

Специфика сейсмогеологической корреляции пластов усть-балыкского горизонта в Пихтово-Юганской зоне — переходных разрезов между сургутским и нижневартовским фаціальными районами

Елишева О.В., Сильнягина Н.В., Шахов А.В., Зервандо Я.В.

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Аннотация

Согласно региональному фаціальному районированию неокомских отложений Западно-Сибирского бассейна, Пихтово-Юганская зона находится на стыке двух фаціальных районов (ФР) — Сургутского и Нижневартовского, которые характеризуются разным типом разреза, количеством песчаных пластов и их индексацией. В практике геологоразведочных работ первый тип разреза фигурирует как сургутский и объединяет группу песчаных пластов БС. Второй тип разреза — вартовский, объединяет группу пластов БВ и АВ. Учитывая, что изучение неокомского комплекса регионального уровня базируется преимущественно на фазовой сейсмической корреляции, из-за разницы в строении и фаціальной природы между типами разрезов этих ФР в ундаформной части неокомских клиноформных резервуаров на таких территориях, как Пихтово-Юганская зона, до сих пор существует проблема корректной геологической корреляции изохронных пластов в зоне переходных разрезов. В статье показан опыт решения данной проблемы для Пихтово-Юганской зоны. Приведены особенности строения сургутского, вартовского и переходного типов разрезов. Представлены особенности расчленения и корреляции неокомских пластов в разных фаціальных районах по данным скважин, описаны проблемы фазовой сейсмической корреляции неокомских отложений. Для решения проблем изохронной геологической и сейсмической корреляции приведены примеры результатов одномерного моделирования и акустической инверсии. Даны рекомендации по особенностям строения каждого типа разреза.

Материалы и методы

В анализе использованы материалы по 20 поисково-разведочным скважинам, по которым имелся относительно полный пакет данных: керн, ГИС, попадающие в контур съемок МОГТ 3D. В статье приведены примеры по отдельным скважинам, иллюстрирующие каждый тип разреза. Также использованы материалы сейсмических работ МОГТ 3D по Кеумской, Пихтовой, Тямкинской, Тальцийской, Протозановской, Урненской, Южно-Гавриковскую и других площадях Уватского района Тюменской области. Для анализа геологического материала использованы методы сиквенс-стратиграфического

и фаціального анализов (по керну и ГИС). Для решения задачи сопоставления границ системных трактов и сейсмических фаз волнового поля использованы методы одномерного моделирования и акустической инверсии.

Ключевые слова

сургутский тип разреза, вартовский тип разреза, корреляция разрезов скважин, усть-балыкская свита, сортымская свита, ванденская свита

Для цитирования

Елишева О.В., Сильнягина Н.В., Шахов А.В., Зервандо Я.В. Специфика сейсмогеологической корреляции пластов усть-балыкского горизонта в Пихтово-Юганской зоне — переходных разрезов между сургутским и нижневартовским фаціальными районами // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 8. С. 34–44. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-8-34-44

Поступила в редакцию: 17.11.2023

The specificity of the seismogeological correlation of neocomian deposits of different facial regions of the Fir-Yugan zone (Uvat district of the Tyumen region)

Elisheva O.V., Silnyagina N.V., Shahov A.V., Zervando Ya.V.

“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Abstract

According to the regional facies zoning of the Neocomian deposits of the West Siberian Basin, the Fir-Yugan zone is located at the junction of two facies regions (FR) – Surgut and Nizhnevartovsk, which are characterized by a different type of section – the number of sand layers and their indexing. In the practice of geological exploration, the first type of section is called “Surgut” and unites a group of BS sand layers. The second type of section is called “Vartovsky” and unites a group of BV layers. Due to the difference in structure and facies nature between the types of sections in the undaform part of the Neocomian clinoform reservoirs, in the territories of transition zones today there is a problem of correct geological correlation of isochronous layers of these facies areas. The study of the Neocomian complex of regional and zonal levels is based mainly on seismic phase correlation, therefore, in such territories as the Fir-Yugan zone, there is a problem of correct interdistrict correlation of layers not only according to drilling data, but also according to seismic materials. The article shows the experience of solving this problem for the Fir-Yugan zone.

The features of the facies structure of the “Surgut”, “Vartovsky” and transitional type sections are given. The features of dissection and correlation of neocomial strata in different facies areas according to drilling data and problems of seismic correlation are presented. For the correct binding of reflected waves for each type of section, an example of synthetic acoustic one-dimensional modeling is given, recommendations are given for taking into account the structural features of each type of section.

Materials and methods

The study used the materials on 20 exploration and appraisal wells with relatively complete data packages: core, well logging, and 3D CDP data within the survey contour. The paper provides examples only for individual wells, illustrating each type of cross-section. The 3D CDP seismic materials on the Keumskaya, Pikhtovaya, Tyamkinskaya, Taltsiyskaya, Protozanovskaya, Urnen-skaya, Yuzhno-Gavrikovskaya, and other areas of the Uvat Area of the Tyumen Region were also used.

To analyze the geological material, the sequence-stratigraphic and facies analyses (core/log-based) methods were used. To solve the problem of comparing the boundaries of system tracts and seismic phases of the wave field, the following methods were used: one-dimensional modeling and acoustic inversion.

Keywords

surgut-type section, Vartovsky-type section, well correlations, Ust-Balyk Series, Sortym Series, Vandensky Series

For citation

Elisheva O.V., Silnyagina N.V., Shahov A.V., Zervando Ya.V. The specificity of the seismo-geological correlation of neocomian deposits of different facial regions of the Fir-Yugan zone (Uvat district of the Tyumen region). Exposition Oil Gas, 2023, issue 8, P. 34–44. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2023-8-34-44

Received: 17.11.2023

Введение

В административном отношении южная часть Пихтово-Юганской зоны занимает северные территории Уватского района юга Тюменской области, ее северная часть располагается в границах южных районов ХМАО-Югра. На рассматриваемой территории неокомский комплекс является одним из основных продуктивных горизонтов, в котором уже открыты залежи углеводородов (УВ) на Южно-Венихъяртской, Тальцийской, Протозановской, Северо-Кеумской и в группе Ай-Яунских площадей [1] (рис. 1).

В Уватском районе юга Тюменской области в интервале неокомских отложений существует определенная закономерность развития по площади уже открытых залежей УВ. На территории Пихтово-Юганской зоны они

приурочены к ловушкам ундаформных частей неокомских клиноформ.

В фациальном отношении разрезы этих частей клиноформ состоят из фаций шельфового (прибрежного) генезиса (группа пластов БС), которые замещаются в восточном направлении Западно-Сибирского бассейна (ЗСБ) на отложения ванденской свиты (группа пластов БВ) дельтовой равнины [2]. На территории Уватского района Тюменской области из-за увеличения количества песчаных пластов в последней, их малой мощности, а также отсутствия в таких переходных зонах фаунистических определений возраста, между разрезами усть-бальйкской и ванденской свит до сих пор существует проблема сопоставления изохронных пластов. Особенно остро проблема стоит на площадях, слабо изученных поисковым бурением, где между

скважинами большие расстояния и основной материал изучения отложений — это данные сейсмических работ МОГТ-2D и МОГТ-3D.

Как правило, на материалах площадного сейсморазведки МОГТ-3D сейсмогеологическое моделирование строения неокомских резервуаров регионального уровня базируется на увязке сейсмической фазовой корреляции по локальным площадям, при которой происходит прослеживание границ кровель песчаных пластов, а не региональных глинистых пачек, как при профильных работах МОГТ-2D [3]. В результате на территории Уватского района из-за привязки в разных фациальных районах одного и того же отражающего горизонта (ОГ) к геологическим границам диахронных песчаных пластов существует проблема их корректного сопоставления в пределах ундаформной части одного

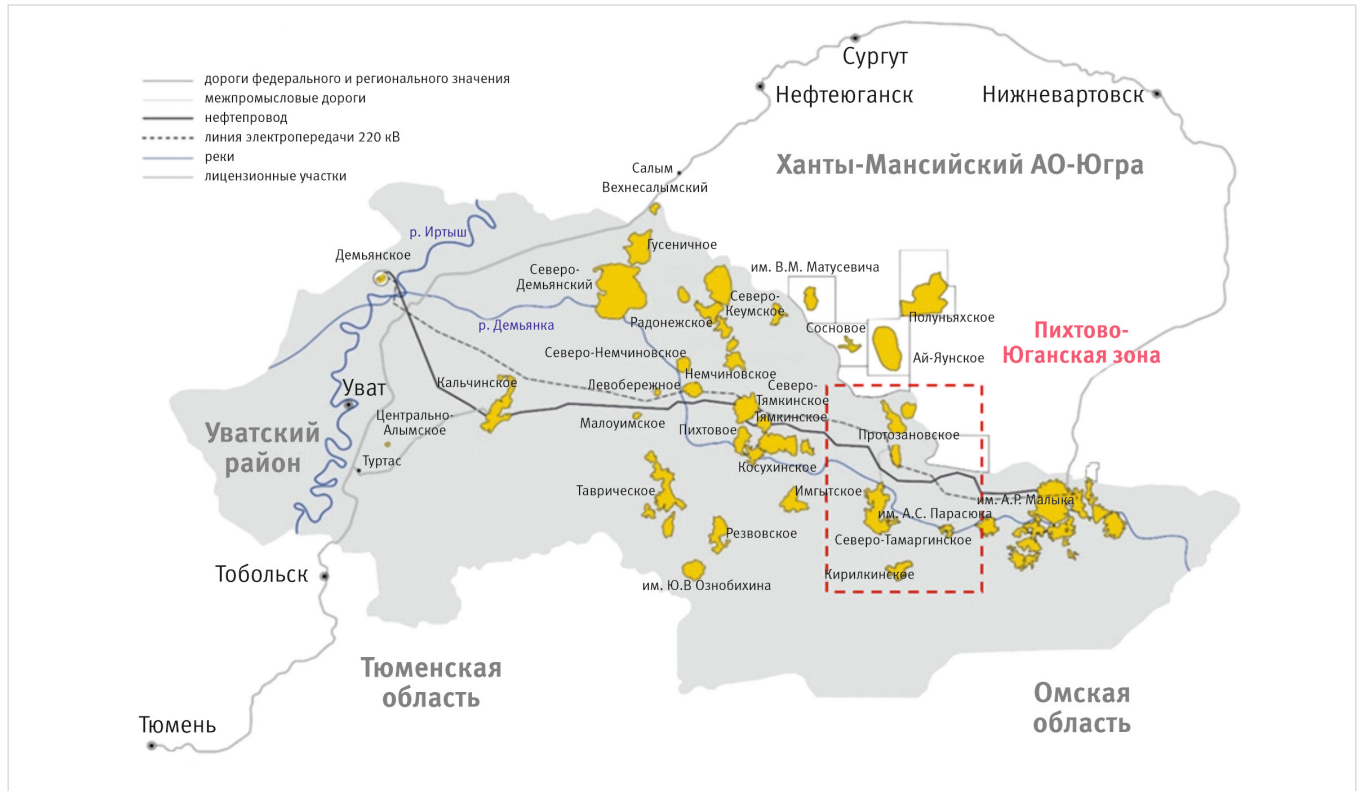


Рис. 1. Обзорная схема района исследования (Пихтово-Юганская зона)
Fig. 1. Overview map of the study area (Pikhtovy-Yugansky zone)

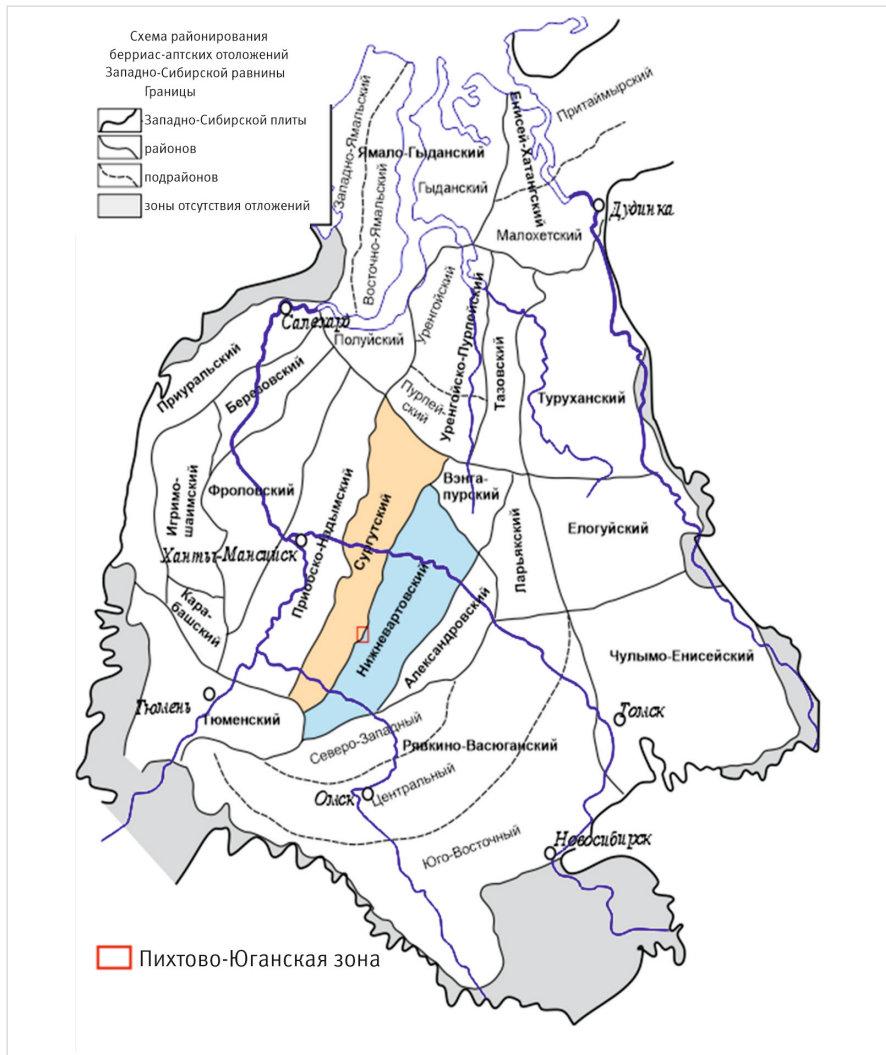


Рис. 2. Схема фациального районирования берриасс-аптских отложений согласно официально принятой стратиграфической схеме ЗСБ [4]
 Fig. 2. Map of facies zoning of Berrisian-Aptian deposits according to the official WSB stratigraphic plane [4]

и того же клиноформного резервуара. Рассмотрению данного вопроса на территории Пихтово-Юганской зоны и посвящена данная публикация.

Строение неокомских отложений на территории Пихтово-Юганской зоны с позиций официальной стратиграфии ЗСБ

Согласно официально принятому региональному фациальному районированию неокомских отложений Западно-Сибирского бассейна (ЗСБ) [4], Пихтово-Юганская зона находится на стыке двух ФР — Сургутского и Нижневартовского, что отражается на сложных полифациальных переходах пластов группы БС и группы БВ по площади и строению неокомских разрезов этой территории, особенно в интервале усть-балыкского стратиграфического горизонта. Поскольку в Пихтово-Юганской зоне интерес в плане потенциальной нефтеносности представляют пласты усть-балыкского стратиграфического горизонта, из всех неокомских отложений ниже приведена только его краткая характеристика (рис. 2, 3).

В Сургутском ФР, согласно биостратиграфическому расчленению, разрез неокомских отложений представлен усть-балыкской и сортымской свитами субуго морского генезиса (прибрежного, мелководного и глубоководного), объединяющих групп песчаных пластов БС₁-БС₁₂. В Сургутском ФР усть-балыкский горизонт в объеме усть-балыкской свиты представлен группой пластов БС₁₋₅, БС₆₋₇ и БС₈₋₉ прибрежно-морского (шельфового) генезиса. На территории Уватского района Тюменской области составляют ундаформные и верхние части клиноформных частей неокомских клиноформ.

В Нижневартовском ФР, согласно расчленению, разрез неокома по свитам представлен мегнионской и ванденской свитами переходного и субконтинентального (дельтового) генезиса, объединяющих группу пластов БВ₀-БВ₉ и АВ₄-АВ₅. С точки зрения условий формирования ванденская свита в интервале нижней подсвиты является генетическим аналогом верхней части сортымской свиты, а в интервале верхней подсвиты — аналогом усть-балыкской и сангопайской свит. В отличие от Сургутского ФР, в Нижневартовском отложения верхней подсвиты ванденской свиты в объеме усть-балыкского горизонта представлены, согласно [4], нерасчлененной толщей песчаников, алевролитов и глин, в пределах которой выделяются пласты АВ₄₋₅, АВ₁₀ и БВ₀₋₇.

На рисунках 2 и 3 показано, какой тип разреза усть-балыкского стратиграфического горизонта авторы относят к переходному типу между сургутским и вартовским типами разрезов.

Поскольку при ГРП геологи опираются на официально принятые стратиграфические схемы юрских [5] и меловых [4] отложений, в рамках которых утверждена принятая индексация пластов в разных фациальных районах, на рисунке 4 приведена схема сопоставления пластов неокомских отложений сургутского и вартовского типов разрезов согласно свитной стратиграфии ЗСБ и клиноформного строения неокомских отложений. Черной рамкой выделен объект изучения в пределах двух ФР и переходной зоне — интервал усть-балыкского стратиграфического горизонта.

Сургутский тип разреза вскрывается на центральных площадях Уватского региона (рис. 5). Типовое строение разреза

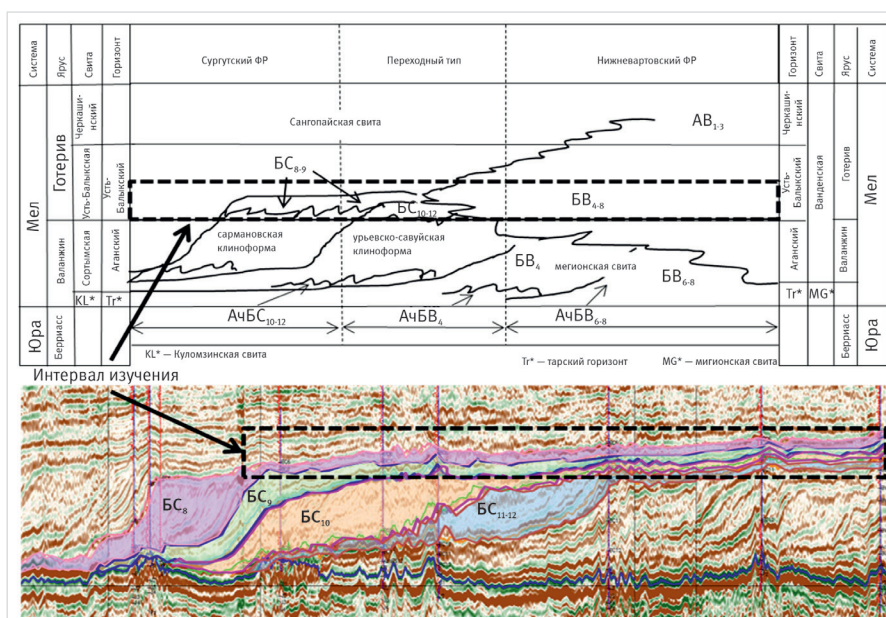


Рис. 4. Схема сопоставления пластов неокомских отложений сургутского и вартовского типов разрезов по официальной стратиграфии ЗСБ с учетом клиноформного строения
 Fig. 4. Map of comparison of the Neocomian reservoirs of the Surgut and Vartovsky-type sections according to the official WSB stratigraphic plane, taking into account the clinoform structure

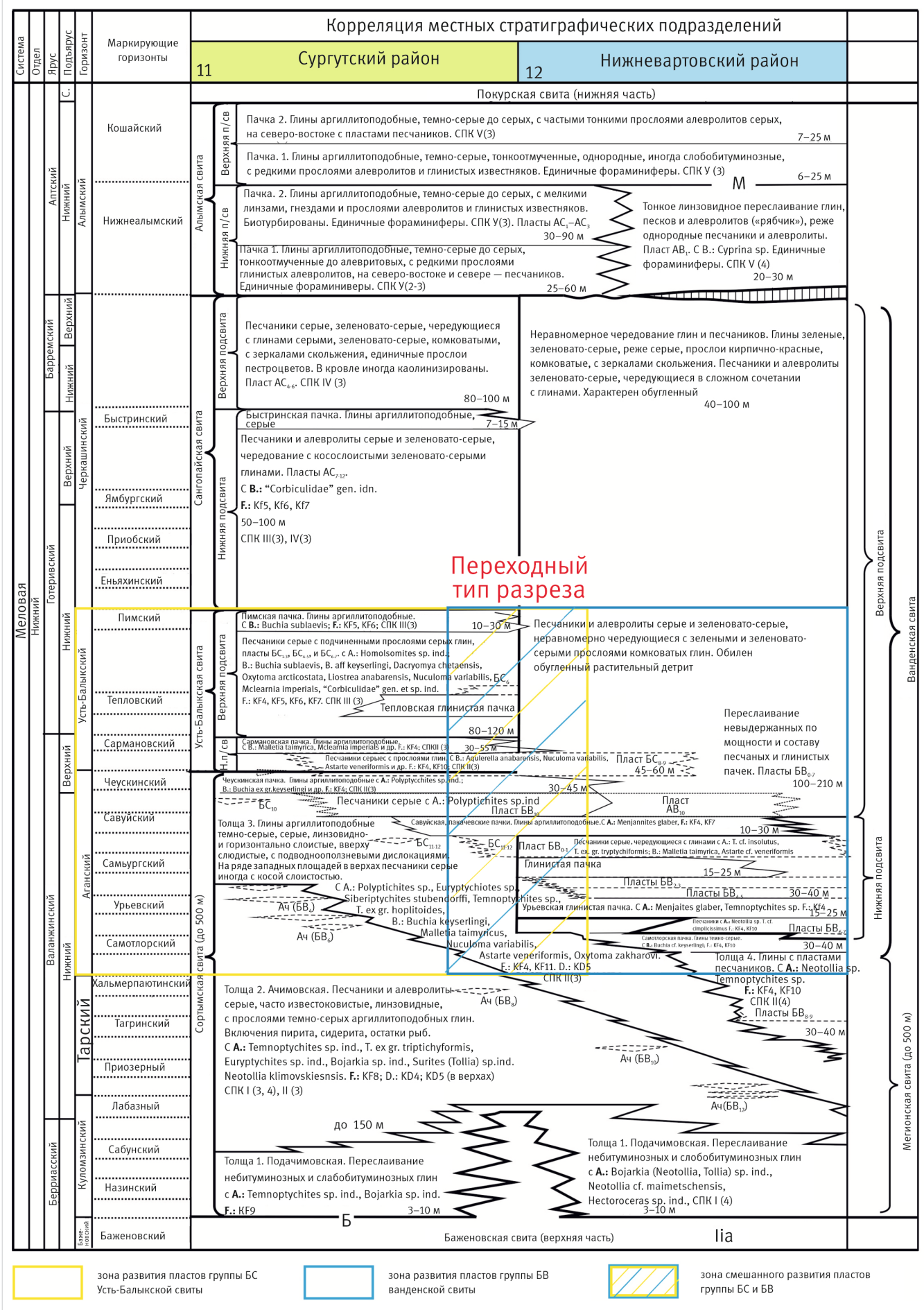


Рис. 3. Фациальное районирование и стратификация неокомских отложений согласно официально принятой стратиграфической схеме ЗСБ [4]
Fig. 3. Facies zoning and stratification of Neocomian deposits according to the official WSB stratigraphic plane [4]



Рис. 5. Структура сургутского типа разреза на примере скважины Северо-Кеумской площади
 Fig. 5. The structure of the Surgut-type section on a case study of a Severokeumskaya Area well

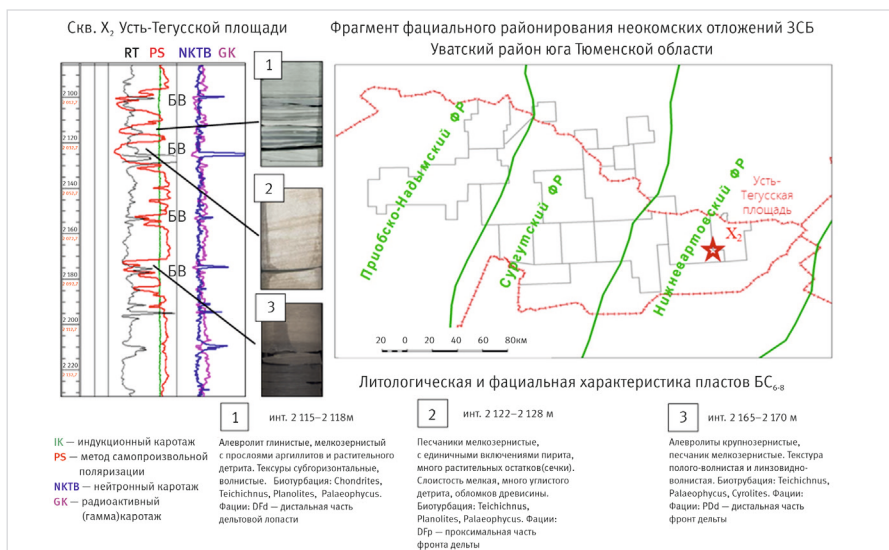


Рис. 6. Структура вартовского типа разреза на примере скважины Усть-Тегусской площади
 Fig. 6. The structure of the Vartovsky-type section on a case study of an Ust-Teguskaya Area well



Рис. 7. Структура переходного типа разреза на примере скважины Тальцыйской площади
 Fig. 7. The structure of the transitional-type section on a case study of a Talciyskaya Area well

иллюстрируется на примере скважины X1 Северо-Кеумской площади, где, согласно официальной свитной стратиграфии, разрез усть-балыкского горизонта представлен средней частью усть-балыкской свиты, состоящей литологически из самостоятельных песчано-алевритовых пластов БС₈ и БС₉, разделенных часто глинистой пачкой. Отложения обоих пластов имеют прибрежно-морской, шельфовый генезис.

Вартовский тип разреза вскрывается на восточных площадях Уватского региона (рис. 6). Типовое строение разреза проиллюстрировано на примере скважины X2 Усть-Тегусской площади. Интервал усть-балыкского стратиграфического горизонта представлен толщей дельтовых и континентальных отложений верхней под-свиты ванденской свиты, которая литологически состоит из серии пластов БВ разной мощности, не имеющих официально установленной хроностратиграфической привязки к определенному возрасту, что вызывает сложности при сопоставлении пластов группы БС и БВ разных фациальных районов по скважинным данным.

Переходный тип разреза вскрывается полосой от Южно-Пихтовой, Пихтовой и Тамаргинско-Болотной площадей Уватского района юга Тюменской области до группы Юганских площадей в пределах южных районов ХМАО — Югра. Типовое строение переходного типа разреза показано на примере скважины X3 Тальцыйской площади (рис. 7). На этих территориях интервал усть-балыкского стратиграфического горизонта представлен чередованием маломощных песчано-алевритовых пачек дельтового (ванденская свита) и глинистых пачек морского (шельфового) (усть-балыкская свита) генезиса.

Во всех трех фациальных зонах пласты усть-балыкского стратиграфического горизонта (БС и БВ) слагают верхние части унда-формной и ортоформной частью сарма-формной, урвешковской и савуйской клиноформ. В волновом сейсмическом поле МОГТ 3D этот интервал разреза представлен плоскопараллельным рисунком записи с разной динамикой амплитудного спектра (рис. 4).

Сейсмическая корреляция неокомских отложений на территории разных фациальных районов Пихтово-Юганской зоны

В Уватском районе юга Тюменской области территории Сургутского и Нижневартовского ФР изучены не только региональными профильными сейсмическими работами 2D, но и площадными работами МОГТ 3D.

На рисунке 8 приведены два региональных композитных профиля, пересекающие территорию Уватского района и южных районов ХМАО — Югра в субширотном направлении, где можно видеть, что неокомский интервал разреза представлен серией клиноформных тел (резервуаров), которые замещают друг друга по площади со смещением в западном направлении.

Клиноформы имеют разные размеры и морфологию: протяженность по площади, мощности ортоформных, унда- и фунда-формных частей, что обусловлено не только спецификой формирования каждой клиноформы, но и с особенностями их внутреннего строения, что сказывается на распределении коллекторов по площади.

В пределах Пихтово-Юганской зоны разрез сортымской свиты (пласты БС₁₁₋₁₂) представлены ортоформными и клиноформными

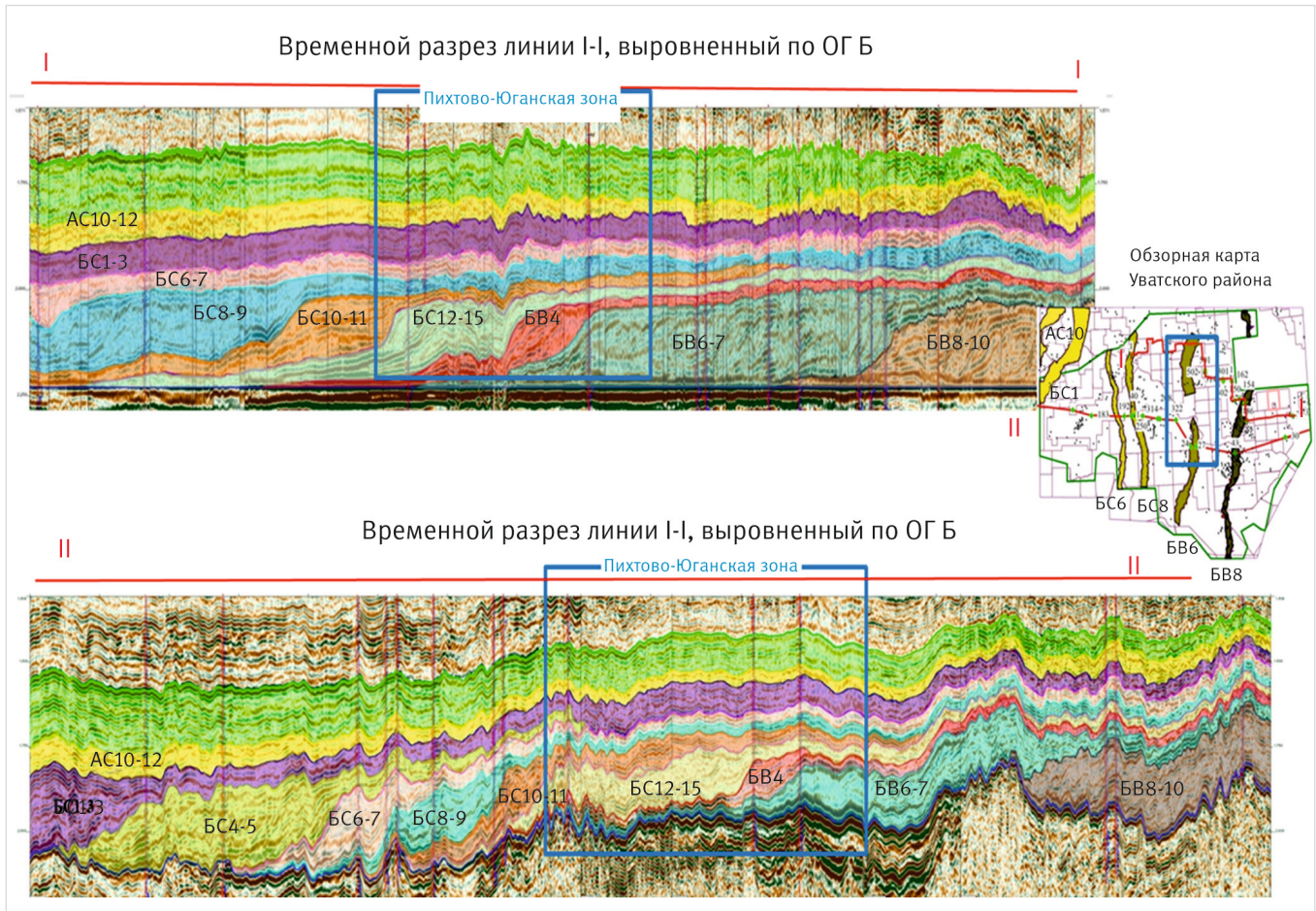


Рис. 8. Клиноформное строение неокомского интервала разреза Уватского района юга Тюменской области по данным МОГТ 3D
 Fig. 8. The clinoform structure of the Neocomian interval within the Uvat Area in the south of the Tyumen Region according to the 3D CDP data

частями урьевской и чеускинской клиноформ. В то время как усть-балыкская свита (пласты БС_{8,9}) представлена только ундаформной частью сармановской клиноформы, которая выклинивается западнее Густореченской площади и переходит в восточном направлении в мощную толщу дельтовых отложений ванденской свиты. В волновом сейсмическом поле интервал сортымской свиты (аганский горизонт) в пределах ортоклиноформных частей клиноформ характеризуется круто наклоненными в западном направлении отражающими горизонтами.

В отличие от них интервалы пластов БВ₄₋₆ фондаформных частей клиноформ ниже-ванденской подсвиты и интервалы пластов БС_{8,9} ундаформных частей сармановской клиноформы усть-балыкской свиты характеризуются пологозалегающими отражающими горизонтами.

Особенностью динамических характеристик волнового сейсмического поля МОГТ 3D в интервале ундаформных частей клиноформ в зоне переходных разрезов усть-балыкской свиты в ванденскую является наличие участков интерференции сигналов на фоне увеличения количества положительных и отрицательных фаз, появление хаотичного рисунка записи с отсутствием протяженных осей синфазности, снижение динамики амплитудного спектра.

Совместный анализ сейсморазведочных данных и материалов бурения показал, что не только глинистые пачки, маркирующие границы клиноформ, но и песчаные пласты внутри резервуаров маркируются отражающими горизонтами.

Отличие заключается в том, что в первом случае сейсмическая корреляция выполняется по отрицательным фазам, стратифицирующих кровли региональных глинистых пачек, являющихся покрывками клиноформных резервуаров. За счет выдержанной мощности глинистых отложений и их акустической контрастности фазовая корреляция, как правило, сложностей не вызывает. Исключение составляют фондаформные части неокоских клиноформ, где за счет сокращения мощности глинистых пачек конденсированные разрезы составляют с баженовскими отложениями единую литологическую толщу. В результате ОГ неокоского интервала разреза в зоне фондаформы «примыкают» к отраженной волне «Б», динамически затухая до полного исчезновения, составляя с последней единую, динамически выраженную сейсмическую волну отрицательного знака.

Во втором случае при прослеживании кровли отдельных песчаных пластов клиноформных комплексов сейсмическая корреляция выполняется по ОГ положительного знака. Из-за слабой выдержанности толщин песчаных пластов группы склоновых фаций и линзовидного строения шельфовых пластов в ундаформных частях клиноформ, которые при переходе от морских разрезов к субконтинентальным (дельтовым) расщепляются на серию маломощных пластов, динамическая выраженность отражающих горизонтов положительного знака сильно падает. Они часто интерферируют, примыкая к фазам отрицательного знака, которые маркируют глинистые покрывки, что вызывает сложности выполнения фазовой корреляции, особенно

при увязке изохронных пластов между разными фаціальными типами разрезов.

Сиквенс-стратиграфическое строение ундаформных частей неокоских клиноформ переходных разрезов между Сургутским и Вартовским фаціальными районами на территории Пихтово-Юганской зоны

Как показывает практика ГРП на территории северо-восточных и восточных площадей Уватского района Тюменской области при выявлении новых ловушек УВ в неокоском интервале разреза и прогноза коллекторов по сейсмическим данным МОГТ 3D, существует несколько проблем, с которыми сталкиваются специалисты при построении сейсмогеологических моделей.

Первая проблема связана с корректным сопоставлением между собой неокоских отложений интервала ундаформных частей клиноформ в зонах переходных разрезов между Сургутским и Вартовским ФР из-за того, что в усть-балыкском горизонте в переходных типах разрезов встречаются песчаные пласты (коллекторы) разной фаціальной природы. Часть из них представлена прибрежно-морскими (шельфовыми) фаціями, которые относят к группе пластов БС усть-балыкской свиты, другая часть — это дельтовые и группа субконтинентальных фаціи, которые относят к пластам АВ и БВ ванденской свиты.

Вторая проблема вызвана сложностью сопоставления общей мощности усть-балыкского стратиграфического горизонта между разрезами Сургутского и в Нижневартовского ФР и сопоставлением толщин

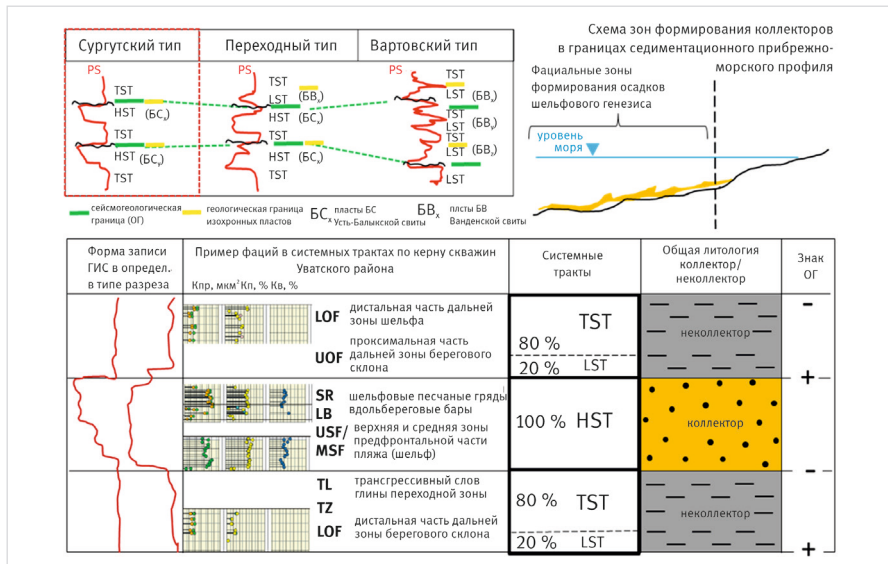


Рис. 9. Структура интервала пластов БС₈₋₉ усть-балыкской свиты вартовского типа разреза
 Fig. 9. The structure of the BS₈₋₉ interval of the Ust-Balyk formation of the Vartovsky-type section

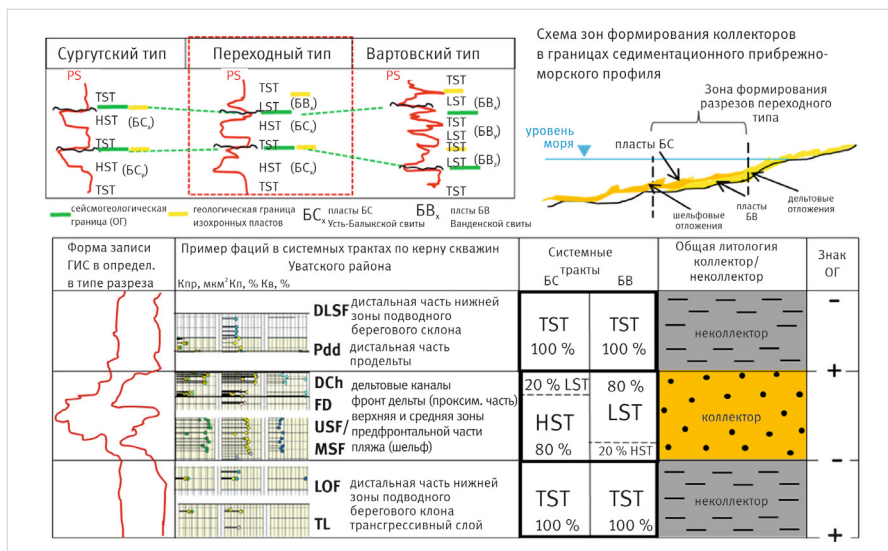


Рис. 10. Структура интервала пластов БС и БВ переходного типа разреза
 Fig. 10. The structure of the BS and BV interval of the transition-type section

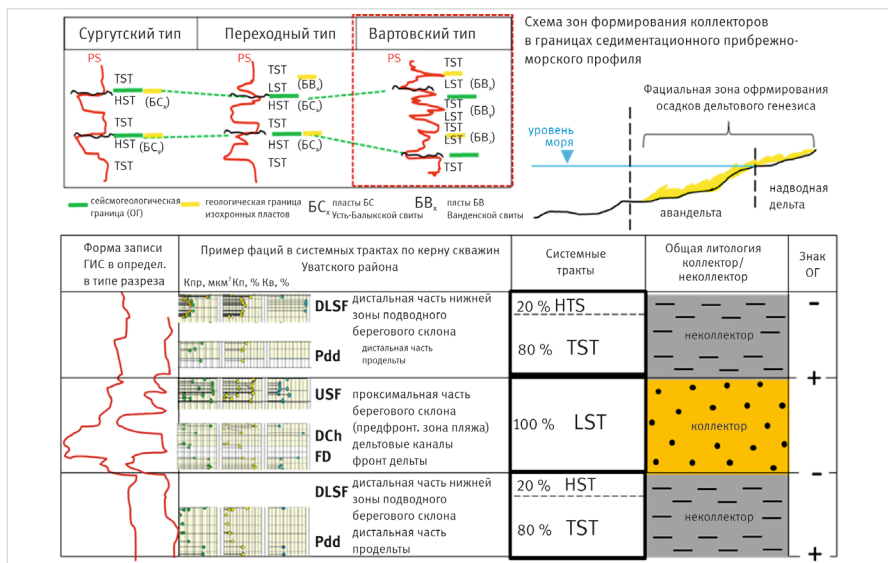


Рис. 11. Структура интервала пластов БВ ванденской свиты вартовского типа разреза
 Fig. 11. The structure of the BV interval of the Vanden formation of the Vartovsky-type section

отдельных изохронных песчаных пластов. Например, общая мощность усть-балыкского стратиграфического горизонта (в соответствии с биостратиграфическим расчленением) в Нижневартовском ФР почти в два раза больше, чем в Сургутском. При этом сургутский и вартовский типы разрезов отличаются разным количеством песчаных пластов и плохой расчлененностью на пласты усть-балыкского горизонта в Нижневартовском ФР (поэтому в нем, как правило, пласты выделяются сериями — БВ₁₋₃, БВ₄₋₆, БВ₇₋₉ и т.д.).

Третья проблема связана с отсутствием биостратиграфических определений возраста пластов усть-балыкского горизонта в Вартовском ФР на территории Уватского региона, что осложняет их сопоставление с изохронными пластами Сургутского ФР на основе биостратиграфического подхода. Так как на скважинную стратификацию отложений опирается сейсмогеологическая привязка, остро проблема стоит при расчленении и корреляции пластов усть-балыкского горизонта между этими фациальными районами на территории Уватского региона по данным ГИС.

Учитывая вышеописанные проблемы, чтобы корректно выполнить стратификацию геологического разреза неокомской части разреза под задачи сейсмогеологического моделирования и прогноза коллекторов по данным МОГТ 3D, обычно используется сиквенс-стратиграфический подход [6, 7]. Согласно ему, расчленение разреза осадочного чехла выполняется на секвенции, состоящие из системных трактов определенного литологического и фациального состава, которые были сформированы в определенные этапы трангрессивных и регрессивных фаз развития ЗСБ.

На территории Западно-Сибирского бассейна при работе с интервалом неокомских отложений обычно используется модель генетического сиквенса, границы которого отбиваются по кровле системных трактов TST (transgressive systems tract) [8]. Геологически им отвечают глинистые пачки — сармановская, урьевская и т.д., которым в волновом сейсмическом поле соответствуют фазы отрицательного знака.

В интервале неокомских отложений, в пределах ундаформных и верхней части ортоклиноформных частей отдельных клиноформ, общее строение таких секвенций имеет унифицированный вид (снизу вверх): TST → [HST/LST] → TST, где системные тракты TST объединяют глинистые отложения максимального развития трангрессивного цикла, в то время как с системными трактами HST (highstand systems tract, его верхняя часть) и LST (lowstand systems tract, его нижняя часть) связаны песчаные отложения (коллекторы) регрессивного цикла осадконакопления в разных частях бассейна осадконакопления.

Ниже приведено краткое описание особенностей строения усть-балыкского горизонта (в интервале пластов БС₈₋₉) в пределах Сургутского ФР, Вартовского ФР и переходной между ними зоны на материалах скважин Уватского района Тюменской области с позиций сиквенс-стратиграфии прибрежно-морских и субконтинентальных отложений прибрежных равнин [8].

Сургутский тип разреза. На рисунке 9 приведена унифицированная схема сиквенс-стратиграфического строения ундаформной и ортоформной частей сармановской клиноформы в Сургутском ФР Уватского района юга Тюменской области. Показаны

особенности соотношения общих толщин системных трактов между собой. Для каждого системного тракта приведен характерный вертикальный фациальный ряд, составленный по материалам скважин Уватского района, приведены особенности литологии по керну и ГИС. Показаны соотношения границ геологических и сейсмогеологических циклов.

С позиций сиквенс-стратиграфии ундаформная часть сармановской клиноформы на территории Уватского района Тюменской области представлена сочетанием системных трактов TST (transgressive systems tract) и LST (lowstand systems tract), отвечающих трансгрессивному циклу развития морского бассейна (глины/неколлекторы) и системного тракта HST (highstand systems tract) регрессивного цикла (песчаники/коллекторы) (рис. 9).

В сургутском типе разреза на территории Уватского района системные тракты TST и LST литологически слабо разделены и с позиции литостратиграфии представляют единые толщи глинистых флюидоупоров. По соотношению мощностей системных трактов между собой в таких глинистых толщах 80 % приходится на системный тракт TST (фашии глубоководных глин) и 20 % на системный тракт LST (глинистые фашии прибрежной зоны) (рис. 9). В фациальном отношении отложения системного тракта LST представлены глинами, сформированными в обстановках фашии дальней и ближней зоны мелководного шельфа (ниже базы воздействия штормовых волн) с прослоями глинистых тонкозернистых алевролитов, с единичными следами биотурбации (*Planolites*, *Palaeophycus*, *Rossetia*, *Asterosoma*). Системный тракт TST представлен толщей темно-серых, тонкоотмученных, плотных аргиллитов, представляющих гемипелагические отложения морского шельфа. В сургутском типе разреза в силу своей маломощности системный тракт LST в интервале флюидоупоров как самостоятельный выделяется редко. Из-за схожести его с литологией тракта TST он включается в состав последнего, так что его выделение не влияет на формирование акустических границ в волновом сейсмическом поле. В результате сиквенция усть-балыкского горизонта в объеме пластов БС₈₋₉ имеет (снизу вверх) унифицированный вид — [(LST)+TST] → [HST] → [(LST)+TST] (рис. 9).

В скважинах, где отсутствует керн, на кривых ГИС комплекс системных трактов [LST+TST] представлен серией ретроградационных и аградационных пакетов. Как правило, выделение границы подошвы такого комплекса проблем не вызывает. По всем скважинам Уватского района она отбивается однозначно, по смене записи кривых ГИС с баровых тел на глубоководные глины шельфа.

На территории Уватского района в сургутском типе разреза к системному тракту HST относится интервал пластов БС₈ и БС₉, которые иногда представлены самостоятельными резервуарами, иногда в песчаных фашиях представлен только пласт БС₈ в виде барового тела, в то время как интервал пласта БС₉ является заглинизированным. Литологически коллекторы обоих пластов по керну представлены мелкозернистыми, полимиктовыми, слюдистыми светло-серыми массивными песчаниками на глинистом цементе, часто карбонатизированные в кровельной части. По данным фациального моделирования оба пласта представляют собой монолитные песчаные тела покровного типа, состоящие из фашии прибрежных (вдольбереговых)

баров разной мощности. Выделение верхней границы системного тракта HST, как правило, проблем не вызывает, отбивается по кровле песчаников, которые хорошо идентифицируются по кривым ГИС. При наличии результатов седиментологического анализа нижняя граница тракта HST соотносится с подошвой маршей или глин приливно-отливной зоны. При отсутствии керна по ГИС этот комплекс системных трактов представлен серией ретроградационных и аградационных пакетов.

Переходный тип разреза. На рисунке 10 приведена унифицированная схема сиквенс-стратиграфического строения интервала усть-балыкского стратиграфического горизонта в зоне перехода между разрезами Сургутского и Варовского фациальных районов. Показаны особенности соотношения общих толщин системных трактов между собой в таких типах разрезов. Для системных трактов приведен характерный вертикальный фациальный ряд, составленный по материалам скважин Уватского района, и приведены особенности литологии вскрываемых разрезов.

В этом типе разреза интервал усть-балыкского горизонта состоит из чередования песчаных пачек дельтового (ванденская свита, пласты БВ), прибрежно-морского (усть-балыкская свита, пласты БС) и глинистых отложений морского (усть-балыкская свита) генезиса. С позиций секвентной стратиграфии [7] ундаформные и ортоклиноформные части клиноформ в зоне переходных разрезов представлены чередованием глинистых трансгрессивных пачек трактов TST и регрессивных песчаных отложений системных трактов HST и LST. Из трех описываемых типов разрезов разрезы переходного типа являются самыми сложными для прогноза их литологического и фациального строения с использованием стратификации их на системные тракты.

В этом типе разреза на территории Уватского района толщи глин в полном объеме относятся к системным трактам TST. В скважинах, где между пластами коллекторов глинистые пачки охарактеризованы керном, они представлены темно-серыми аргиллитами с редкими градационными прослоями глинистых алевролитов, горизонтально- и линзовидно-слоистые, иногда встречаются тонкие уплотненные линзы карбонатного материала (рис. 10). В фациальном отношении отложения интерпретируются как глубоководные глины дальней зоны морского шельфа (открытое морское мелководье). На кривых ГИС интервал этого системного тракта, как правило, характеризуется наличием аградационных пакетов. В тех случаях, когда глины перекрываются песчаниками морского генезиса (пласт БС), верхняя граница системного тракта TST проводится достаточно неоднозначно. Часто границей служит переход глубоководных глинистых отложений в глины забаровых лагун более мелководного генезиса. В случаях, когда глины системного тракта TST подстилаются морскими песчаниками (БС) или перекрываются песчаниками дельтовых фаший (БВ), границы отбиваются однозначно по кривым ГИС. Проблема в выделении границы возникает, когда глины системного тракта TST подстилаются песчаниками дельтовых фаший или перекрываются регрессивными баровыми телами прибрежного шельфа.

В этом типе разреза к системному тракту LST относятся песчаные фашии надводной дельтовой равнины с характерными признаками. Литологически они представлены песчаниками и алевролитами мелкозернистыми,

мелкокослоистыми с флазерной слоистостью за счет слоев углефицированного растительного детрита (УРД). В подошве пластов могут встречаться крупные обломки древесины и глинистые интракласты разного размера, что объединяет такие дельтовые тела с русловыми каналами группы континентальных фаший. Песчаные разности слабо биотурбированы, в алевролитах биотурбация сильнее, встречаются следы *Helminthopsis*, *Planolites*, *Phycosiphon*, *Chondrites*, *Asterosoma*, *Ophiomorpha*, *Arenicolites* (рис. 10). При отсутствии керна по ГИС комплекс системных трактов LST дельтовых отложений характеризуется ретроградационными и аградационными пакетами. Литологически переход коллекторов LST в глинистые пачки тракта TST постепенный, однозначно фиксируется только при наличии фациального анализа.

В зоне переходных разрезов Уватского района к системному тракту HST относятся пласты маломощных песчаников прибрежных тел фронтальной зоны пляжа. В отличие от песчаных прослоев системного тракта LST, они по мощности больше, литологически представлены более крупнозернистыми разностями. Песчаники в керне светло-серые, массивные, мелкоотмученные, плотные, на глинистом цементе, со слабовыраженной кривой слоистостью. В некоторых скважинах встречаются прослои крупнозернистых разностей, с мелкими обломками алевролитов мелкозернистых глинистых, подчёркнутые слойками и линзочками крупнозернистого алевролитового материала, в верхней части пластов коллекторов иногда наблюдается неравномерная полосчатая сидеритизация, породы насыщены мелким УРД. В фациальном отношении эти отложения интерпретируются как морские песчаники прибрежного шельфа. На кривых ГИС интервал системного тракта представлен серией проградационных. Литологически переход коллекторов системного тракта HST в глинистые пачки тракта TST достаточно резкий, его выделение в скважинах проблем не вызывает.

Вартовский тип разреза. На рисунке 11 приведена унифицированная схема строения секвенции интервала усть-балыкского горизонта в Вартовском ФР, показаны особенности соотношения общих толщин системных трактов между собой, для каждого системного тракта приведен характерный вертикальный фациальный ряд, составленный по материалам скважин Уватского района, приведены особенности литологии по керну и ГИС, показаны соотношения границ геологических и сейсмогеологических циклов.

Интервал усть-балыкского горизонта состоит из серии песчаных пачек, как правило, небольшой мощности до 10–15 м дельтового генезиса (ванденская свита), которые разделяются пачками глин шельфового генезиса (усть-балыкская свита). С позиций секвентной стратиграфии [7] в этом ФР интервал усть-балыкского стратиграфического горизонта в границах секвенций представлен сочетанием системных трактов TST+HST (глинистые толщи, флюидоупоры) и системного тракта LST (песчаные пласты группы БВ).

В данном типе разреза на территории Уватского района системные тракты TST и HST литологически почти не разделяются. По керну и по ГИС представляют единую литолого-фациальную глинистую толщу. Литологически толща представлена темно-серыми тонкослоистыми, линзовидными аргиллитами, переходящими вверх по разрезу

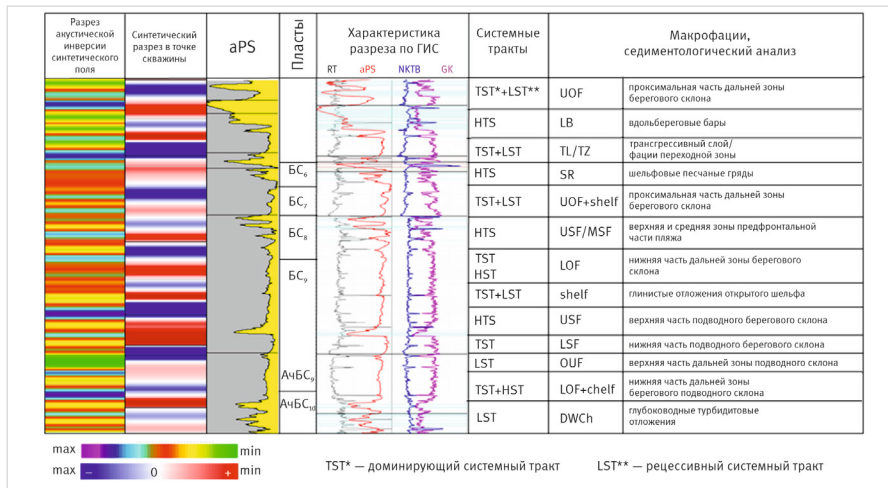


Рис. 12. Пример сопоставления синтетического сейсмического поля и сиквенстратиграфического строения неокомских отложений сургутского типа разреза

Fig. 12. An example of comparison of the synthetic seismic field and the sequence-stratigraphic structure of the Neocomian deposits of the Surgut-type section

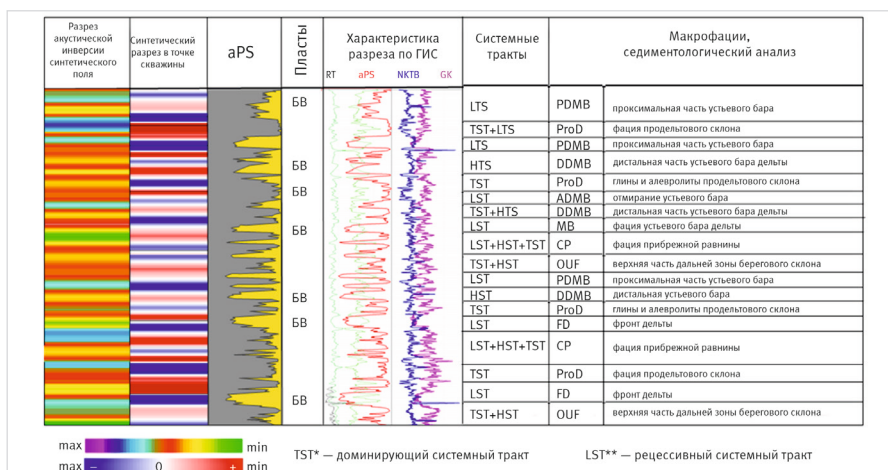


Рис. 13. Пример сопоставления синтетического сейсмического поля и сиквенстратиграфического строения неокомских отложений нижневартковского типа разреза

Fig. 13. An example of comparison of the synthetic seismic field and the sequence-stratigraphic structure of the Neocomian deposits of the Nizhnevartovsk-type section

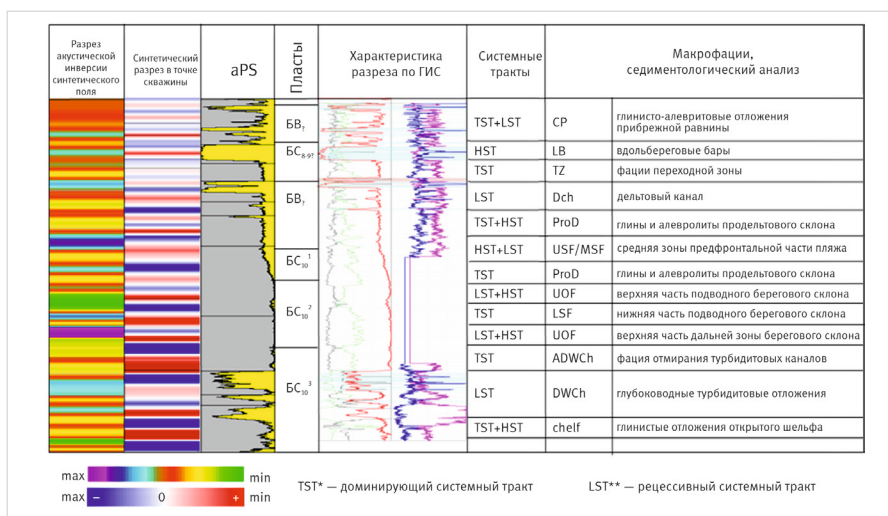


Рис. 14. Пример сопоставления синтетического сейсмического поля и сиквенстратиграфического строения неокомских отложений переходного типа разреза

Fig. 14. An example of comparison of the synthetic seismic field and the sequence-stratigraphic structure of the Neocomian deposits of the transitional-type section

в коричневато-серые, алевритистыми аргиллитами с комковатой текстурой, насыщенными большим количеством органических остатков (ризокреций), фрагментами углещифицированной древесины, следами ихнофашии (Planolites, Chondrites, Asterosoma, Skolites). По соотношению мощностей между этими системными трактами 80 % приходится на HST и 20 % на TST (рис. 12 а). В фашиальном отношении маломощный системный тракт TST представлен солоноватыми маршами смешанной или илстой приливо-отливной зоны прибрежной равнины, которые вверх по разрезу перекрываются отложениями озерно-болотных фашии тракта HST (пойменные отложения, палеопочвы, прослои лимнических углей). Поскольку в этом типе разреза тракт TST часто маломощный и слабо отличим от тракта HST (особенно при отсутствии ядерного материала), как самостоятельный тракт он выделяется редко, поэтому его условно относят в состав HST, из-за чего секвенция имеет вид, представленный на рисунке 11б. Верхняя граница системного тракта HST отбивается либо по кровле углей, которые являются сигнификаторами стабильного затопления береговой зоны шельфа, либо по кровле озерно-пойменных отложений. Нижняя граница соотносится с подошвой маршей или глин приливо-отливной зоны. При отсутствии ядра по ГИС комплекс системных трактов представлен серией ретроградационных и агградационных пакетов.

Системный тракт LST представлен песчаными фашиями авандельты (к ним относятся песчаники и алевролиты приливо-отливной генезиса, мелких дельтовых протоков, каналов, устьевых баров и конусов выноса авандельты). Литологически он состоит из мелкозернистых алевролитов горизонтально-слоистых, мелкокосослоистых песчаников и алевролитов с волновой рябью, УРД, встречаются структуры оползания, фазерная слоистость, биотурбация (Helminthopsis, Planolites, Phycosiphon, Teichichnus, Thalassinoides, Rhizocorallium). При отсутствии ядра по данным ГИС этот системный тракт представлен вертикальным рядом ретроградационных и агградационных пакетов.

Особенности привязки границ пластов усть-балыкского горизонта в разных фашиальных районах

Известно [9, 10], что литологические толщи разного состава имеют свои акустические свойства, другими словами — скорость и плотность. Из-за чего при изучении геологических объектов площадными методами 3D сейсморазведки на границах резкого изменения акустических свойств геологического разреза, например, на переходах глинистых толщ в песчаные пласты и наоборот, регистрируют коэффициенты отражения определенного знака и величины, которые зависят от степени разности акустических свойств на границах литологических толщ [10].

Совокупность коэффициентов отражения, полученных на каждом сейсмоприемнике, в рамках площади исследования при последующей обработке формирует куб сейсмических данных во временном масштабе, который дает возможность проследить сейсмические отражения, полученные от единых акустически выраженных границ, но не позволяет определить, от какой именно геологической границы получено сейсмическое отражение.

Отождествление сейсмических отражений с геологическими (литологическими)

границами выполняется с помощью одномерного геоакустического моделирования, которое заключается в сопоставлении сейсмической трассы из общего объема сейсмических данных в околоскважинном пространстве с синтетической трассой, рассчитанной с использованием данных геофизических исследований скважин (ГИС) в глубинном масштабе.

Связь данных во временном и глубинном масштабе обеспечивается за счет скоростного закона, полученного в результате вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Таким образом, сопоставление синтетических и сейсмических трасс по средствам одномерного геоакустического моделирования с использованием данных ВСП (вертикальное сейсмопрофилирование) позволяет выполнить отождествление геологических (литологических) границ с сейсмическими отражениями, и как следствие определить, какая геологическая граница вносит основной вклад в формирование того или иного отражения [11].

Помимо спектра полезного сигнала, в волновом сейсмическом поле 3D содержится и спектр шумовой компоненты, который осложняет интерпретацию сейсмических отражений и в случаях сложных геологических условий может привести к многовариантности решений.

Для установления геологических границ, которые вносят основной вклад в формирование сейсмических отражений, при наличии расширенного комплекса ГИС в скважинах, а именно скорости продольной и поперечной волн (акустический широкополосный каротаж), плотности пород (гамма-гамма плотностной каротаж) и сейсмического импульса, с помощью уравнения Аки-Ричардса можно смоделировать синтетическую сейсмограмму, не содержащую шумовую компоненту, что более точно отражает строение разреза в точке скважины в сейсмическом поле.

Комплексный анализ синтетических сейсмограмм и реальной картины волнового сейсмического поля в совокупности с сиквенс-стратиграфическим строением отложений позволяет более детально изучить условия формирования сейсмических отражений, избавленных от шумовой компоненты. Это позволяет определить, как геологические границы разных фашиальных районов в интервале усть-балыкского и аганского горизонтов неокосских отложений проявляют себя в волновом поле сейсмических данных. В дальнейшем это позволяет выполнить корректную корреляцию сейсмических отражений в переходных фашиальных зонах Уватского района.

На рисунках 12–14 приведены примеры с моделированием синтетических сейсмограмм и акустической инверсии синтетического поля в точках скважин разных фашиальных районов.

Совместный анализ этого моделирования с результатами расчленения разрезов с помощью методики секвентной стратиграфии показал, что при фазовой сейсмической корреляции между разными ФР часто сопоставляются не изохронные (в биостратиграфическом понимании) песчаные пласты, а отложения разных системных трактов (дихронные отложения).

Установлено, что из-за разного сочетания в разрезе системных трактов TST, HST, LST, разной мощности песчаных пачек в разных фашиальных районах и разной акустической

жесткости на границах системных трактов формируются отражающие волны определенного знака (рис. 6).

В сургутском типе разреза из-за малой мощности в интервале усть-балыкского горизонта отложений тракта LST и их глинистости, при отсутствии зачастую керна в этом интервале разреза, на кривых ГИС они слабо отличимы от пород тракта TST, поэтому в этом типе разреза оба тракта объединяют. В результате секвенция имеет вид: TST→HST→TST. По моделированию синтетического поля в точках скважин совместно с результатами акустической инверсии переход отложений тракта TST в отложения тракта HST на данных амплитудного куба маркируется фазой отрицательного знака, а переход HST в TST — фазой положительного знака.

В вартовском типе разреза из-за малой мощности отложений тракта HST и их глинистого состава строение секвенции выглядит как TST→LST→TST. По моделированию синтетического поля в точках скважин совместно с результатами акустической инверсии на данных амплитудного куба переход отложений тракта TST в отложения тракта LST (TST→LST) маркируется фазой положительного знака, то время как при переходе LST→TST — фазой отрицательного знака.

В переходном типе, где в разрезах наблюдается сложное сочетание системных трактов TST (глинистые пачки), LST (пласты БВ) и HST (пласты ВС), по моделированию синтетического поля в точках скважин совместно с результатами акустической инверсии на данных амплитудного куба переход в волновом сейсмическом поле выглядит следующим образом: при такой последовательности как TST→HST→LST→TST→LST→TST, на границах переходов HST→LST, TST→LST и HST→TST образуется волна положительного знака, в то время как на границах трактов LST→TST, TST→HST — фазы отрицательного знака.

Итоги

Благодаря выполненным комплексным исследованиям, основанным на изучении строения неокосских отложений Пихтово-Юганской зоны, по данным поисково-разведочного бурения Уватского района Тюменской области, и материалах сейсмических работ МОГТ 3D, выполнено одномерное моделирование синтетических сейсмограмм аганского и усть-балыкского горизонтов а также акустическая инверсия, что позволило определить, какая из геологических границ глинистых пачек и песчаных пластов усть-балыкской (Сургутский ФР) и ванденской свит (Нижевартовский ФР) вносит основной вклад в формирование того или иного ОГ в разных фашиальных районах.

В ходе анализа установлено, что в интервале усть-балыкского горизонта в разрезах морского генезиса (сургутский тип) за счет доминирования в них системных трактов TST и HST на их границе в кровле песчаников фиксируются известковистые прослои, которые являются акустически контрастными границами, с которыми связаны ОГ положительного знака. Разрезы усть-балыкского горизонта, состоящие из песчаных пластов смешанной фашиальной природы, включающие группу шельфовых и дельтовых фаший, с позиций стратификации отложений представлены сочетанием системных трактов TST, HST и LST.

Выводы

Рассмотрение особенностей строения неокосских отложений аганского и усть-балыкского горизонтов на основе материалов керна и ГИС с помощью методики секвентной стратиграфии позволило изучить разрезы Сургутского, Нижевартовского ФР и переходной между ними фашиальной зоны с позиций цикличности осадконакопления и понимания формирования наиболее значимых для сейсмического сигнала геологических границ.

Анализ результатов одномерного акустического моделирования синтетических трасс в интервале неокосских пластов усть-балыкского горизонта показал, что при фазовой сейсмической корреляции между разными ФР часто сопоставляются не изохронные (в биостратиграфическом понимании) пласты, а отложения разных системных трактов. Это происходит по причине разного сочетания в разрезе трактов TST, HST и LST в разных ФР формирует на границах таких переходов отражающие горизонты определенного знака.

Таким образом, при сопоставлении пластов группы БС из Сургутского ФР с пластами группы БВ Нижевартовского ФР по результатам фазовой корреляции (по положительным фазам) недостаточно использовать индексацию по решениям МСК [4]. Необходимо учитывать особенности формирования отражающей волны положительного знака от кровли или от подошвы песчаных пластов того или иного системного тракта: у морских песчаников (тракт HST) — от кровли пласта, у песчано-алевритовых пород фаший прибрежной (дельтовой) равнины (тракт LST) — от подошвы песчаного пласта.

Литература

1. Сафонов В.Г., Зервандо К.Ю. Развитие геолого-разведочного проекта в Уватском районе на юге Западной Сибири // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». 2015. № 3. С. 10–13.
2. Кулагина С.Ф., Кайгородов Е.П., Рубина Т.В. Реабилитация и комплексная сейсмогеологическая интерпретация региональных профилей в пределах ХМАО — Югры. Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2008. С. 91–103.
3. Кулахметов Н.Х., Никитин В.М., Ясович Г.С., Валицкий Ю.И. Особенности корреляции шельфовых отложений неокома Среднего Приобья с применением сейсморазведки МОГТ // Геология нефти и газа. 1983. № 5. С. 44–47.
4. Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 36. Спб.: ВСЕГЕИ, 2006. 64 с.
5. Решение VI Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. Новосибирск: СНИИГИМС, 2004. 114 с.
6. Emery D., Myers K. Sequence stratigraphy. Blackwell science Ltd, 1996, 263 p. (In Eng).
7. Catuneanu O. Sequence stratigraphy of clastic systems: concepts, merits, and pitfalls. Journal of African Earth Sciences, 2002, Vol. 35. P. 1–43. (In Eng).

8. Лебедев М.В. Секвенс-стратиграфия субконтинентальных резервуаров верхней части танопчинской свиты Минховского месторождения (север Западной Сибири). Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. 374 с.
9. Корнев В.А. Обобщение материалов сейсморазведки с целью прослеживания наклонных отражающих границ в низах неокома Сургутского свода и на прилегающих землях // Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири. Вып. 84. 1977. С. 118–124.
10. Нежданов А.А. Геологическая интерпретация сейсморазведочных данных // Курс лекций: ТюмГНГУ. 2000. 133 с.
11. Корнев В.А. Прогнозирование объектов для поисков залежей углеводородного сырья по сейсмогеологическим данным (на примере осадочного чехла Западной Сибири) // Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. 374 с.

ENGLISH

Results

The comprehensive studies carried out based on the study of the structure of the Neocomian deposits of the Pikhtovy-Yugan zone according to the exploration drilling data from the Uvat Area of the Tyumen Region and seismic 3D CDP materials resulted in one-dimensional modeling of synthetic seismic gathers of the Agan and Ust-Balyk horizons which allowed determining which of the geological boundaries of clay members and sand reservoirs of the Ust-Balyk (Surgut FZ) and the Vandensky Series (Nizhnevartovsk FZ) make the main contribution to the formation of certain re-reflectors in various facies zones.

The analysis allowed to find out that in the Ust-Balyk horizon interval within the marine sections (Surgut type), due to the TST and HST dominance, calcareous interlayers are interpreted at their boundary in the top of sandstones which are acoustically contrasting boundaries associated with positive reflectors. The Ust-Balyk cross-sections, consisting of mixed-facies sand units, including a group of shelf and delta facies, from the standpoint of sediment stratification, are represented by a combination of TST, HST and LST system tracts.

Conclusions

The analysis of the structural features of the Neocomian deposits within the Agan and Ust-Balyk horizons based on core and well logging data

using the sequence-stratigraphy method allowed us to study the cross-sections of the Surgut and Nizhnevartovsk facies zones and the transitional facies zone from the standpoint of cyclic sedimentation and understanding the formation of geological boundaries most significant for a seismic signal.

The analysis of the results of one-dimensional acoustic modeling of synthetic traces in the interval of the Neocomian strata of the Ust-Balyk horizon showed that in the case of phase seismic correlation between different facies zones, not the isochronous (in the biostratigraphic sense) strata are often compared, but the deposits of different system tracts. This is due to a different combination in the TST, HST, and LST tract sections in various facies zones, thus reflectors of a certain sign are formed at the boundaries of such transitions.

Thus, when comparing the BS groups of units from the Surgut FZ with the BV units of the Nizhnevartovsk FZ according to the results of phase correlation (by positive phases), it is not enough to use the coding according to the MSC decisions [4]. The peculiarities of the formation of a positive reflecting wave from the top or from the bottom of sand units of a particular system tract should be taken into account: in marine sandstones (HST tract) – from the top of the unit, in sand-siltstone rocks of the coastal (delta) plain (LST tract) facies – from the bottom of the sand unit.

References

- Safonov V.G., Zervando K.Yu. Development of exploration project in the Uvat area, south of Western Siberia. Nauchno-tekhnicheskiy vestnik OAO "NK "Rosneft", 2015, issue 3, P. 10–13. (In Russ).
- Kulagina S.F., Kaigorodov E.P., Rubina T.V. Rehabilitation and complex seismogeological interpretation of regional profiles within the KhMAO-Yugra. Ways of realizing the oil and gas and ore potential of KhMAO-Yugra. Khanty-Mansiysk: 2008, P. 91–103. (In Russ).
- Kulakhmetov N.H., Nikitin V.M., Yasovich G.S., Valitsky Yu.I. Regularities of correlation of Neocomian shelf deposits in the Middle Ob district using seismic exploration by common depth point method (CDPM). Geology of oil and gas, 1983, issue 5, P. 44–47. (In Russ).
- Resolution of the interdepartmental stratigraphic committee and its standing commissions. Vol. 36. St. Petersburg: VSEGEI, 2006. 64 p. (In Russ).
- Decision of the VI interdepartmental stratigraphic meeting on consideration and adoption of refined stratigraphic schemes of mesozoic sediments of Western Siberia, Novosibirsk, 2003. Novosibirsk: SNIIGiMS, 2004. 114 p. (In Russ).
- Emery D., Myers K. Sequence Stratigraphy. Blackwell science Ltd, 1996, 263 p. (In Eng).
- Catuneanu O. Sequence stratigraphy of clastic systems: concepts, merits, and pitfalls. Journal of African Earth Sciences, 2002, Vol. 35. P. 1–43. (In Eng).
- Lebedev M.V. Sequence stratigraphy of the subcontinental reservoirs of the upper part of the Tanopchinsky formation of the Minkovsky deposit (north of Western Siberia). Tyumen: TSU, 2000, 374 p. (In Russ).
- Kornev V.A. Generalization of seismic survey materials for the purpose of tracing inclined reflecting boundaries in the lower reaches of the Neocomian of the Surgut arch and on adjacent lands. Geology and exploration of oil and gas fields in Western Siberia, 1977, Vol. 84, P. 118–124. (In Russ).
- Nezhdanov A.A. Geological interpretation of seismic data. Course of lectures. Tyumen: TSU, 2000, 133 p. (In Russ).
- Kornev V.A. Forecasting of objects for the search of hydrocarbon deposits based on seismogeological data (on the example of the sedimentary cover of Western Siberia). Tyumen: TSU, 2000, 374 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Елишева Ольга Владимировна, эксперт по геологии, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
Для контактов: ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Elisheva Olga Vladimirovna, expert in geology, hydrocarbon potential department, "Tyumen petroleum research center" LLC, Tyumen, Russia
Corresponding author: ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Сильягина Наталья Владимировна, главный специалист отдела геологии и сейсмической интерпретации сейсмических данных, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Silnyagina Natalya Vladimirovna, chief specialist, department of geology and seismic interpretation, "Tyumen petroleum research center" LLC, Tyumen, Russia

Шахов Андрей Васильевич, заведующий сектором динамической интерпретации сейсмических данных, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Shakhov Andrey Vasilevich, section head, dynamic interpretation of seismic data, "Tyumen petroleum research center" LLC, Tyumen, Russia

Зервандо Яна Владимировна, ведущий специалист отдела геологии и сейсмической интерпретации сейсмических данных, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия

Zervando Yana Vladimirovna, lead specialist, department of geology and seismic interpretation, "Tyumen petroleum research center" LLC, Tyumen, Russia