

ГЕОЛОГИЯ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

УДК: 551.351: 551.735

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕЛЬТОВЫХ ФАЦИЙ РАННЕГО ВИЗЕ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НГП

© Староверов В.Н., Сизинцев С.В.

АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики», г. Саратов

DOI:10.24412/1997-8316-2023-111-4-26

Аннотация: породы нижнего визе и косьвинского горизонта турнейского яруса широко распространены на территории Волго-Уральской НГП, в большинстве районов провинции они формировались в пределах дельтовых фаций. Изучение данных отложений представляет значительный практический интерес, так как к ним приурочен целый ряд месторождений УВ с ловушками структурного и экранированного типов. В статье рассмотрены общие закономерности распространения и строения дельтовых комплексов. Наиболее важными факторами их формирования являлись стратиграфический диапазон образования, внутреннее строение дельт и циклический сценарий развития.

Ключевые слова: бобриковский горизонт, фациальные последовательности, дельтовые комплексы, цикличность.

E-mail: staroverovvn@gmail.com

THE MAIN REGULARITIES OF THE EARLY VISE DELTAIC FACIES FORMATION WITHIN THE VOLGA-URAL OIL AND GAS PROVINCE

© Staroverov V., Sizintsev S.

Nizhne-Volzhsky Research Institute of Geology and Geophysics JSC

Abstract: the rocks of the Lower Vise and the Kosvinian horizon of the Tournaisian stage are widespread within the territory of the Volga-Ural oil and gas province. In most regions of the province they were formed within the deltaic facies. The study of the considered deposits is of considerable practical interest, since a number of hydrocarbon deposits with traps of structural and screened types are associated with them. The article considers the general patterns of distribution and structure of deltaic complexes. The most important factors of their formation were the stratigraphic range of formation, the internal structure of the deltas, and the cyclic development scenario.

Key words: bobrikov horizon, facies sequences, deltaic complexes, cyclicity.

ВВЕДЕНИЕ

Терригенные образования нижнего визе и косьвинского горизонта чрезвычайно широко распространены на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП). Для них характерна пестрота литологического состава, доминирование песчаных литотипов, образование пород происходило в разнообразных условиях осадконакопления. В строении терригенного комплекса нижнего визе участвуют отложения различных генетических типов и подтипов, осаждающиеся в соответствующих фациальных обстановках. Среди последних наибольший теоретический и практический интерес представляют дельтовые комплексы, относительно равномерно распространенные по всей территории исследований. К ним приурочена основная масса залежей углеводородов, открытых как в классических структурных ловушках, так и в ловушках литологически экранированного типа. В настоящее время отсутствует общепринятая методика выявления таких ловушек (по существу, нет даже общепринятой классификации), и потому их открытие в большинстве случаев носит случайный характер при разведке классических месторождений УВ.

К сожалению, до сих пор не решена фациальная проблема нижневизейского комплекса и не разработана его седиментационная модель, представляющая собой закономерную последовательность генетических типов отложений, сменяющих друг друга по направлению к палеоберегу, и отражающая латеральные изменения физико-географических обстановок осадконакопления. В этой связи возникает важная задача определения общих закономерностей строения дельтовых комплексов и выработка критериев для их типизации.

Изучение ловушек неструктурного типа, проведенное АО «НВНИИГГ» для всей территории Волго-Урала, способствовало решению данной задачи. В результате были

установлены следующие общие закономерности.

1. НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЛЬТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НИЖНЕГО ВИЗЕ ПО ТЕРРИТОРИИ ПРОВИНЦИИ

Палеогеографическая ситуация рассматриваемого этапа принципиально отличалась от физико-географических условий девонского периода. Это объясняется рядом следующих причин. Во-первых, визейскому веку предшествовал продолжительный этап карбонатонакопления в течение позднего девона и турнейского века. В результате все источники сноса на территории Волго-Урала оказались перекрыты мощным чехлом карбонатных пород. Терригенные компоненты могли попадать в конечный водоем стока только из удаленных участков континентальной суши в центральной части Восточно-Европейской платформы. Во-вторых, к началу рассматриваемого этапа была сформирована Камско-Кинельская система прогибов (ККСП), игравшая ключевую роль в процессе седиментогенеза в центре и в северных районах провинции. В-третьих, на рубеже турнейского и визейского веков Русская платформа, в том числе и значительная часть территории Волго-Урала испытали очередной подъем. Произошло обмеление и значительное сокращение морского бассейна до границ нескомпенсированной ККСП. Сформировался контрастный рельеф с амплитудой в несколько сотен метров. На водосборных площадях происходили процессы интенсивного карстообразования, в результате которых высвобождалось огромное количество глинистого материала, вступавшего затем на путь миграции.

На основании изложенного считаем, что к палеогеографической картине рассматриваемого этапа не приемлем традиционный алгоритм выделения фациальных обстановок, а необходима разработка новых принципов их картирования. Предлагается всю

изученную территорию разделить на три палеогеографические мегазоны: северо-западная, континентальная, окруженная поясом аванделът; центральная, включающая морской пролив в пределах ККСП и примыкающие пространства прибрежной суши; юго-восточная, занятая эпиконтинентальным морским бассейном.

1.1. Мегазона континентальных обстановок с поясом аванделът

Площадь распространения этой мегазоны охватывает западные и северо-западные районы Волго-Уральской НГП. Здесь на рубеже турнейского и визейского веков произошел региональный подъем краевой части Восточно-Европейской платформы и образовалась обширная материковая суша, которая включала Сысольско-Коми-Пермяцкий район, Немский выступ Северо-Татарского палеосвода, Токмовский и Жигулевский палеосво-

ды с их восточными склонами. В пределах рассматриваемой мегазоны выделены две палеогеографические обстановки (рис.1).

1.1.1. Континентальные обстановки с аллювиально-дельтовыми равнинами (I-1a)

Распространение этой зоны отличается незначительным развитием пород нижнего визе. Практически весь рассматриваемый регион представлял собой область денудации, транспортировка обломочного материала могла происходить только за счет удаленных приподнятых участков Коми-Пермяцкого и Котельнического сводов, так как суша в контурах НГП была сложена карбонатной толщей фаменско-турнейского возраста.

Рельеф палеосуши полого опускался на юго-восток, и эрозионно-денудационная поверхность переходила в аллювиально-

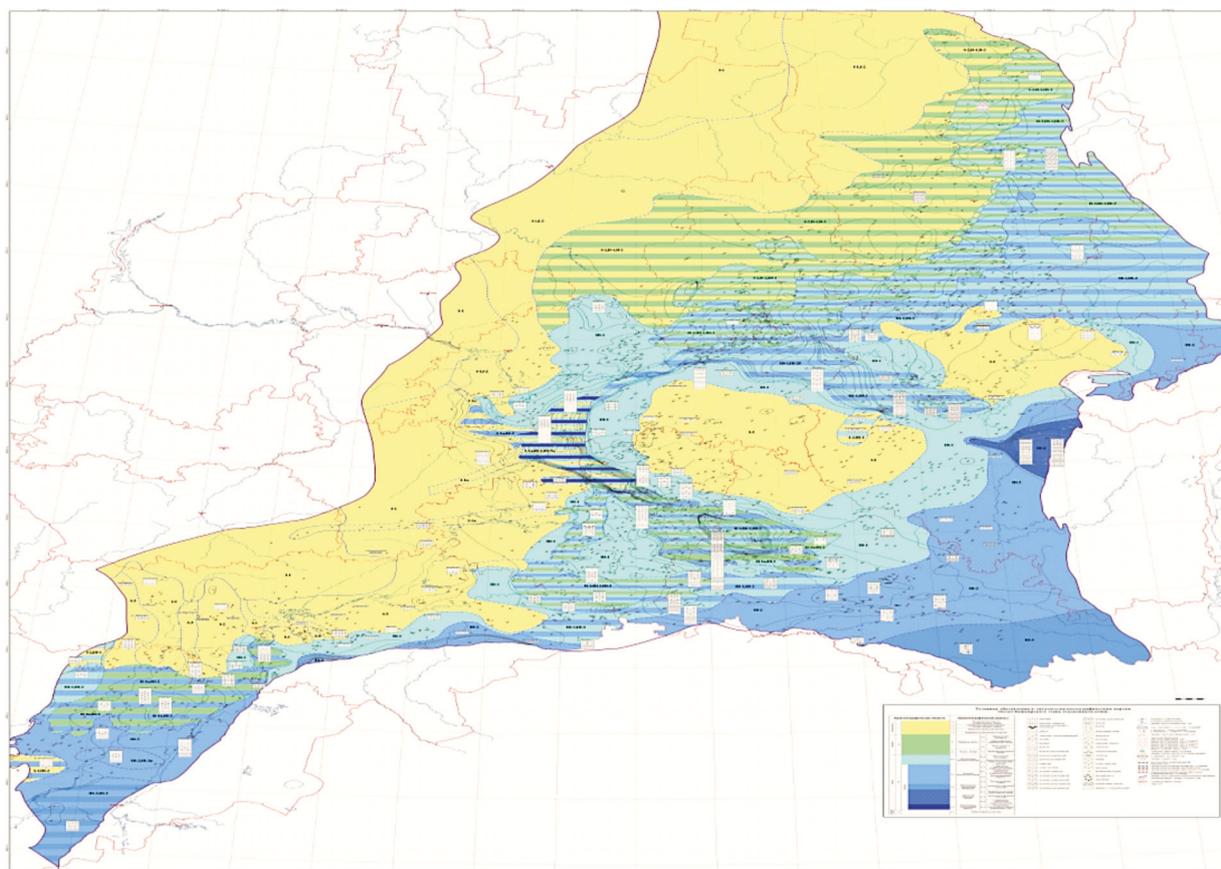


Рис.1. Литолого-палеогеографическая карта Волго-Уральской ГНП. Ранневизейское время

дельтовую равнину. Ее развитие было наиболее интенсивным в бобриковское время, а на протяжении косьвинско-радаевского интервала продолжался размыв более древних отложений [12, 13]. Ширина полосы переходных условий от континентальных к морским достигала 150-180 км и охватывала всю восточную и юго-восточную части Приуральского региона (Пермский край).

В приустьевых частях речных долин формируются песчаные осадки подводной дельты. Территории накопления аллювиально-дельтовых фаций охватывают, кроме северного сегмента ККСП, Пермский свод и северо-западный склон Башкирского свода (рис. 1).

Вторая область (западные и юго-западные участки НПП) с обширными аллювиально-дельтовыми обстановками включает южный район Мелекесской впадины, юго-восточные фрагменты Токмовского свода, Кузнецкую седловину и часть территории Жигулевского свода. Здесь выделены три крупные речные долины и субаэральные дельты, прорезающие прибрежную, озерно-болотную равнину и образующие крупный субаквальный дельтовый комплекс после слияния.

Устремляясь на восток, речные долины рассматриваемой территории образовывали крупную субаэральную дельту, пространственно совпадающую с юго-западным сектором Мелекесской впадины. К началу визейского века эта территория входила в состав Усть-Черемшанского прогиба, который в значительной степени был скомпенсирован косьвинскими образованиями.

1.1.2. Обстановки субаквальных дельт (II-1)

Строение мощного дельтового пояса наиболее хорошо изучено в пределах Бузулукской впадины и юго-восточных склонов Жигулевского свода. Местоположение субаквальных дельт уверенно определяется за счет ярко выраженных депоцентров с аномально высокими значениями толщин, безусловного доминирования песчаных по-

род, практически полного отсутствия морской фауны, а также благодаря тесной связи с континентальными обстановками и фациями переходного ряда.

Изучение строения бобриковского дельтового пояса показало: формирование фациального профиля происходило в результате проградации дельты на юго-восток на фоне понижения уровня моря, три типа дельт отличаются структурами вертикальной фациальной последовательности. Изученная территория характеризуется сложным тектоническим строением, а некоторые структурно-тектонические элементы древнего заложения продолжали активно развиваться и в ранневизейское время. Независимо от типа дельт, все они приурочены к палеопронибам, и, следовательно, важным фактором, определявшим сценарий палеогеографического развития региона, являлось его тектоническое строение.

Ряд седиментационных моделей, построенных за последнее время для ранневизейского этапа осадконакопления рассматриваемой территории [18, 19], также учитывают возможность распространения авандельтовых обстановок. Однако в нашей версии существуют некоторые принципиальные отличия от этих построений. В частности, исключается формирование субаквальных дельт в Актаныш-Чишминском палеопронибе, поскольку, по нашему мнению, на его бортах в рассматриваемое время отсутствовала речная сеть и не было источников обломочного материала. Все примыкавшие участки мобилизации вещества были сложены карбонатными породами фаменско-турнейского комплекса. Кроме того, предлагается выделить еще один тип дельтовых обстановок – дельты прорыва.

2. СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН ДЕЛЬТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Стратиграфический диапазон развития дельтового комплекса менялся в течение визейского века.

В косьвинское время авандельтовые обстановки имели ограниченное распространение. С долей неопределенности они выделены на территории Пермского края, где генетически связаны с древней речной сетью на склонах Коми-Пермяцкой палеосуши, а также с южной ветвью Усть-Черемшанского палеопргиба. Внутри ККСП, в зоне сопряжения со склоном Жигулевского палеосвода, выделяется крупный депозит с концентрическим распределением изопакит. В его центральной зоне значения мощностей достигают 160 – 180 м и сокращаются в направлении периферийных участков до 20 – 30 м.

В радаевское время центральная часть Муханово-Ероховского прогиба, где развиты радаевские отложения повышенной мощности, рассматривается как переходная зона с развитием в ее пределах комплекса отложений авандельтового генезиса. Породы, здесь распространенные, представлены переслаивающимися между собой пачками аргиллитов, алевролитов и песчаников. Алевролиты и песчаники образуют различной мощности пласты-коллекторы, нередко выклинивающиеся по простиранию или фациально замещающиеся глинами и глинистыми алевролитами. Строение и состав отложений, характер поведения изопакит, наметившаяся зональность в строении разрезов (уменьшение степени песчаности отложений в юго-восточном направлении, а также ее увеличение вверх по разрезу), резкая фациальная и мощностная изменчивость пластов песчаников даже в пределах одной площади свидетельствуют о дельтовой природе отложений. Наличие среди терригенных пород редких прослоев известняков с морской фауной, сидеритов, широкое развитие в песчаных породах текстур биотурбаций (так называемые червячковые алевролиты и песчаники) указывают на авандельтовую природу радаевских отложений в пределах Муханово-Ероховского прогиба. Мощность радаевских отложений здесь изме-

няется от 35 до 137 м и характеризуется постепенным сокращением к периферии депозита.

Бобриковское время. Авандельтовые обстановки бобриковского времени отличаются от древних визейских аналогов более широким распространением, качественным разнообразием внутреннего строения и состава дельтовых фаций.

Тульское время. Площади развития дельтовых обстановок тульского времени значительно уступают своим ранневизейским аналогам. Они известны только в Нижневолжской нефтегазоносной области Волго-Уральской НГП и пространственно связаны с бобриковскими дельтами. Наиболее детально строение раннетульской аллювиально-дельтовой системы изучено в работе В.А. Бабадаглы [4, 5]. Авторы проследили тульскую авандельту с северо-запада на юго-восток в Правобережной части Саратовской области и выделили в ее составе обломочные и иловые фации. В пределах обломочной фации установлены бороздинные рукава с доминированием песчаных пород, которые разделены межбороздинными отмельными участками с накоплением песчано-алевритово-глинистых илов.

Таким образом, временной пик дельтообразования в раннем карбоне приурочен к бобриковскому времени. Он начинался в течение косьвинского интервала и постепенно затухал в тульское время, сместившись в южный сектор Волго-Урала.

3. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ДЕЛЬТ

В настоящее время классификация дельт, по мнению большинства исследователей, основывается на двух базовых параметрах [17]: геометрия песчаных тел, которая отражает условия влияния на осадконакопление флювиальных и морских процессов; последовательная смена фаций в дельтовых разрезах, являющаяся функцией направленности в развитии морского бассейна. Среди дельт раннего визе установлены следующие типы.

Дельты с преобладающим речным стоком (лопастной тип) приурочены к тыловой зоне дельтового комплекса в пределах Мухано-Ероховского прогиба и образовывались в бобриковское время при относительно высоком уровне моря, унаследованном от радаевского времени. Они граничат с аллювиально-озерной равниной, северо-западная граница которой трассируется вдоль основания склонов Южно-Татарского и Жигулевского сводов.

В строении дельтового комплекса выделяются три изолированные авандельты лопастного типа, генетически связанные с тремя речными долинами. Самая крупная из них соотносится с водной артерией, протянувшейся от Сокской седловины до границы Мухано-Ероховского прогиба. В ее фронтальной

зоне сформировался дельтовый ковш с аномально высокими значениями толщин бобриковского горизонта (рис. 2), достигающими 90 – 100 м (скважины Авьярьяновской, Беловской, Кинель-Черкасской и других разведочных площадей). Нижнюю часть разреза слагают песчаники среднезернистые и крупнозернистые, глубоко врезающиеся в подстилающие отложения. Средние интервалы представлены вторым монолитным пластом песчаников мелко-, среднезернистых. Таким образом, структура песчаных пород убывает вверх по разрезу. Венчает разрез пачка алевро-глинистых пород с углефицированными растительными остатками (фации отмирающей дельты).

Еще один дельтовый ковш меньших размеров располагался на южной половине

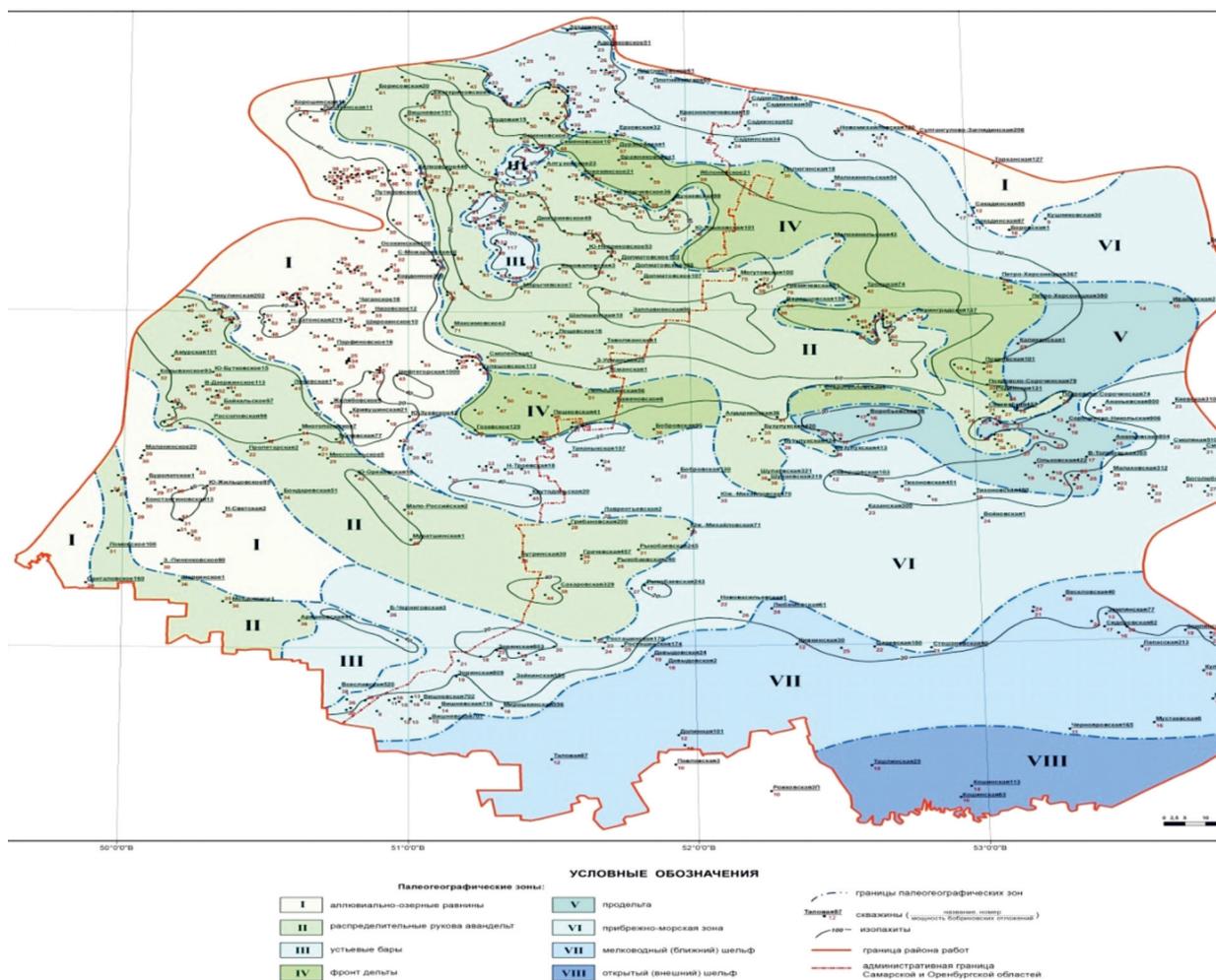


Рис.2. Литолого-палеогеографическая карта юго-восточной части Мухано-Ероховского прогиба

изученной территории, вблизи современной административной границы Оренбургской и Самарской областей. Вероятно, область питания, в отличие от Камско-Кинельской дельты, была приурочена к Жигулевскому своду. Дельтовая лопасть построена значительно проще, чем вышеописанная, имеет несколько удлинненную форму, характеризуется размерами 60 x 30 км, максимальные мощности бобриковского горизонта (38 – 44 м) зафиксированы в осевой части подводной дельты (Сахаровская и Грачевская разведочные площади). Разрезы центрального типа почти целиком сложены песчаными породами, в периферийных участках появляются существенные объемы глинистых пород с маломощными прослоями угля.

Третий дельтовый ковш по своим морфологическим особенностям близок ко второй флювиальной дельте, характеризуется похожими размерами, в том числе и толщинами, располагается на границе Самарской и Саратовской областей. Выделяется довольно крупный депоцентр, в пределах которого мощность бобриковского горизонта достигает 48 – 53 м (Пушкарихинская и Ново-Александровская разведочные площади). Эта фациальная зона простирается в восточном – юго-восточном направлении на расстояние около 90 км, максимальная ширина наблюдается во фронтальной части и составляет 30 – 35 км. Все разрезы полифациальны и формировались в течение нескольких стадий развития дельтовой системы.

Дельты с преобладающим влиянием волн пользуются ограниченным распространением в переходной зоне от Муханово-Ероховского прогиба к Южно-Татарскому своду. В отличие от дельт речного стока, дельтовый ковш в них характеризуется асимметричным поперечным профилем – юго-западный борт намного круче северо-восточного, что, вероятно, соответствует направлению вдольбереговых течений в прибрежной зоне. О волновом способе распределения кластического материала свидетельствует отсутствие базальных пла-

стов и эрозионных контактов в основании бобриковского горизонта, развитие среди текстур знаков ряби, прослой с градиционной слоистостью.

Дельты прорыва, впервые выявленные на юго-востоке Бузулукской впадины, генетически связаны с завершающей стадией развития Мухано-Ероховского прогиба. К концу радаевского времени практически завершилось его компенсированное заполнение. Юго-восточная граница прогиба, совпадавшая с зоной развития рифогенных построек турне и позднего фамена, являлась природным барьером, который ограничивал распространение осадочного вещества в морской бассейн. Новый цикл понижения уровня моря привел к прорыву дамбы в виде двух отводных каналов-расщелин (Покровско-Сорочинская и Бузулукская), через которые переизбыток кластического материала преодолевал гипсометрически приподнятую зону на границе Мухано-Ероховского прогиба и Бобровско-Покровского вала. Песчаные осадки продвинулись в глубь морского бассейна более чем на 50 км. Перемещение осадков осуществлялось субаквальными протоками (главным образом субдельтами прорыва), проникающими достаточно глубоко в акваторию литоральных и мелководно-морских обстановок.

4. ФАЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЕЛЬТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Среди дельт раннего визе доминирует флювиальный тип, в единичных случаях описаны дельты волнового типа. Независимо от генезиса, практически все дельты характеризуются сложным внутренним строением. В наземных дельтах выделяются фации распределительных каналов, аллювиально-озерные дельтовые равнины и элювиальные отложения палеокарстовых западин. В строении авандельт участвуют бороздинные рукава, межбороздинные подводные равнины, фронт дельты и продельта.

4.1. Фации наземных дельтовых равнин

4.1.1. Распределительные каналы наземных дельт (II-1a)

В строении надводной дельты выделяются два основных элемента, существенно различающиеся режимом осадконакопления. Поступающий терригенный материал перемещался в сторону морского бассейна через линейно вытянутые распределительные каналы, частично наследующие отрицательные формы предбобриковского палеорельефа. На первом этапе осадконакопление происходило в пределах долинообразных углублений в закарстованной поверхности турнейских карбонатов. В разрезах некоторых скважин Дальнего Саратовского Заволжья (Северо-Кожевская, Чернавская и Богородская площади) доминируют песчаники разнозернистые (преобладают мелко-, среднезернистые), сложенные неокатанными и слабоокатанными зёрнами кварца с прослоями углистого мате-



Фото 1. Косослоистые песчаники фаций распределительных дельтовых каналов

риала (фото 1). В базальных пластах нередко наблюдается косая однонаправленная слоистость. На породах радаевского горизонта песчаники залегают с размывом. Предполагается, что осадконакопление происходило в пределах рукава наземной дельты.

Для этих фаций характерно развитие мощных (до 15-20 м) песчаных, линейно вытянутых тел, направленных перпендикулярно древней береговой линии. К числу диагностических относятся следующие признаки: структуры от тонкозернистых до средне- и разнозернистых с характерным трансгрессивным трендом уменьшения зернистости в направлении кровли; от осевой зоны к бортовым участкам происходит уменьшение зернистости в песчаных фракциях и возрастает роль глинисто-алевритовых прослоев; в глинистом цементе содержание каолинита достигает участками 90%; часто встречается однонаправленная, выполаживающаяся к низу слоистость с углами наклона от 10 до 30°; практически не встречаются биотурбации.

4.1.2. Аллювиально-озерные дельтовые равнины

Многочисленные рукава наземных дельт раннего визе разделялись межрукавными участками с аллювиально-озерными ландшафтами и мелкими протоками. Осадконакопление было дискретным, и заполнение тонкозернистыми осадками происходило преимущественно в периоды речных паводков. Поэтому для разрезов характерно доминирование аргиллитов горизонтально- или линзовидно-слоистых за счет мелких линзочек темно-серых алевролитов, обильная примесь углистого материала и многочисленные следы корневых систем в виде ризокреций (фото 2).

В отдельные периоды осушения в алевро-глинистых илах захоронялись стигмарии – крупные остатки корневой системы, распределяющиеся обычно по поверхности напластований.

Среди глинистых пластов мощностью от 0,6 до 1,4 м встречаются прослои алевролитов и песчаников, которые выполняют желобообразные рассечки (микробороздины). Визитной карточкой среди текстур является линзовидная и ленточная слоистость (фото 3). На завершающей стадии развития дельты происходило накопление углисто-глинистых осадков с остатками корней и прослоями углей.

4.1.3. Элювиальные отложения палеокарстовых западин

Во многих районах Волго-Урала ранне-визейскому этапу седиментации предшествовал продолжительный перерыв осадконакопления в субэрадных условиях, который в отдельных районах продолжался вплоть до бобриковского времени. Поэтому бобриковские породы с размывом залегают на разновозрастных образованиях не только косьвинского или радаевского горизонтов, но также на карбонатах турнейского яруса. Во время перерыва происходило интенсивное выветривание турнейских известняков, сопровождавшееся образованием макро- и

микроформ карстового генезиса. В некоторых из них сохранился древний элювий, перешедший в ископаемое состояние и залегающий в подошве бобриковского горизонта.

Признаки физического выветривания распознаются по интенсивной раздробленности базальных известняков, наличию крупных зияющих трещин и крупных (5,5 x 7,5 см) угловатых обломков кремнистых пород (фото 4), а также микрорельефу на поверхности карбонатов (фото 5). Индикаторами химического выветривания являются каолинизированные зерна полевых шпатов, перекристаллизованные обломки фауны и окварцованные форменные компоненты (обломки строматолитов?) в составе базальных слоев.

4.2. Подводные дельтовые равнины (II-1д)

Подводная часть дельты (авандельта) также характеризуется сложным внутренним строением. В отличие от надводной области, для авандельты одинаково важны речные и бассейновые процессы. В ее стро-



Фото 2. Ризокреции в песчаниках бобриковского горизонта



Фото 3. Ленточная слоистость в алевролитово-глинистых породах аллювиально-озерных фаций



Фото 4. Крупные трещины в элювированных известняках турнейского яруса

ении выделяются межбороздинные подводные области, бороздинные рукава, фронт дельты и продельта.

Флювиальные дельтовые равнины (авандельты) – это подводные, относительно мелководные продолжения наземных дельт с переменным гидродинамическим режимом. Спокойная гидродинамика, характерная для засушливых или холодных времен года, нарушалась во время паводков и половодий, когда резко увеличенный сток воды отводился из рукавов в обширные заливы с благоприятными условиями для роста растительности, заболачивания и небольших масштабов угленакопления. Рассматриваемые фации обычно перекрывают образования распределительных дельтовых каналов за пределами (во внутренней части дельты) фронта дельты. В составе фаций доминируют алевро-глинистые отложения, песчаники имеют подчиненное значение или не встречаются вовсе.

В разрезах бобриковских авандельт Мухано-Ероховского прогиба также характерны переслаивающиеся пачки аргиллитов, алевролитов и песчаников. Алевролиты

и песчаники образуют различной мощности пласты-коллекторы, нередко выклинивающиеся по простиранию или фациально замещающиеся глинами и глинистыми алевролитами.

Все обломочные породы характеризуются кварцевым составом, местами они углистые, в различной степени глинистые, неравномерно пиритизированные. Пирит присутствует как в рассеянном виде, так и в форме стяжений, часто образует псевдоморфозы по растительным остаткам. По гранулометрическому составу в песчаниках преобладают мелкозернистые фракции с высоким коэффициентом сортировки зерен (0,75-0,8). Для пород характерна субгоризонтальная, мелковолнистая, мелколинзовидная и косая слоистость, подчеркнутая неравномерным распределением глинистого и углисто-пиритового материала, скоплениями чешуек мусковита. Часто наблюдаются биотурбированные текстуры. Состав цемента каолинит-иллитовый. Алевролиты, по сравнению с песчаниками, более глинистые и темные до черного цвета за счет интенсивного обогащения углистым



Фото 5. На закарстованной поверхности черепетских органично-обломочных известняков – песчаники разнозернистые бобриковского горизонта

материалом. Слоистость в них мелковолнистая, а также неправильная, нарушенная ходами илоедов. Для аргиллитов этой зоны характерны следующие особенности: очень тонкая горизонтальная слоистость, каолинит-иллитовый состав, примесь алевритового материала, интенсивная пиритизация при полном отсутствии карбонатного материала. Прослоями аргиллиты содержат значительную примесь тонкораспыленного обугленного растительного детрита, тонкокристаллического сидерита и его желваковидных стяжений. В них встречаются остатки лингул, иногда остракоды. В алевролитах и глинах содержится обилие обуглившегося растительного детрита и богатые комплексы спор.

Поверхности большинства подводных дельтовых равнин были рассечены *бороздинными рукавами*, которые генетически связаны с распределительными каналами наземных дельт. Эти фации сложены относительно однородными телами песчаников, распространенных в виде одной или нескольких линейно вытянутых зон, ориентированных перпендикулярно к древней береговой линии. Характеризуются максимальными значениями толщин от 21 до 33 м (Бобровско – Покровский участок). В других районах (Перелюбско-Рубежинский прогиб) мощности песчаников не превышают 13-16 м, обычно приурочены к осевым зонам бороздин и быстро выклиниваются к их бортовым участкам. Диагностика бороздинных песчаников основана на следующих признаках: структура пород изменяется в отдельных прослоях от тонко-мелкозернистой до крупнозернистой с общей тенденцией увеличения зерна вверх по разрезу; в верхней части становятся глинисто-углистыми; в большинстве интервалов фиксируется косая, послойно разнонаправленная слоистость (угол падения от 10 до 30°); наличие в верхних фрагментах достаточно крупного углефицированного детрита на плоскостях наслоения; практически полное отсутствие биотурбаций; цемент

контактный глинистый, возможен доломитовый в нижних прослоях; в нижней части пласта содержатся прослои плохо отсортированных разностей с градационной слоистостью; линзовидный поперечный профиль песчаного тела.

Состав песчаных тел бороздинных рукавов существенно отличается в дельтах прорывов. Там наблюдается чередование с пластами литоральных фаций, встречаются интракласты светло-серого песчаника и подводно-оползневые текстуры в виде кулисорасположенных сингенетических деформаций. Среди литотипов преобладают песчаники темно-серые, мелкозернистые до разнозернистых с включениями аксессуарных минералов. В кровле часто залегают пласты угля. Обычно в разрезах надстраивают песчаные образования дельтовых каналов и отделяются от них четко выраженными перерывами.

4.2.1. Отложения фронта дельты флювиального типа (II-3а)

Данные отложения распространены не повсеместно, уверенно выделяются в наиболее крупных дельтовых системах в случае их проградации в морские акватории. В пределах Бобровско-Покровского вала, а также в переходной зоне от Мухано-Ероховского прогиба к Южно-Татарскому своду они образуют полосовидные участки, замыкающиеся в непосредственной близости от зоны развития устьевых баров. Разрезы бобриковского горизонта сложены алевропесчаными породами с пластами глин, их мощности изменяются в пределах 20 – 35 м (Бобровская, Пешковская, Старотепловская разведочные площади). От бороздинных авандельтовых песчаных тел песчаники отличаются невыдержанностью гранулометрического состава, нередко вверх по разрезу и по латерали сменяются алевролитами, содержат пачки (до 7 м) неравномерного переслаивания глин и глинистых алевролитов. Исходные текстуры в отдельных прослоях нарушены биотурбациями и процессами подводного оползания.

У некоторых дельт их фронтальная зона очень неоднородна по своему строению. В разрезах дистальных участков фронта дельты кроме песчаников баровых отметей значительную роль играют алевролиты, многократно перемежающиеся с пластами песчаников, встречаются пласты темно-серых аргиллитов, а также слои перемешивания, в которых породы переработаны роющими организмами на 70 – 80 %. В верхней части разрезов наблюдается сгущение диастем, фиксируются фрагменты с многочисленными ризокрециями.

4.2.2. Продельта

Алевро-глинистые отложения продельты являются переходными от дельтовых к морским, наращивают фронтальную часть дельтовых систем и чаще всего залегают непосредственно на морских осадках. Мощности бобриковского горизонта в этой фациальной зоне невелики и обычно составляют 10-15 м. В разрезах на территории Бобровско-Покровского вала в Бузулукской впадине (Ивановская, частично Покровско-Сорочинская, Ольховская, Пойменная и другие разведочные площади) преобладают глинистые породы, алевролиты занимают подчиненное положение, наблюдаются единичные пласты песчаников. Аргиллиты темно-серые, в различной степени известковистые с алевритовой примесью, обуславливающей возникновение микрослоистых текстур, с мелкими зернами скольжения, на плоскостях наслоения встречается углефицированный растительный детрит. Алевролиты серые и темно-серые, кварцевые с мелкой линзовидно-волнистой слоистостью, интенсивно нарушенной в результате биотурбирования (коэффициент биотурбации от 0.3 до 0.7). Пласты песчаников маломощные (обычно не более 1 м), не выдержаны по простиранию, интенсивно биотурбированы, в породах часто наблюдается мелкая градационная слоистость.

Формирование пород рассматриваемой фации происходило на относительно боль-

ших глубинах, обычно превышающих базис действия всепогодных волн. Лишь в течение относительно коротких периодов штормовые волны размывали осадки фронта дельты и поставляли небольшие порции кластического материала. Для глинистых осадков продельты характерны признаки деформации, относительно низкая степень биотурбации и широкое распространение градационной слоистости на участках обогащения алевро-песчаным материалом.

5. ЦИКЛИЧНОСТЬ

В ходе предыдущих исследований [14, 15, 16] было установлено, что дельтовые комплексы нижнего визе нередко характеризуются ритмичным строением. Изучение новых материалов из вновь пробуренных скважин подтвердило правомочность такого подхода, но значительно изменило представления об их строении и генетической интерпретации элементов, слагающих циклиты.

Расположение дельтовых систем в переходной зоне от континента к морскому бассейну предопределило одно из важнейших качеств современных и ископаемых дельт – они являются чуткими индикаторами любых изменений уровня моря. Нередко эти изменения носят циклический характер и проявляются в проградации дельт в сторону морского бассейна или, наоборот, в продвижении береговой линии на континент. Такие явления описаны для многих угленосных систем по всей планете [17]. Несмотря на то, что причины цикличности до сих пор являются предметом обсуждения, чаще всего их рассматривают в рамках двух основополагающих процессов. *Автоциклические* процессы обусловлены внутрибассейновыми причинами, которые по своему генезису практически всегда являются седиментационными. *Аллоциклические* – более масштабные процессы, так как обязаны происхождением разнообразным внебассейновым факторам, таким как климат, тектоника и эв-

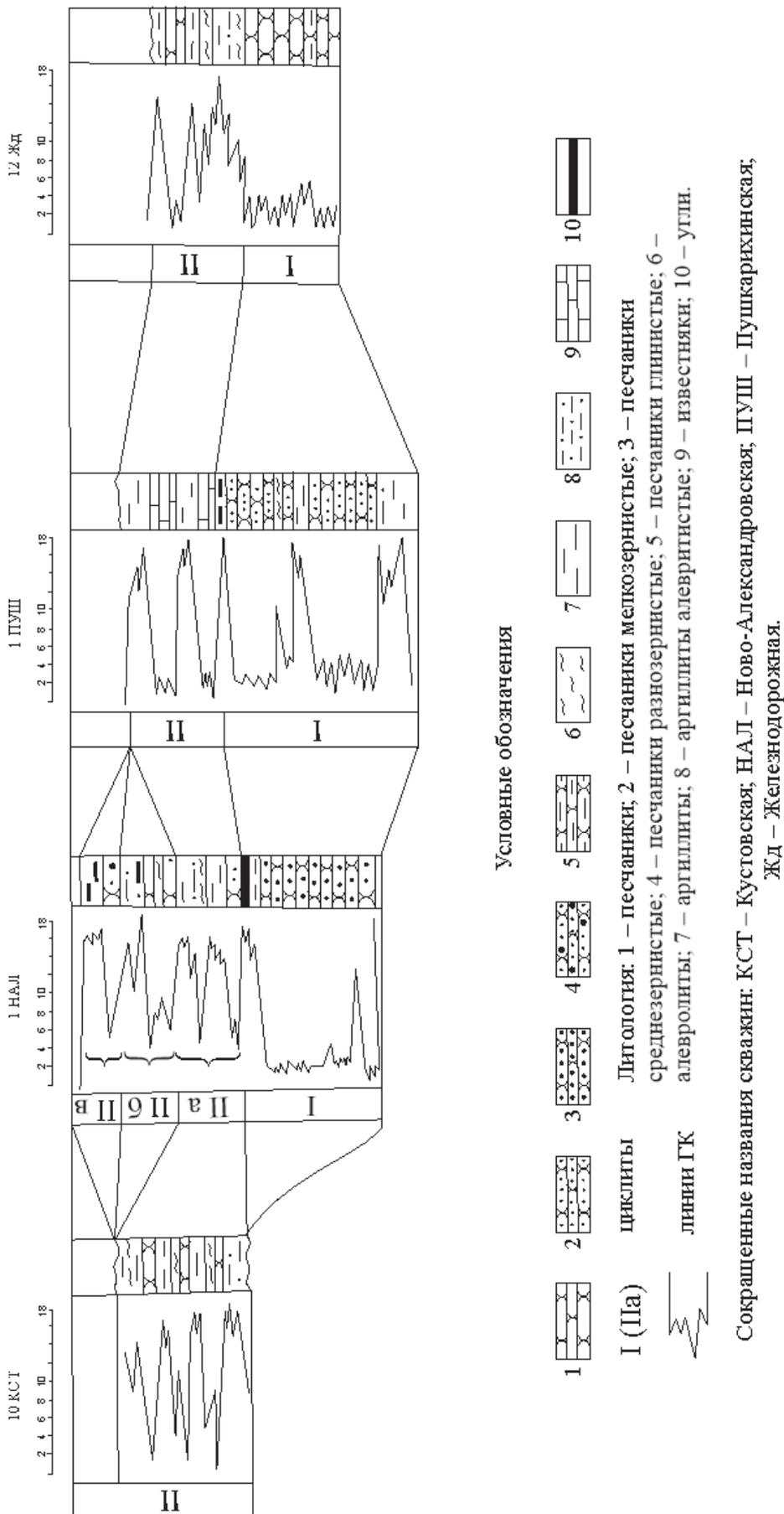


Рис. 3. Схема сопоставления мезоциклитов в бобриковском горизонте скважин Дальнего Саратовского Заволжья

статические колебания уровня Мирового Океана (УМО) [7].

В большинстве районов Волго-Уральской НГП относительно четко выраженная цикличность литолого-генетических процессов особенно характерна для бобриковских разрезов. В результате были установлены циклические вариации нескольких видов и выделены циклиты нескольких масштабов, в зависимости от их мощности, длительности формирования и (или) генезиса. Нередко в одном разрезе фиксируется несколько видов цикличности, хорошо подчеркнутых данными ГИС.

Мезоциклические вариации (цикличность 1-го порядка) чаще всего характерны для разрезов с наиболее полной фациальной последовательностью, распределительных каналов и обусловлены периодическими изменениями базиса эрозии. На рисунке 3 показан пример корреляции разрезов по двум мезоциклическим вариациям. Циклиты полифациальны, накапливались в условиях неоднократной смены гидродинамической активности, что очень характерно для осадков дельтовых обстановок. Циклиты этой группы сложены алевро-песчаными породами мощностью от 8 до 18 м (Ново-Александровская и Пушкарихинская площади в Дальнем Саратовском Заволжье) и представлены двумя основными разновидностями.

Циклиты первой разновидности слагают базальную часть разреза, характеризуются ритмичным строением или могут быть весьма однородными. По сути, эти циклиты являются маркирующими, так как довольно отчетливо прослеживаются от скважины к скважине в пределах нескольких разведочных площадей или тектонических элементов 2-го порядка. В целом выдерживается схема, согласно которой песчаные пласты в основании циклитов сменяются алевро-глинистыми породами, а венчаются прослоями углей или углисто-глинистыми образованиями. Песчаники от мелко- до разномасштабных с горизонтальной невыдержанной или косоугольной (до 20°) слоистостью. Их распростра-

нение контролируется осевой зоной авандельтовых бороздин.

По мере смещения к боковым фрагментам дельты объем циклитов сокращается, но несколько усложняется их строение. Появляется регрессивный элемент циклита, сложенный аргиллитами темно-серыми почти черными, в различной степени алевритово-углистыми (рис. 3). Наиболее полно этот элемент выражен в разрезе бобриковского горизонта Пушкарихинской площади. А в соседних скважинах Ново-Александровской и Железнодорожной площадями наблюдается полное срезание размывом, предшествовавшим началу формирования авандельтовой бороздины.

Вторая разновидность рассматриваемых циклитов слагает верхнюю половину бобриковского горизонта. Этот мезоциклит отличается сложным внутренним строением, отражающим неоднократную ритмичную смену условий осадконакопления. Для него характерен разнообразный набор литотипов, количество и состав которых меняется от скважины к скважине. В составе мезоциклита преобладают фации глинисто-алевритовых и песчаных осадков заболоченной прибрежно-континентальной равнины, что свидетельствует о преимущественно регрессивном характере осадконакопления. В свою очередь, внутреннее строение мезоциклита также отличается циклическостью более мелкого порядка (от 1 до 3 мезоциклитов мощностью от 3 до 8 м). В подошве некоторых наблюдаются перерывы в осадконакоплении с выраженными размывами глубиной до 3-5 см (фото 6).

В отдельных слоях отмечены прослои углей с примесью терригенного материала, а также мелкие углистые ризоиды. Следовательно, накопление рассмотренных пород эпизодически происходило в субэвральном условиях.

Средняя часть циклитов сложена алевритово-глинистыми породами черного цвета, интенсивно биотурбированными со слоистой текстурой ленточного типа. В кровле

циклитов чаще залегают черные аргиллиты с мелкими (0,3-0,4 мм) конкрециями пирита и единичными отпечатками макрофауны. Появление в аргиллитах, венчающих циклиты, фауны брахиопод свидетельствует об эпизодическом подтоплении прибрежно-континентальной равнины в результате кратковременных трансгрессий.

Мезоциклические вариации, имеющие длительность от нескольких сотен тысяч до 1 млн лет, сопряжены в основном с такими циклическими процессами, как колебание уровня моря или прерывистое погружение (поднятие) дна морского бассейна. Формирование циклитов прерывалось дисциклическими событиями, связанными с временным осушением территории, кратковременными трансгрессиями или размывами авандельтовых бороздин и распределительными каналами наземных дельт.

Элементарные циклиты (цикличность 1-го порядка или микроциклиты в трактовках различных авторов) также очень широко распространены в породах бобриковского горизонта. Микроциклиты представляют собой природные элементарные геологиче-

ские тела, которые могут быть определены как однократное, не повторяющееся по направлению изменений сочетание слоев нескольких типов пород [11]. Однородными называются циклиты, образование которых происходило в пределах одной фации. Мощность элементарных циклитов колеблется от нескольких сантиметров до первых метров и контролируется тем или иным автоциклическим процессом. В зависимости от доминирующего процесса или фактора его определяющего в разрезах бобриковского горизонта на большей части Волго-Урала могут быть выделены два вида цикличности первого порядка. В обоих видах доминируют алевритово-глинистые отложения, песчаники имеют подчиненное значение или не встречаются вовсе. В подавляющем большинстве они тяготеют к верхней половине рассматриваемого стратиграфического интервала.

Первый вид: элементарные циклиты мощностью от нескольких см до 1 м, состоят обычно из двух литотипов (песчано-алевролитовые и алевритово-глинистые слойки), многократно чередующихся в разрезах и отличающихся степенью биотурбированности. Максимальные значения переработки бентосными организмами ($B=4-5$ по Р. Микулашу, 2006) наблюдаются в алевритово-глинистых породах и сопряжены с незначительным поступлением терригенных компонентов. Минимальные величины ($B=1$) характерны для песчано-алевритовых слойков, в пределах которых часто отмечаются только единичные корневые биотурбации. Формирование циклитов прерывалось такими дисциклическими событиями, как временное осушение, течения и подводное оползание.

При этом максимальной биогенной переработкой отличаются горизонты (слои перемешивания), подвергавшиеся многократному перемешиванию почти до однородной массы. Примеры подобных слоев наиболее типичны для бобриковских разрезов, сформированных в условиях межбороздинных



Фото 6. Перерыв в осадконакоплении на границе двух мезоциклитов



Фото 7. Послойная биотурбация, контролируемая ритмичными изменениями гидродинамической активности

пространств, в пределах авандельт. Вероятно, существуют две причины формирования микроциклитов рассматриваемого вида. Первая обусловлена периодическими изменениями гидродинамики условий осадконакопления, которые отражены чередованием слоев с различным литологическим составом. Углисто-глинистые осадки, обогащенные терригенным материалом алевритовых фракций, доминирующие в составе микроциклитов, почти полностью переработаны (более чем на 90%) туннелями и шахтами *Planolites*, *Macaronichnus* и *Palaeophycos* (фото 7.). Слои светло-серых песчано-алевритовых пород между ними отличаются невысокой степенью биотурбации ($B=1-2$), обеспеченной жилыми норками *Skolithos* и *Cylindrichnus*.



Фото 8. Сбалансированные ритмы седиментации при слабой эрозии, не затрагивавшей биотурбированные ритмы. Биотурбация развивалась на фоне принципиальных изменений в стабильности поступления терригенного материала

Противоположная картина, намного меньше связанная с изменением гидродинамики, в большей степени обуславливалась экологической обстановкой жизнедеятельности донной фауны. Биотурбация развивалась на фоне принципиальных изменений в структуре кормовой базы. Алевритовый ил, относительно стабильно и равномерно поступающий на дно в зоне седиментации, был весьма благоприятным для массового расселения биотурбаторов. А участки, сложенные существенно пелитовыми илами, несмотря на благоприятную кормовую базу, были малопригодны для строительства норок из-за очень частых перемен условий осадконакопления сезонного характера (фото 8).

Второй вид: циклиты характерны для разновозрастных авандельтовых отложений Волго-Уральской НГП, представлены пачками ритмичного или неправильного тонкого (от нескольких мм до 2-5 см) переслаивания (сезонная слоистость) с горизонтально-линзовидной прерывистой слоистостью. В литологическом отношении пачки двух или трех компонентные, сложены алевролитами и глинами, реже песчаниками. Границы между элементарными циклитами могут быть согласными или осложненными межслоевыми диастемами. Довольно распространены углефицированные растительные остатки, иногда залегающие под небольшими углами к поверхности наслоения.

Алевритово-глинистые разности обычно неравномерно углистые с наклонной мелковолнистой или линзовидно-волнистой текстурой (фото 3). Слоистость выражена послойным преобладанием пелитовой или кластической составляющей породы, может быть нарушена подводно-оползневым смещением слоев, ходами и норками роющих организмов.

В отличие от первого вида микромасштабных вариаций, накопление этих микроциклитов чаще всего происходило на завершающей стадии развития подводных дельтовых равнин и контролировалось се-

зонными изменениями в составе поступающего осадочного материала в конечные водоемы стока.

Значительно реже в составе бобриковских отложений фиксируются микроциклиты второго вида, приуроченные к осадкам фронта дельты или литоральным фациям. Их формирование обусловлено нестабильной гидродинамической активностью водной массы в непосредственной близости от берега. В бобриковских песчаниках минеральный состав акцессорной фракции характеризуется циркон-рутил-турмалиновой ассоциацией и отражает циклическое поступление тяжелых минералов в морской бассейн. Максимальные содержания (до 7-8%) акцессорий приурочены к подошвенным фрагментам рассматриваемых отложений, вверх по разрезу происходит их постепенное снижение на фоне ритмичного чередования слоев, содержащих 1.5-2.0 и 3-4% в тонко-, мелкозернистой фракции. Ритмичное строение разрезов нередко подчеркнуто чередованием биотурбированных прослоев (переходный комплекс от сколитовой к крузиановой ихнофафии) и маломощных горизонтов (10-20 см) с ризоидами.

Таким образом, на основании приведенных материалов можно убедиться, что разрезы бобриковского горизонта характеризуются широким распространением мезо- и микроциклитов. Мезоциклические вариации были обусловлены как аллоциклическими, так и автоциклическими процессами. Элементарные микроциклиты формировались исключительно по автоциклическим причинам.

6. ОТМИРАЮЩИЕ ДЕЛЬТЫ (II-1Г)

Осадконакопление в ранневизейское время на территории Волго-Уральской НПП происходило на фоне крупного регрессивного цикла. Морской бассейн, находившийся на западной и южной окраинах провинции, достиг колоссальных размеров уже в начале тульского времени. Об этом свидетельствует широкое площадное развитие

надежного репера (тульская карбонатная «плита»), перекрывающего разновозрастные отложения раннего визе. Данным обстоятельством контролируется фациальная принадлежность подстилающих бобриковских образований. В зависимости от объема предтульского перерыва в осадконакоплении породы тульского горизонта залегают на русловых, дельтовых или морских образованиях бобриковского возраста. В разрезах с наиболее полной фациальной последовательностью данного горизонта в пределах дельтового пояса тульская «плита» подстилается породами отмирающей дельты.

Формирование фациального дельтового комплекса, независимо от сценария своего развития, завершилось стадией отмирания. По мере даже незначительного поднятия уровня в морском бассейне неизбежно должен происходить подпор вод, стекающих из дельтовых областей, и снижение скорости их движения. В результате снижения скорости в переносимом материале постепенно уменьшалось количество алевритово-песчаных фракций и возрастал объем пелитовой взвеси. На фоне данных изменений происходило интенсивное перемешивание морских и пресных вод, с одной стороны, это приводило к возникновению стрессовых ситуаций для биоты, населявшей авандельту, а с другой – постепенно возрастала роль морских организмов, режим осадконакопления становился полуморским. Дельтовая система переходила в завершающую стадию отмирания своего развития, но сохранила морские элементы в своем составе.

В случае регрессивного развития территории и снижения уровня моря авандельтовые фации постепенно сменялись осадками, формировавшимися в субэральных условиях. Так, к концу бобриковского времени по мере нарастания регрессии стали формироваться фации отмирания дельты, содержащие прослои углей и горизонты почвообразования.

Изучение керн из переходной зоны между бобриковским и тульским горизон-

том показало, что в разных районах Волго-Уральской НГП в зависимости от специфики тектонического режима прилегающей суши реализовывались оба варианта завершения формирования рассматриваемых дельтовых комплексов.

Отмирание дельты на фоне развивающейся трансгрессии было характерно для южного сектора провинции, в непосредственной близости от бортовой зоны Прикаспийской впадины. В дельтах раннего визе на Правобережной части Саратовской области песчано-алевритовые породы фронта дельты и алевро-глинистые отложения с неравномерной горизонтальной слоистостью авандельты перекрыты пачкой преимущественно глинистого состава с пластами угля и единичными прослоями известняков. Солевой режим был значительно выше, чем во время формирования осадков предыдущей стадии развития авандельты, что подтверждается относительно стабильной карбо-

натной примесью в составе глин, а также немногочисленными обломками морской фауны. Биокласты и отпечатки раковин брахиопод и двустворок в отдельных случаях образуют послойные скопления с концентрацией до 90%, свидетельствуя о периодически возникающих волнениях, способствующих шлихованию плавучего створкового детрита.

Наиболее типичный разрез отмирающей дельты при регрессивном развитии территории описан на Покровско-Сорочинском и Бузулукском участках дельты прорыва из Мухано-Ероховского прогиба. В верхней части разрезов располагаются монотонные глинистые пласты или пачки чередования алевролитов, аргиллитов и песчаников. Наряду с неясно выраженной горизонтальной (в том числе сезонного типа) и линзовидной слоистостью характерны мелкие косослоистые серии. Прослоями встречаются слои с остатками корневой системы, которые про-



Фото 9. Зона перехода песчаников авандельтовой бороздины с ризоидами и *Ophiomorpha* в алеврито-аргиллиты отмирающей дельты

работаны крупными ходами *Ophiomorpha* (фото 9). Пожалуй, они являются самыми устойчивыми бентосными формами к стрессовым экологическим ситуациям, которые неизбежно возникают при смене режимов осадконакопления.

Рассматриваемые участки характеризовались более спокойным гидродинамическим режимом и меньшим объемом морских вод, что способствовало частичному заболачиванию. На это указывает наличие «торфяных горизонтов», которые содержат прослой углей с отпечатками растений максимальной мощности до 0,8 м.

7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИХНОФАЦИЙ В РАЗРЕЗАХ НИЖНЕГО ВИЗЕ

Генетическое значение ихнофоссилий

В течение последних десятилетий при палеогеографических реконструкциях стал активно применяться ихнофациальный анализ. Большинство исследователей довольствуется формальной фиксацией ихнофоссилий либо отмечают наличие биотурбированных текстур, значительно реже проводится детальный ихнофациальный анализ. Обычно он состоит из двух этапов. На первом этапе происходит таксономическая привязка биотурбаторов, позволяющая оценить закономерности их распределения по латерали и в разрезе. Далее определяются условия обитания бентосных форм, реконструируется палеобатиметрия древних бассейнов, уточняется распространение палеогеографических обстановок.

В подразделениях карбона наиболее часто биотурбаторы встречаются в разрезах бобриковского горизонта. В изученных разрезах нижнего визе обнаружено свыше 70-ти ихнофоссилий относительно хорошей сохранности, среди которых определены представители 20-ти таксонов. Подавляющее большинство приурочено к породам бобриковского горизонта. В подстилающих и перекрывающих образованиях (радаевский и тувльский горизонты соответствен-

но) лишь в единичных случаях обнаружены биотурбированные текстуры. Логично этот факт связать с широким распространением дельтовых фаций среди пород бобриковского горизонта, по сравнению с более древними и более молодыми отложениями визейского яруса. Количество ихнофоссилий существенно варьирует в различных макрофациях дельтового комплекса, и их максимальное содержание (более 70 %) сосредоточено в отложениях межбороздинных пространств авандельты. Значительно реже следы биотурбации зафиксированы в фациях фронта дельты и продельты, и лишь единичные формы отмечены в породах бороздинных рукавов и наземной дельты.

В рассматриваемом ихнокомплексе доминируют представители родов *Teichichnus* (24,1 %) и *Planolites* (14,5 %), довольно широко представлены *Skolithos* и *Ophiomorpha* (по 11,2 %), в меньших количествах фигурируют *Chondrites*, *Zoophycos*, *Palaeophycus* и *Thalassinoides*. В виде единичных находок обнаружены *Glossifungites* и *Teredolites* (?). Из этого следует, что среди биотурбаторов доминируют представители сколитовой и крузиановой ихнофаций [10].

Основные причины неравномерного распределения ихнофоссилий

Анализ формирования ихнокомплексов активно используется в литературе [10] с целью детализации целого ряда седиментационных процессов. В частности, это относится к возможности дешифрировать историю эпизодов аккумуляции, эрозии и ненакопления осадков. Ихнофациальные исследования также способствуют детализации гидродинамической активности водной массы (от *Skolithos* до *Chondrites*) и выделению этапов быстрой и медленной седиментации. При этом основной целью изучения ихнофаций, как правило, остается реконструкция батиметрии палеобассейнов, контролирующей гидродинамическую активность водной массы. В нашем случае, когда осадконакопление происходило в пе-

реходных обстановках с незначительным диапазоном палеоглубин, создается впечатление низкой эффективности применения ихнофацеального анализа. Однако специфика седиментации в дельтах заключается в резкой смене гидродинамики водной массы на небольших расстояниях (например, бороздины и межбороздинные участки авандельты), а также крайне неравномерном распределении источников кормовой базы для бентосных организмов.

Известно [1, 2], что наиболее важным физико-механическим процессом в дельтовых обстановках является способ смешивания пресных и бассейновых вод. Если водная масса обеих сред имеет равную плотность (гомопикнальный поток), в устьевой части реки происходит трехмерное смешение, вызывающее значительное осаждение наносов. Когда речные воды имеют более высокую плотность за счет больших объемов терригенной взвеси, то они текут ниже бассейновых вод в случае их низкой солености (например в современной дельте Волги). В результате осадочный материал выносится за пределы береговой линии в морские акватории (гиперпикнальный поток) и приводит к образованию обширной подводной части, в первую очередь фронта дельты. Если же речные воды обладают меньшей плотностью, чем бассейновые (гипопикнальный поток), то они распространяются в бассейне в виде поверхностных струй или слоя и способствуют максимальному распространению аллотигенного материала в морской акватории. Проведенные исследования показали, что основная масса терригенного материала осаждалась в бороздинах и их фронтальной части в условиях гомопикнального механизма распространения осадков. Периодически возникали обстановки для реализации гиперпикнальных условий, косвенным подтверждением чему являются особенности распространения ихнофоссилий в изученных разрезах.

Максимальной переработкой отличаются горизонты (слои перемешивания), подвер-

гавшиеся многократному перемешиванию почти до однородной массы. Примеры подобных слоев наиболее типичны для бобринских разрезов, сформированных в условиях межбороздинных пространств в авандельтах. В этих обстановках доминировал гипопикнальный тип потока, а водная масса отличалась пониженной соленостью. С другой стороны, донные грунты были насыщены органикой и характеризовались низкой гидродинамикой, что также способствовало активному расселению бентосной фауны. Поэтому для рассматриваемых обстановок характерно доминирование ассоциации родов *Planolites* с *Teichichnus*, которые для питания эксплуатируют органический детрит из осадков, накопленных в низкоэнергетических средах.

Для алевритово-песчаных пород авандельтовых бороздин типична разреженная биотурбация и простая многоуровневая структура ихнокомплексов, что указывает на продолжительные окна отсутствия колонизации донных осадков. Низкая степень биотурбации, простая многоярусная структура и низкое таксономическое разнообразие ихнофоссилий предполагают наличие напряженных экологических условий для биоты, скорее всего, из-за разбавления нормальной морской солености, вызванного поступлением пресной воды во время гиперпикнальных сбросов.

8. НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция (НГП) характеризуется значительным ресурсным потенциалом. В соответствии с официальной количественной оценкой по состоянию на 01.01.2017 г. начальные суммарные ресурсы углеводородного сырья (НСР УВС) провинции без учета нетрадиционных ресурсов доманика составляют 56,3 млрд тонн условного топлива (т.у.т) геологических и 25,3 млрд т.у.т извлекаемых. И если несомненным лидером по объему извлекаемых ресурсов является доминантный эмско-нижнефранский нефтегазоносный

комплекс (НГК), то второе место уверенно занимает верхнетурнейско-визейский (рис. 4), который включает косьвинско-алексинский стратиграфический интервал.

Что касается флюидального соотношения верхнетурнейско-визейского НГК, то нефть составляет 93,2% извлекаемых НСР, свободный газ – 3,2%. Залежи преимущественно нефтяные, газовые и газоконденсатные скопления сосредоточены в пределах Нижне-Волжской нефтегазоносной области (Волгоградская и Саратовская области). По объему начальных суммарных извлекаемых запасов верхнетурнейско-визейский НГК также занимает второе место (3917,9 млн т.т), однако стоит отметить значимый прирост запасов с момента предыдущей официальной оценки по состоянию на 01.01.2009 г. по сравнению с эмско-нижнефранским НГК – 438,5 млн т.т против 162,4 млн т.т, что свидетельствует о необходимости дальнейших исследований рассматриваемых образований. Таким образом, можно констатировать, что верхнетурнейско-визейский комплекс вносит

наибольший вклад в прирост запасов Волго-Уральской провинции в последние годы.

Если рассматривать элементы нефтегазогеологического районирования Волго-Уральской провинции, то наибольший объем извлекаемых НСР приурочен к Южно-Татарской (999,5 млн т.т), Бузулукской (865,5 млн т.т), Арланской (823,4 млн т.т) и Пермско-Башкирской (748,7 млн т.т) нефтегазоносным областям (рис. 5). В составе Южно-Татарской НГО наибольший объем запасов рассматриваемого нефтегазоносного комплекса сосредоточен в пределах Ромашкинского нефтяного месторождения. В целом по провинции несомненным лидером является Арланское нефтяное месторождение. Согласно данным баланса полезных ископаемых на 01.01.2022 г., его начальные извлекаемые запасы нефти по косьвинско-алексинскому интервалу превышают 600 млн т.

Несмотря на отсутствие точных данных о количественной характеристике нефтегазоносности по всей провинции, общепризнано, что запасы открытых на текущий мо-

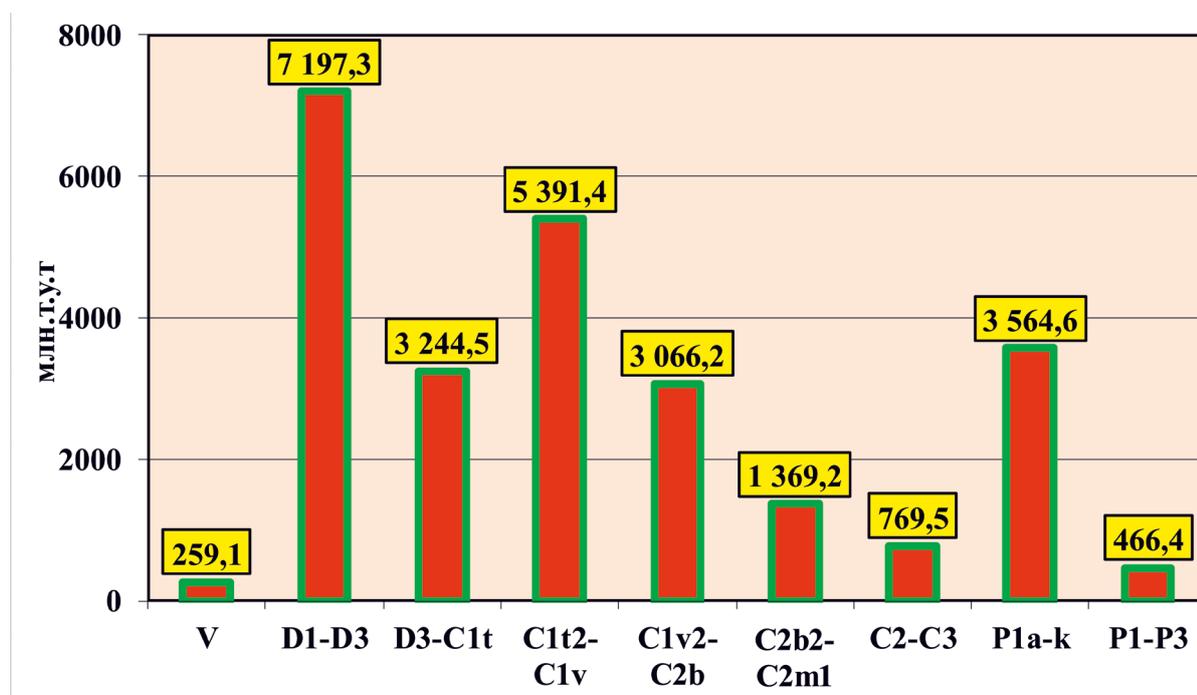


Рис.4. Распределение извлекаемых НСР УВС Волго-Уральской НГП по нефтегазоносным комплексам в соответствии с официальной оценкой по состоянию на 01.01.2017 г.

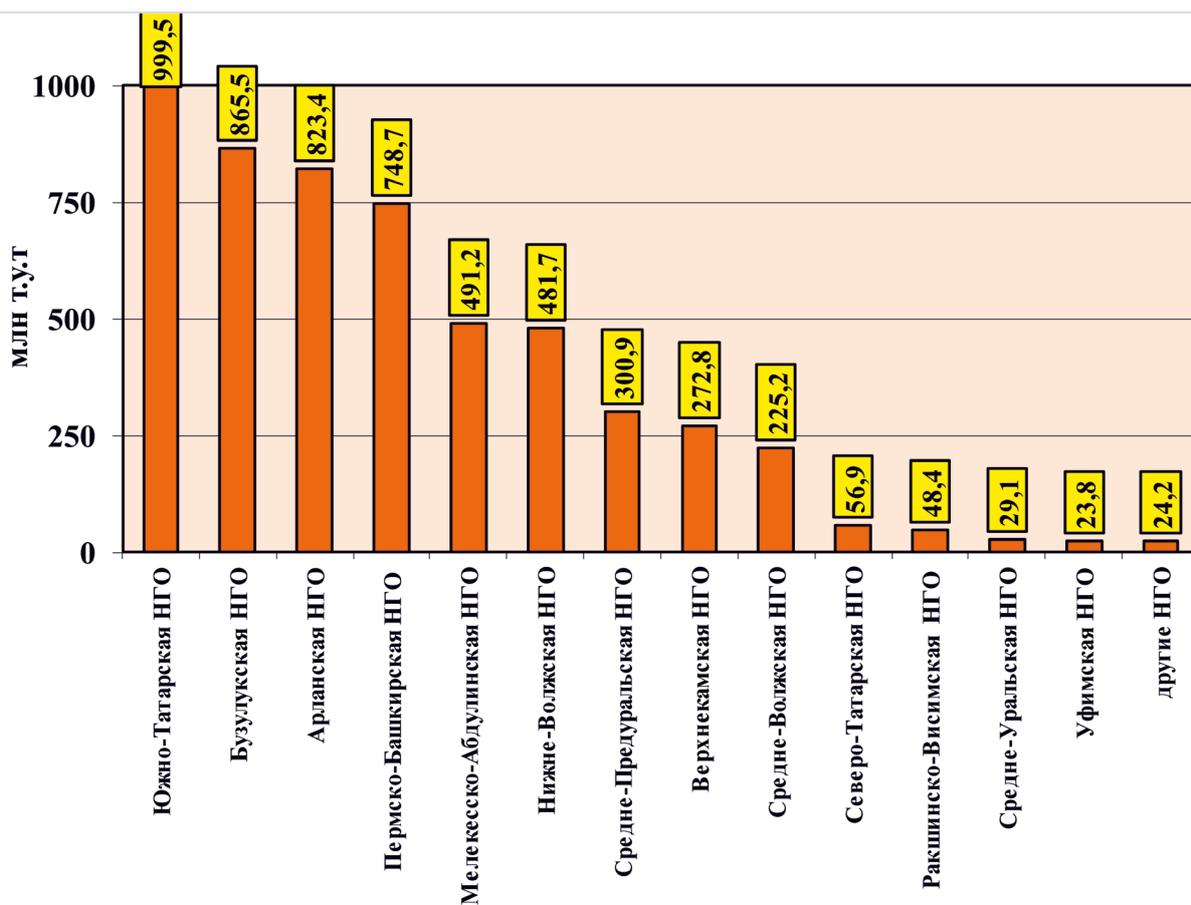


Рис.5. Распределение извлекаемых НСР УВС верхнетурнейско-визейского НКГ по элементам нефтегазогеологического районирования в соответствии с официальной оценкой по состоянию на 01.01.2017 г.

мент залежей комплекса главным образом сосредоточены в отложениях бобриковского горизонта. Большинство скопления углеводородного сырья приурочено к ловушкам структурного типа. Залежи контролируются локальными поднятиями, которые отличаются друг от друга генезисом и временем образования. Часть поднятий в визейских отложениях представляют собой структуры облекания франских и фаменско-турнейских биогермов. В терригенных коллекторах бобриковско-радаевского возраста известны денудационно-аккумулятивные ловушки, связанные с денудационными процессами поверхности турнейских карбонатных отложений (так называемые ловушки бобриковско-радаевских врезов). Седиментационные типы ловушек в бобриковско-радаевских отложениях связаны также с песчаными телами аллювиальных

и дельтовых фаций. Такие месторождения известны на южных склонах Бобровско-Покровского вала в Оренбургской области, а также открыты за последние годы во фронтальной части Каменско-Ровенской моноклинали в Саратовском Левобережье.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение основных закономерностей формирования дельтового комплекса нижнего визе имеет огромное прикладное значение, так как области развития аллювиальных и переходных фаций представляют особый потенциал с позиций поиска ловушек неантиклинального типа. Полифациальный состав отложений создает благоприятные условия как для формирования ловушек различной природы и морфологии, так и для аккумуляции и консервации в них углеводородов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Алексеев В.П. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2007. – 209 с.
3. Алиев М.М., Яриков Г.М., Хачатрян Р.О. и др. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М.: Недра. 1975. – 264 стр.
4. Аллювиально-дельтовые системы палеозоя Нижнего Поволжья/ Бабадаглы В.А., Яцкевич С.В., Шебалдина М.Г. и др. – Саратов: изд-во Саратовского университета, 1982. – 156 с.
5. Литологическая интерпретация геофизических материалов при поисках нефти и газа / В.А. Бабадаглы [и др.]. – М.: Недра, 1988. – 256 с.
6. Барабошкин Е.Ю. Практическая седиментология. Терригенные резервуары. Пособие по работе с керном. – Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2011. – 152 с.
7. Бижу-Дюваль Б. Седиментационная геология. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 704 с.
8. Карогодин, Ю. Н. Седиментационная цикличность – . М.: Недра, 1980. – 242 с.
9. Комаров В.Н., Андрухович А.О., Туров А.В. Основы стратиграфии. Учебное пособие. – М.: МГРИ-РГГРУ, 2018. – 148 с.
10. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение следов жизнедеятельности. – Прага: Геологический институт АН Чешской Республики, 2006. – 122 с.
11. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
12. Пахомов В.И., Пахомов И.В. Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья: моногр. – М.: Недра, 1980. – 152 с.
13. Пахомов, В.И. Литология природных резервуаров с использованием фациально-циклического метода и промыслово-геофизических данных: учеб. пособие / В.И. Пахомов, В.Н. Косков. – Пермь: изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 168 с.
14. Староверов В.Н. Типы дельт бобриковского времени на юго-востоке Волго-Уральской НГП: сборник научных материалов «Экзолит – 2019 Фациальный анализ в литологии: теория и практика». – Москва, 27-28 мая 2019 г. – С. 133-135.
15. Староверов В.Н. Общие закономерности литогенеза на территории Волго-Уральской НГП в течение среднего девона и раннего карбона // Недра Поволжья и Прикаспия. – Вып.100. – 2019. – С. 3-25.
16. Староверов В.Н., Гребенникова А.В. Генетическое значение ихнофоссилий для литолого-фациальных исследований пород среднего девона и нижнего карбона на юго-востоке Волго-Уральской антеклизы // Недра Поволжья и Прикаспия.– Вып. 95. – 2018. – С. 3-24.
17. Фациальные модели / под ред. Р.Уолкера, Н.Джеймса; пер. с англ. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. – 916 с.
18. Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Швец-Тэнэнта-Гурий А.Г. и др. Новые подходы к стратиграфическому расчленению верхнедевонско-нижнекаменноугольных отложений западной части Волго-Уральской провинции// Стратиграфия и ее роль в развитии нефтегазового комплекса России. – СПб.: Изд-во ВНИГРИ, 2007. – С. 303-334.
19. Фортунатова Н.К., Канев Т.Е., Ермолова Т.Е. и др. Перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений Прибортовой зоны сочленения Прикаспийской и Волго-Уральской НГП //Нефтегазовая геология и практика – 2022. – Т. 17. №4. С. 1-76.