Сибири в связи с моделью ее седиментации // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2016. – № 8. – С. 4–10.
2. Курчиков А.Р. Характеристика геологического строения и нефтегазоносности неокомского комплекса Западной Сибири / А.Р. Курчиков, В.Н. Бородкин; Зап.-Сиб. фил. ин-та нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2016. – 201 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Ленинград : Изд-во «Недра», 1984. – 260 с.
4. Попов И.П. Новые технологии в нефтегазовой геологии и разработке месторождений : учебное пособие. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 320 с.
5. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, Тюмень, 1990 г. : Объяснительная записка к региональным стратиграфическим схемам мезозоя Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90 14–18 мая 1990 г. и утвержденным МСК СССР 30 января 1991 г. – Тюмень : Министерство геологии СССР, 1991. – 54 с.
6. Санькова Н.В. Диагностика фаций по комплексу методов ГИС с целью уточнения строения продуктивных пластов (на примере месторождений нефти и газа Западной и Восточной Сибири) : 25.00.12 : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / ТюмГНГУ. – Тюмень, 2012. – 16 с.
7. Сынгаевский П.Е. Глубоководные конусы выноса и турбидиты. Модели, циклостратиграфия и применение расширенного комплекса ГИС / П.Е. Сынгаевский, С.Ф. Хафизов, В.В. Шиманский. – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2015. – 480 с.
8. Bouma A.H. Sedimentology of some Flysch Deposits : A graphic approach to facies interpretation. – Amsterdam : Elsevier, 1962. – 168 p.
9. Goldhammer R.K. Sequence Stratigraphic Architecture of the Late Permian Tanqua Submarine Fan Complex, Karoo Basin, South Africa / R.K. Goldhammer, H.D. Wickers, A.H. Bouma, G. Wach // AAPG Memoir 72. SEPM Special Publication № 68: Fine-Grained Turbidite Systems : Edited by A.H. Bouma and C.G. Stone. – 2000. – pp. 165–171.
10. Lowe D.R. Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents / D.R. Lowe // J. Sedim. Petrol. – 1982. – Vol. 52. – P. 279–297.
11. Middleton G.V., Hampton M.A. Subaqueous sediment transport and deposition of sediment gravity flows // Marine sediment transport and environmental management : Edited by D.J. Stanley and D.J. P. Swift. – New York : Wiley, 1976. – pp. 197–218.
12. Mutti E. Le torbiditi dell' Appennino settentrionale : introduzione all'analisi di facies / E. Mutti, F. Ricci Lucchi // Memorie della Societa' Geologica Italiana. – 1972. – Vol. 11. – P. 161–199.
13. Nilsen T.H., Abbott P.L. Paleogeography and sedimentology of Upper Cretaceous turbidites, San Diego, California // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. – Vol. 65. – Issue 7. – pp. 1256–1284.
14. Normark W.R. Growth patterns of deep-sea fans / W.R. Normark. // Bulletin of American Association Petroleum Geologists. – 1970. – Vol. 54 (11). – P. 2170–2195.
15. Posamentir H.W. Fluvial deposition in a sequence stratigraphic framework // Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and Subsurface : Edited by D.P. James & D.A. Leckie. Memoir of the Canadian Society of Petroleum Geologists. – Calgary, 1988. – Vol. 15. – pp. 582–583.
16. Reading H.G., Richards M. Turbidite System in Deep-Water Basin Margins Classified by Grain Size and Feeder System // AAPG Bulletin (American Association of Petroleum Geologists). – 1994. – Vol. 78. – № 5. – pp. 792–822.
17. Stow D.A.V. Countourites: their recognition in modern and ancient sediments / D.A.V. Stow, B. Lowell // Sci. Rev. – 1978. – Vol. 143. – pp. 251–291.
18. Walker R.G. Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans : models for exploration for stratigraphic traps / R.G. Walker // Bulletin of American Association Petroleum Geologists. – 1978. – Vol. 62. – P. 932–967.

References

1. Borodkin V.N. [et al.] Characteristics of texture peculiarities of the Achimov rocks in Western Siberia in connection with the model of its sedimentation // Geology, geophysics and development of oil and gas births. – 2016. – № 8. – P. 4–10.
2. Kurchikov A.R. Characteristics of the geological structure and oil-and-gas bearing capacity of the Neocomian complex in Western Siberia / A.R. Kurchikov, V.N. Borodkin; Zap. A.A. Trofimuk SB RAS. – Novosibirsk : Published in SB RAS, 2016. – 201 p.
3. Muromtsev V.S. Electrometric geology of sand bodies – lithological traps of oil and gas. – Leningrad : Subsoil Resources Research Institute, 1984. – 260 p.
4. Popov I.P. New technologies in oil and gas geology and field development: educational posobie. – Tyumen : Tyumen State Oil and Gas University, 2013. – 320 p.
5. Decision of the 5th Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on Mesozoic Deposits of the West Siberian Plain, Tyumen, 1990. Explanatory note to the regional stratigraphic schemes of the Mesozoic deposits of the West Siberian Plain adopted by the MRSS-90 on May 14–18, 1990 and approved by the USSR MSC on January 30, 1991. – Tyumen : Ministry of Geology of the USSR, 1991. – 54 p.
6. Sankova N.V. Diagnostics of facies by the complex of GIS methods to clarify the structure of productive formations (by the example of oil and gas fields in Western and Eastern Siberia) : 25.00.12 : author's abstract Cand. geol.min. of sciences / TyumGNGU. – Tyumen, 2012. – 16 p.
7. Syngaevskiy P.E. Deep-water discharge cones and turbidites. Models, cyclostratigraphy and application of the extended GIS complex / P.E. Syngayevskiy, S.F. Khafizov, V.V. Szymanskiy. – Moscow-Izhevsk : Institute for Computer Research, 2015. – 480 p.



8. Bouma A.H. *Sedimentology of some Flynch Deposits : A graphic approach to facies interpretation.* – Amsterdam : Elsevier, 1962. – 168 p.
9. Goldhammer R.K. *Sequence Stratigraphic Architecture of the Late Permian Tanqua Submarine Fan Complex, Karoo Basin, South Africa* / R.K. Goldhammer, H.D. Wickens, A.H. Bouma, G. Wach // AAPG Memoir 72. SEPM Special Publication № 68: *Fine-Grained Turbidite Systems* : Edited by A.H. Bouma and C.G. Stone. – 2000. – pp. 165–171.
10. Lowe D.R. *Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents* / D.R. Lowe // *J. Sedim. Petrol.* – 1982. – Vol. 52. – P. 279–297.
11. Middleton G.V., Hampton M.A. *Subaqueous sediment transport and deposition of sediment gravity flows* // *Marine sediment transport and environmental management* : Edited by D.J. Stanley and D.J. P. Swift. – New York : Wiley, 1976. – pp. 197–218.
12. Mutti E. *Le torbiditi dell' Appennino settentrionale : introduzione all'analisi di facies* / E. Mutti, F. Ricci Lucchi // *Memorie della Societa' Geologica Italiana.* – 1972. – Vol. 11. – P. 161–199.
13. Nilsen T.H., Abbott P.L. *Paleogeography and sedimentology of Upper Cretaceous turbidites, San Diego, California* // *American Association of Petroleum Geologists Bulletin.* – Vol. 65. – Issue 7. – pp. 1256–1284.
14. Normark W.R. *Growth patterns of deep-sea fans* / W.R. Normark. // *Bulletin of American Association Petroleum Geologists.* – 1970. – Vol. 54 (11). – P. 2170–2195.
15. Posamentier H.W. *Fluvial deposition in a sequence stratigraphic framework* // *Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface and Subsurface* : Edited by D.P. James & D.A. Leckie. *Memoir of the Canadian Society of Petroleum Geologists.* – Calgary, 1988. – Vol. 15. – pp. 582–583.
16. Reading H.G., Richards M. *Turbidite System in Deep-Water Basin Margins Classified by Grain Size and Feeder System* // *AAPG Bulletin (American Association of Petroleum Geologists).* – 1994. – Vol. 78. – № 5. – pp. 792–822.
17. Stow D.A.V. *Countourites: their recognition in modern and ancient sediments* / D.A.V. Stow, B. Lowell // *Sci. Rev.* – 1978. – Vol. 143. – pp. 251–291.
18. Walker R.G. *Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans : models for exploration for stratigraphic traps* / R.G. Walker // *Bulletin of American Association Petroleum Geologists.* – 1978. – Vol. 62. – P. 932–967.