

10. Модель пермского соленакопления юго-восточной части Русской плиты и ее значение для поиска месторождений нефти и газа и различных видов полезных ископаемых /Ю. А. Писаренко, В. Ю. Писаренко, О. С. Киреенко, О. П. Гончаренко //Геология нефти и газа. – 2011. – № 1. – С. 38–46.

11. Фомина Г. В., Волжанин В. Г. Взаимоотношение структурных планов подсоловых и надсоловых отложений Оренбургского вала //Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. – 1973. – Вып. 11. – С. 87–91.

УДК 551.734.3 (470.44)

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОРОБЬЁВСКОГО ГОРИЗОНТА НА ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

© 2017 г. В. Н. Староверов, В. В. Гонтарев, Е. А. Воронкова  
АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

Отложения воробьёвского горизонта пользуются широким распространением на рассматриваемой территории и отсутствуют в пределах двух крупных районов, которые приурочены к южному склону Жигулёвского свода, а также Пугачёвскому своду и Карповско-Тепловскому валу. В основу литолого-фациальных исследований и палеогеографических реконструкций рассматриваемой территории положены материалы, полученные предыдущими исследователями, и результаты изучения керн из скважин, пробуренных в течение последних пяти лет. В отличие от ранее проведенных построений (Писаренко), был сокращен геохронологический интервал (переход от фациального «матраса» к фациальной «простынке»), или выделены ранее не установленные палеогеографические обстановки [2]. Кроме того, проводимые исследования базировались на широко распространенных представлениях геологов о циклическом развитии юго-востока Русской плиты в течение среднего и позднего девона. Проведенные исследования также имеют прикладное значение, так как способствуют уточнению закономер-

ностей распространения и внутреннего строения потенциально продуктивного пласта  $D_{IV}$ . Полученные результаты наряду с геохимическими исследованиями пород воробьёвского горизонта позволили составить прогноз распространения материнских отложений в разрезах рассматриваемого стратиграфического интервала.

**Типы разрезов.** Изученные разрезы воробьёвского горизонта характеризуются сложным строением. С разной степенью уверенности в нем выделяются четыре пачки, которые обладают индивидуальными комплектами литотипов и их фациальными признаками. Две верхние пачки характеризуются относительной выдержанностью по площади и повсеместно формировались в однообразных палеогеографических обстановках. Породы нижних пачек отличаются резкой изменчивостью даже в пределах некоторых разведочных площадей, что свидетельствует о крайне нестабильных условиях осадконакопления.

В составе *нижней терригенно-карбонатной* пачки установлены пять основных литотипа, однако они, как правило, не выдержаны по латерали, характеризуются

изменчивыми генетическими признаками и частыми фациальными замещениями.

1. *Песчаники* серые с коричневатым оттенком, мелкозернистые, хорошо отсортированные, зерна угловатые и полуокатанные, текстура в отдельных фрагментах волнисто-линзовиднослоистая, стилолитоподобная. Содержат внутрислоевые диастемы карманообразной формы эрозионного типа, а также скопления углефицированного растительного детрита. В разрезах, вскрытых скважинами на Камеликской площади, песчаники менее однородные и хуже сортированные, содержат микролинзочки бурого угля, переработаны биотурбациями *Thalassinoides*. В разрезах Западно-Степной площади (скв.1, 2, 50) песчаники характеризуются разнообразным фракционным составом (от тонко- до крупнозернистых с редкими индивидами гравийной размерности) и плохой отсортированностью без очевидной закономерности изменений гранулометрического состава по площади. Зерна кварца большей частью прозрачные и мутные, реже встречаются непрозрачные разности и зерна кремнистых пород. На одном из уровней в керне скв.1 Западно-Степной среди кластических компонентов фиксируются кальцитовые биокласты, в состав которых входят членики криноидей и мелкий раковинный детрит. В скв.50 отмечены тонкие прослои с оолитами пирита размером до 0,7 мм. Примесь материала крупнозернистой и гравийной размерности весьма характерна для разрезов Разумовской площади (скв.1 и 10). В разрезах Восточно-Октябрьской площади (скв.1 и 3) наблюдается тонкое переслаивание средне-мелкозернистых и мелкозернистых песчаников с тонкими прослоями известняков, нарушеннослоистых за счет подводного оползания слабо литифицированного осадка. По данным ГИС рассматриваемый литотип в отдельных случаях образует самостоятельный

пласт (Перелюбская площадь) мощностью до 9 м.

Фациальные особенности – изменчивый гранулометрический состав; различная степень сортировки и окатанности кластического материала; волнистая, линзовидная, косая и «ленточная» слоистость; подводно-оползневые деформации; пиритовые оолиты; скопления углефицированного растительного детрита (до 1,5 см) на плоскостях наложения; зерна кварцитов и линзочки (2 x 15 мм) матового угля; редкие биокласты криноидей и створкового детрита; внутрислоевые перерывы в осадконакоплении; горизонты с интенсивной биотурбацией (до слоев «перемешивания»); следы *Thalassinoides*, *Skolithos* и *Rosselia*, представляющих сколиотовую ихнофаунацию. На кривых ГК выделяется в виде аномалии с резкой субгоризонтальной подошвой и слабонаклонной в направлении кровли, изрезанной боковой границей.

2. *Алевриты* (алевропесчаники) неравномерно окрашенные, плохо сортированные, участками глинистые, кластический материал угловатый и полуокатанный, с крупной линзовидной текстурой. Линзы отличаются более темной окраской за счет повышенных концентраций глинистой примеси, границы с вмещающими породами неровные, с заливами и промоинами. В более осветленных разностях наблюдаются участки с примесью зерен кварца размером до 0,4–0,6 мм. На Клиновской площади (скв.5) в породах фиксируются фрагменты с реликтами волнистой слоистости, которая подчеркнута глинистыми микрослойками с разноориентированным углефицированным растительным детритом (до 2 см) на плоскостях наложения. В алевритовых периодически встречаются слойки песчаника (4–7 см) мелкозернистого. Алевритовые разности, вскрытые скважинами Западно-Степной площади, отличает менее совершенная сортировка и смешанный состав

(глинисто-карбонатно-кварцевый) цемента. На Разумовской площади в алевролитах зафиксированы эрозионные диастемы и одиночные ризокреции. Слабо углистые разности описаны в керне из скв.50 Куликовской площади. Среди кластического материала встречаются редкие биокласты (0,4–1 мм), представленные створковым детритом.

Фациальные особенности – наличие прослоев с относительно плохой сортировкой материала, примесь кварцевых зерен с размерами до 0,6 мм; широкое распространение линзовидно-волнистой и крутонаклонной слоистости; локальное распространение углисто-глинистых разностей и ризокреций, послойное обогащение мегаспорами; пятнистая окраска в отдельных прослоях, возникшая в результате интенсивной переработки донными организмами (Teichichnus).

3. *Известняки микрозернистые* (мадстоуны). Эти литотипы преобладают среди карбонатных пород нижней пачки, характеризуются темно-серой окраской, в отдельных прослоях почти черные, в различной степени глинистые, содержат прослои (0,8 и 1 см), обогащенные пелитовым материалом, и порода в них становится алевро-аргиллитом, сильно известковистым, черного цвета. Для таких прослоев характерна тонкая (до 1 мм) субгоризонтальная слоистость, подчеркнутая скоплениями порошкового пирита. На участках с преобладанием карбонатного материала наблюдаются редкие биокласты (обломки иглокожих, кораллов и створок брахиопод), до 1 см длиной.

Фациальные особенности – невысокое содержание органических остатков; состав танатоцезов; отсутствие окатанности биокластов; обломки толстостенных брахиопод, биотурбированность известняков; наличие псевдооолитов, темно-серого шамозита и окатанных зерен кварца (до 0,8 мм) в кровле известняков; постепенный переход в перекрывающие аргиллиты, тонкая гори-

зонтальная слоистость в существенно глинистых прослоях.

4. *Известняки микробиально-детритовые* (вакстоуны), которые на 70–80% сложены пелитоморфным или микрозернистым кальцитом. Образуют маломощные пласты (до 1 м) в нижней и средней частях описываемой пачки. Известняки темно-серые, плотные, неравномерно глинистые. Среди биокластов различимы остракоды, кораллы (фрагменты овальной или удлинённой формы с поперечником 1,2 см) и дугообразные фрагменты брахиопод. Наиболее крупные органические остатки перекристаллизованы молочно-белым ясно кристаллическим кальцитом.

Фациальные особенности – ограниченное распространение в разрезе; нормально морской состав органических остатков, отсутствие сортировки в их распространении, присутствие глинистой примеси.

5. *Известняки биоморфно-детритовые* (флаутстоуны) пользуются ограниченным распространением в разрезе, образуя два относительно маломощных слоя в его центральной части. Преобладают крупные биокласты, размер которых превышает 2 мм. Они скреплены микритовым цементом. Породообразующие элементы представлены преимущественно кораллами и брахиоподами, а также мелким створковым шламом и перекристаллизованными фрагментами иглокожих. Они «плавают» в илистой массе, реже контактируют между собой. Насыщенность породы биокластами неравномерная: выделяются скопления форменных компонентов в виде линз и цепочек, разделенных участками с нечеткими контурами, в которых известняки заглинизированы и пиритизированы, с нечеткой горизонтально-волнистой слоистостью, и содержат лишь единичные, наиболее мелкие биокласты.

Фациальные особенности – содержание разноразмерных биокластов более 50%;

полидетритовые разности в составе тана-тоценоза; отсутствие окатанности форменных компонентов; отсутствие нарастающих и стелющихся форм; субгоризонтальная и слабо волнистая слоистость; скопление органических остатков в мелких линзах.

В составе рассмотренной пачки существенно меняется по латерали соотношение основных литотипов. С северо-запада на юго-восток происходит постепенное сокращение роли алевро-песчаных пород на фоне возрастания значения карбонатных разностей. В разрезе скважины Непряхинской площади резко доминируют известняки, песчаники присутствуют в виде подчиненных прослоев (рис. 1).

**Вторая, терригенная пачка** характеризуется переменчивым составом, и в ее строении участвуют четыре литотипа. От площади к площади изменяются их мощности и соотношение в разрезах.

1. *Аргиллиты* темно-серые, грубодисперсные, слабо алевролитистые, с массивной текстурой, реже – с нечеткой, тонкой, горизонтальной слоистостью, содержат неопределимые обломки раковин двустворок с ребристой скульптурой и инкрустированные порошковатым пиритом, а также мелкие остракоды овальной формы. Этот литотип пользуется ограниченным распространением, маломощные пласты (от 1 до 2,5 м) залегают в подошве рассматриваемой пачки или в ее средней части.

**Фациальные признаки** – тонкая горизонтальная слоистость; известковистость; содержание морской фауны; сокращение мощности в подошве пачки, вскрытой скважинами на Камеликской площади.

2. *Алевролиты* темно-серые и желтоватые, неоднородность окраски подчеркивает слоистость породы. Слоистость линзовидная, невыдержанная. Протяженные слои темно-серого цвета сложены кластическим материалом размером 0,05 мм с глинистым цементом базального и порового типа. Жел-

товатый материал слагает линзы неправильной формы с размером зерен 0,05–0,15 мм, реже – 0,3–0,5 мм, цемент каолининовый.

**Фациальные признаки** – низкая степень сортировки кварцевых зерен; примесь мелкопесчаной фракции; невыдержанная линзовидная слоистость; каолининовый цемент; оолиты пирита; биотурбация некоторых прослоев; тонкая косая слоистость с углами падения 12–15°; редкий створковый детрит. Алевролиты занимают подчиненное значение в описываемой части разреза, чаще слагают его верхний фрагмент, реже залегают и в самой подошве пачки. Пласты выклиниваются или замещаются на небольшом расстоянии.

3. *Алевро-песчаники* от серых до темно-серых, кварцевые, плохо сортированные, неравномерно глинистые, кластический материал угловатый и полуокатанный, с невыдержанной мелколинзовидной слоистостью. Характерно постепенное обогащение алевролитовым материалом вверх по разрезу.

**Фациальные признаки** – наиболее крупные линзы (0,8 x 5 см) отличаются более темной окраской, содержат повышенные концентрации глинистого материала; осветленные разности (1,5 x 3 см) обильно пиритизированы и включают примесь зерен кварца и кварцитовидных песчаников размером 0,4–0,6 мм; беспорядочно расположенные оолиты пирита размером до 2 мм; редкие проявления биотурбаций; изменения размера зерен кварца в одном слое от 0,05 до 1,5 мм; вариации в степени биотурбации от 0,1 до 0,9; ихнофоссилии относятся к родам *Skolithos* и *Talassinoides*, которые представляют сколиотовую ихнофазию.

4. *Песчаники* тонко-мелкозернистые, неравномерно окрашенные, от коричнево-серых до темно-серых, в различной степени алевролитистые и глинистые, плохо сортированные, неравномерно биотурби-

рованы. Слагают 1–2 пласта с мощностью от 1,2 до 6,5 м, тяготеют к нижним частям разреза, но могут встречаться в его среднем фрагменте.

Фациальные признаки – невыдержанная мощность даже в пределах одной разведочной площади; плохая сортировка материала и совместное нахождение кластических зерен с размерами 0,05 и 1,5 мм; тонкая волнистая и линзовидная слоистость; нечеткое уменьшение фракционного размера в направлении кровли – максимальный размер зерен уменьшается вверх по разрезу от 2 до 0,2 мм; наиболее крупные зерна не окатаны и, наряду с кварцем, сложены кварцитовидными алевролитами; относительно крупные (4 x 13 мм) линзочки угля; отдельные прослои с «ленточной» слоистостью (0,5–0,8 мм); мелкие зерна (0,2 мм) остроугольной формы, напоминающие обломки вулканического стекла; непостоянная степень биотурбации, величина VI колеблется от 1 до 4 на фоне таксономического разнообразия ихнофоссилий (в наименее биотурбированных разностях фиксируются

только ходы *Rosselia*, интенсивно переработанные прослои содержат следы *Zoophycos*, *Skolithos* и *Cylindrichnus*).

С северо-запада на юго-восток постепенно сокращаются мощности алевролитов и песчаников, и на Непряхинской площади (скв.1) вся рассматриваемая пачка сложена аргиллитами (рис. 1).

**Третья, глинисто-карбонатная пачка** приурочена к средней части воробьевского горизонта и характеризуется выдержанностью состава на всей территории исследований. Ее мощность колеблется от 12 до 17,5 м и достигает максимальных значений на южном склоне Карповско-Тёпловского вала. В строении пачки могут быть выделены пять литотипов.

1. *Известняки пелитоморфные* (мадстоуны) пятнистой (темно-серой и темно-коричневой) окраски, неравномерно глинистые. Пятнистость окраски обусловлена неравномерным размещением глинистого материала. На более глинистых участках наблюдается микрослоистость, продиктованная скоплениями створкового детрита.

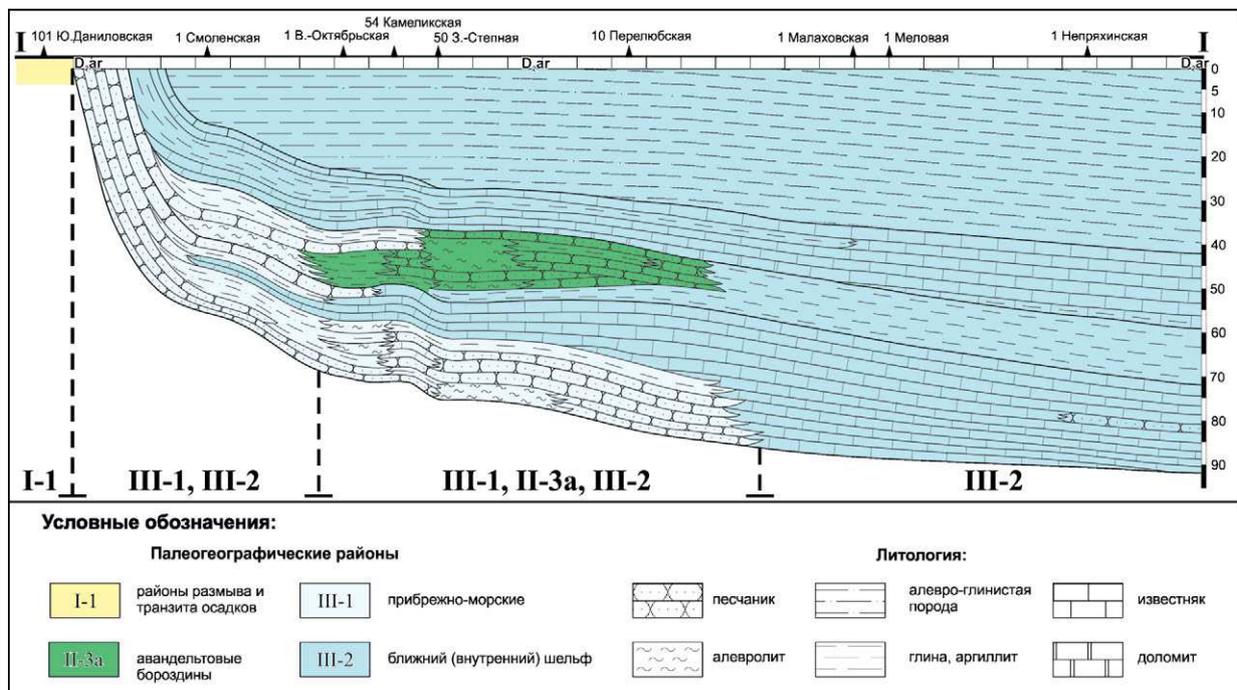


Рис. 1. Палеотектонический профиль по линии I–I на начало ардаатовского времени

Кроме него в состав биокластов входит неопределимый органогенный шлам, обломки кораллов и иглокожих размером до 2 мм. Этот литотип преобладает в составе рассматриваемой пачки на северной половине изученной территории, где образует пласты мощностью 3–4 м.

Фациальные признаки – высокая степень глинистости; тонкая горизонтальная микрослоистость; наличие участков с заметной концентрацией биокластов; форменные компоненты представлены тонкостенными фрагментами иглокожих, брахиопод, гастропод и одиночными кораллами; редко встречаются целые раковины; наличие единичных внутрислоевых диадем.

2. *Известняки микробиально-детритовые* (вакстоуны) пятнистой и слоистой текстуры. Порода сложена участками темно-коричневого цвета, которые огибают темно-серые микрослоистые зоны. Темно-коричневые участки пелитоморфные со структурой мадстоунов, с неопределимым органогенным шламом, распределенным пятнисто (встречаются единичные гастроподы). Темно-серые участки микрослоистые, слоистость обусловлена примесью глинистого и органического вещества. По структуре известняк в этих зонах – биокластовый вакстоун. Большая часть биокластов представлена изометричными обломками створок размером около 1 мм, присутствуют целые раковинки брахиопод. На Куликовской площади (скв.50) вследствие неравномерного размещения глинистого материала широко распространены текстуры уплотнения, а в прослоях (до 10 см) скопления раковин брахиопод достигают статуса ракушняков. Литотип имеет второстепенное значение в разрезе.

Фациальные признаки – неравномерное распределение шлама и органогенного детрита; низкая степень (0,1–0,2) биотурбации; горизонтальная и линзовидно-волнистая слоистость, текстуры уплотнения.

3. *Известняки биоморфно-детритовые* (флаутстоуны) темно-серые, в отдельных участках слабо глинистые, локально доломитизированные. Характерна чрезвычайно неоднородная текстура, обусловленная беспорядочным распределением биокластов и изогнутых заглинизированных слоев. Среди форменных компонентов, наряду с многочисленными брахиоподами, отмечены гастроподы, обломки одиночных кораллов, единичные фрагменты строматопороидей, а также мелкий створковый детрит и шлам. Этот литотип играет подчиненную роль в составе рассматриваемой пачки и слагает интервалы в ее верхней части.

Фациальные признаки – разнообразный таксономический состав органики; отсутствие окатанности и сортировки форменных компонентов; существенные колебания размеров биокластов; наличие ветвистых и нараставших разновидностей строматопороидей; желваковидная текстура в кровле некоторых прослоев; фрагменты с нечетко выраженным градиционным типом распределения форменных компонентов.

4. *Известняки биоморфно-детритовые* (биокластовые пакстоуны) коричневатые и темно-серые, битуминозно-глинистые, пиритизированные с тонкой субгоризонтальной и слабо наклонной слоистостью. В составе биокластиков присутствуют крупные лингулы, эстерины (скв.10 Разумовской площади), многочисленные замковые брахиоподы, тентакулиты, остракоды, редкий детрит сифониковых водорослей. Вмещающая масса известково-глинистая, неравномерно пиритизированная. Пирит образует многочисленные псевдоморфозы по органическим остаткам и рассеян вдоль поверхностей напластования. Данный литотип характеризуется локальным распространением и установлен в единичных разрезах Камелик-Чаганской системы дислокаций.

Фациальные признаки – отсутствие в палеоценозе кораллов и строматопороидей;

наличие форм, переносящих распреснение морских вод; тонкая горизонтальная слоистость.

5. *Аргиллиты* темно-серые, микрослоеватые с обильной пылеватой примесью и конкрециями пирита, до 5 мм в поперечнике. По поверхностям наслоения присутствуют отпечатки мелких раковин брахиопод хитинового состава. Эти породы слагают различные по мощности интервалы (от 2 м на Перелюбской площади до 5 м на Смоленской) и полностью выклиниваются в районе Карповско-Тепловского вала.

Фациальные признаки – высокая степень дисперсности пород; микрослоеватые текстуры; раковины с хитиновым скелетом; обедненный состав танатоценоза; увеличение толщин в направлении древней суши.

**Четвертая, алевро-глинистая пачка** венчает разрез воробьевского горизонта и выдержана в пределах всей изученной территории. Ее мощность варьирует от 10 до 38,5 м и возрастает в направлении бортовой зоны Прикаспийской впадины. В составе пачки выделено два литотипа.

1. *Алеврит* темно-серый с коричневатым оттенком, кварцевый, хорошо отсортированный, в различной степени глинистый, с нитевидной горизонтальной и линзовидной слоистостью. Этот литотип выделяется, главным образом, в верхней трети разреза рассматриваемой пачки и пользуется локальным распространением.

Фациальные признаки – содержит линзовидные участки (1,2 x 2 см), обогащенные тонкопесчаным материалом с полуокатанными зернами; порода слабо биотурбирована ( $BI = 1$ ) тонкими прямолинейными туннелями *Planolites* и вертикальными норками *Skolithos*; залегание некоторых прослоев осложнено микросбросами; на отдельных уровнях отмечены линзы (2,2 x 10 см) сливного алевро-песчаника с примесью углесто-глинистого вещества.

2. *Аргиллит* темно-серый, грубодисперсный, нечетко горизонтально-слоистый с неопределимыми отпечатками створчатой фауны. Данный литотип резко доминирует в составе рассматриваемой пачки.

Фациальные признаки – грубодисперсная структура; горизонтальная слоистость; стратиграфическое положение (залегают на известняках третьей пачки и перекрываются алевролитами).

Изучение литотипов и закономерностей их распространения по площади показало, что разрез воробьевского горизонта характеризуется изменчивым литологическим составом. Максимальное количество литотипов (и их многократные замещения по латерали) зафиксировано в центральной части изученной территории и в тектоническом отношении приурочено к Клиновскому выступу и Камелик-Чаганской системе дислокаций. К юго-востоку от этих структур разрез рассматриваемого стратиграфического интервала значительно упрощается.

**Палеогеография и условия седиментации.** С воробьевского времени начался живетский седиментационный цикл, в результате которого сформировался старооскольский структурно-вещественный комплекс, в целом отражающий тенденции трансгрессивного развития рассматриваемой территории. На обширных пространствах южной половины Волго-Уральской НГП воробьевская седиментация возобновилась после относительно непродолжительного перерыва. Однако в саратовском секторе Бузулукской впадины, несмотря на близость древних источников сноса, территория продолжала унаследованно развиваться после черныярского этапа осадконакопления. Обширная суша, предположительно островного типа, также располагалась на большей части Бобровско-Покровского вала. В связи с этим накопление осадков в начале воробьевского времени на большей части изученной

территории не происходило либо же было крайне ограниченным как по площади, так и по объему. Таким образом, разрез рассматриваемого горизонта представляет собой результат трансгрессивного живетского цикла седиментации, который установлен на основной части юго-востока Русской плиты.

Воробьевская седиментация развивалась на фоне активизирующейся трансгрессии. В такие фазы осадконакопление довольно отчетливо контролируется тектоническим планом соответствующих территорий. Достижение максимума трансгрессии, как правило, отличается спадом тектонической активности, и потому тип осадконакопления определяется почти исключительно седиментационными причинами. Наиболее активными геоструктурными элементами воробьевского времени являлись Жигулевский свод, Клинцовская ступень Пугачевского свода, Камелик-Чаганская зона дислокаций. Поэтому указанные разнопорядковые структуры влияли не только на распределение литотипов, но и обусловили закономерности распределения толщин в пределах изученной территории. В значительной степени пассивны были такие структурные элементы, как Карповско-Тепловский вал, а также Иргизский и Милорадовский прогибы.

На литолого-палеогеографической карте анализируемого региона (рис. 2) выделены две крупные зоны отсутствия воробьевских отложений. Первая из них занимает северную треть территории и в палеогеографическом отношении представляет собой древнюю сушу (I-1). Осадконакопление там не происходило или проявлялось на локальных участках, но не подтверждено бурением. Южная граница рассматриваемой зоны характеризуется сложной морфологией за счет выступов и разделяющих их углублений. Она трассируется в субширотном направлении от Богородского месторожде-

ния до Южно-Чернавской площади и далее до Даниловского месторождения.

Вторая зона отсутствия воробьевских отложений протягивается с запада на восток через центральную часть изученной территории и в генетическом отношении имеет совершенно иную природу. Это область размыва рассматриваемых отложений, которые оказались уничтоженными в предпозднефранско-фаменскую фазу тектогенеза. В пространственном отношении эта область совпадает с Пугачевским сводом и Карповско-Тепловским валом. Наличие размыва подтверждено в разрезе многочисленных скважин (Меловая 1, Ново-Порубежская 22, Лагунихинская 31, Вешняковская 2 и многие другие), в которых породы верхнего франа (частично и нижнего фамена) перекрывают нижнефранские, живетские, эйфельские или даже более древние образования. Косвенным доказательством правомочности выделения описываемой области размыва является рисовка границ между литолого-палеогеографическими зонами – такие границы не оконтуривают область древнего размыва, а подходят к ней под самыми разными углами.

Мощности воробьевского горизонта варьируют в широких пределах от 0 до 96 м, а закономерности их распределения контролируются двумя основными причинами. С одной стороны, толщины плавно возрастают от древней суши в южном – юго-восточном направлении. Такое распределение обусловлено компенсированным характером прогибания дна воробьевского палеобассейна. К этому же седиментационному типу относится еще одна закономерность изменения толщин, которая целиком зависит от палеогеографической ситуации в воробьевском бассейне. Максимальные значения мощностей приурочены к области развития авандельтовых обстановок.

С другой стороны, изменения толщин воробьевских отложений зависят от глубины

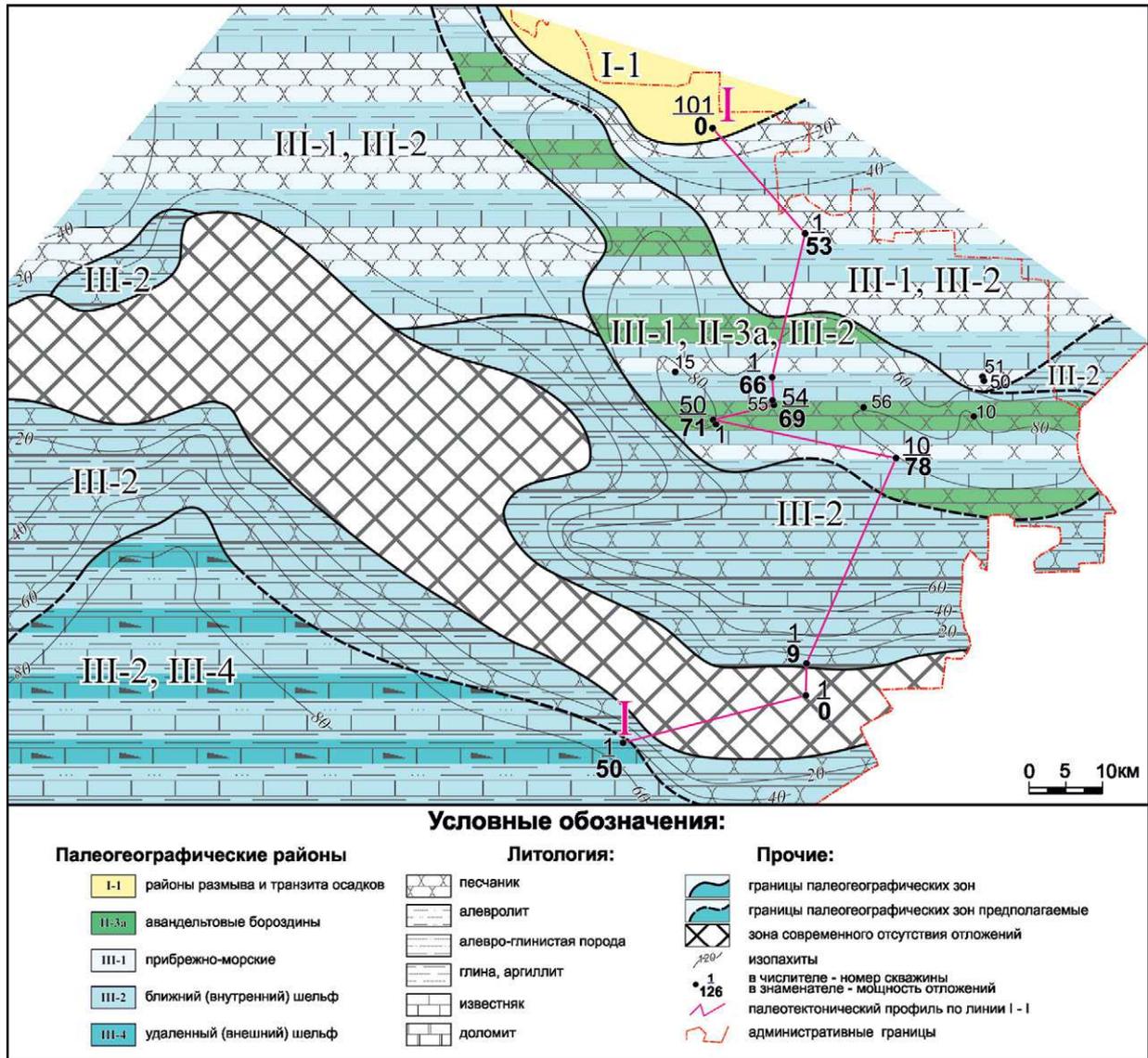


Рис. 2. Литолого-палеогеографическая карта Дальнего Саратовского Заволжья (воробьёвское время)

предверхнефранско-фаменского размыва, по существу являются «наложенными» по отношению к первичным значениям, то есть контролируются тектоническими, а не седиментационными причинами. Следовательно, распределение по площади мощностей воробьёвского горизонта является результирующим двух различных процессов, протекавших в разные временные эпохи.

Таким образом, осадконакопление в воробьёвское время охватывало большую часть изученной территории и осуществлялось в эпиконтинентальном морском бас-

сейне. В его пределах с различной степенью достоверности установлены четыре палеогеографические зоны.

**Прибрежно-морские обстановки с переменным гидродинамическим режимом (III-1).** Область распространения таких обстановок занимала значительную часть северной половины изученной территории и непосредственно примыкала к древней суше. В тектоническом плане она охватывала большую часть современного Иргизского прогиба и частично распространялась в зону сочленения Жигулёвского свода

с Бузулукской впадиной. Разрезы, сформированные в таких обстановках, характеризуются толщинами от 1–2 до 55–59 м и отличаются крайней изменчивостью литологического состава. На начальном этапе сказывалась близость древней береговой линии, поэтому происходило накопление хорошо отсортированного кластического материала и скоплений углефицированного растительного детрита. Предполагается, что осадконакопление происходило на незначительных глубинах (10–20 м), и поэтому перемещение обломочных частиц происходило под действием волн и связанных с ними течений. Об этом свидетельствует высокая степень сортировки кластического материала, волнистая и мелкая косая слоистость. Косая слоистость с углами 10–15° обусловлена чередованием прослоев с различным содержанием биокластов (обломки криноидей и мелкие фрагменты створок макрофауны). На поверхности наслоения иногда встречаются обломки и целые створки мелких брахиопод (5–8 мм). В отдельных случаях фиксируются включения мелких оолитов (0,7 мм в диаметре) пирита с хорошо заметным концентрическим строением. Эпизодически седиментация прерывалась и происходило формирование диастем размыва. В периоды ненакопления осадков дно заселялось многочисленными биотурбаторами сколиотовой ихнофауны. Известно, что представители ихнорода *Skolithos* предпочитают расселяться на хорошо отсортированных, подвижных песчаных грунтах. В результате нарастающей трансгрессии происходило смещение на северо-запад древней береговой линии. Вслед за ней сдвигалась область накопления терригенных осадков, и на территории исследований возникли условия для седиментации карбонатных илов. Поэтому в конце воробьевского этапа седиментация происходила уже в обстановке ближнего шель-

фа. Наиболее типичные породы прибрежно-морского генезиса изучены в разрезах скв.50 Куликовской, скв.1 Смоленской и скв.10 Кустовской. Прибрежно-морские условия осадконакопления доказываются пространственной связью рассматриваемой области с древней сушей, преобладанием в разрезе пород алевро-песчаного состава с подчиненным количеством глинистых разностей, а также невыдержанностью песчаных пластов по простиранию. Нередко они трудно коррелируются даже в соседних скважинах. Кроме того, в обломочных разностях наряду с кварцем постоянно присутствуют зерна различной степени окатанности и неокатанные, полевых шпатов, темноцветных минералов, а также обломков пород. Неустойчивый характер гидродинамики иллюстрируется особенностями гранулометрического состава. Среди песчаников зафиксированы линзы гравелитов с неокатанными зернами до 2 мм в поперечнике.

Воды в прибрежно-морских условиях были несколько распреснены. На это указывают находки в керне обломков раковин макрофауны с хитиновым составом скелета. Внешняя граница прибрежно-морских обстановок располагалась вблизи южной границы Клиновского выступа, а затем трассировалась на восток, севернее Камелик-Чаганской зоны дислокаций.

Авандельтовые обстановки (II-3) осложняли условия осадконакопления в пределах прибрежной полосы воробьевского бассейна. Зона их развития в виде линейно вытянутой полосы расширяется в юго-восточном направлении, протягивается от южного склона Жигулевского свода до северной границы Камелик-Чаганской зоны дислокаций (рис. 2). В пределах рассматриваемых обстановок были сформированы разрезы с максимальными значениями мощностей до 80 м. Даже в самых северных фрагментах древней авандельты мощности разрезов

достигают 58–61 м (скважина Тепловская 13) на фоне значений в 20–35 м. Разрезы, сформированные в рассматриваемых обстановках, являются полифациальными, и породы авандельтового генезиса в направлении кровли сменяются отложениями прибрежно- и мелководно-морского происхождения.

Для рассматриваемых обстановок были характерны крайне изменчивые условия осадконакопления. Поэтому пласт  $D_{IV}$  не выдержан по своему строению, а песчаные фрагменты разреза характеризуются непостоянными значениями толщин. Во всех песчаных разностях наблюдается незначительное укрупнение размерности в направлении подошвы, параллельно происходит увеличение максимального размера кластического материала, столь характерное для бороздинных проток в подводно-дельтовых равнинах. Предполагается, что основная масса обломочного материала транспортировалась именно такими потоками, поэтому за их пределами даже в соседних скважинах мощность песчаных пластов может уменьшаться в 3–4 раза. Наличие относительно крупных линзочек угля и прослоев с «ленточной» слоистостью также указывает на дельтовое происхождение рассматриваемой части разреза.

Одним из важнейших показателей, ответственных за развитие подводных дельт, является интенсивность гидравлического режима, который контролирует процессы концентрации, рассеивания или ненакопления осадочного материала. На рассматриваемой территории концентрация проявлялась нестабильно, и поэтому алевро-песчаные пласты характеризуются небольшими толщинами. В рассеивании обломочных частиц участвовали два механизма. Подчиненную роль играли течения, проявлявшиеся локально в бороздинных рукавах и формировавшие прослои с тонкой косою слоистостью (углы падения 12–15°). Определен-

ное значение имели волновые движения, что доказывается наличием прослоев с линзовидно-волнистой слоистостью, а также оолитами пирита. Периоды ненакопления маркируются участками с интенсивной биотурбацией. В некоторых случаях перемещение осадков происходило в результате действия подводно-оползневых процессов.

Наиболее типичные разрезы, сформированные в дельтовых обстановках, вскрыты и охарактеризованы керном на Разумовской площади. Для их строения характерна четкая ритмичность, свидетельствующая о периодическом изменении порций поступавшего обломочного материала. В основании ритмов чаще всего залегают песчаники среднезернистые до грубозернистых, неравномерно глинистые. Вверх по разрезу песчаники становятся сначала мелко-, среднезернистыми, а затем средне-, мелкозернистыми. В кровле ритмов обычно залегают аргиллиты с нечеткой микрослоистостью, нарушенной короткими субгоризонтальными и почти вертикальными, нацело пиритизированными ходами илоедов с диаметром 3–6 мм. В глинистых прослоях встречаются остатки лингул и эстерий – обитателей водоемов с низкой степенью солености, а также крупные фрагменты (до 1 см) углефицированных растительных остатков и мегаспоры. Вероятно, в пределах авандельты существовали полузамкнутые водоемы с очень спокойной гидродинамикой и сезонным режимом осадконакопления.

**Мелководно-морские обстановки ближнего шельфа (III-2)** были очень широко распространены в воробьевское время и занимали почти всю южную половину территории исследований (Перелюбская впадина, а также южные склоны Клиновского выступа). Мощности разрезов, сформированных в таких обстановках, достигают 60 м и постепенно сокращаются к границам предверхнефранского размыва. Область, которая была занята ближним шельфом,

постепенно распространялась на север по мере развития воробьевской трансгрессии. В погружение сначала оказались вовлечены районы Камелик-Чаганской зоны дислокаций, а затем и северо-восточные склоны Клинецовского выступа.

Разрезы, полностью или частично сформированные в мелководных условиях, изучены в скважинах Чалыклинского, Разумовского и Западно-Степного месторождений. В составе пород преобладают алевро-песчаные разности, широко распространены аргиллиты и пласты известняков. Мелководный генезис алевролитов и песчаников доказывается хорошей сортировкой обломочного материала, средней и высокой степенью окатанности зерен, широким распространением субгоризонтальных и мультислойных типов слоистости. В алевролитах нередко встречаются мелкие биокласты, в том числе обломки тонких створок и членики криноидей. Пласты известняков достигают мощности 6–8 м, среди них преобладают вакстоуны и пакстоуны с тонкой волнистой или слабо наклонной (5–10°) слоистостью, которая подчеркнута ориентировкой крупного детрита.

Форменные компоненты карбонатов также представлены раковинами и иглами брахиопод, остракодами, трубчатыми водорослями, члениками криноидей и фрагментами кораллов. «Шкаповской» известняк очень выдержан по площади, пелитоморфная вмещающая масса содержит до 20–30% шлама и органического детрита. В северных участках развития мелководных фаций широко распространены микрослоистые разности, образованные за счет многочисленных штрихоподобных включений пирита. Древняя суша оказалась на значительном удалении к северу, что привело к резкому сокращению поступающих объемов кластического материала.

Гидравлический режим в морском бассейне контролировался положением по-

верхности дна по отношению к базису действия волн. Осадконакопление протекало в непосредственной близости от этого гидродинамического барьера, и интенсивности волнового воздействия не хватало для сортировки биокластики по размерности, а было достаточно лишь для разрушения скелетных организмов без существенной транспортировки – субавтохтонный тип захоронения. Изредка поверхности седиментации достигали штормовые волнения, приводившие к образованию известняков с нечетко выраженной градиционной слоистостью (дистальные темпеститы). По мере нарастания трансгрессии интенсивность гидравлического режима стремилась к нулю. Поэтому в верхней части карбонатного пласта распространены флаутстоуны с автохтонными танатоценозами, о чем свидетельствует наличие в их составе нарастающих и ветвящихся форм.

Приведенные фациальные признаки свидетельствуют о переменчивом гидродинамическом режиме и «нормальных» показателях солености воробьевского морского бассейна.

**Обстановки дальнего шельфа (III-4)** были распространены на юго-западе анализируемой территории, а современная область их развития пространственно совпадает с Милорадовским прогибом (рис. 2). В начале воробьевского времени эти районы представляли собой мелководный шельф, который в дальнейшем стал интенсивно прогибаться. Разрез, характеризующий особенности седиментации, вскрыт только одной скважиной на Больше-Узеньской площади. Обломочный материал не достигал этих удаленных акваторий, и поэтому в составе горизонта преобладают аргиллиты и карбонатные породы. Глинистые породы известковистые, тонкоотмученные, субгоризонтально тонкослойчатые с многочисленными ядрами остракод. Среди карбонатных разностей до-

минируют известняки от светло- до темно-серых, прослоями сильно глинистые, участками битуминозные, с микритовой или пелитоморфной структурой. Мощность разрезов в этой зоне достигает 80 м.

В конце воробьевского времени осадконакопление вновь происходило в условиях относительно мелководного шельфа (зона III-2), однако изменилась направленность процесса. На это указывает явно регрессивный характер в строении рассматриваемой пачки. Преобладали условия, неблагоприятные для карбонатакопления, так как в морской бассейн вновь стал поступать терригенный материал, особенно в самом конце воробьевского времени. Но аллохтонный привнос песчаных фракций не достигал рассматриваемого района, и продолжала формироваться иловая фация. Лишь перед началом ардаговского времени возросшая гидродинамическая активность водной массы привела к формированию линзовидных прослоев песчаника. Следовательно, процессы осаждения осадков по-прежнему доминировали над их рассеиванием. Очень ограниченная роль в седиментогенезе принадлежала биологическому фактору. Взаимодействие бентосных организмов и осадка проявилось только в его частичной переработке биотурбаторами.

Таким образом, в течение воробьевского времени значительную часть территории исследований занимали пространства ближнего и дальнего шельфа. На севере располагалась древняя суша, подвергавшаяся интенсивной эрозии. Поэтому в прибрежных фациях отмечается примесь гравелитов, кроме кварца встречаются зерна полевых шпатов и обломки пород. Один из важнейших способов транспортировки обломочного материала осуществлялся благодаря переносу в авандельтовых бороздинах. Фациальные изменения контролировались особенностями палеогеографического развития данной территории. Максимум

трансгрессии был достигнут к началу второй половины рассматриваемого века, а затем осадконакопление проходило в условиях нарастающей регрессии.

**Прогноз распространения материнских отложений в воробьевском горизонте.** Для оценки нефтегенерирующего потенциала воробьевских отложений были проведены геохимические исследования керн, которые выполнялись на установке «Rock-Eval 6 версия Turbo» (производство VINCI TECHNOLOGIES, Париж, Франция). Исследования включали определение  $C_{орг.}$ , остаточного и полного нефтяного потенциала пород, температуры максимального выхода углеводородов в пике пиролиза  $S_2$ , водородного индекса  $HI = S_2/C_{орг.}$  (мг УВ/г  $C_{орг.}$ ) и определение типа органического вещества (ОВ).

В разрезах **прибрежно-морского генезиса** зоны преобладают породы алевропесчаного состава с подчиненным количеством глинистых разностей. Алевропесчаные породы характеризуются низкими концентрациями  $C_{орг.}$  (0,1–0,68%), в аргиллитах содержание  $C_{орг.}$  незначительно возрастает 0,17–0,78%. Остаточный нефтяной потенциал составляет 0,18–1,32 мг УВ/г породы, тип ОВ гумусовый,  $HI = 129–216$  мг УВ/г  $C_{орг.}$ .

Разрезы, сформированные в авандельтовых обстановках, являются полифациальными, и в них также фиксируются отложения прибрежно- и мелководно-морского происхождения. Песчаники, отобранные на Северо-Кожевской, Западно-Степной, Разумовской и других площадях, как правило, бедны органическим веществом ( $C_{орг.}$  в среднем составляет 0,31%), в алевролитах концентрация выше 0,34–1,23%, но  $S_2$  низок 0,08–0,59 мг УВ/г породы, тип керогена гумусовый и инертный  $HI = 18–157$  мг УВ/г породы (рис. 3). В аргиллитах содержание  $C_{орг.}$  и  $S_2$  сильно варьирует от 0,1 до 2,66% и 0,01 до

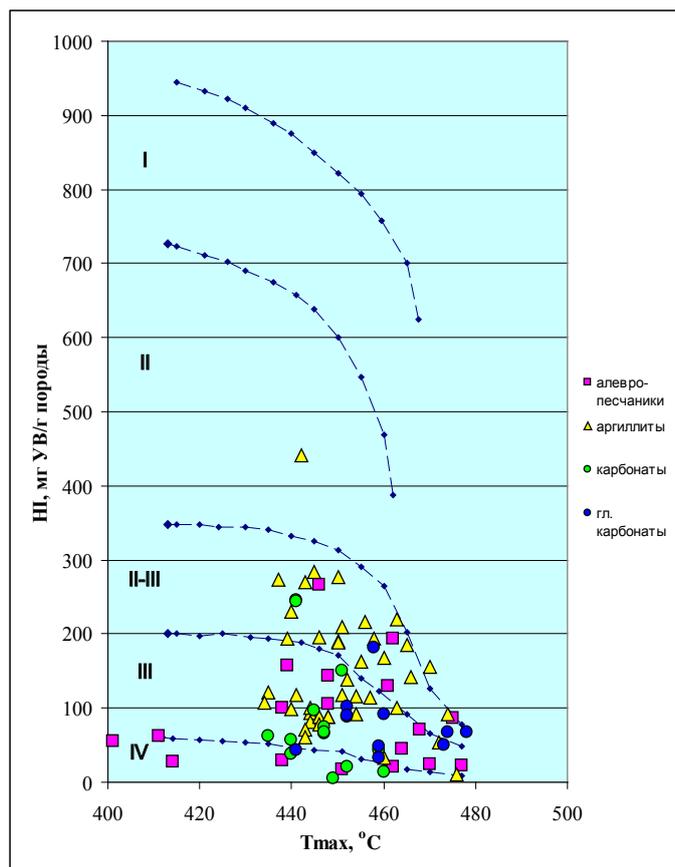


Рис. 3. Изменение типов керогенов в различных породах воробьевского горизонта

2,41 мг УВ/г породы соответственно, тип керогена становится смешанным гумусово-сапропелевым, HI возрастает до 270 мг УВ/г породы. В этой зоне нефтематеринские породы «удовлетворительного» класса составляют до 5% толщины разреза и связаны с глинистыми отложениями.

Известняки из средней части разреза данной зоны содержат низкие концентрации  $C_{орг.}$  12–0,55%. В глинистых разностях в отдельных образцах содержание возрастает до 1,57%, но потенциал карбонатных пород низкий – 0,01–1,45 мг УВ/г породы.

Разрезы мелководно-морского генезиса характеризуются преобладанием алевро-песчаных разностей, широко распространены аргиллиты и пласты известняков. В батиметрическом отношении осадконакопление происходило

вблизи базиса действия обычных волнений, что не способствовало накоплению и сохранению ОВ. Алевролиты и песчаники содержат низкие концентрации  $C_{орг.}$  0,09–0,59%, в аргиллитах содержание редко достигает 1,0%. В известняках и глинистых известняках  $C_{орг.}$  также содержится в невысоких концентрациях 0,02–0,86%. Параметры пиролиза низкие:  $S_1$  не превышает 0,13, а  $S_2$ –1,63 мг УВ/г породы.

В составе пород, образованных на дальнем шельфе воробьевского морского бассейна, аргиллиты и глинистые, участками битуминозные известняки. В аргиллитах содержание  $C_{орг.}$  в среднем составляет 0,55%. Среди карбонатных пород описаны известняки различной окраски. Содержание  $C_{орг.}$  в «светлых» разностях невысокое, редко превышает 0,38%, в глинисто-битуминозных литотипах возрастает до 1,48–1,73%, в среднем составляя 1,57%. Породы содержат ОВ сапропелевого типа. Мощность разрез в этой зоне достигает 80 м, из них до 10% пород обладают нефтематеринским потенциалом «хорошего» качества.

Таким образом, геохимические особенности пород воробьевского горизонта контролируются их фациальной принадлежностью. Наиболее высокими показателями нефтематеринского потенциала отличаются глинисто-карбонатные породы, сформированные в аванделтовых условиях и обстановках дальнего шельфа.

**ПРИБРЕЖНЫЕ ФАЦИИ**



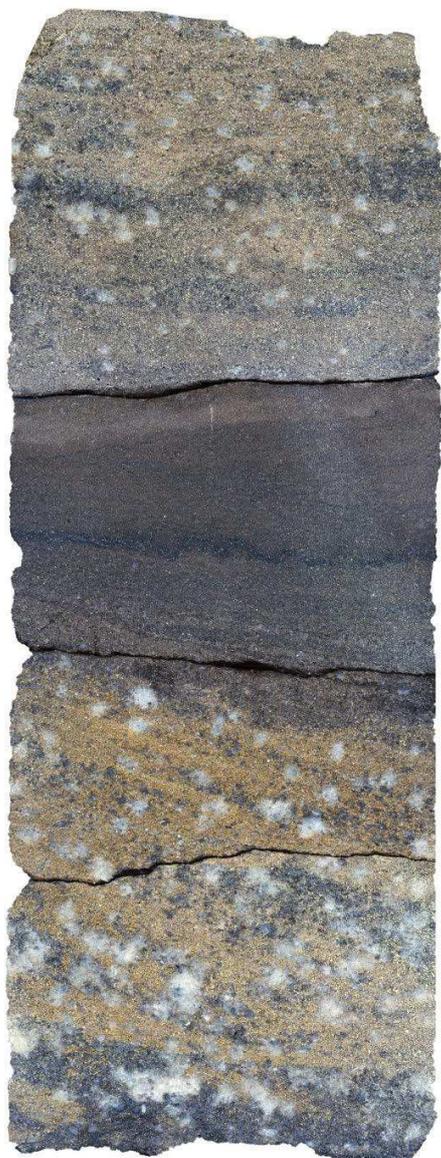
**скв.15 Южно-Первомайской площади**

Переслаивание гравелита и алевролита. Поверхности контакта осложнены проявлениями биотурбаций (*Skolithos?*).



**скв.56 Камеликской площади**

Песчаник плохо отсортированный, гравелитистый с размерами зерен 0,05–2,0 мм. Порода со слабо наклонной, прямолинейной, невыдержанной слоистостью, подчеркнутой гранулометрией и скоплениями углистой примеси.



**скв.51 Куликовской площади**

Крупное переслаивание двух разновидностей песчаника: разномерного с глинистым и пятнисто-размещенным доломитовым цементом; мелкозернистого с неотчетливой слабо наклонной, полого-волнистой слоистостью.

***АВАНДЕЛЬТОВЫЕ ФАЦИИ***



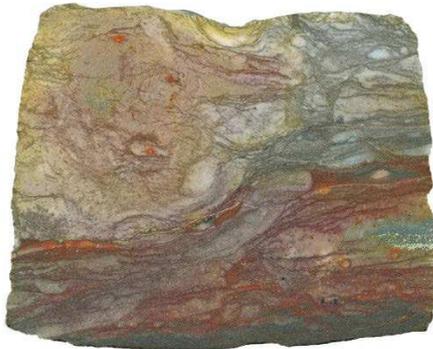
**скв.1 Западно-Степной площади**

Алевролит пятнистой окраски и текстуры за счет сильного проявления биотурбаций – *Teichichnus*.



**скв.50 Степной площади**

Плохо отсортированный песчаник с горизонтальной волнистой слоистостью, сильно нарушенной проявлениями биотурбаций. Видны овально-округлые срезы горизонтальных ходов и более редкие вертикальные, плохо выраженные ходы.



**скв.10 Разумовской площади**

Песчаник серый, зеленовато- и буровато-серый из-за примеси пирита и гидроокислов железа, мелкозернистый с нарушенной линзовидной слоистостью, биотурбациями и подводно-оползновыми явлениями.



**скв.55 Камеликской площади**

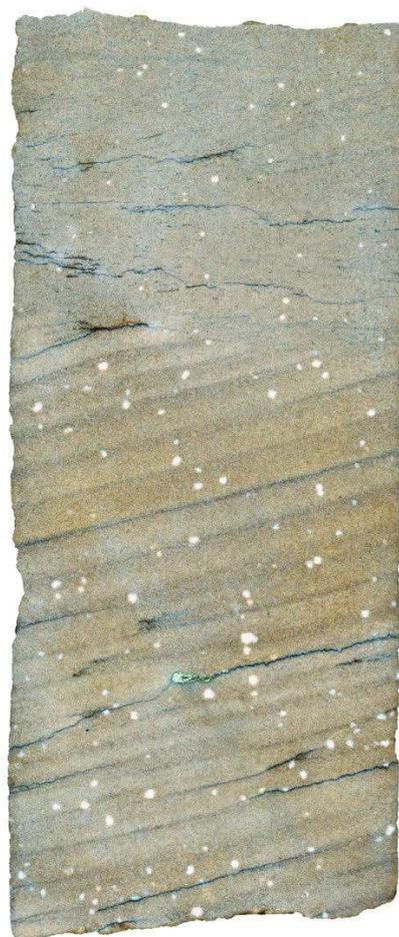
Слоистость «ленточного» типа в алевролитистом песчанике. В нижней трети образца – слабо волнистая диастема, под ней песчаник мелкозернистый, хорошо отсортированный.



**скв.56 Камеликской площади**

Алевро-песчаник полностью переработанный биотурбациями (BI=5) *Thalassinoides*.

**МЕЛКОВОДНЫЙ ШЕЛЬФ**



**скв.50 Куликовской площади**

Алевролит с хорошо заметной мелкой косою слоистостью, обусловленной примесью глинисто-углистого материала. Слоистость нарушена единичным проявлением биотурбаций. *Фация:* нижняя часть предфронтальной зоны пляжа. Рябь однонаправленных слабых течений.

Различные типы текстур в алевролите. В нижней части наклонная параллельная слоистость с признаками градиционного распределения зерен. В верхней половине массивная с элементами косою слоистости. *Фация:* нижняя часть предфронтальной зоны пляжа с штормовыми течениями.



**скв.10 Перелюбской площади**

Известняк тонко-микроструктурный (структура вактуон).



**скв.54 Камеликской площади**

Образец из переходной зоны между глинистой пачкой и подстилающими карбонатами. В верхней части образца известняк глинистый, биокластово-микроструктурный. Ниже диастемы в буровато-сером известняке – многочисленные псевдооолиты шамозита и редкие зерна кварца.

1. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геологический институт АН Чешской республики, 2006. – 122 с.
2. Староверов В. Н., Щеглов В. Б. Основные разновидности терригенных шельфов юго-востока ВЕП в живетское и раннефранское время // Недропользование XXI век. – 2014. – № 4 (48). – С. 32–38.
3. Седиментационные модели живетских и нижнефранских отложений юго-западной части Бузулукской впадины / С. В. Яцкевич, В. Д. Мамулина, Л. Н. Умнова, В. П. Климашин // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2007. – Вып. 50. – С. 16–34.

УДК550.834.53.05:553.98 (470.44)

### ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИ ПОДСОЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ВО ВНУТРЕННЕЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ (ОЗИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ)

© 2017 г. Е. А. Зуб

АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

В пределах саратовской части Прикаспийской впадины на Озинской площади в 2006–2007 гг. выполнены сейсмические работы методом ВП ОГТ (высоконаправленная поляризационная модификация ОГТ), которые позволили выделить подсолевою Озинскую структуру предположительно рифоподобного типа по девонско-башкирским отложениям и надверейской толще. Однако из-за недостаточной плотности сети профилей (8 профилей ВП ОГТ и 6 профилей ОГТ 1986 г.), а также недостаточной протяженности меридиональных профилей в северном направлении требовалось уточнение конфигурации структуры, характера ее северного погружения. Сейсмоэлектро-разведочные работы на данной территории продолжены в 2009–2011 гг. Плотность сети профилей была увеличена (26 новых профилей), как и протяженность меридиональных профилей в северном направлении, что позволило уточнить строение Озинской структуры, подтвердить наличие ее северного погружения, выделить региональное широтное разрывное нарушение на северном окончании структуры.

Интерес к Озинской зоне вызван данными, полученными по саратовскому участку регионального профиля Оренбург-Маньч (пр. 04901–1V), отработанного в 2001 г. во внутренней части Прикаспийской впадины, проходящего вдоль ее северного борта. На рисунке 1 А представлен фрагмент временного разреза ОГТ по профилю 04901–1V.

Так, обнаруженное локальное увеличение мощности подсолевых карбонатных комплексов ( $P_1-P_2$ ) и ( $P_2-P_3$ ) и сокращение разделяющего их терригенного комплекса позволило предположить присутствие рифогенных тел. Сомнение вызывала корреляция горизонта  $P_1$  (подошва соли) под соляным куполом и возможность его приуроченности к внутрисолевому отражению. Решению этой задачи и оценке модели строения подсолевых отложений в данной зоне были посвящены работы 2006–2007 гг. При работах дополнительно привлечены наиболее информативные профили МОГТ 1986 г. и профиль Оренбург-Маньч.

Применение ВП ОГТ позволило получить более качественные временные разрезы и составить надежный «каркас» для