

УДК 551

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ФАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ В ДЕВОНЕ

© 2000 г. Н. К. Андреева, Н. А. Каграманян, Т. Н. Хераскова*

*Федеральное государственное унитарное предприятие
"Научно-производственный центр по сверхглубокому бурению и комплексному изучению недр Земли"*
(ФГУП НПП "Недра")

150000 Ярославль, ул. Свободы, 8/38

*Геологический институт Российской академии наук
109017 Москва, Пыжевский пер., 7*

Поступила в редакцию 24.12.99 г.

Использованы новые данные по стратиграфии и вещественному составу девонских отложений Московской синеклизы. Составлены фациально-палеогеографические схемы для лохковского, эйфельского, живетского, ранне-среднефранского, позднефранского, раннефаменского и позднефаменского этапов развития Московской синеклизы. Выделено семь циклов осадконакопления, возникших из-за колебаний уровня моря и структурных перестроек в палеоокеанических бассейнах, окружавших в то время Восточно-Европейскую платформу. Сделан вывод о структурной неоднородности фундамента Восточно-Европейской платформы и о дифференцированных движениях, в том числе сдвиговой природы отдельных частей фундамента относительно друг друга в течение девона. Эти движения определяли строение и фации осадочного чехла платформы и разломные дислокации в его пределах.

В последние годы опубликован ряд работ по стратиграфии, палеогеографии и тектонике Восточно-Европейской платформы [Тектоника..., 1991; Международная..., 1998; Родионова и др., 1995; Тихомиров, 1995; Nikishin et al., 1996 и др.], в значительной мере обобщивших результаты многолетних исследований. Однако все эти безусловно ценные обобщения опирались почти исключительно на данные стратиграфии и скважинной геофизики. При этом практически не использовались наблюдения о внутреннем строении и седиментационных текстурах отложений, конкретных обстановках накопления осадочных комплексов. Кроме того, до последнего времени девонские отложения северо-восточной части Московской синеклизы были хуже всего изучены. Препятствовала этой работе слабая охарактеризованность ряда интервалов разреза керновым материалом, особенно на уровнях живетского и фаменского ярусов. В результате некоторые фациальные комплексы описаны достаточно схематично.

Использование для бассейнового анализа новых данных по стратиграфии и вещественному составу отложений Московской синеклизы, площадному распространению основных типов разрезов, структуре фундамента (рис. 1), а также сбор и обработка литературных материалов о ли-

тологических особенностях отложений дает возможность более обоснованно охарактеризовать палеогеографические обстановки, выявить конкретные структуры, проследить вещественные выражения перестройки структурных планов Московской синеклизы, время появления и время жизни конкретных структур, проследить во времени смещения структурно-фациальных зон, а в ряде случаев выявить причины структурных перестроек.

На рассматриваемой территории девонские отложения распространены повсеместно, залегают на глубинах от 500 до 2400 м и имеют общую мощность, достигающую 1000 м. Состав отложений и стратиграфическая полнота разрезов на различных участках весьма различна. Выделяются пять типов разрезов и соответствующих им структурно-фациальных зон, приуроченных к различным частям современной структуры платформы (см. рис. 1). I – Фенноскандинавский мегаблок, II – Среднерусский авлакоген; III–V – Волго-Уральский мегаблок: III – Галичская впадина, IV – южный борт Московской синеклизы, V – Котельнический свод. В первом типе преобладают терригенные породы, в четвертом – карбонатные. Второй и третий типы отличаются пестротой состава. В пятом типе разрезов отсутствуют нижне- и среднедевонские отложения.

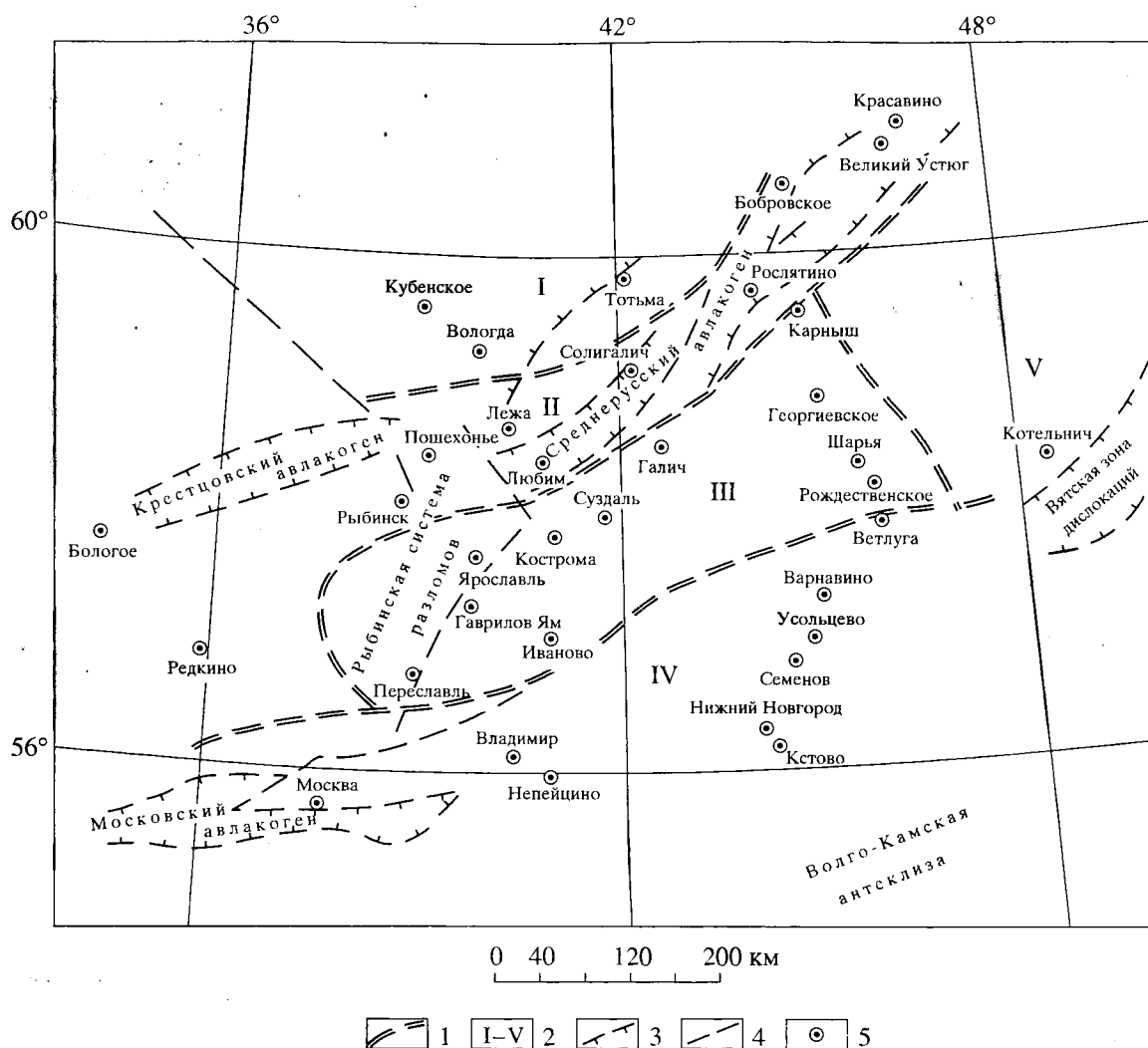


Рис. 1. Схема разломов фундамента Центральной части Восточно-Европейской платформы [Международная тектоническая карта..., 1981, 1998].

1 – границы распространения типов разрезов и структурно-фациальных зон; 2 – номера основных типов разрезов; 3 – разломы, ограничивающие рифейские авлакогены; 4 – прочие разломы; 5 – скважины.

РАННИЙ ДЕВОН

Лохковское (пироговское) время

Этот период времени характеризует пироговская свита [Бирина, 1957; Родионова и др., 1995], которая представляет собой фациально изменчивый комплекс пестроцветных, преимущественно терригенных отложений. Карбонатный материал присутствует в них почти исключительно в виде цемента. Эти отложения залегают с трансгрессивным несогласием на образованиях венда и силура. Покрываются с размывом отложениями эмского яруса нижнего девона. Мощность отложений пироговской свиты изменяется от 10 до 180 м и определяется в основном степенью последующего размыва.

В составе накоплений лохковского времени выделяются три фации: песчаников, алевролитов и аргиллитов, а также алевролитов и мергелей (рис. 2).

Фация песчаников распространена на северо-востоке современного поля распространения пироговской свиты. Она представляет собой пачку пестроцветных песчаников, содержащих лишь отдельные прослойки темно-коричневых, темно-зеленовато-серых алевролитов, аргиллитов, аргиллитоподобных и алевролитистых глин. Мощность отложений часто превышает 100 м. Песчаники мелко- и средне-зернистые, нередко крупнозернистые и разнозернистые (размер зерен от 0.06 до 0.9 мм) и окрашены в светло-серые, серые, зеленовато-серые, реже красно-коричневые и светло-коричне-

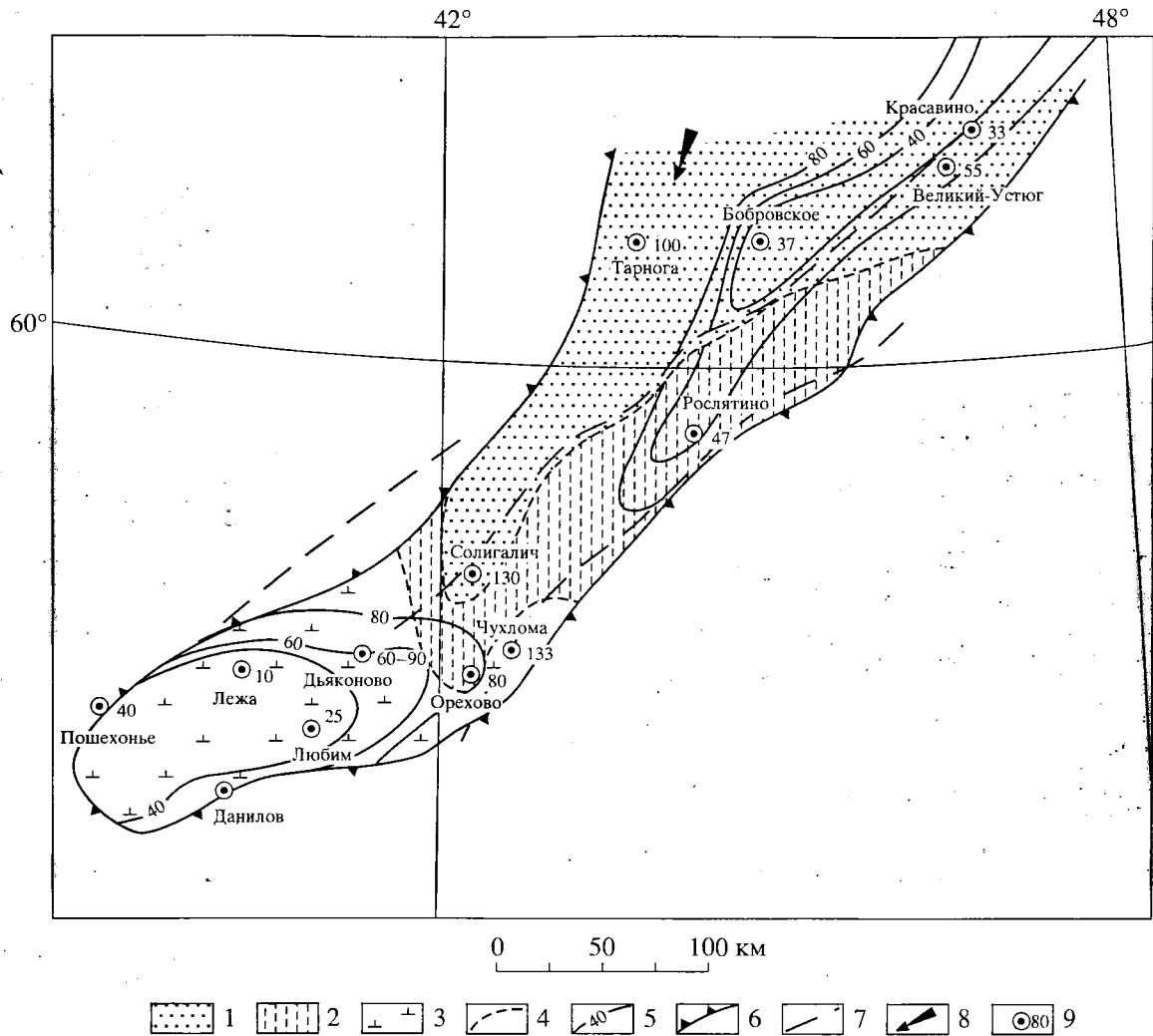


Рис. 2. Фациально-палеогеографическая схема для лохковского века.

1 – проксимальная зона подводной дельты, песчаная фация; 2 – дистальная зона подводной дельты, алевролитоглинистая фация; 3 – зона литорали, карбонатно-глинистая фация; 4 – фациальные границы; 5 – изопакиты; 6 – граница современного распространения отложений; 7 – активные разломы; 8 – направление сноса обломочного материала; 9 – скважины и мощность отложений.

вые цвета. Песчаники по составу кварцевые, кварц-полевошпатовые и полевошпат-кварцевые (плагиоклаз и калиевый полевошпат). В крупно- и среднеразмерных разностях Л.М. Бириной [1957] отмечены послойно расположенные окатанные обломки красно-коричневых глин размером от гравия до галек, а также мелкие гальки кремней. Из аксессуарных минералов преобладают гранат и турмалин. В меньшем количестве встречены циркон и рудные минералы. В Солигаличской скважине обнаружена также значительная (до 50%) примесь выветрелых зерен. Цемент песчаников довольно обильный глинистый. Изредка встречается вторичный карбонатный цемент. Обломочный материал окатанный и угловато-окатанный.

Для фации песчаников характерны однородные, тонкослоистые, волнисто- и косослоистые

текстуры. Текстурные особенности, обилие глинистой примеси, плохая сортировка и часто довольно слабая окатанность обломочного материала этой фации свидетельствуют об интенсивном привносе и быстром захоронении обломочного материала. При накоплении этих отложений, видимо, редко создавались условия для многократного перемива и переотложения обломочного материала. Это указывает на быстрое прогибание дна бассейна. Можно предполагать существование подводного конуса выноса обломочного материала, возможно подводной дельты.

Фация алевролитов и аргиллитов вскрыта скважинами Рослятино и Орехово. Для этой фации характерно тонкое чередование аргиллитов, аргиллитоподобных глин и алевролитов. Породы обладают темно-коричневыми, красно-коричне-

выми, иногда пятнистыми окрасками. Среди алевролитов распространены также зеленовато-серые окраски. Глинистые разности пород содержат примесь и тонкие прослойки обломочного кварца алевроитовой и песчаной размерности. Породы обладают тонкой горизонтальной микроструктурой. По всей вероятности, рассматриваемая фация характеризует более дистальную часть подводной дельты или конуса выноса, сложенного в проксимальной части фацией песчаников. Уменьшение зернистости пород с севера на юг говорит о привносе основной части обломочного материала в пироговское время с севера (современные координаты), со стороны Печерского бассейна, где по последним данным [Nikishin et al., 1996] в это время начались поднятия и интенсивные дислокации, связанные с завершающими стадиями каледонского орогенеза. Возможно, размыву подверглись остатки додевонской коры выветривания, о чем свидетельствует присутствие в песчаниках примеси выветрелых зерен. Интенсивный привнос обломочного материала с суши пресными водами, видимо, вызвал некоторое опреснение бассейна пироговского времени. С этим связана бедность отложений пироговской свиты органическими остатками.

Фация аргиллитов и мергелей распространена на юго-западе современного поля развития пироговской свиты. Она вскрыта скважинами Чухлома, Дьяконово, Любим и Данилов. Наиболее полный разрез вскрыт скважиной Дьяконово. Здесь выделяются два цикла мощностью порядка 50 м. В основании каждого цикла преобладают мелкозернистые песчаники и алевролиты, в верхах – красноцветные аргиллиты, глины, а также известковистые алевролиты с тонкими прослоями доломитов, глинистых доломитов и мергелей. Терригенные породы по составу и текстурным особенностям близки породам фации алевролитов и аргиллитов. Доломиты светло- и темно-серые, а в отдельных прослоях обогащены глинистым материалом и имеют зеленовато-серую окраску. Цикличность строения этой фации отражает флуктуации развития трансгрессии раннедевонского времени или периодическое усиление привноса обломочного материала из-за неравномерности роста каледонских орогенов в области сноса.

На крайнем юго-западе (скв. Пошехонье), возможно, карбонатные породы в составе пироговской свиты приобретают более существенное значение. Здесь же более обильны находки органических остатков. Фация аргиллитов и мергелей характеризует относительно глубоководную и наиболее удаленную от области сноса часть литоральной зоны в бассейне пироговского времени (из сохранившихся в современной структуре от последующего размыва). Ее развитие на крайнем юго-западе современного поля распространения свидетельствует о том, что бассейн пироговского време-

ни был обширным и распространялся по крайней мере на центральную часть Московской синеклизы. Сохранность отложений лишь в пределах грабена Среднерусского авлакогена объясняется преимущественным погружением этой структуры в последующую эпоху.

О внутренней структуре бассейна пироговского времени нельзя судить по изменениям мощностей отложений пироговской свиты, так как даже резкие изменения мощностей не сопровождаются изменениями фаций (см. рис. 2). В частности, в разрезах скв. Тарнога и Бобровское, Лежа и Дьяконово. Мощности отложений отражают преимущественно степень их сохранности в современной структуре. Для выявления мелких конседиментационных структур слишком мало данных. Можно лишь предполагать бывшее существование довольно крупной клиноформы (предположительно авандельты), фрагмент которой сохранился в северо-восточной части поля распространения свиты. Возможно, в пироговское время происходили движения по Солигаличскому разлому. При этом интенсивнее погружалось его северное крыло, так как в северном борту развиты наиболее мощные песчаные фации.

Современная структура отложений пироговской свиты не совпадает с палеоструктурой пироговского бассейна и фиксирует лишь более позднюю инверсию Среднерусского авлакогена, рост горстового поднятия между Солигаличским и Чухломским разломами, скорее всего, уже в каменноугольное время. Видимо, эта инверсия во многом определила современные мощности пироговской свиты.

После этапа седиментации первой половины лохковского века следует значительный перерыв в осадконакоплении, продолжавшийся в течение второй половины лохкова, пражский век и первую половину эмского века. Этот перерыв связан с завершающими стадиями каледонского орогенеза. Лишь в конце раннего девона, в позднем эмсе, начинается новая обширная трансгрессия моря на территорию Московской синеклизы и новый цикл седиментации.

Эмский век. Рязское время

Этому времени соответствует накопление рязской свиты [Филиппова, 1962], соответствующей по возрасту рязскому горизонту верхнего эмса. Рязская свита вскрыта большим количеством скважин и всюду представлена преимущественно кварцевыми и плевощат-кварцевыми мелкозернистыми песками и песчаниками, имеющими глинистый или доломитовый цемент. В основании, по данным С.В. Тихомирова [1995], часто присутствуют грубозернистые пески и гравелиты. Песчаные отложения содержат также редкие прослои

глин и алевролитов. Так, в разрезе Любимской скважины Л.М. Бириной [1957] на этом стратиграфическом уровне (пярнуские слои) описаны светло-серые и белые преимущественно кварцевые пески с мелкими стяжениями пирита, содержащие прослойки зеленовато-серых глин с детритом углефицированных растительных остатков. Их мощность 14 м. В верхней части этой пачки песчаники сменяются микрослоистыми алевроитовыми глинами с остатками флоры мощностью 7 м. Пески преимущественно тонкозернистые, в отдельных прослоях крупно- и среднезернистые, косослоистые. Пески слабо сцементированы карбонатным или глинистым цементом. В их тяжелой фракции резко преобладает циркон. Кроме того, встречается глауконит.

Фациальные изменения на рассматриваемой территории проявлены довольно слабо. Наблюдаются лишь изменения мощности от 0 до 40 м. Кроме того, от разреза к разрезу изменяется количество прослоев глин и алевролитов в верхней части. Органические остатки в составе отложений ряжской свиты редки и имеют плохую сохранность. В целом это типичный прибрежно-морской комплекс трансгрессирующего бассейна.

Образования ряжской свиты залегают с разрывом на фундаменте, поваровской свите венда, отложениях ордовика, силура или пироговской свите лохковского яруса, знаменуя начало нового цикла крупной трансгрессии моря на территорию Московской синеклизы, достигшей максимума в эйфеле. Поле современного распространения ряжской свиты значительно шире пироговского и определяется поверхностью размыва, сформированной во время структурной перестройки платформы в начале живетского века.

По данным С.В. Тихомирова обломочный материал в течение ряжского времени поступал как с юга, с поднятия Воронежского массива, так и с севера. С течением времени интенсивность приноса и грубость обломочного материала уменьшались. Это позволяет говорить о расширении бассейна в течение ряжского времени. Солевой режим бассейна ряжского времени отличался неустойчивостью и отклонялся от нормального из-за притока пресных вод с суши. В бассейне обитали, в основном, рыбы и лингулы. С.В. Тихомиров предполагает, что бассейн ряжского времени в Московской синеклизе свободно сообщался с бассейном Балтийской синеклизы.

СРЕДНИЙ ДЕВОН

Эйфельский век

В это время накапливался сложный по составу терригенно-карбонатный комплекс мощностью от 30 до 100 м, претерпевший в течение эйфелья заметную эволюцию (рис. 3, 4). Почти повсемест-

но образования этого возраста залегают на породах верхнего эмса без следов перерыва в осадконакоплении. В пределах Котельнического свода отложения эйфельского возраста отсутствуют.

В раннем эйфеле, в дорогобужско-клинцовское время, в пределах рассматриваемого региона происходило накопление сульфатизированных и доломитизированных известняков с прослоями мергелей и глин в основании и кровле. Только в третьем типе разрезов, на территории между Среднерусским и Московским авлакогенами, на протяжении всего эйфеля отложения имеют преимущественно песчано-глинистый состав. Мощность отложений изменяется от 30 до 60 м.

В середине эйфеля, в мосоловское время, на юге территории ангидрито-карбонатные отложения сменяются карбонатно-глинистыми. Внизу преобладают известняки, которые из-за небольшой примеси глинистого материала окрашены в серый, коричневатый-серый или зеленовато-серый цвет. Выше известняки становятся глинистыми, в них появляются многочисленные маломощные прослои зеленовато-серых глин и отпечатки фауны плохой сохранности. Затем начинают преобладать аргиллитоподобные глины темно-серого цвета с вкрапленностью и гнездовидными скоплениями пирита. Они содержат небольшую примесь алевроитового материала и несколько прослоев 0,2–0,4 м глинистых известняков. Завершают разрез мосоловских слоев на юге территории темно-серые и желтовато-серые обломочные известняки.

На севере региона, в области распространения первого и второго типов разрезов, нарастает глинистость отложений. В нижней половине мосоловских слоев преобладают известковистые глины и мергели, содержащие лишь отдельные прослои глинистых известняков. В верхней части преобладают известковистые глины, появляются прослои алевролитов.

В конце эйфеля, в черноморское время, в пределах рассматриваемой территории отложения, отвечающие по возрасту черноморскому горизонту, отличаются от нижележащих осадков эйфеля меньшей карбонатностью и большей примесью обломочного терригенного материала. Это преимущественно темно-серые глины и алевролиты, иногда с прослоями известняков. В некоторых разрезах преобладают алевролиты и песчаники. Мощность отложений изменяется от 10 до 20 м.

Образования черноморского горизонта завершают эмско-эйфельский цикл седиментации. Стратиграфически выше с размывом и несогласием залегают породы живетского яруса. Из-за размыва в начале живета отложения черноморского горизонта сохранились фрагментарно. Наиболее полные и повсеместно развитые разрезы имеются на юге рассматриваемой территории. Здесь же

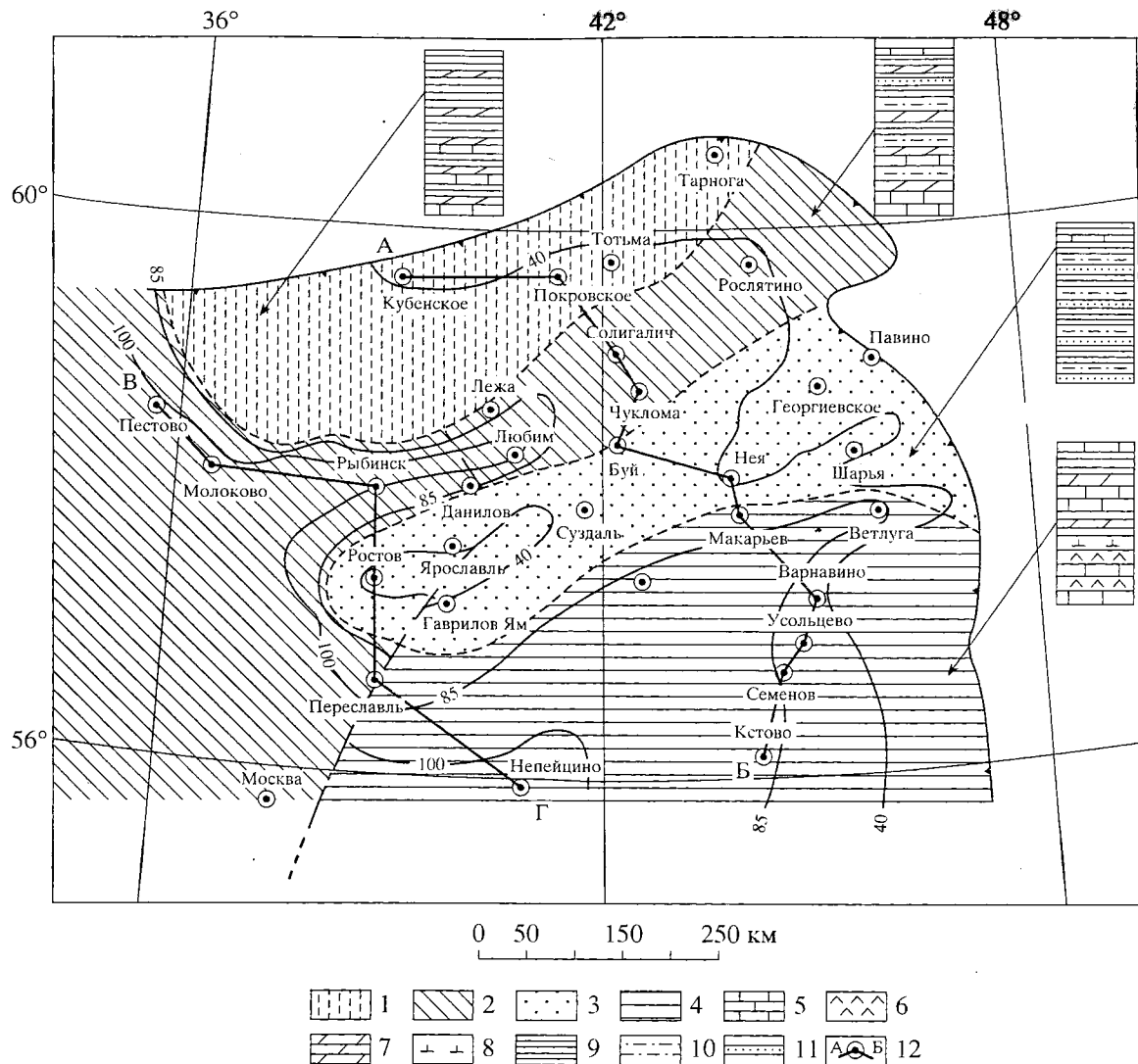


Рис. 3. Фациально-палеогеографическая схема для эйфельского века.

1 – склон лагуны с застойными обстановками седиментации, глинисто-карбонатная фация; 2 – зона лагуны с застойными обстановками седиментации, глинисто-карбонатная фация; 3 – область подводной дельты, песчано-глинистая фация; 4 – залив-лагуна с повышенной соленостью вод, ангидрит-известняковая фация; 5 – известняки и доломитизированные известняки; 6 – ангидриты; 7 – глинистые известняки и мергели; 8 – карбонатные глины; 9 – глины; 10 – алевролиты; 11 – пески и песчаники; 12 – линии разрезов см. рис. 4. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

развиты наиболее мористые фации, отличающиеся повышенной известковистостью. Относительно полные разрезы сохранились также на территории Среднерусского авлакогена. Однако здесь карбонатный материал отсутствует, а в основании появляются песчаники.

Отложения черноморского горизонта завершают цикл седиментации, начавшийся в конце эмского века трансгрессией моря в пределы Московской синеклизы после крупной структурной перестройки. Максимум этой трансгрессии приходится на большую часть эйфеля. Конец эйфельского века, по-видимому, характеризовался понижением уровня моря на рассматриваемой террито-

рии, что фиксируется регрессивным характером отложений верхов мосоловского и черноморского горизонтов. В это время происходит выравнивание фациальных обстановок, и на всей территории преобладает глинистая седиментация.

Рассмотренные материалы по составу отложений эйфеля позволяют сделать некоторые выводы о фациях, палеогеографии и палеоструктуре морского бассейна, располагавшегося в это время на северо-востоке Московской синеклизы.

Результаты обобщения показаны на рис. 3. Выделяются три макрофации или фациальных комплексов, характеризующих особенности осадконакопления и палеогеографическую обстановку на

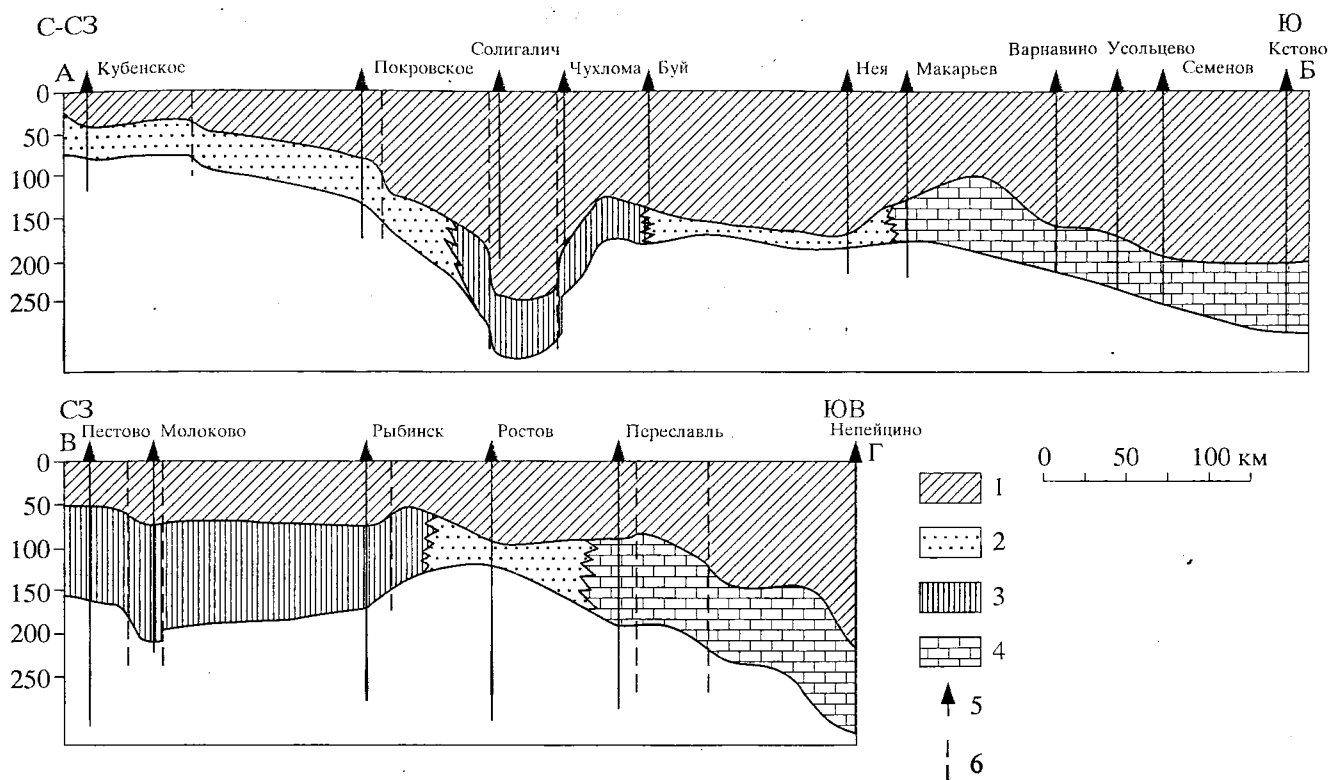


Рис. 4. Структурно-фациальные разрезы для эйфельско-живетского времени.

1 – живетский ярус, терригенные отложения прибрежно-морского генезиса; 2–4 – эйфельский ярус: 2 – терригенные отложения прибрежно-морского генезиса, 3 – глинисто-карбонатные отложения застойной впадины, 4 – сульфатно-карбонатные отложения бассейна с повышенной соленостью вод; 5 – скважины; 6 – разломы.

территории Московской синеклизы в течение эйфеля. Это ангидрито-известняковая, глинисто-карбонатная, известняково-доломитовая и песчано-глинистая фации.

Ангидрито-известняковая фация слагает низы разреза на крайнем юге рассматриваемой территории. В ее составе преобладают темно-серые и желтовато-серые органогенно-обломочные, карбонатно-обломочные породы и шламовые известняки тонкослоистой и косослоистой текстуры, содержащие примесь терригенного материала, а также прослой ангидритов. Эта фация характеризует части мелководного морского бассейна с изменчивым солевым режимом, удаленные от источников сноса обломочного материала. Область накопления ангидрито-известняковой фации отличалась активным гидродинамическим режимом, наличием течений, периодическим взмучиванием, взламыванием и переотложением, возможно, частичным растворением неконсолидированных осадков. Многочисленные следы послойных размывов позволяют предполагать присутствие штормовых осадков (темпеститов). Не исключено, однако, что за поверхности размыва при описании керна частично принимались следы растворения прослоев гип-

са или ангидрита. Мощность отложений ангидрито-известняковой фации составляет около 30 м.

Глинисто-карбонатная фация распространена на севере рассматриваемого региона – в первой структурно-фациальной зоне, а во второй половине эйфельского века – на более широкой площади. В ее составе преобладают известковистые глины и мергели, в верхней части постепенно увеличивается количество темно-серых известковистых глин, появляются прослой алевролитов. Эта фация характеризует зоны бассейна со спокойным гидродинамическим режимом и часто совместным отложением тонкого глинистого и шламового карбонатного материала. Можно предполагать застойные явления и несколько повышенную соленость вод, что привело к возникновению процессов диагенетической доломитизации известняков. Глинистый материал, видимо, в основном приносился со стороны Балтийского щита, хотя некоторая его часть, несомненно, особенно на территорию Среднерусского авлакогена (второй тип разрезов) и в южные части региона (четвертый тип разрезов), поступала со стороны Котельничского поднятия.

Известняково-доломитовая фация тесно связана с глинисто-карбонатной по латерали и вертикали в зоне Среднерусского авлакогена. По об-

становке седиментации она довольно близка к смежной глинисто-карбонатной, отличаясь от последней более интенсивным карбонатонакоплением, а также привнесом обломочного материала не только в виде глинистой, но и алевритовой и даже песчаной (скв. Любим) фракции. Кроме того, повышенная соленость вод привела здесь к интенсивной доломитизации и иногда новообразованию ангидрита. Мощность отложений изменяется от 25 до 65 м. Можно предполагать, что глинисто-карбонатная и известняково-доломитовая фации характеризуют залив или лагуну, населенную обильной, но однообразной фауной. Видимо, эта лагуна была частично отшнурована от морского бассейна с изменчивым слоевым режимом, северо-восточная часть которого располагалась на юге рассматриваемого региона. Роль барьера выполняла третья структурно-фациальная зона, где в начале эйфеля располагалось поднятие, служившее, по-видимому, источником поступления обломочного материала. Об этом говорит то, что во второй структурно-фациальной зоне и на севере четвертой в нижней части эйфеля присутствует наиболее обильный и крупнозернистый обломочный материал. Начиная с клинцовского времени здесь началось накопление преимущественно терригенных осадков, источником материала для которых, вероятно, служил Котельнический свод.

Песчано-глинистая фация распространена преимущественно в третьей структурно-фациальной зоне. Лишь во второй половине эйфеля и особенно в его конце она временами распространялась к югу и северу. Фация образована пестроцветными аргиллитами с прослоями алевролитов, иногда песчаников и известняков. Спорадически в них наблюдаются обуглившиеся растительные остатки. Аргиллиты фиолетово-коричневые и зеленовато-серые, то плотные, то близкие к глинам, в различной степени алевритистые, иногда песчанистые. Алевролиты фиолетово-коричневые, серые и зеленовато-серые, неравномерно глинистые, иногда содержат интракласты. Мощность отложений определяется степенью последующего размыва и колеблется от 10 до 46 м. Органические остатки немногочисленны и часто имеют плохую сохранность. Преобладают беззамковые брахиоподы. Эта фация характеризует обстановку интенсивного привноса и захоронения терригенного материала. Скорость осадконакопления нередко превышала скорость прогибания и здесь возникали условия перекомпенсации прогибания осадконакоплением. Поступающий обломочный материал в виде широкого языка дельты накапливался на территории Галичской впадины, частично разносился течениями по остальной части акватории, периодически обогащая карбонатные осадки фоновой седиментации глинистым и изредка алевритовым и песчаным материалом. При этом, если

в первой половине эйфеля большая часть глинистого материала поступала в южные районы (четвертую структурно-фациальную зону), то позднее основная масса обломочного материала осаждалась на севере, где происходило заиливание существовавшей там лагуны.

Таким образом, можно предполагать существование в эйфеле на территории третьей структурно-фациальной зоны авандельты, питавшейся обломочным материалом, поступающим со стороны Котельнического свода. Это дает основание говорить о росте Котельнического свода в этот период времени. Котельнический свод и область дельтовой седиментации третьей структурно-фациальной зоны разделяли два прогиба. Южный прогиб соответствует в целом четвертой структурно-фациальной зоне. Он характеризовался преобладанием ангидрит-карбонатной и карбонатно-глинистой седиментации. Вероятно, он представлял собой залив основного бассейна Русской плиты эйфельского времени, но, видимо, частично отшнурованный от основной акватории системой подводных поднятий.

Северный прогиб, существовавший на месте второй структурно-фациальной зоны над Среднерусским авлакогеном, также представлял собой узкий залив основного бассейна. Здесь преобладало накопление известковистых глин и мергелей, а также доломитизированных карбонатных отложений. Во второй половине эйфеля (мосоловское и черныорское время) морской бассейн на рассматриваемой территории становится более открытым, чем в предыдущую эпоху. Поэтому из отложений практически исчезают такие минералы, как доломит и ангидрит. Увеличение количества терригенного материала в конце эйфеля, вероятно, связано с новым импульсом поднятий в области Котельнического свода и общим сокращением площади бассейна. Можно также предполагать некоторое воздымание (или относительно замедленное прогибание) четвертой структурно-фациальной зоны в течение мосоловского времени. Это отставание в прогибании защитило четвертую структурно-фациальную зону, по крайней мере в начале, от поступления обломочного материала. В результате возникли обстановки, благоприятные для накопления известняков.

Живетский век

Образования этого возраста с размывом залегают на различных горизонтах эйфельского яруса и начинают новый цикл осадконакопления с преимущественно терригенной седиментацией. Стратиграфически выше отложения живетского возраста с небольшим размывом перекрываются образованиями нижнефранского подъяруса. В составе отложений преобладают пески и песчаники кварц-полевошпатового состава, в основном мел-

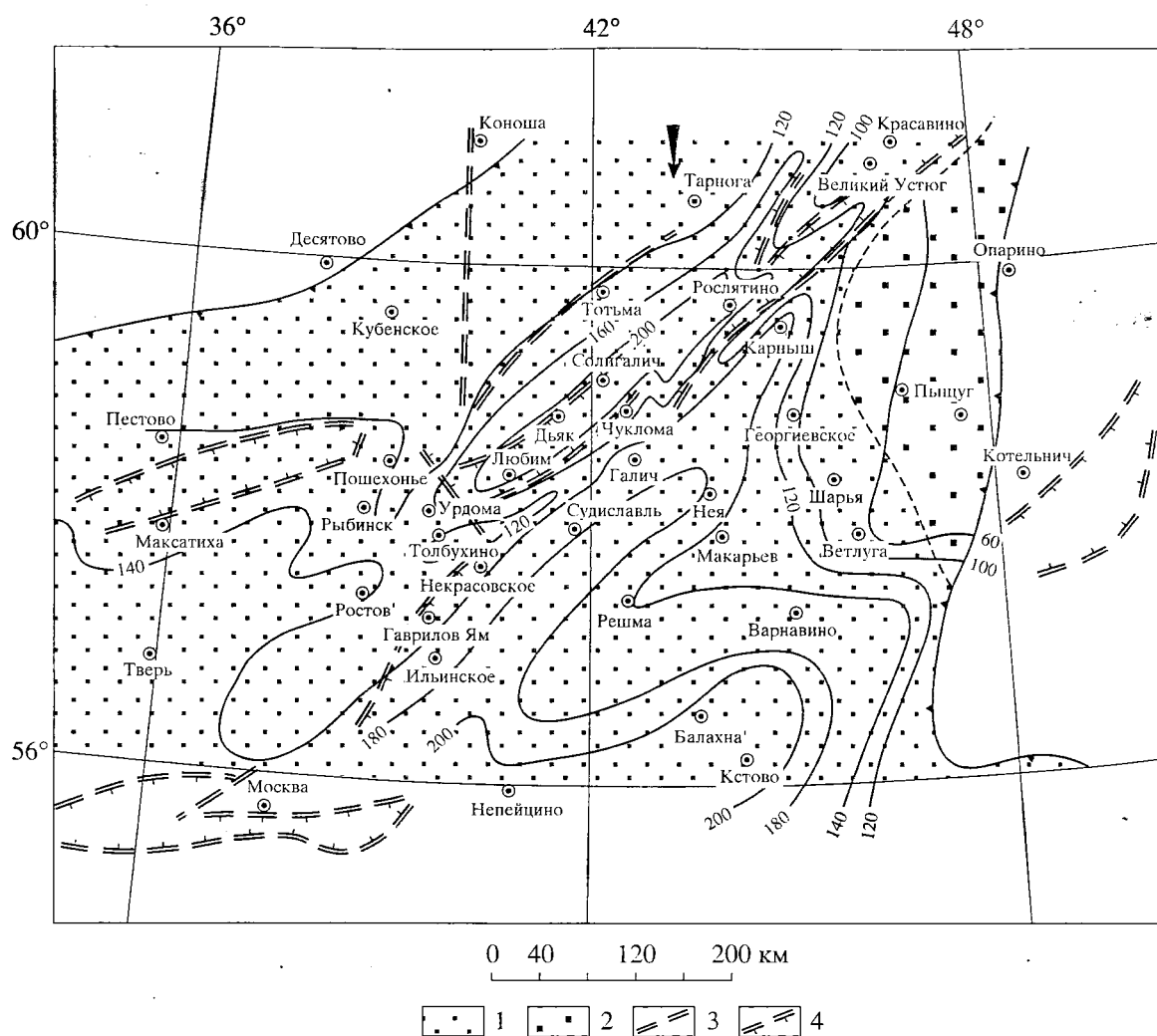


Рис. 5. Фашиально-палеогеографическая схема для живетского века.

1 – зона подводной дельты, глинисто-песчаная фаация; 2 – отмели внутрибассейновых поднятий, песчаная фаация; 3 – разломы; 4 – сбросы.

козернистые светло-серого и зеленовато-серого цвета. В виде отдельных прослоев присутствуют битуминозные крупнозернистые, а также глинистые разности. Последние имеют желтовато-серую окраску и содержат зерна глауконита, а также остатки углефицированного растительного детрита. Цемент песчаников регенерационный кварцевый или глинистый. На всей рассматриваемой территории отложения живетского возраста имеют близкий литологический состав. Лишь незначительно меняется глинистость отложений, которая в целом медленно нарастает к югу. Возможно, фашиальные изменения в пределах рассматриваемой территории плохо изучены из-за низкого выхода керна при бурении. Терригенные породы отличаются плохой сортировкой обломочного материала и свидетельствуют о его быстром накоплении и захоронении. Характерно, что резкие, порой контрастные изменения мощностей

отложений живетского возраста не сопровождаются существенными изменениями характера осадков (см. рис. 4, 5). Лишь в пределах Котельничского свода (пятая структурно-фашиальная зона) развиты относительно маломощные терригенные накопления, трансгрессивно перекрывающие кристаллический фундамент или отложения вендского комплекса. В их составе преобладают светлые мелкозернистые кварцевые песчаники волнисто-слоистой и косослоистой текстуры. Песчаники имеют хорошую сортировку и хорошую окатанность обломочного материала. Это мелководные образования, претерпевшие неоднократный перемыв и переотложение (“скелетные пески”) в обстановке крайнего мелководья. Об этом говорит и нередко смешанный характер фауны в этих отложениях. Среди песчаников имеются маломощные прослойки аргиллитов и глинистых алевролитов тонкослоистой и линзовидно-слоистой

текстуры с остатками углефицированного растительного детрита. Глинистые разности, по-видимому, представляют собой осадки течений, возможно, приливно-отливного характера.

Живетские отложения фиксируют новый этап трансгрессии моря на Восточно-Европейскую платформу. Площадь осадконакопления расширилась на восток, в пределы Котельнического свода. Однако развитие в его пределах крайне мелководных мономиктовых песков и смешанный характер органических остатков дают основание предполагать существование здесь конседиментационного поднятия. По данным предыдущих исследований, основной снос обломочного материала происходил с севера, со стороны Балтийского щита. С.В. Тихомиров предполагает, что бассейн живетского времени был опресненным, а осадки в северной части Московской синеклизы накапливались в обстановке подводной дельты [Тихомиров, 1995].

По имеющимся на сегодняшний день данным, наибольшим изменениям на рассматриваемой территории подвержена мощность отложений, которая колеблется от 40 м в первой и пятой структурно-фациальных зонах (скв. Кубенская, Пыщуг) до 250 м во второй структурно-фациальной зоне (скв. Солигалич). Резкие колебания мощности, нередко контрастные, по всей вероятности, связаны с блоковыми движениями фундамента платформы. Такая точка зрения высказывалась и ранее. В частности, отмечалась активизация Среднерусского (Солигалического) рифейского авлакогена, опускания до 200 м [Тектоника..., 1991]. Проведенные нами исследования позволяют выявить ряд новых закономерностей (см. рис. 3, 4).

Анализ мощностей отложений живетского возраста позволяет установить характер изменения структурного плана бассейна по сравнению с эйфельским временем. В целом унаследованно развивались прогибы над авлакогенами. Однако, в живетское время сформировались уступы вдоль Вологодского и Тотьменского разломов. Об этом говорят резкие перепады мощностей по разные стороны этих разломов. Унаследованно погружался грабен Среднерусского авлакогена, но в живетское время произошли более интенсивные и контрастные погружения. Эти явления почти не затронули Крестцовский авлакоген. Из чего следует, что опускания в Среднерусском авлакогене связаны не с общим растяжением тела платформы, как предполагалось ранее [Тектоника..., 1991; Nikishin et al., 1996], а с дифференцированными движениями сдвигового характера вдоль разломов, ограничивающих авлакогены и вдоль Рыбинской зоны поперечных разломов. При этом возникли как зоны растяжения, так и сжатия. В пользу этой точки зрения свидетельствует также формирование в живетское время поперечного поднятия вдоль Рыбинской зоны поперечных разло-

мов, где мощность живетских отложений сокращается с 150–170 м до 108–111 м (см. рис. 4, 5).

Наблюдается дифференциация структур в пределах Галической впадины. Существовавшее здесь в течение верхнего эмса и эйфеля поднятие распадается на два из-за возникновения прогиба вдоль восточного крыла Рыбинской системы разломов по линии Нея–Иваново (см. рис. 4, 5). Северо-восточное простирание новообразованного прогиба, его диагональное положение по отношению к разломам, ограничивающим Среднерусский и Московский авлакогены, говорят также о преимущественно сдвиговой природе этой структуры.

В живете продолжал унаследованно развиваться южный прогиб. Однако ось наибольшего прогибания в это время несколько мигрировала к югу из-за роста поднятия вдоль Рыбинского разлома и располагалась на простирании Московского авлакогена и Вятской системы дислокаций.

Начиная с живетского времени достоверно оформляется в качестве конседиментационного поднятия Котельнический свод (пятая структурно-фациальная зона).

ПОЗДНИЙ ДЕВОН

Франский век

Ранее и среднее франское время

Этот период времени характеризует полный цикл седиментации, начавшийся наиболее крупной в девоне трансгрессией в начале франского времени после изменения структурного плана в живете. Начало трансгрессии отмечено преобладанием терригенной седиментации. Максимальное развитие трансгрессии, фиксируемое преобладанием карбонатакопления, приходится на нижнюю половину среднефранского времени (саргаевский век). Конец этого периода отмечен ростом внутрибассейновых поднятий, увеличением привноса терригенного, преимущественно глинистого материала, сокращением ареала карбонатакопления. Это, видимо, связано с большей тектонической дифференциацией бассейна в конце среднефранского времени, сокращением общей площади бассейна и его общим обмелением.

В целом для рассматриваемой части ранне-среднефранского морского бассейна характерны следующие фации: песчано-глинистая, песчаная, глинисто-карбонатная, карбонатная, карбонатных брекчий (рис. 6).

Песчано-глинистая фация характерна для основания разреза и для разрезов, отличающихся максимальной мощностью (40–80 м). Фация выполняет S-образную депрессию, унаследованно развивающуюся, начиная с живета и имеющую северо-восточное простирание. Она охватывала площадь, расположенную над Среднерусским авла-

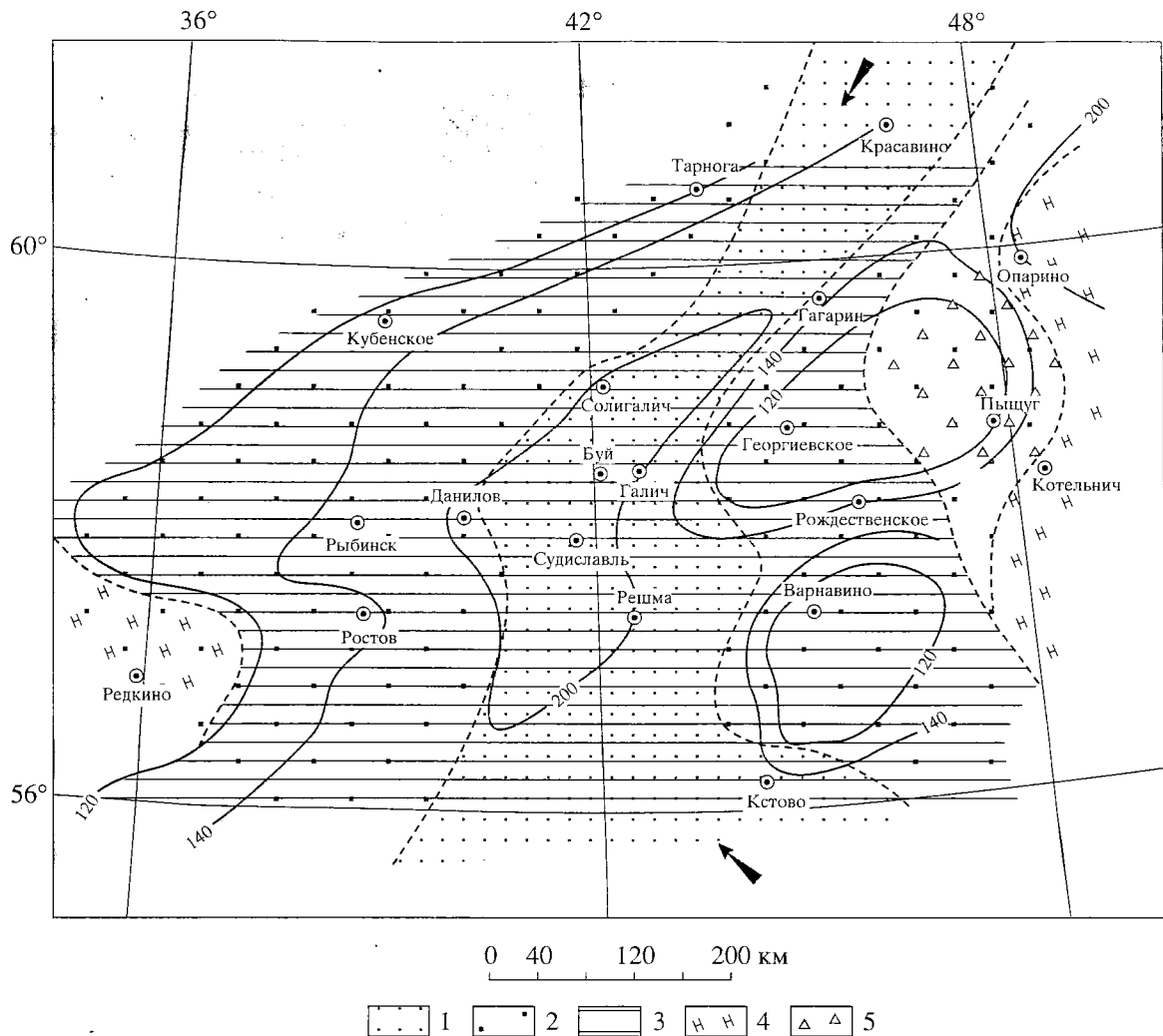


Рис. 6. Фациально-палеогеографическая схема для ранне-среднефранского времени.

1 – подводный конус выноса, песчано-глинистая фация; 2 – отмели внутрибассейновых поднятий, песчаная фация; 3 – зона литорали с интенсивным прогибанием, карбонатно-глинистая фация; 4 – внутрибассейновые поднятия, карбонатная фация; 5 – склоны внутрибассейновых поднятий, фация карбонатных брекчий. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

когеном, и центральную часть Галичской впадины в районе Костромы и Судиславля (см. рис. 6). Для этой фации характерно частое чередование в разрезе пестроцветных кварцевых мелкозернистых песчаников, глинистых алевролитов и в различной степени алевролитистых глин. Характерна слабая дифференциация песчаного и глинистого материала, присутствие углефицированных растительных остатков и широкое распространение косослоистых текстур, в том числе потокового типа (скв. Кстово). Эти особенности позволяют говорить, что накопление этой фации происходило в обстановке прогибания и быстрого захоронения осадков. Можно предполагать существование клиноформы или подводного конуса выноса, максимальная толщина которого приходится на осевую часть Среднерусского авлакогена. Основное поступле-

ние обломочного материала происходило, видимо, с северо-востока. Хотя некоторая его часть, особенно глинистая, несомненно, поступала с местных внутрибассейновых поднятий, в том числе с юга, со стороны Токмовского поднятия, что доказывается увеличением количества песчаников в скв. Кстово и распространением на этой территории терригенных пород с косою слоистостью потокового типа.

Песчаная фация мощностью от 10 до 60 м характерна, как и предыдущая, для основания нижне-среднефранского цикла седиментации. Однако она начала формироваться несколько позднее песчано-глинистой, при расширении трансгрессии (в полях распространения песчаной фации нижнефранские отложения имеют несколько меньший стратиграфический объем за счет выпадения ни-

жних пачек). Наиболее характерным членом этой фации являются светлые отмытые и хорошо сортированные кварцевые песчаники со скудным цементом. Прослой алевролитов и глин редки и маломощны. Отмечается довольно высокое содержание акцессорных минералов, в том числе циркона, сфена и турмалина. Эти особенности говорят об обстановке многократного взмучивания и перемывания осадков в условиях мелководья и активной гидродинамической среды. Частичному размыву подверглись и подстилающие отложения живетского возраста. По всей вероятности, эта фация характеризует отмели внутривассейновых поднятий с относительно замедленным прогибанием.

Фация глинисто-карбонатных пород сменяет вверх по разрезу описанные выше терригенные накопления и достигает мощности 30–70 м. В этой фации распространены пелитоморфные (кальцилютитовые) известняки серой и темно-серой окраски, глинистые известняки и мергели, содержащие прослой темно-серых и зеленовато-серых глин. Количество глин увеличивается вверх по разрезу. Некоторые разности доломитизированы, очень редко ангидритизированы. Кроме того, в районе Среднерусского авлакогена отмечается слабое окремнение карбонатных пород. Типичны тонкослоистые и микрослоистые текстуры, указывающие на значительную роль течений в накоплении и переотложении осадков. На отдельных участках внутривассейновых поднятий в известняках фиксируются поверхности размыва и перерывы в отложении осадков (скв. Георгиевское). Осадки содержат остатки богатой стеногалинной фауны брахиопод, иглокожих и остракод. Однако органические остатки распределены неравномерно и часто имеют плохую сохранность, вероятно, из-за переотложения течениями. Прижизненные скопления тяготеют лишь к отдельным небольшим линзам. Особенности этих отложений указывают на относительно глубоководную обстановку накопления, условия прогибания, не полностью компенсированные осадконакоплением. Наибольшие мощности этих образований тяготеют к центральной депрессии в районе г. Судиславль и Солигалич (см. рис. 6).

Карбонатная фация мощностью 70–190 м распространена на внутривассейновых поднятиях – в пределах Котельнического свода, а также в окрестностях Твери (см. рис. 6). Для этой фации типичны светло-серые органогенные, органогенно-детритовые, онколитовые известняки и калькаренинты, практически лишенные глинистой примеси. Известняки богаты разнообразными остатками фауны, как правило, имеющими хорошую сохранность. Помимо брахиопод широко распространены разнообразные иглокожие, кораллы, водоросли. В калькаренинтах, помимо обломков раковин, имеются копролиты, а также оолиты и зерна в оболочке. Особенности отложений этой фации

свидетельствуют о том, что она накапливалась в мелководной зоне повышенной биологической продуктивности. По всей вероятности, это были подводные банки, внутривассейновые отмели с отдельными биогермами и водорослевыми калиптрами, защищенные от привноса терригенного материала. Для этих образований характерны относительно большие мощности, свидетельствующие о том, что в зонах накопления этой фации прогибание полностью компенсировалось осадконакоплением.

Фация карбонатных брекчий пользуется ограниченным распространением в западной части пятой структурно-фациальной зоны (окрестности г. Пыщуг). Она характеризует склон карбонатной платформы Котельнического свода. В этой фации распространены темноокрашенные пелитоморфные известняки с остатками тонкостенных раковин (породы аналогичны развитым в фации глинисто-карбонатных пород), содержащие горизонты брекчий и подводно-оползневых накоплений. Брекчии представляют собой в различной степени глинистый кальцилютит с рассеянными беспорядочно расположенными обломками раковин, отдельными копролитами, трубочками червей, а также крупными (до нескольких сантиметров) интракластами светлых известняков карбонатной фации, представленных калькаренинтами, оолитовыми, копролитовыми и водорослевыми известняками. Иногда наблюдаются следы смятия матрикса, свидетельствующие об оползании и течении не полностью консолидированного осадка. Часть интракласт имеет нечеткие контуры и также попала в осадок в не полностью консолидированном состоянии. Количество брекчий сокращается в западном направлении. Последний маломощный прослой встречен в скв. Георгиевское. Распространение фации карбонатных брекчий говорит о существовании склона или, скорее, тектонического уступа по западной периферии карбонатного поднятия Котельнического свода.

Подводя итог сказанному, можно заключить, что морской бассейн, существовавший на территории Московской синеклизы в ранне- и среднефранское время отличался нормальной соленостью и довольно расчлененным рельефом дна. Осадконакопление происходило в обстановке общего прогибания, в различной степени компенсированного осадконакоплением. Это увеличивало контрастность рельефа дна бассейна, во многом сложившегося в течение живетского века. Наступление моря происходило, скорее всего, как с северо-востока (современные координаты), так и с юго-востока, со стороны Уральского палеоокеана. Первоначально, видимо, происходила ингрессия и затопление впадин живетского рельефа. Об этом говорит отмеченный выше различный стратиграфический объем базальных слоев нижнего франа.

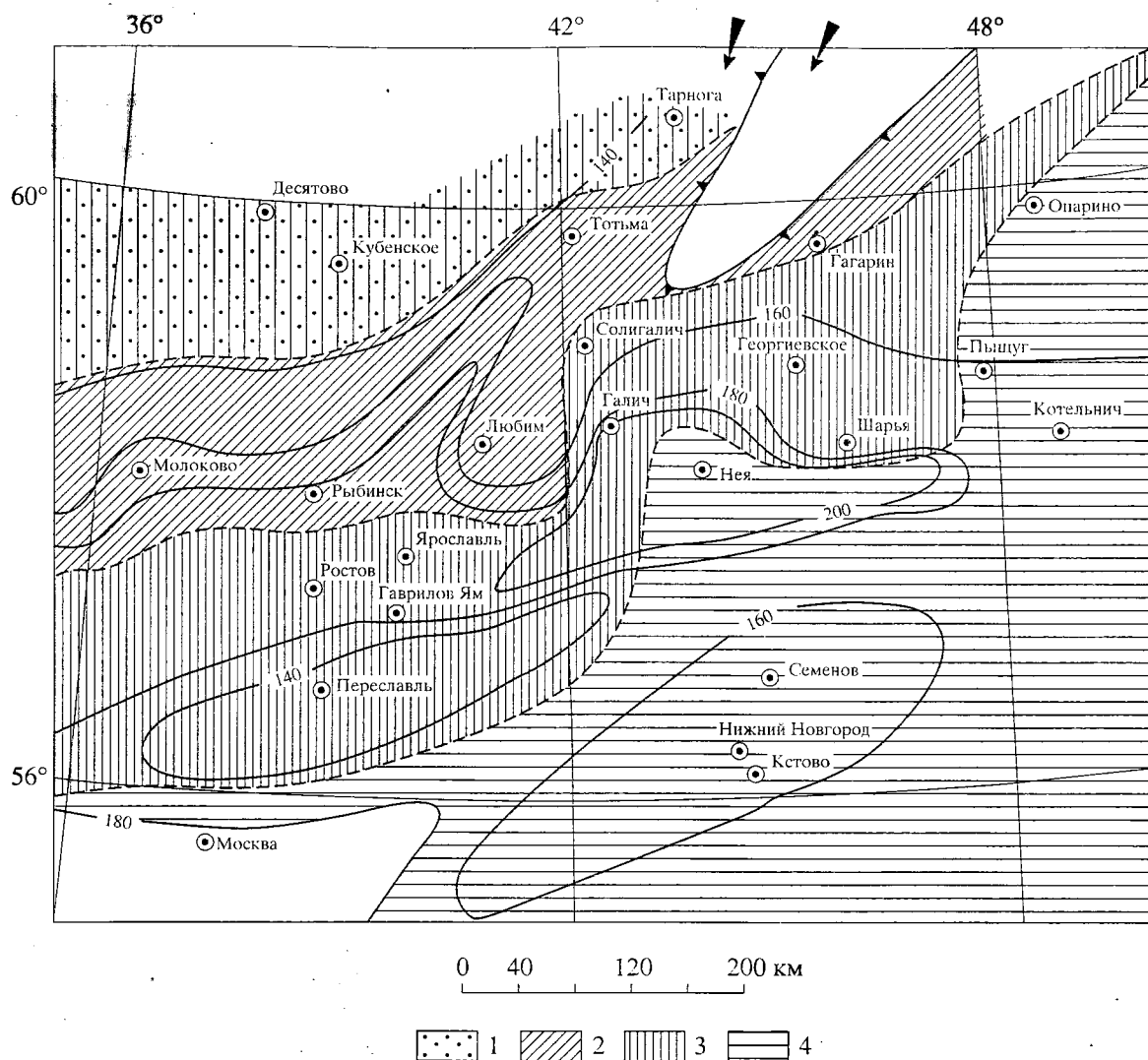


Рис. 7. Фациально-палеогеографическая схема для позднефранского времени.

1 – зона прибрежного мелководья, глинисто-песчаная фация; 2 – склон морского бассейна, песчано-глинистая фация; 3 – интенсивно прогибающаяся зона литорали, карбонатно-глинистая фация; 4 – зона некомпенсированного прогибания литорали, карбонатная фация. Остальные условные обозначения см. рис. 2.

Позднефранское время

Об обстановках седиментации и особенностях палеогеографии морского бассейна на территории Московской синеклизы в позднефранское время можно судить по отложениям донского надгоризонта. Накоплению этих отложений, видимо, предшествовала структурная перестройка платформы, выразившаяся в активизации разломов, обрамляющих восточный склон Воронежской антеклизы. Свидетельством тектонической активности являются также излияния базальтов [Родионова и др., 1995]. Доказательством структурной перестройки на рассматриваемой территории являются изменения в простираниях фациальных зон. Если в ранне-среднефранское время они имели северо-восточное простираие (см. рис. 6), то в поздне-

франский век они приобретают субширотную ориентировку (рис. 7). Возможно, это связано с движениями сдвиговой природы по разломам, ограничивающим Среднерусский авлакоген. Доказательством служит постепенная инверсия Среднерусского авлакогена в конце франского века.

Отложения позднефранского времени залегают трансгрессивно на размытой поверхности среднефранских и отражают самостоятельный цикл седиментации. Позднефранские отложения распространены повсеместно на рассматриваемой территории. Лишь на крайнем северо-востоке в районе Рослятино они были целиком размыты в более позднее время. Позднефранские отложения представлены фациальноизменчивым терригенно-карбонатным комплексом отложений мощностью 100–230 м. Выделяются несколько фаций: глинис-

то-песчаная, песчано-глинистая, карбонатно-глинистая и карбонатная.

Глинисто-песчаная фация мощностью менее 100 м распространена в нижней части разреза, преимущественно на крайнем севере в пределах первой структурно-фациальной зоны. В составе этой фации преобладают мелкозернистые пески и песчаники кварцевого состава, содержащие отдельные прослои алевролитов и глин. Характерны слоистые, иногда косослоистые текстуры. Вверх по разрезу количество прослоев алевро-глинистого состава увеличивается и наблюдается ритмичное чередование песчаников, алевролитов и глин. В зонах перехода к другим фациям появляются редкие и маломощные горизонты мергелей и известняков с остатками брахиопод. Песчаники и алевролиты отличаются светло-серыми и серовато-зелеными окрасками и обладают преимущественно глинистым (гидроослюдистым) цементом. Изредка встречается карбонатный цемент. Характерна слабая окатанность обломочного материала. Глины и аргиллиты серовато-зеленые, серые, коричневатые, по составу преимущественно гидроослюдистые. Местами они содержат углефицированные растительные остатки. Среди глинистых пород распространены тонкослоистые текстуры, обусловленные изменением количества примеси алевритового и песчаного материала, а также окраски. Эта фация характеризует мелководную обстановку трансгрессии позднефранского моря. Повышенная глинистость песчаных накоплений свидетельствует о размыве во время наступления моря подстилающих среднефранских отложений. Можно предполагать довольно активный гидродинамический режим, так как большая часть глинистого материала была вынесена в смежные фациальные зоны.

Фация песчано-глинистых пород сменяет глинисто-песчаную в южном направлении – к более удаленным от береговой линии частям бассейна. В составе этой фации резко возрастает количество глинистых пород. Песчаники слагают лишь отдельные горизонты, количество которых возрастает вниз по разрезу. По сравнению с глинисто-песчаной фацией резко возрастает – до 180 м – мощность отложений. Тонкослоистые, иногда линзовиднослоистые текстуры глинистых отложений свидетельствуют о том, что большая их часть отложена течениями. Возможно, имеются отдельные клиноформы. Частые изменения количества привноса алевритового материала, пестроцветные окраски пород позволяют предполагать сезонные изменения климата. Органические остатки представлены остракодами и конодонтами. Эта фация характеризует более глубоководные условия по сравнению с глинисто-песчаной. Ее накопление происходило преимущественно ниже уровня волнового воздействия.

Фация карбонатно-глинистых пород мощностью 130–200 м сменяет описанные выше чисто терригенные отложения в более удаленных от источников терригенного материала частях бассейна, а также вверх по разрезу, фиксируя развитие трансгрессии и увеличение площади бассейна. Наиболее характерной особенностью этой фации является распространение в различной степени карбонатных глин и мергелей. Прослои чисто терригенных пород становятся маломощными и тяготеют к подошве фациального комплекса. Появляются прослои микрозернистых (микритовых, кальциллитовых) известняков, глинистых известняков, реже доломитизированных известняков и карбонатных пород с гнездами ангидрита. Для пород характерны зеленовато-серые, реже темно-серые окраски и тонкослоистые текстуры. Эта фация фиксирует центральные, интенсивно прогибающиеся части бассейна с ограниченным поступлением терригенного материала. В результате более заметную роль приобретает карбонатонакопление. Эта фация характеризуется максимальными мощностями отложений. Тонкослоистые текстуры, большое количество пород смешанного состава говорит о значительной роли течений в переотложении осадков. Элементы ритмичного чередования пород с переменным количеством терригенной примеси говорит о сезонности климата. Развитие процессов доломитизации и слабая ангидритизация позволяют предполагать постепенную аридизацию климата в конце франского века.

Фация карбонатных пород развита на крайнем юго-востоке территории (см. рис. 7). Для этой наиболее мористой фации типичны мергели, известняки и доломиты. Облик определяют зеленовато-серые пелитоморфные мергели неясно горизонтально-слоистой текстуры, содержащие прослои и линзы известняков, реже доломитов мощностью до 0,5 м. Вверх по разрезу мощность прослоев известняков возрастает до 20 м. Известняки серые и зеленовато-серые микрозернистые с примесью глинистого материала. Они содержат обильные остатки разнообразной стеногалинной фауны брахиопод, остракод, криноидей и др. Иногда встречаются органогенно-детритовые разности. Слабый привнос материала с суши, господство карбонатной седиментации привело к уменьшению скорости седиментации и сокращению мощности отложений. Карбонатная фация характеризует, очевидно, области прогибания в зоне литорали, в наименьшей степени компенсированные осадконакоплением. Можно полагать, что Котельнический свод как конседиментационное поднятие в конце франского времени уже не существовал.

Таким образом, позднефранский морской бассейн на территории северо-восточной части Московской синеклизы характеризовался субширотной фациальной зональностью, которая опреде-

лялась уменьшением количества приносимого в бассейн терригенного материала с С-СЗ на Ю-ЮВ. Обломочный материал приносился, видимо, не только с удаленной суши, размыту подвергались в значительной степени глинистые осадки среднефранского (семилукского) возраста. Количество глинистого материала определяло мощность осадков и в некоторой степени глубину осадконакопления за счет различной степени компенсации прогибания осадконакоплением. Основными областями разгрузки терригенного материала были вторая и третья структурно-фациальные зоны. Ритмичные изменения количества терригенного материала, развитие доломитизации, иногда ангидритизации говорит о сезонности климата и постепенной его аридизации. Характерной особенностью структуры является погружение Котельнического свода.

Фаменский век

После перерыва в осадконакоплении и небольшого размыва кровли позднефранских образований в северной половине рассматриваемой территории, морские воды вновь проникли в пределы Московской синеклизы со стороны Уральского палеоокеана. Этот морской бассейн без существенных структурных перестроек существовал до конца фаменского века. Лишь на границе раннего и среднего фамена произошло временное сокращение его площади, сопровождавшееся кратковременным осушением северной части рассматриваемого региона. Однако после этой кратковременной регрессии существенно изменился режим осадконакопления и палеогеографические обстановки в пределах фаменского бассейна.

Раннефаменское время

Этому периоду времени соответствует накопление глинисто-карбонатного комплекса отложений. Фациальная зональность определяется количеством терригенного, в основном глинистого материала. Выделяются три фации: алевро-глинистая, карбонатно-глинистая и карбонатная (см. рис. 7).

Алевро-глинистая фация характерна для крайних северных частей бассейна. Лишь в окрестностях Любима, Данилова и Судиславля терригенные накопления в виде лопасти продвинуты в более центральные части бассейна. В составе отложений преобладают аргиллитоподобные глины, в различной степени алевролитистые и доломитистые, содержащие прослои алевролитов и песчаников, особенно в нижней части разреза. Глины окрашены в коричневые, зеленовато-серые и желтовато-серые тона, обладают тонкослоистыми текстурами. В них обнаружены ископаемые остатки лингул, косточек рыб и углефицированный растительный детрит.

Алевролиты и алевроитовые пески слагают отдельные, чаще всего маломощные прослои. Максимальное их количество наблюдается в окрестностях Любима, Данилова и Судиславля. Одновременно увеличивается мощность отложений, что позволяет выделять здесь зону максимальной разгрузки терригенной кластики, приносимой течениями и накапливающейся в виде подводного фена или дельты. В пользу этой точки зрения говорят и седиментационные особенности отложений, описанные Л.М. Бириной [1957] в скв. Любим. Ею здесь обнаружены алевроитовые пески и песчаники с доломитовым цементом, чередующиеся со слюнистыми микрослоистыми алевроитистыми глинами. В глинах наблюдаются скопления окатанных и отсортированных по величине мелких косточек рыб, иногда сцементированных обильными выделениями глауконита. Вверх примесь песчаного и алевроитового материала убывает, появляются прослои темно-серых глин с углефицированными остатками растений, ориентированных по слоистости. Алевроитовые зерна сложены кварцем и полевыми шпатами (до 22%). В верхней части этой фации появляются маломощные прослои доломитов, среди которых преобладают обломочные разности, вплоть до появления горизонта доломитового конгломерата. Карбонатная кластика представлена обломками строматопор, оолитами. Кроме того, отмечены известняки с остатками харовых водорослей.

Эта фация, по всей вероятности, характеризует прибрежное мелководье в бассейне с нестабильной соленостью вод и довольно активной гидродинамикой. Возможно, иногда происходило опреснение прибрежной зоны и создавались условия для обитания харовых водорослей. Присутствие кластического материала карбонатного состава говорит о том, что размыву подвергались нижележащие образования девона или силура.

Фация карбонатно-глинистых пород сменяет алевро-глинистую, частично вверх по разрезу, частично по латерали в южном направлении (рис. 8). Наиболее типично тонкое чередование слоев зеленовато-серых доломитов, в различной степени глинистых и зеленоватых глин. Встречаются массивные доломиты, разделенные пропластками черных, нередко битуминозных глин. Как и в терригенной фации, по крайней мере, часть доломитов имеет обломочную природу. Глины содержат косточки рыб. Видимо, эта фация слагает более глубоководные участки дна, куда глинистый материал поступал лишь спорадически, возможно из-за сезонности климата. Можно предполагать преобладание затишных обстановок с элементами застойных явлений.

Карбонатная фация распространена в юго-восточной части бассейна. Она отличается максимальными мощностями нижнего фамена. Учитыв-

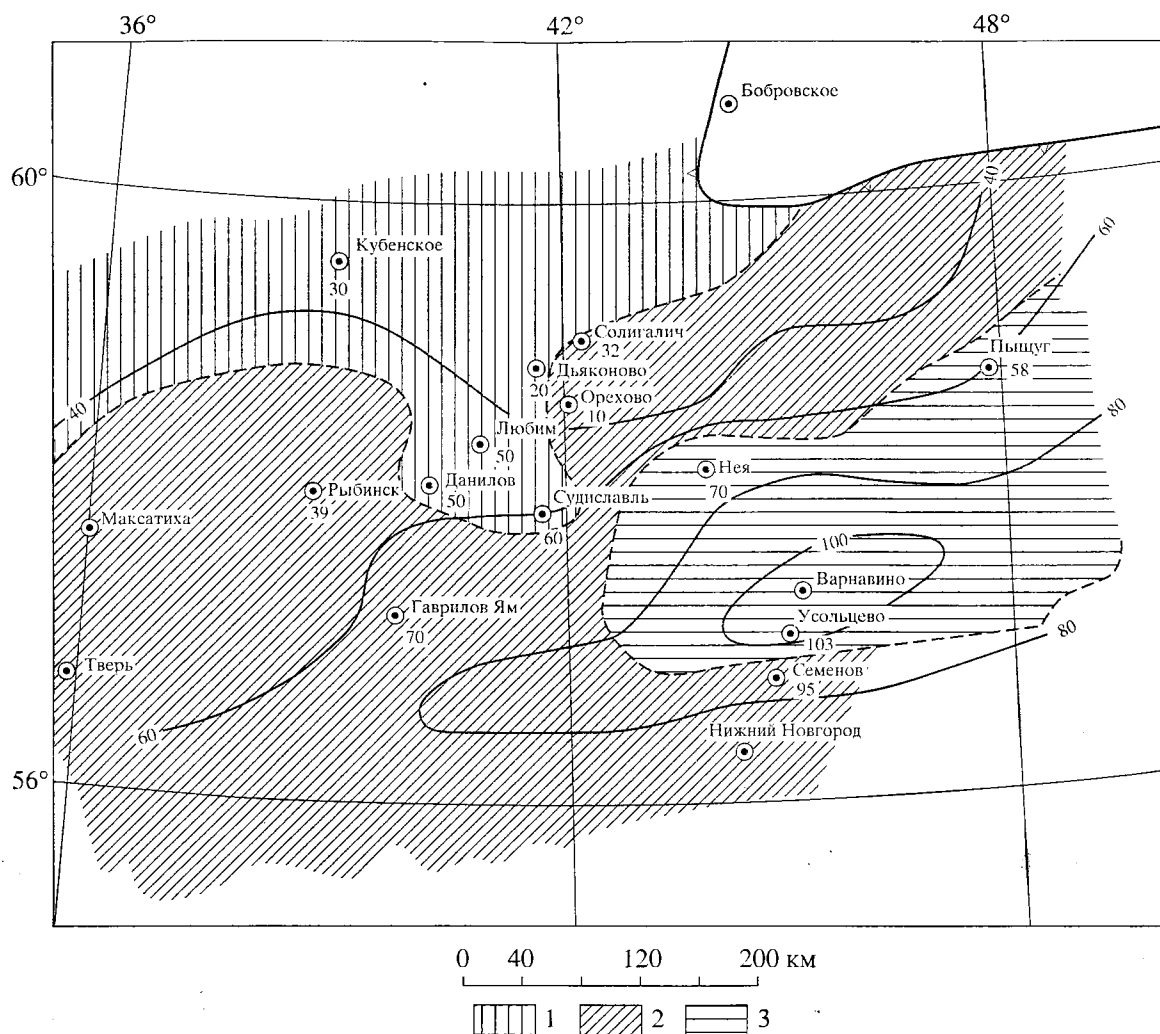


Рис. 8. Фациально-палеогеографическая схема для раннего фамена.

1 – зона прибрежного мелководья, алевролитно-глинистая фаация; 2 – склон морского бассейна, карбонатно-глинистая фаация; 3 – впадина морского бассейна, карбонатная фаация. Остальные условные обозначения см. рис. 2. Изопахиты показаны для всего фаменского века.

вая бедность этих отложений аллохтонным терригенным материалом, можно предполагать, что она накапливалась в зоне максимального прогибания и фиксирует, по всей вероятности, направление фаменской трансгрессии.

В составе отложений преобладают доломитизированные известняки, в различной степени глинистые. В небольшом количестве присутствуют прослои мергелей, а в зонах перехода к фаации карбонатно-глинистых пород – карбонатных глин. Фаунистические остатки редки и имеют плохую сохранность. Эта фаация характеризует обстановку иловой впадины, где создавались условия для совместного осаднения тонко отмученного карбонатного и глинистого материала. Бедность органическими остатками, процессы доломитизации, позволяют предполагать застойный характер этой впадины.

Таким образом, на рассматриваемой территории в раннем фамене существовал морской бассейн с глинисто-карбонатной седиментацией. Расчлененность его на отдельные впадины создавала благоприятные условия для возникновения застойных явлений.

Средне- и позднефаменское время

Осадконакопление этого периода времени происходило после небольшого сокращения площади фаменского бассейна и частичного размыва раннефаменских отложений в северной части территории. Новое расширение бассейна в среднем фамене привело к накоплению гипсоносных отложений. Верхняя их часть на северо-востоке была размыва в карбоне. Преобладают карбонатно-глинистые и глинисто-карбонатные отложения,

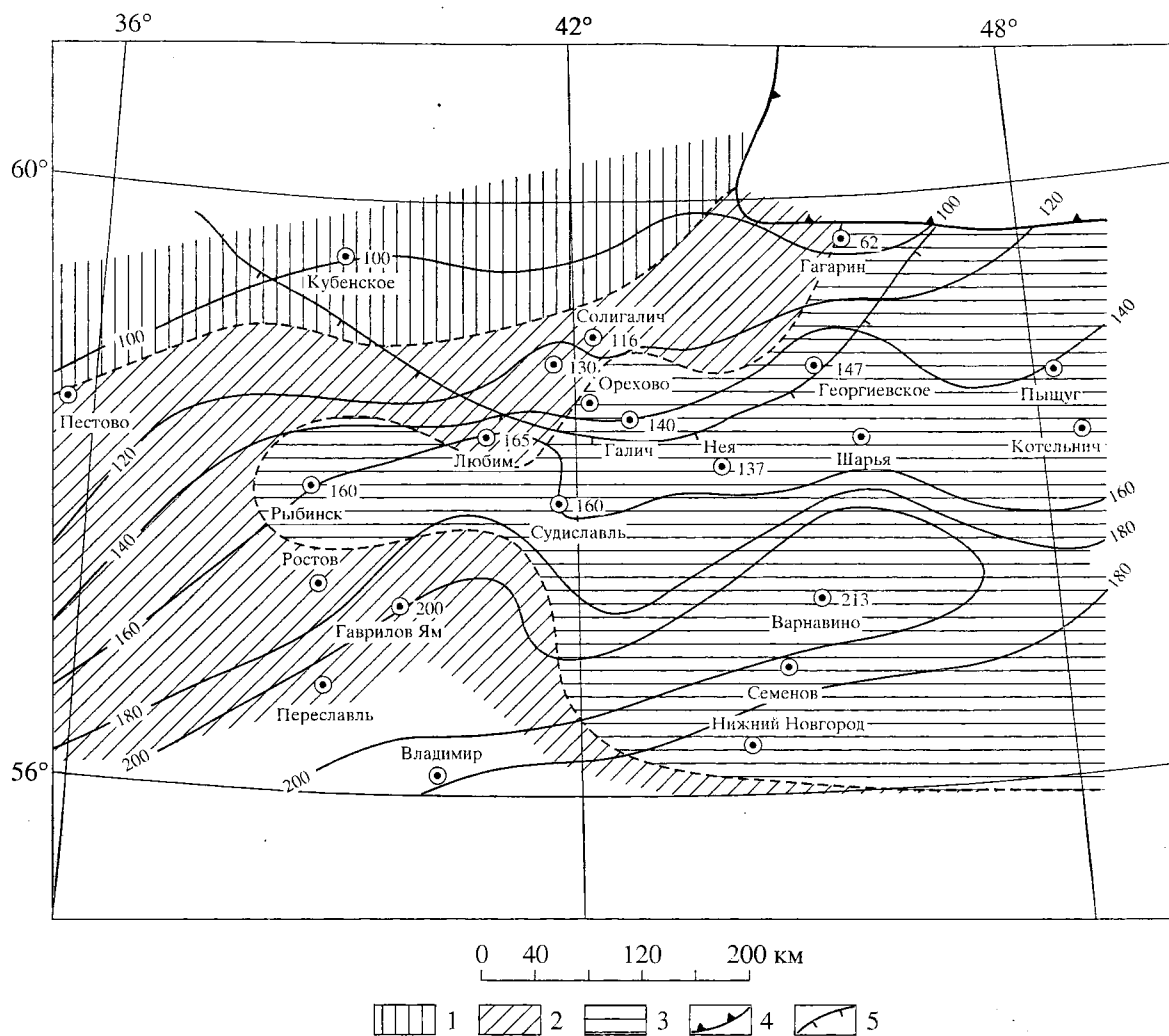


Рис. 9. Фациально-палеогеографическая схема для среднего и позднего фамена.

1 – приливно-отливная зона морского засоленного бассейна, глинистая фация; 2 – склон засоляющейся впадины, карбонатно-глинистая ангидритоносная фация; 3 – впадина засоляющегося морского бассейна, карбонатная ангидритоносная фация; 4 – контур современного распространения отложений; 5 – граница современного распространения верхнего фамена. Остальные условные обозначения см. рис. 2. Изопахиты показаны для всего фаменского века.

пропитанные сульфатами, содержащие отдельные прослои и линзы гипсов и ангидритов. Максимальное развитие солеродных фаций приходится на нижнюю половину этого периода. Морфология средне-позднефаменского бассейна, зависимость состава отложений от количества аллохтонного терригенного материала в целом унаследованы от раннефаменского времени. Возможно, часть фациальных отличий не выявлена из-за низкой охарактеризованности этих отложений керновым материалом. Выделяются следующие фации, связанные между собой постепенным переходом: глинистая, карбонатно-глинистая ангидритоносная, карбонатная ангидритоносная и известняковая.

Глинистая фация распространена на севере территории. Здесь господствуют преимущественно

глинистые тонкослоистые и мергелистые отложения, содержащие прослои ангидритов и доломитов в средней части. По составу глинистые отложения близки к раннефранским, однако почти не содержат песчаной и алевроитовой примеси. Фация характеризует прибрежные части мелководного бассейна, видимо, в пределах зоны приливно-отливных течений.

Карбонатно-глинистая ангидритоносная фация сменяет глинистую в южном и юго-западном направлениях (рис. 9) и представлена чередующимися слоями желто-бурых доломитов, доломитовых мергелей, доломито-ангидритов и глин. В основании иногда (скв. Любим) прослеживается мало мощный горизонт доломитового конгломерата, фиксирующего поверхность размыва подстилаю-

щих отложений. Доломиты состоят из тонкочередующихся микрослоев микрозернистого карбоната с обломочным, слагающим желтоватые более твердые прослои. Их сменяют сульфатизированные доломиты. На других участках слои доломитов различаются глинистостью. Кроме того, их отличает тонкозернистость и пелитоморфность. Они часто переходят в серые, желтовато-бурые и темно-коричневые аргиллиты, отличающиеся тонкогоризонтально-слоистыми текстурами и присутствием тонких (до 1.5 см) прослоев ангидритов.

Карбонатная ангидритонасная фация выделена в юго-восточной части рассматриваемой территории. В ее составе преобладают доломиты. Лишь изредка встречаются прослои темно-зеленых и зеленовато-серых глин и алевритистых глин. По данным Л.М. Бириной [1957] среди доломитов преобладают обломочные разности с гнездами ангидрита, иногда кубиками флюорита, с мелкими и крупными гальками доломитов. Они чередуются с зеленовато-серыми глинистыми доломитами, стекловидными от пропитывающего их ангидрита. Иногда в доломитах появляются поверхности, свидетельствующие о частичном или полном растворении сульфатных слоев. Появление таких поверхностей, в сочетании с обломочными доломитами говорит об изменениях уровня моря, чередовании периодов затопления, сочетающихся с понижением солености вод и растворения сульфатных осадков, а также периодов высыхания, взламывания осадков и их переотложения в мелководной обстановке.

Все описанные сульфатонасные отложения второй половины фамена отличаются интенсивными постседиментационными преобразованиями пород. Седиментационные текстуры в них часто затушеваны диагенетическими процессами миграции карбоната, превращения манганокальцита в доломит, выделения ангидрита, часто деформирующего слои. Первичные доломиты трудно отличить от диагенетических. Все эти особенности весьма характерны для засоляющихся лагун, а также замкнутых и полужамкнутых водоемов с повышенной соленостью вод.

Известняковая фация развита ограниченно в верхах разреза позднего фамена. Она фиксирует улучшение циркуляции вод и уменьшение их солености, исчезновение условий для сульфатонакопления. Типичны мелководные известняки с остатками остракод и харовых водорослей.

Таким образом, во второй половине фамена на территории Московской синеклизы существовал весьма мелководный, временами частично пересыхающий бассейн с повышенной соленостью вод и осадконакоплением, характерным для ранней фазы развития морских солеродных бассейнов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные материалы по фациальному и бассейновому анализу позволяют проследить историю развития девонских водных бассейнов на территории Московской синеклизы Восточно-Европейской платформы в течение девона. Выделяются семь циклов осадконакопления, возникших из-за периодически повторяющихся трансгрессий и регрессий моря на территории синеклизы, а также вызванных структурными перестройками, обусловленными процессами развития океанических бассейнов, окружавших в то время Восточно-Европейскую платформу.

Трансгрессии моря раннедевонского времени на территорию Московской синеклизы происходили со стороны Балтийского шельфового бассейна каледонского палеоокеана Япетус. Время закрытия палеоокеана в начале девона проявилось в рассматриваемом регионе периодом поднятий, длительным перерывом в осадконакоплении, длившимся со второй половины лохкова, пражский и нижнюю половину эмского веков. Морской бассейн возник здесь только во второй половине эмса и эйфеле. Он еще был тесно связан с Балтийским, однако отделялся от последнего системой внутрибассейновых поднятий. Трансгрессия моря осуществлялась уже со стороны раскрывающегося Уральского палеоокеана. Процессы каледонского орогенеза проявились также в виде интенсивного привноса терригенного материала со стороны Балтийского щита. В результате сформировался бассейн с повышенной соленостью вод, сходный по типу седиментации с водоемами межгорных орогенных впадин. Рельеф бассейна в эйфеле определялся прогибанием, возможно, растяжением в зонах рифейских авлакогенов – Оршано-Крестцовского, Среднерусского и Вятского. Наиболее приподнятое положение занимал Котельнический свод, подвергавшийся в это время размыву.

Господством терригенной седиментации отличался и бассейн живетского времени. В живете, скорее всего во время тельбесской фазы орогенеза, произошла крупная структурная перестройка Московской синеклизы. Преобладала терригенная седиментация с резкими колебаниями мощностей, свидетельствующими об активных тектонических движениях. Преобладали движения сдвиговой природы, обусловленные вращением Волго-Уральского мегаблока фундамента относительно Фенноскандинавского. Возможно, в это время возник Пыщугский разлом, ограничивающий с запада Котельнический свод. Структурная перестройка в живете привела к существенному изменению структурно-фациальной зональности. В результате в начале франского века произошла крупная трансгрессия моря на территорию Московской синеклизы со стороны Уральского палеоокеана и возник относительно глубоководный бассейн с

разнообразной стеногалинной фауной и существенно карбонатной седиментацией. Он существовал до конца девонского периода. Некоторая относительно кратковременная регрессия наблюдалась только в конце среднего франа. В это же время произошла новая структурная перестройка Московской синеклизы, общее погружение Волго-Уральского мегаблока фундамента, включая Котельнический свод, относительно Фенноскандинавского. В результате северо-восточная ориентировка структурно-фациальных зон сменилась на субширотную с общим наклоном в южном направлении. В конце франского века началась, по всей вероятности аридизация климата, постепенное обмеление, которое продолжалось в фамене и привело к засолонению и формированию солеродного бассейна.

Котельнический свод в течение эмса-эйфеля находился в приподнятом положении и служил источником обломочного материала. В течение живета-среднего франа он существовал в качестве внутривосставочного поднятия с относительно мелководной седиментацией с участием биогермных построек. В конце франа эта структура начала погружаться.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о структурной неоднородности фундамента Восточно-Европейской платформы и о дифференцированных движениях, в том числе сдвиговой природы отдельных частей фундамента относительно друг друга в течение девона. Эти движения определяли строение осадочного чехла платформы и разломные дислокации в его пределах. Наиболее крупные и долгоживущие разломы (Рыбинский, Пыщугский, а также разломы, ограничивающие рифейские авлакогены и трассирующиеся в осадочный чехол синеклизы) в периоды их активизации могли служить каналами дегазации, повышенной циркуляции подземных вод. Вдоль этих разломов можно ожидать более высокую цемен-

тацию пород, более высокотемпературное минералообразование. В определенные периоды такие зоны долгоживущих разломов могли служить барьерами для внутрипластовой миграции скопленных углеводородов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Грант РФФИ № 98-05-64979.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бирин Л.М. Стратиграфия и условия отложения девона северной части Московской синеклизы. М.: Гостоптехиздат, 1957. 130 с.

Международная тектоническая карта Европы и смежных областей масштаба 1 : 2500000 / Под ред. Хаина В.Е. 1981.

Международная тектоническая карта Европы и смежных областей масштаба 1 : 2500000 / Под ред. Леонова Ю.Г., Хаина В.Е. 1998.

Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Конова Л.И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М.: РМСК по центру и югу Русской платформы, 1995. 265 с.

Тектоника Центральной части Русской плиты. Объяснительная записка к структурно-тектонической карте центральных районов Русской плиты масштаба 1 : 1000000. М.: МГП "ГЕОИНФОРММАРК", 1991. 120 с.

Тихомиров С.В. Этапы осадконакопления девона Русской платформы и общие вопросы развития и строения стратисферы. М.: Недра, 1995. 445 с.

Филиппова М.Ф. Девонские отложения центральных областей Русской платформы. М.: Гостоптехиздат, 1958. 404 с.

Gorbatschv R., Bogdanova S. Frontiers in the Baltic Shield // Precambrian Research. 1993. V. 64. № 1. P. 3–21.

Nikishin A.M., Ziegler P.A., Steferson R.A., Cloetngh S.A., Furne A.V., Fokin P.A., Ershov A.V., Bolotov S.N., Korotaev M.V., Alekseev A.S. et al. Late Precambrian to Triassic history of the East European Craton dynamics of sedimentary basin evolution // Tectonophysics. 1996. V. 268. № 5. P. 23–63.