

ТИПИЗАЦИЯ РАЗРЕЗОВ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАК ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ ФАЦИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ МОГТ 3D

Ольга Владимировна Елишева

ООО «ТННЦ», 625048, Россия, г. Тюмень, ул. Максима Горького, 42, эксперт по геологии управления ГРП-Уват, тел. (3452)55-00-55, доп. 6960, e-mail: ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

Статья посвящена вопросам прогноза коллекторов в континентальных отложениях на основе комплексирования результатов динамической интерпретации сейсмических данных МОГТ 3D и фациального моделирования. Считается, что прямым носителем информации о петрофизических свойствах коллекторов и их мощности являются результаты бурения. Однако на территории Уватского района на поисковом этапе ГРП объем бурения сильно ограничен и карты эффективных толщин рассчитываются по результатам динамической интерпретации сейсмических данных. Часто такие карты несут погрешности до 5 м и более, поэтому такой прогноз всегда контролируется фациальными обстановками, построенными по данным керна и геофизических исследований скважин. Чтобы корректно сопоставить прогноз коллекторов по геологическим и сейсмическим данным, в статье предложен подход типизации разрезов континентальных отложений, где показано, что каждый тип разреза характеризуется не только определенным набором песчаных литотипов с разными фильтрационно-емкостными свойствами, но и определенными суммарными толщинами коллекторов. Использование такого подхода позволяет построить адекватные фактурным данным фациальные модели континентальных отложений, и корректно сопоставить им распределение коллекторов по сейсмическим данным.

Ключевые слова: типизация разрезов, фациальные модели, коллекторы, тюменская свита, континентальные фации, поперечные профили аллювиально-аккумулятивных равнин.

RECOGNIZING AND CHARACTERIZING THE TYPES OF THE SECTIONS OF CONTINENTAL DEPOSITS AS THE FRAMEWORK FOR BUILDING FACIES MODELS ACCORDING TO THE AMPLITUDE INTERPRETATION OF 3D SEISMIC DATA

Olga V. Elisheva

ООО «ТННЦ», 42, Maxima Gorkogo St., Tyumen, 625048, Russia, Expert-geologist of the Department GRR-Uvat, phone: (3452)55-00-55, extension 6960, e-mail: ovelisheva@tnnc.rosneft.ru

The article is devoted to the prediction of reservoirs in continental sediments on the basis of combining the results of dynamic interpretation of 3D seismic data and facies modeling. It is believed that the direct carrier of information about the petrophysical properties of reservoirs and their power are the results of drilling. However, in the territory of the Uvat district at the prospecting stage of exploration drilling volume is very limited and maps of effective thicknesses are calculated based on the results of dynamic interpretation of seismic data. Often such maps have errors of up to 5 m or more, so this forecast is always controlled by facies conditions, built according to the core and geophysical studies of wells. In order to correctly compare the forecast of reservoirs according to geological and seismic data, the article proposes an approach to the typification of continental sediment sections, which shows that each type of section is characterized not only by a certain set of sand lithotypes with different filtration and capacitive properties, but also by certain total reservoir

thicknesses. The use of this approach allows us to construct facies models of continental sediments adequate to the texture data, and to correctly compare the distribution of reservoirs by seismic data.

Key words: typing section, facies models, collectors, Tyumen Suite, continental facies, transverse profiles of alluvial-accumulative plains.

На этапе современных поисково-разведочных работ геологические модели продуктивных пластов континентального генезиса, построенные на основе сейсмических данных МОГТ 3D, являются важным инструментом при поиске залежей углеводородов (УВ). Как правило, качество и достоверность этих моделей зависят от четкого понимания геологами фациальных и постдиагенетических процессов, определивших особенности строения пластов и от методических подходов, использующихся при создании таких моделей.

На территории Уватского района одним из основных объектов по выявлению залежей УВ является интервал среднеюрских отложений, в объеме пластов Ю₂₋₄ тюменской свиты, где разрез представлен отложениями континентального генезиса, состоящими из чередования песчаников и алевролитов различной размерности, аргиллитов и углей.

Ежегодное открытие на территории лицензионных участков Уватского района нефтяных месторождений в этих отложениях свидетельствует о том, что нефтеносный потенциал среднеюрского резервуара до конца не исчерпан и представляет интерес для поисков новых залежей УВ. Однако выявление залежей осложнено специфическими чертами строения пластов тюменской свиты, связанного с частыми фациальными замещениями, латеральной и вертикальной неоднородностью и, как следствие неоднородности коллекторов, которые имеют мозаичный характер развития по разрезу и по площади [3].

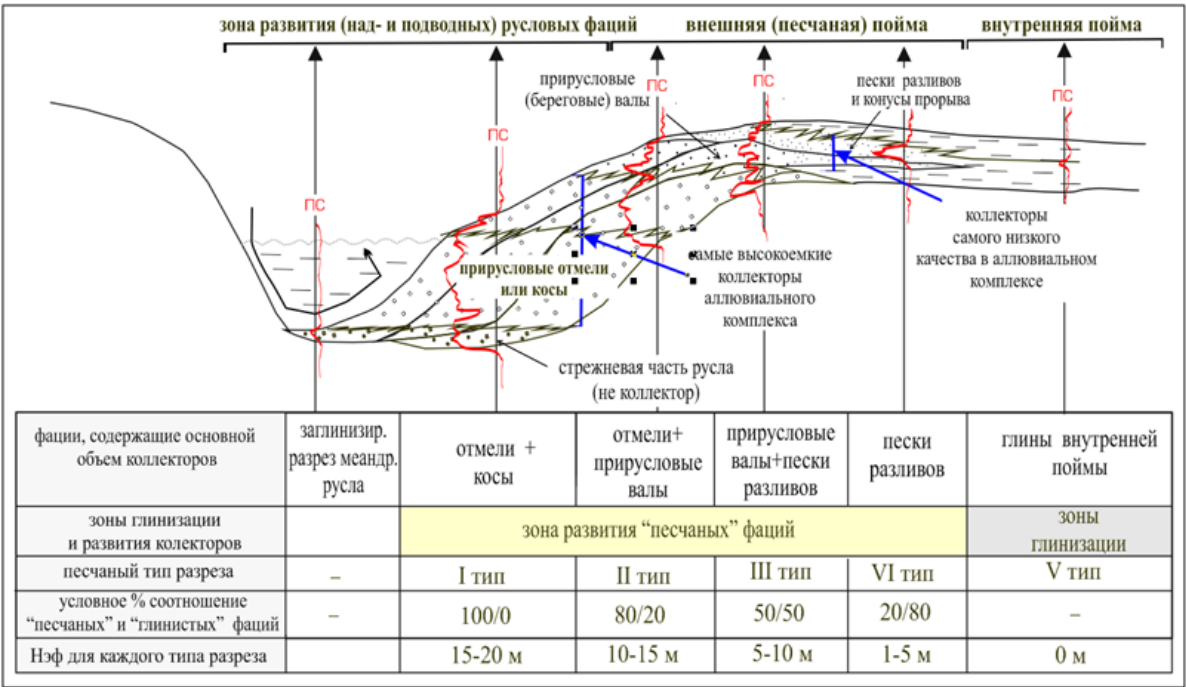
Резервуары пластов тюменской свиты состоят из песчаных литотипов с разными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) и характеризуются сложным сочетанием в разрезе и по площади, поэтому выявление залежей в континентальных отложениях связано с двумя проблемами: 1) с корректным выявлением зон глинизации и 2) низкой подтверждаемостью эффективных толщин, рассчитанных через зависимости «Нэф - сейсмический атрибут» на основе интерпретации динамических параметров волнового поля МОГТ 3D.

Многолетний опыт ГРП на территории Уватского района показывает, что указанные риски можно снизить за счет разработки принципиальной модели развития коллекторов по площади и в разрезе через типизацию разрезов содержащих разные фациальные петро-литотипы совокупность которых характеризуется разными суммарными эффективными толщинами.

Согласно опубликованным данным по современным речным системам [5], в поперечном профиле аллювиально-аккумулятивных равнин, где развиты широко меандрирующие речные системы, резервуары представлены телами, состоящими из сочетания песков русловых отмелей, кос, вдольбереговых валов, занимающих большие территории. За счёт частой миграции русел, последовательность залегания фациальных тел по латерали и в разрезе сильно нарушена. В отличие от такого типа аллювиально-аккумулятивных равнин в долинах рек

слабо меандрирующего типа песчаные тела отмелей, береговых валов и песков разливов, генетически связанные между собой по латерали, располагаются в определенной последовательности относительно основного русла, что облегчает восстановление фациальных обстановок по площади. При этом зоны развития потенциальных коллекторов по площади значительно меньше, основную часть занимают зоны глинизации.

На рис. 1 приведена принципиальная схема развития типов разрезов в пределах поперечного профиля аллювиально-аккумулятивных равнин с речными системами меандрирующего типа. Все песчаные и глинистые фации сгруппированы в две крупные обстановки: речных долин и пойм.



Распределение доминирующих фаций в зоне русловой долины и зоне поймы

речная долина	пойма
фации: речные каналы, русловые косы, прирусловые отмели (меандровые бары) песчаные тела внешней поймы (прирусловые валы, конусы выноса, пески разливов)	фации: глины внутренней поймы глины озерного мелководья углисто-глинистые осадки болот
«песчаные» фации	«глинистые» фации
коллектор	неколлектор

Пример распределения фаций по керну в скважинах Уватского проекта

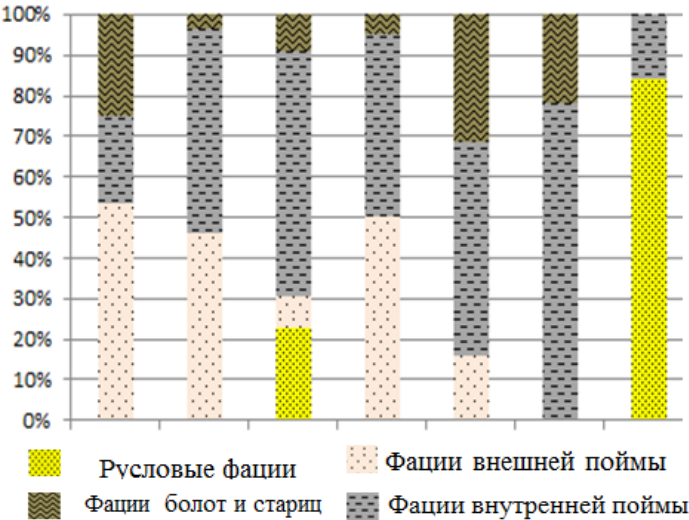


Рис. 1. Концептуальное строение поперечного профиля аллювиально-аккумулятивных равнин рек меандрирующего типа

Из песчаных фаций к речной долине отнесены: русловые косы и русловые отмели, которые по классификации Ханина А.А. соответствуют резервуарам I-III класса. Также есть разрезы, с преобладанием глинистых фаций, состоящих из старичных отложений, вскрывающиеся, как правило, в границах очень узких «шнурковых» тел. Такой тип разреза формировался на этапе отмирания речной системы, когда русла заиливались, до перекрытия их торфяниками и углями. Территория поймы по доминированию в ней алевритовых и глинистых отложений делится на две зоны. Первая, так называемая внешняя «песчаная» часть поймы, кроме углисто-глинистых отложений содержит небольшие песчаные тела русловых валов, разрывные каналы и конусы выноса. Коллекторы «песчаной» поймы имеют небольшие эффективные мощности. По классификации Ханина А.А. они соответствуют коллекторам IV класса. Вторая зона – «внешняя» пойма, представлена чисто глинистыми разрезами, здесь развиты фации: низинных болот, глины озерного глубоководья и стариц [1, 6].

Для континентальных отложений выделено 5 типов разрезов, из которых первые четыре соответствуют зоне развития алеврито-песчаных фаций речной долины и «внешней» части поймы, сопоставляемых с зонами развития коллекторов различной мощности. Пятый тип отвечает заглинизированным разрезам «внутренней» поймы и соответствует участкам зон глинизации.

В зоне развития разрезов *I типа*, занимающих центральные части речных долин, отложения почти на полную мощность состоят из крупных чередующихся в разрезе песчаных тел русловых каналов, русловых отмелей и прирусловых кос. По классификации Ханина А.А. [4] с этим типом разреза связывается доминирование в разрезе коллекторов III класса. Отложения, как правило, представлены хорошо и средне-сортированными среднезернистыми песчаниками с глинистым цементом порового типа. Наличие мелкой, косой ряби течения, линзовидно-волнистой слоистости, интракластов глинистых пород и галек сидерита, ориентированных по наслоению, большое число резких эрозионных границ, включений крупных обломков углефицированной древесины характеризует отложения, как пески, накопившиеся в условиях активно мигрирующих речных русел и прирусловых отмелей [1] (рис. 2).

Согласно интерпретации ГИС, разрезы этого типа характеризуются максимальными суммарными мощностями коллекторов, которые могут достигать 15-20 м. Иногда в зонах развития разрезов I типа выделяются участки, которые по петро-упругим параметрам волнового сейсмического поля выделяются как зоны развития уплотненных разностей. Предполагается, что это связано с вторичным изменением порового пространства коллекторов русловых фаций за счет карбонатизации, сидеритизации и окремнения [2, 6]. Из-за этого на картах эффективных прогнозных толщин, построенных по результатам динамической интерпретации сейсмических данных 3D, такие участки часто воспринимаются сейсмическим сигналом как зоны отсутствия или малой мощности коллекторов.

Разрезы *II типа* генетически по латерали связаны с разрезами I типа, сменяя последние по направлению от основного руслового канала в сторону внешней песчаной поймы. Формирование разрезов такого типа происходило на уча-

стках речной долины, где русла мигрировали слабо [1]. Песчаная часть отложений, как правило, представлена сочетанием фаций русловых отмелей и вдольбереговых валов, которые занимают 80 % от общего объёма пластов. Тела отмелей сложены в основном среднезернистыми песками, размерность которых к подошве увеличивается до гравелитов включительно. Глинистые разности составляют в разрезе не более 10 % (рис. 3).

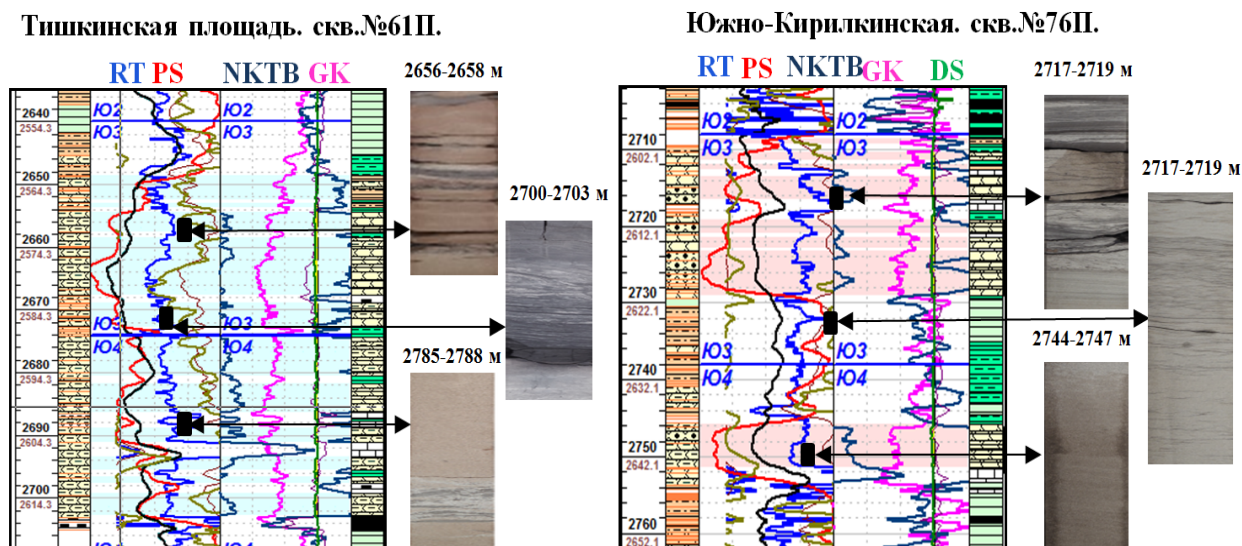


Рис. 2. Литофациальная характеристика континентальных разрезов I типа

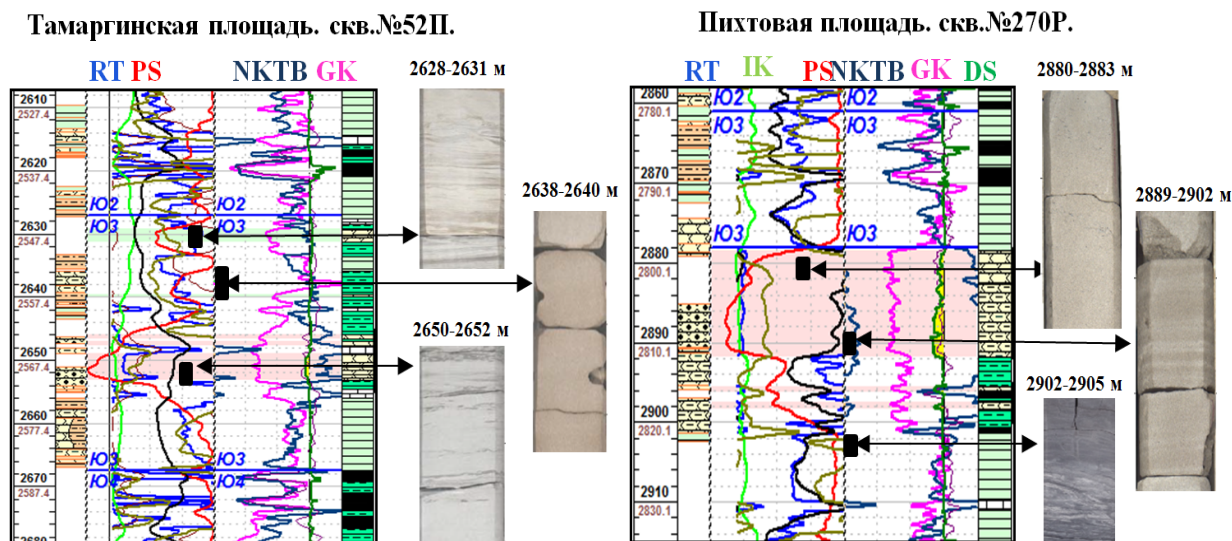


Рис. 3. Литофациальная характеристика континентальных разрезов II типа

В отличие от русловых отмелей, вдольбереговые валы характеризуются неоднородным, сложным строением, что сказывается на снижении ФЕС. По классификации Ханина А.А. [4], коллекторы разрезов II типа тяготеют к коллекторам III-IV класса. В керне скважин отложения представлены мелко-

среднезернистыми фракциями, обогащенными мелкими и крупными стяжениями сидерита, углефицированного растительного детрита (УРД). Слоистость пород пологоволнистая, встречается мелкая, косая рябь течения. Алевролиты часто заглинизированы, насыщены стяжениями пирита и зернами сидерита, содержат много УРД, следов биотурбации (*Planolites*, *Paleophucus*). Аргиллиты насыщены большим количеством углефицированных корней растений. Особенности седиментологического строения характеризуют эти отложения, как осадки, которые накопились в пределах прирусловых валов, периодически затоплявшихся во время паводков [6]. По данным бурения в разрезах II типа суммарная эффективная мощность пород-коллекторов может достигать 10-15 м, в среднем составляя 12 м.

В зонах развития разрезов *III типа* отложения формировались на периферии речной долины в непосредственной близости от фациальных обстановок внешней прирусловой части песчаной поймы, где в разрезе доминировали фации вдольбереговых валов. В отличие от разрезов I-II типа, где высокоёмкие коллекторы генетически связаны с песками русловых фаций, проницаемые коллекторы состоят из крупнозернистых алевролитов и средне-мелкозернистых песчаников, составляющих тела прирусловых валов, которые от цикла накопления к циклу захоронения перекрывались маломощными прослоями фации песков разливов. Глинистых разностей больше, чем в разрезах I-II типа. Как правило, они обильнее насыщены УРД, однако, чисто углистые отложения встречаются редко. Согласно классификации Ханина А.А. [4] коллекторы этого разреза характеризуются как резервуары не выше III класса (рис. 4).

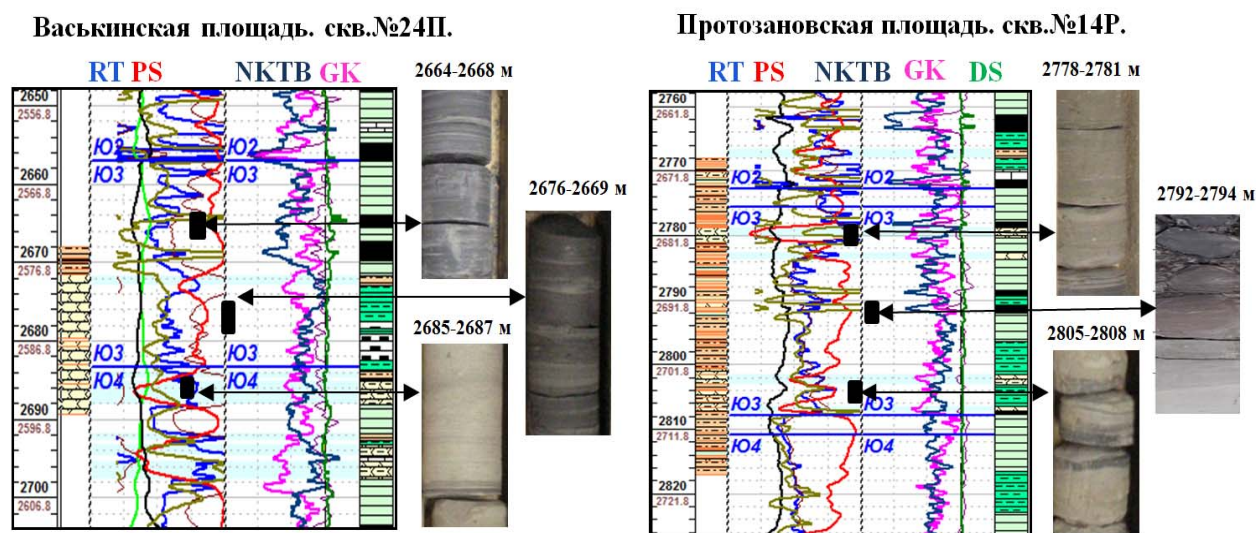


Рис. 4. Литофациальная характеристика континентальных разрезов III типа

Разрезы *IV типа* характеризуют толщу осадков, сформировавшихся в границах аккумулятивной речной долины, где доминировали фации внешней «песчаной» поймы [1]. В отличие от разрезов I, II и III типов, содержащих наи-

более мощные, высокоёмкие коллекторы, литотипы пород-коллекторов разрезов IV типа представлены алевролитами, генетически связанными с периферийными частями прирусловых валов и с зонами развития песков разливов. В этом типе разреза глинистые разности доминируют, содержат большое количество небольших прослоев углей и УРД (рис. 5).

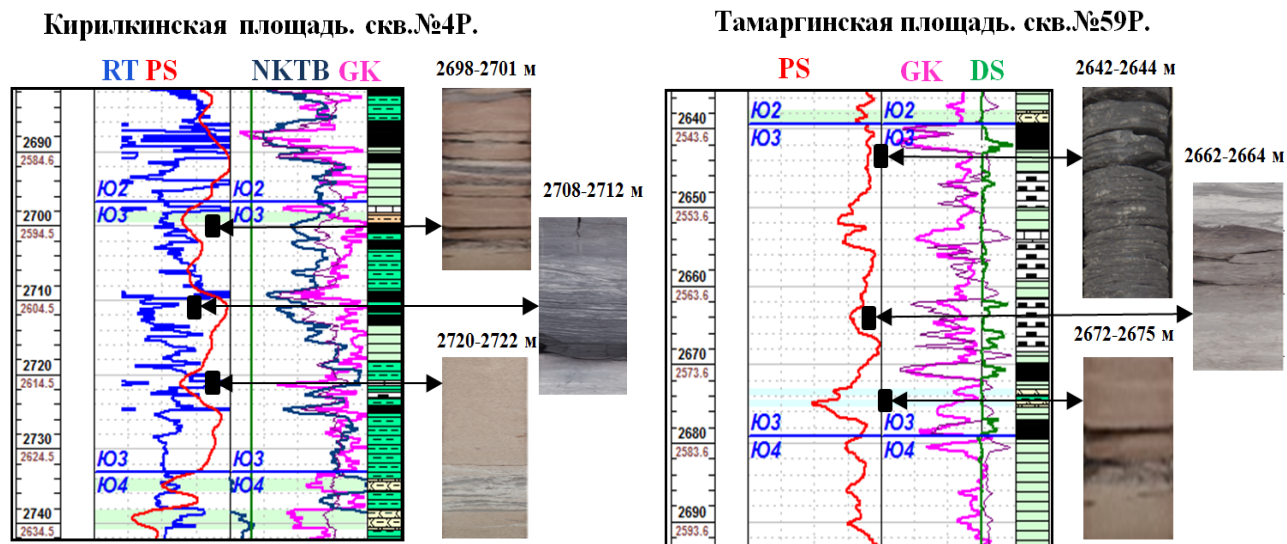


Рис. 5. Литофациальная характеристика континентальных разрезов IV типа

В аллювиально-пойменном комплексе активно меандрирующего типа такие разрезы, как правило, встречаются в междурусловых пространствах рек небольшого размера. По описанию керна глинистые разности представлены плотными аргиллитами, содержащими большое количество трещиноватых блестящих черных углей толщиной от 0,3 м до 1,5 м. Песчаная часть разрезов состоит из небольших алевритовых прослоев среднезернистой и глинистой размерности. Доминирование в разрезе горизонтальной тонкой, ленточной, градиационной слоистости, нарушенной корневыми системами растений, наличие стяжений и сыпи пирита, зерен сидерита, большого количества УРД, свидетельствуют о формировании осадков в обстановках заболоченных пойм, со слабой дренажной системой [5]. По классификации Ханина А.А. [4] коллекторы этого типа разреза соответствуют резервуарам IV-V классов.

Кроме разрезов, содержащих песчаные фации, существуют разрезы, совсем не содержащие пород-коллекторов. В фациальном отношении такие разрезы имеют связь с районами «внутренней» поймы, где доминируют глинистые и глинисто-углистые отложения. Разрезы объединены в *V тип*. В кернах отложения представлены аргиллитами и небольшими, маломощными прослоями сидеритизированных алевролитов. Текстура пород линзовидно- и горизонтально-слоистая. Пойменная природа отложений подтверждается наличием большого количества обугленных корневых систем и углей.

Выводы. Предложенная типизация континентальных разрезов позволяет сопоставить между собой результаты прогноза эффективных толщин по данным динамической интерпретации сейсмических материалов МОГТ 3D и результатов фациального моделирования по керну и ГИС. Установлено, что в фациальной зоне, где резервуар для УВ состоит из группы русловых фаций, суммарная мощность коллекторов может составлять от 15 м до 20 м и более. В границах фациальной зоны с доминированием в разрезе песчаных фаций русловых валов, прорывных каналов и конусов выноса эффективные мощности коллекторов могут варьировать от 10 м до 15 м. В фациальной зоне, где основная доля коллекторов связана с фациями песков разливов и проксимальных частей конусов выноса, мощность коллекторов, как правило, не превышает 5 м, составляя в среднем 3-2 м, а иногда и меньше метра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баробошкин Е.Ю. Практическая седиментология терригенных резервуаров. Пособие по работе с керном. – Тверь : Изд-во ГЕРС, 2011. – 152 с.
2. Поднебесных А.В. Кузнецов С.В., Овчинников В.П. Основные типы вторичные изменений пород-коллекторов на территории Западно-Сибирской плиты // Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 26–30.
3. Сафонов В.Г., Зервандо К.Ю. Развитие геологоразведочного проекта в Уватском районе на юге Западной Сибири // Научно-технический Вестник ОАО «НК «Роснефть»». – 2015. – № 3. – С. 10–13.
4. Ханин А.А. Породы – коллекторы нефти и газа нефтегазоносных провинций СССР // М. : «Недра», 1973. – 304 с.
5. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излуины // М. : Изд-во «МГУ», 2004. – 371 с.
6. Чернова О.С. Седиментология резервуара: учебное пособие по короткому курсу. – Томск : Изд-во ЦППС НД, 2009. – 250 с.

© О. В. Елишева, 2019