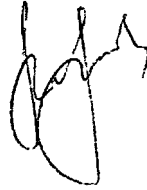


На правах рукописи



КАРПОВА Евгения Владимировна

Седименто- и литогенез отложений девона
Воронежской антеклизы

Специальность 25.00.06 - литология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва

2004

Работа выполнена на кафедре литологии и морской геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Япаскурт Олег Васильевич

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник
Хераскова Татьяна Николаевна

доктор геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник
Конюхов Александр Иванович

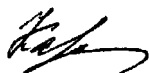
Ведущая организация: Воронежский государственный университет
(ВГУ, Воронеж)

Защита состоится 24 декабря 2004 г. в 14 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 501.001.40 при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова по адресу: 119992, Москва, Ленинские горы, ГСП-2, МГУ, главное здание, геологический факультет, ауд. 829.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологического факультета Московского государственного университета, сектор А, 6 этаж.

Автореферат разослан 23 ноября 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Картошина Е.Е.

Актуальность. В работе изучаются аспекты одной из актуальных проблем литологии: раскрытие генетической сущности процессов и факторов осадконакопления (седиментогенеза) и постседиментационного породообразования (литогенеза) относительно различных геологических условий формирования и эволюции осадочных палеобассейнов (ОБ) на континентальных блоках земной коры. Исследование особенностей седименто- и литогенеза в ОБ, принадлежащих к различным структурно-тектоническим элементам осадочного чехла крашнов, было и продолжает оставаться предметом внимания литологов, стратиграфов, геологов-нефтяников, исследователей твердых (металлических и неметаллических) полезных ископаемых и гидрогеологов. Однако до сих пор в данном аспекте разнотипные платформенные ОБ изучены весьма неравномерно. Объектами главного интереса литологов служат преимущественно депрессии — синеклизы, авлакогены, внутриконтинентальные рифты; а крупные положительные палеоструктуры исследовались реже и не так детально. Между тем, существовавшие на протяжении длительных геологических эпох обстановки чрезвычайно медленных, прерывистых и малоамплитудных погружений дна ОБ в пределах антеклиз влияли определенным образом на своеобразие фациальных принадлежностей и вещественных составов осадков, и на своеобразие механизмов их постседиментационных преобразований и изменений. Здесь по-другому, чем в соседних впадинах, происходила эволюция процессов аутигенного минералогенеза; по-другому осуществлялись синхронные трансформации органических и минеральных породных компонент; в иной степени сказывались влияния климатических, тектонических, фациальных, гидрогеологических и др. факторов на седиментогенез, литогенез и рудогенез (в том числе). Для раскрытия этих закономерностей удобным модельным объектом служит Воронежская антеклиза (ВА), стабильно сохранявшая свой палеотектонический режим на протяжении очень долгого времени - от позднего докембрия до наших дней. Работа автора выполнялась в рамках госбюджетной темы кафедры литологии и морской геологии геологического факультета МГУ: "Эволюция типов осадочного процесса, закономерностей седименто- и литогенеза на континентальных блоках земной коры (в фанерозое)". Вместе с тем, автор принимала участие (как исполнитель) в исследованиях 3-ех грантов РФФИ: 1) № 99-05-64740 (МГУ), 2) № 01-05-64281 (ТИН РАН), 3) № 04-05-64045 (МГУ) и ФЦП «Интеграция» ГИН РАН - МГУ (проект № ИО 865/782).

Цель работы: Комплексное литологическое изучение девонских отложений ВА для восстановления истории эволюции процессов и условий седиментации и постседиментационных изменений; создание модели седименто- и литогенеза применительно к обстановкам прерывистого и малоамплитудного погружения антеклиз.

Задачи исследования:

1. Выявление методом детального литолого-фациального анализа послыно описываемых разрезов основных генетических типов и фаций девонских отложений ВА. Изучение их пространственных и временных соотношений.
2. Построение фациальных профилей и фациально-палеогеографических карт девона ВА.
3. Изучение вещественных составов фациальных комплексов отложений девона и выявление их связей с питающими палеопровинциями.



4. Изучение компонентных составов и количественные оценки породообразующего биоса и его эволюции относительно оценки условий карбонатной седиментации в девонских морях ВА.

5. Раскрытие процессов, свойственных этапам существенного замедления или приостановки седиментации в ОБ. Классификация этих процессов и их продуктов; детализация их признаков.

6. Исследование своеобразия литогенетических преобразований девонских осадочных комплексов в условиях прерывистого и малоамплитудного погружения ВА; выявление зависимостей постседиментационных изменений от фациальной природы осадков и других экзо- и эндогенных факторов влияния на литогенез.

Научная новизна: Для раскрытия условий и процессов седименто- и литогенеза отложений девона Воронежской антеклизы впервые применен метод комплексного литолого-фациального и стадийного анализа отложений. Единый методологический генетический подход позволил автору принципиально по-новому подойти к решению указанных выше задач.

1. Впервые разработана детальная генетическая классификация девонских отложений. Главными ее категориями являются генетические типы и 17 фаций, сгруппированных в 6 макрофаций отложений, которые включают континентальные, заливно-лагунные, прибрежно-морские, мелководно-морские эпиконтинентального бассейна. В основу этой классификации положены выявленные конкретные признаки исходных осадков. Построены детальные фациальные профили, фациальные карты для шести временных срезов, а также общая модель седиментации девонского периода территории ВА.

2. На основе всестороннего изучения вещественного состава терригенных пород девонской системы уточнены источники сноса терригенного материала, прослежена их эволюция во времени, выявлена зависимость состава и эволюции минерального вещества от климатических и тектонических факторов.

3. Впервые в девонских отложениях установлена большая роль мелких («синседиментационных») перерывов осадконакопления, составлена классификация образований, возникающих при существенном замедлении или приостановке седиментации, систематизированы их диагностические признаки и характер процессов. Предпринята попытка оценить продолжительность перерывов.

4. На основе изучения седиментогенных и биогенных компонентов карбонатных отложений девона ВА и анализа современной литературы по проблемам генезиса доломитов предлагается отличная от традиционной модель доломитообразования в фаменское время.

5. В целом работа является вкладом в решение проблемы различия условий и процессов постседиментационного литогенеза осадочных комплексов положительных и отрицательных платформенных структур. Объясняются механизмы породных изменений на антеклизах и влиявшие на них факторы.

Фактический материал: В основе работы лежит обширный фактический материал, собранный автором в течение 2-х полевых сезонов. Исследования проводились на территории Липецкой, Воронежской, Белгородской, Курской и Тамбовской области (Приложение, рис.1). -Этот материал значительно дополнен керном скважин, предоставленным кафедрой палеонтологии МГУ. Всего описано до 1000 м керна скважин,

детально откартированы стенки 6 карьеров и дополнительно описаны разрезы 10 обнажений. Изучено 700 шлифов, свыше 100 дифрактограмм глинистой фракции, выполнено 97 карбонатных анализов. Эти данные дополнены анализом литературных и фондовых работ предшественников.

Методика исследований:

Для изучения девонских отложений ВА применялся широкий спектр методов лишлоу-фациального исследования. Кроме того, использовались минералогический, петрографический, рентгено-фазовый, конкреционный, карбонатный и стадийный анализы.

Метод литолого-фациального исследования заключается в комплексном изучении: структуры отложений, отражающих характер седиментации; текстурных признаков, отражающих динамику среды и способ осадконакопления; состава фауны; наличия или отсутствия органического вещества, в том числе наземного, свидетельствующего о глубине бассейна и близости суши; состава минеральных компонентов, отражающего источники сноса материала. Используемый метод основан на анализе большого числа седиментогенных признаков, относящихся как к самим осадкам (около 20), так и к их соотношению со смежными образованиями (свыше 10) [Тимофеев, 1998]. Под *литологическим типом* осадков и пород (*литотипом*) понимается терригенное, биогенное, хемогенное, вулканогенное, магматогенное вещество, обладающее всем комплексом признаков, приобретенных в процессе седименто- и литогенеза. Под *генетическим типом* осадков (*генотипом*) понимается один или несколько парагенетически связанных литологических типов осадков (литотипов), представленных совместно или раздельно терригенными, биогенными, хемогенными, вулканогенными, интрузивными компонентами, обладающими совокупностью признаков осадков и отражающих общность их накопления. Под *фациальным типом* осадконакопления (*фацией*) подразумевается как комплекс физико-географических (ландшафтных) условий среды осадконакопления, так и парагенетически связанные генетические типы осадков, обладающие определенным сочетанием генетических признаков осадков (условия+осадок).

Метод циклического анализа использовался как для корреляции разрезов, так и в целях генетического анализа. *Осадочный цикл* понимается как законченный круг взаимосвязанных явлений, приводящих к формированию геологического тела — циклита. *Циклит* - парагенез слоев, связанных более тесно друг с другом, чем со смежными парагенезами, от которых они отделены границами большей резкости [Фролов, 1995]. Специфика данной методики состоит в анализе сочетаний структурно-морфологических признаков с генетическими: выделяемые по структурным признакам элементарные циклиты и границы между ними получают конкретную генетическую интерпретацию.

Метод стадийного анализа состоит в распознавании в породах признаков, возникших после осадконакопления, и расшифровке многостадийной истории формирования этих пород. Сущность стадийных исследований сводится к выявлению всех изменений седиментогенных породных компонентов (обломочных, биогенных, вулканогенных, хемогенных) и последовательности формирования парагенезов аутогенных минералов, вторичных структур и текстур посредством оптических наблюдений во множестве шлифов, с конкретной их привязкой к детально описанному геологическому разрезу, генетическим типам и фациям [Япаскерт, 1991]. Таким способом

анализ постседиментационных признаков осуществлялся системно - на разных уровнях организации вещества: минеральном, породно-слоевом, фациальном.

Изучение пород проведено путем *макроскопического описания*, и *исследования в шлифах* на поляризационном микроскопе Polam L - 213M. Для диагностики состава глин и тонкодисперсных цементов обломочных пород использован также *метод рентгено-фазового анализа* фракции <0,005 мм в ориентированных препаратах на установке ДРОН-2. Карбонатные породы, помимо изучения в шлифах, исследованы с помощью *карбонатного анализа*, позволившего определить точное количественное содержание кальцита, доломита и нерастворимого остатка. Этот анализ осуществлен с помощью автокальциметра. *Органическое вещество* изучалось петрографическим способом и методом определения величин отражения витринита, которые измерялись на микроскопеспектрофотометре МСФУ-ЭВМ. *Конкреционный анализ* применен к стяжениям карбонатного и кремневого состава, часто встречаемым в отложениях девона ВА.

Теоретическое и практическое значение работы заключается в разработке генетической классификации девонских отложений ВА; составлен рабочий атлас структур и текстур генетических типов девонских отложений.

Разработана классификация процессов и образований, возникающих при существенном замедлении или приостановке седиментации в древних эпиконтинентальных ОБ антеклиз на примере девонских отложений ВА; составлен рабочий атлас соответствующих образований.

Разработана классификация литогенетических процессов и их продуктов в условиях малоамплитудного или прерывистого погружения; составлен рабочий атлас минерально-структурных литогенетических парагенезов. Полученные материалы используются в учебном процессе по курсу «Литология» и «Стадиальный анализ».

Проведенные литолого-фациальное, палеогеографическое и стадиальное исследования представят интерес для уточнения прогнозных оценок мест возможной локализации многих видов полезных ископаемых: титана, огнеупорного, химического, керамического сырья, флюсового сырья для металлургических предприятий, строительного щебня, а также производства муки для известкования почв, и др.

Публикации. Защищаемые положения, обоснованные фактическим материалом, освещены в 12 публикациях, приведенных в прилагаемом списке работ.

Апробация работы. Основные результаты исследований по теме диссертации докладывались на Международной научной конференции VIII чтения А.Н. Заварицкого (Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2002); XXXVI Тектоническом совещании (г. Москва, МГУ, 2003 г.); 3-ем Всероссийском литологическом совещании (г. Москва, ГИН РАН, 2003 г.), на научной сессии, посвященной 20-летию кафедры литологии и морской геологии МГУ (декабрь 2003 г.), дважды (2003 и 2004 г.) на заседаниях упомянутой кафедры, а также на Молодежной школе-конференции XXXVII тектонического совещания (г. Москва, ГИНРАН, 2004г.).

Благодарности. Автор глубоко благодарен научному руководителю, проф. О.В. Япаскурту за постоянную и разностороннюю помощь в ходе подготовки диссертации; а также чл.-кор. РАН П.П. Тимофееву за благожелательные советы. Многие научные взгляды автора сформировались в процессе совместной работы и дискуссий с проф. В.Т. Фроловым, которому автор выражает свою искреннюю и глубокую признательность. Подготовка диссертации была бы невозможна без фактического материала, отобранного в

совместных маршрутах с зав. лаб. ГИН РАН М.Г. Леоновым, общение с которым существенно обогатило знания благодарного автора. Фактический материал был бы не полным без ядерного материала, любезно предоставленного сотрудниками и аспирантами каф. палеонтологии МГУ. Неоценимую помощь на различных этапах оказали сотрудница этой кафедры снэ Л.И. Кононова, снэ ГИН РАН И.Е. Стукалова; ст. преп. В.Л. Косоруков и др. коллеги по кафедре литологии и морской геологии. Им автор признателен за ценные советы, плодотворные дискуссии и критические замечания. Особую благодарность за предоставленные геологические материалы автор высказывает проф. А.Д. Савко и др. сотрудникам Воронежского гос. университета. Отдельно хотелось бы поблагодарить свою семью за безграничное терпение и всестороннюю поддержку и помощь.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6-ти глав, заключения, библиографического списка из 113 наименований; включает 8 таблиц, 29 иллюстраций; содержит 5 тематических структурно-текстурных атласов исследуемых отложений. Объем текста - 189 стр. Объем атласов - 85 стр.

Защищаются 4 основных положения.

ПОЛОЖЕНИЕ 1 - в главах 1-3

1. Девонские отложения ВА формировались во многообразных (не менее 17) фациальных обстановках - континентальных, заливно-лагунных, прибрежно-морских, и относительно удаленных от берега участков дна чрезвычайно мелководного эпиконтинентального морского бассейна под влиянием ведущего климатического фактора, вулканизма и при малоамплитудных тектонических движениях. Цикличность седиментогенеза обуславливалась интегрированием результатов совместного влияния факторов: тектонических, эвнатических, климатических и эволюционно-биогеоценных.

В главе 1 «Общегеологическая характеристика района исследований» обобщены сведения из множества литературных источников; глава включает структурно-тектоническую характеристику и магматизм; стратиграфию объекта исследований; и общие данные о геологической истории его развития.

В тектоническом строении территории ВА принимают участие докембрийский фисталический фундамент и осадочный чехол, которые разделены резким угловым несогласием и длительным преддевонским стратиграфическим перерывом.

Девонские отложения распространены на большей территории ВА и отсутствуют лишь на ее юго-западных окраинах. На северо-западе их подошва залегает на глубинах от 500-600 до 1000-1200 м, погружаясь на север и северо-запад со средним уклоном 0,2-0,3 м/км и на запад -1,5 м/км [Трегуб, 2002]. Толщина покрова пород девона колеблется от 0 до 600 м, возрастая в северо-восточном и восточном направлениях. Рассматриваемые отложения представлены верхами эмекого, эйфельским, живетским, франским и фаменским ярусами, образующие несколько сложено построенных седиментационных циклов. Согласно схеме ЦГРЦ (автор Г.Д. Родионова, 1999г) здесь выделяются 23 местных (литостратиграфических) подразделения в составе свит. Они образованы разнообразным спектром пород: обломочными, глинами, карбонатами, солями, местами — изверженными и вулканитовыми образованиями. Перекрыты девонские отложения преимущественно мезокайнозойскими породами различного возраста, и только в присводовой части юго-

западного крыла ВА, на юго-востоке и крайнем востоке - каменноугольными [Савко, 2002].

В главе 2 «История литолого-стратиграфического изучения объекта исследований» дан подробный обзор научных трудов предшественников и современников; основных периодов систематических исследований ВА.

История изучения осадочного чехла ВА насчитывает более 220 лет. 1-й период - эпизодические исследования середины XIX в. 2-й период начался с разработки стратиграфической схемы девона П.Н. Венюковым (1882-1886). 3-й период (в начальные годы советской власти) характеризуется фундаментальными монографическими трудами Б.М. Даныпина, А.Д. Архангельского, Д.В. Наливкина, В.Н. Крестовникова. 4-й период наступил в послевоенное время. Неоценимый вклад в изучение девонских отложений Русской платформы, включая ВА, внесли М.М. Толстихина [1952] и А.И. Ляшенко [1959], В.Г. Махлаев [1964] и С.В. Тихомиров [1967]. Последующие годы характеризуются новым вкладом в изучение девона ВА, который внесли геологи Воронежского гос. университета. Их коллектив - Н.И. Хожайнов, А.Д. Савко, А.В. Жуковский, А.М. Дунаев, В.Ф. Лукьянов, Г.В. Холмовой, В.М. Сташков - в двух трудах [1969 и 1971] опубликовал детальную стратиграфию и литологию палеозойских отложений. Тогда же появились фундаментальные работы о стратиграфии - Л.Г. Раскатовой [1973], Н.С. Овнатановой [1972]; о литологии и фациях девона - Н.П. Хожайнова [1972], А.А. Жуковского [1974], В.А. Окорокова [1974]. В последнюю четверть XX века акцент в изучении ВА сместился в сторону литологии, палеогеографии, металлогении. Это труды Н.П. Хожайнова [1976, 1983], А.Д. Савко [1979, 1988, 1991], Г.Д. Родионовой и др. [1995] и др.

В Главе 3 «Литолого-фациальный анализ отложений девона территории ВА» описаны генетические признаки выделенных в осадочных толщах девона групп отложений, а также цикличность чередования генетически подобных образований в разрезах.

3.1. Литолого-фациальный анализ.

Все многообразие генетических признаков систематизировано с помощью разработанной автором классификации, основанной на анализе и синтезе генетических признаков отложений. Выявлены 17 фациальных типов осадков и соответствующих им фациальных обстановок осадконакопления. Эти обстановки закономерно соотносились в пространстве и периодически менялись во времени - в порядке многогранговой циклической повторяемости генетически подобных образований.

В эпохи **гумидного климата** (позднее эйфельское, живетское, франское, раннефаменское время) выделяются:

I. Макрофация аллювиальных отложений прибрежно-континентальной приморской равнины (Приложение, рис. 2а, зона I) включает следующие фации:

1. Фация песчано-алевритовых отложений приустьевых частей русел равнинных рек с плоховыраженной мелкой косой сходящейся, косой штриховатой слоистостью, подчеркнутой мелкими фрагментами древесных тканей, атритом и реже ритмической сортировкой зерен. Эта часть разреза является переходной к пойменным отложениям.

2. Фация песчано-алевритовых отложений приустьевых частей поймы равнинных рек, характеризующуюся среднесортированным материалом со слабовыраженной горизонтальной и крупной косой слоистостью, с малым количеством растительных остатков плохой сохранности.

Процесс заболачивания приводил к формированию отложений заболоченных участков, отвечающих

3. Фашии алевроито-глинистых осадков заболоченных участков поймы речных долин прибрежно-континентальной приморской равнины, представленной углистой глиной с линзами угля толщиной 2-3 см и протяженностью 20-30 см с подчиненными тонкими слоями черного углистого песчаного алевролита, насыщенного тонким обугленным атритом.

Небольшой набор фашиальных типов, относящихся к макрофашии аллювиальных отложений прибрежно-континентальной приморской равнины, представленные редуцированными разрезами с малыми мощностями, объясняются неразвитостью речных систем. Палеореки в девонское время представляли собой малые реки и временные потоки, формирующие осадки общей мощностью не более 5 м [Яблоков, 1973]. Тем не менее в литературе описаны аллювиальные отложения девонского возраста в различных частях Русской платформы. Материалов о расположении речной сети не приводится.

Формирование в девонский период полноценного болотного комплекса также проблематично. Древнейшие угли, начало которым дали наземные растения, имеют девонский возраст [Мейен, 2001]. Проптеридофиты («псилофиты») и плауновидные, произраставшие в заболоченных участках речных долин и прибрежных континентальных низин, могли давать начало очень тонким пластам торфа, впоследствии превращающегося в уголь.

II. Макрофашия отложений заливов и лагун эпиконтинентального морского бассейна (Приложение, рис. 2а, зона II).

Отложения заливов и лагун отвечают фашиям заливно-лагунного прибрежного мелководья. Эти условия прибрежного полуизолированного застойного мелководья, непосредственно не связанных с выносом терригенного материала, объединяют отложения следующих фаший:

1. Фашия алевроито-песчаных отложений прибрежных частей заливов и лагун морского бассейна с горизонтально-волнистой и мутьдообразной, реже горизонтальной, слоистостью, подчеркнутой фрагментами аттрита, глинистым веществом и остатками рыбьей чешуи, с мелким раковинным детритом, часто с текстурами биотурбации.

2. Фашия алевроито-глинистых застойных участков лагун и заливов морского бассейна с тонкой горизонтальной слоистостью, подчеркнутой обилием аттрита, с редкими остатками рыбьей чешуи, с раковинами лингул.

III. Макрофашия отложений подвижного мелководья морского бассейна (Приложение, рис. 2а, зоны III, IV).

Отложения подвижного мелководья отвечают макрофашии подвижного мелководья морского бассейна. Они включают отложения с генетическими признаками, свойственными морскому мелководью - зоне, примыкавшей к побережью между устьями рек и напротив устья. Макрофашия объединяет следующие фашии:

1. Фашия песчаных отложений подвижного мелководья, аккумулятивных форм (баров, подводных валов, пересыпей, кос) порождена волновыми движениями воды или вдольбереговыми течениями. Отличительные генетические признаки: средняя и хорошая сортировка, хорошая окатанность и отмытость материала от глинистой примеси. Текстуры крупные косые однонаправленные, мелкие косые выклинивающиеся, реже с мутьдообразной слоистостью с небольшим количеством обломков раковин моллюсков.

2. Фация алеврито-песчаных осадков дельт малых рек и временных потоков, генетическими признаками которой являются: структуры разнородные песчаные и гравийные, алевритовые, иногда с примесью глинистого материала, крупная косая, в основании разнонаправленная взаимосрезающаяся сходящаяся слоистость, реже горизонтальная и мелкая косая пологая; осадки фации содержат остатки морской фауны и частые фрагменты растительной ткани, иногда обломки стволов деревьев.

3. Фация алеврито-глинистых отложений междельтовых участков мелководья морского бассейна. Осадки этой фации формировались в условиях пониженной динамики водной среды. Накапливались глины алевритовые карбонатные с горизонтальной слоистостью, обилием остатков морской фауны, редким растительным атритом.

В сторону моря преобладающим становится биокластовый материал, слагающий 4:

4. Фация известковых полибиокластовых отложений мелководья морского бассейна. Здесь накапливаются известковые полибиокластовые отложения, характеризующиеся грубым и крупным размером окатанных и полуокатанных скелетных остатков, их хорошей и средней сортированностью, с плоховыраженной косоволнистой, реже с мульдобразной слоистостью. Наблюдается также переслаивание полибиокластовых известковых отложений с алевритами и тонкозернистыми песками, состоящих из хорошо сортированных обломков.

IV. Макрофация отложений относительно удаленных участков мелководья морского бассейна (Приложение, рис. 2а, зоны V-VI).

Эта макрофация объединяет 3 фации:

1. Фация органогенных известковых отложений, слагающих биопостройки в пределах морских отмелей. Отмели представляли пологие возвышенности морского дна, на склонах которых селились различные организмы, образующие ракушняковые банки, и каркасные биопостройки. Они сложены ракушками брахиоподовыми цельнораковинными с большим количеством пелеципод, остракод, криноидей, с комковато-пелитоморфным заполнителем; и строматопорато-коралловыми органогенными известковыми отложениями без заполнителя.

2. Фация био-, литокластовых, алевритистых и глинистых отложений межбиостромовых (межбаночных), шлейфовых участков биопостроек характеризуется преобладанием крупных обломков биопостроек плохосортированных, полу- или неокаташих, смешанных с алевритовым и глинистым терригенным материалом. Текстура плоховыраженная косая, косоволнистая.

3. Фация известково-глинистых отложений западных или удаленных участков мелководья морского бассейна. Эта фация характеризуется следующими генетическими признаками: известковые отложения пелитоморфные, сильноглинистые, слабобиотурбированные, с сохранившимися реликтами тонкой горизонтальной слоистости; переслаивание пелитоморфных известняков и сильноизвестковых глин с тонкой горизонтальной слоистостью.

В эпохи **аридного климата** (эмско-раннеэфельское, средне-, позднефаменское время) характерно видоизменяются процессы смыва и накопления осадков. Засушливость климата приводит к более резкому и эпизодическому выпадению сильных ливневых метеорных осадков. Среди отложений, сформированных в аридном климате, выделяется:

I. Макрофация делювиально-пролювиальных отложений (Приложение, рис. 2б, зона I), включающая фацию:

Фация песчано-дресеяных и брекчиевых осадков конусов выноса, осадки которой формируются в результате заложения Мамонской депрессии на юге ВА. Они характеризуются веерообразным строением, отсутствием слоистости, преимущественно грубообломочной структурой, отсутствием окатанности и сортировки материала.

Морские отложения в условиях аридного климата отвечают:

II. Макрофации мелководья морского бассейна (Приложение, рис. 26, зона II-V). В условиях заливообразных крайне мелководных пространств формируются отложения следующих фаций:

1. Фация песчано-алеврито-карбонатных отложений прибрежного мелководья морского бассейна. Крайняя скудость поставляемого терригенного материала приводила к формированию в прибереговой зоне запесоченных и алевритовых известковых отложений с небольшим количеством раковинного детрита, единичным атритом. Терригенный материал хорошо и среднесортирован; обломки песчаной размерности полуокатаны. В расположении терригенного материала иногда наблюдается косая слоистость, реже горизонтальная.

2. Фация известковых биокластовых и оолитовых отложений мелководья морского бассейна характеризуется крайне обедненным типовым разнообразием биокластового материала, находящегося часто в парагенезе с известковыми оолитовыми образованиями. Материал сортирован и окатан; текстуры плохо выраженные мелкие косые однонаправленные.

3. Фация бескаркасных биопостроек в пределах мелководья морского бассейна. Эта фация характеризуется широким развитием водорослей и цианобактерий, формирующих бескаркасные постройки типа строматолитов и иловых холмов, с неясной горизонтальной и полого-волнистой слоистостью.

4. Фация сульфато-доломитовых отложений центральных участков лагуноподобных бассейнов. Осадки этой фации характеризуются горизонтально-слоистым переслаиванием сульфатов и доломитов. Фауна здесь редка и представлена исключительно водорослями и цианеями.

3.2. Цикличность девонских толщ.

Приведенная систематизация отложений является основой для выявления закономерностей формирования осадочного чехла ВЛ. Строение его разрезов циклично. Выявлена иерархия цикличности: начиная от минициклитов, геологическим выражением которых является текстура, наблюдаемые в сульфато-доломитовых отложениях с миллиметровой (10-20 мм) слоистостью, до макроциклита, отвечающего всей девонской системе, продолжительностью 60 млн. л. Строение циклитов определяется основными циклически сменяющимися процессами седиментации и сопутствующими деструктивными явлениями, уничтожающими частично или полностью результаты первых. Для циклитов, которые формировались процессами механической седиментации, определяющим признаком служит гранулометрия. Цикличность строения карбонатных толщ устанавливается по составу и четким границам циклитов. Циклический анализ проведен для отложений каждого изученного разреза. В результате, выделенные по литологическим признакам элементарные циклиты, сгруппированы в более крупномасштабные. Последние соответствуют нескольким горизонтам субрегиональной стратиграфической шкалы и являются циклами осадконакопления. Такие циклы полностью соотносятся с ранее

показанными этапами осадконакопления [Девон..., 1995], выделенными преимущественно по смене органических остатков и споровых комплексов наземных растений.

Таким образом, известные данные о цикличной повторяемости обстановок накопления осадков существенно уточнены путем анализа цикличной повторяемости выделенных автором 17 фаций. Циклы осадконакопления находят четкую корреляцию с основными тектоническими событиями в пределах ВЕП и ВА, изменением уровня Мировой акватории, а также флуктуациями климатических условий, что отражено на схеме (Приложение, рис. 3).

Всего выделено 9 циклов осадконакопления. Каждый из них отличается своеобразием условий седиментации, отраженным на фациальных картах.

Глушанковский (*позднеэмeko-раннеэйфельский*) этап отвечает образованию крупного циклита на северном и крайнем востоке юго-восточного склона ВА. Трансгрессивная его часть - континентальная пестроцветная глинисто-гравийно-песчаная толща - сменяющаяся вверх по разрезу соленосной континентально-лагунно-морской. Особенностью глушанковского этапа является резкое преобладание субаэральных обстановок, направление трансгрессии с востока, аридность климата в сочетании с затрудненным водообменом.

Наровский (*позднеэйфельский*) этап отвечает образованию крупного трансгрессивно-регрессивного циклита. В *клицовское* время, после кратковременного перерыва в осадконакоплении [Девон..., 1995], морская трансгрессия, распространявшаяся с севера и с востока, покрыла большую часть территории ВА, что привело к накоплению, помимо континентальных, прибрежно-морских и мелководно-морских отложений. Максимум позднеэйфельской трансгрессии приходится на *мосоловское* время. Формируются известковые отложения, на крайнем юго-востоке - обломочные прибрежно-морские отложения. *Черноярское* время отражает регрессивную часть цикла: накапливаются мелководные карбонатно-глинистые отложения с богатой фауной, в верхней части замещаемые песчано-глинистыми отложениями, накопившихся в прибрежных условиях.

Длительный перерыв в осадконакоплении на рубеже эйфельского и живетского веков, разделяющий два этапа седиментации, синхронен с крупной тектоно-палеогеографической перестройкой на территории ВЕП.

Старооскольский этап (*живетский* век). В *старооскольское* время море двигалось с востока [Тихомиров, 1967], а с юга и запада шел снос терригенного материала. Трансгрессии развивались пульсационно [Девон..., 1995]. В *воробьевское* время преобладало терригенное осадконакопление с маломощными прослоями органогенно-обломочных известняков. В *ирдатовское* время море максимально развилось в пределах ВА. На большей части накапливаются разнообразные осадки в лагунной, прибрежно-морской и мелководно-морской обстановке. В *муллинское* время формирование осадков происходило в обширном мелком лагуновидном морском водоеме. Преобладающие отложения - глины, по периферии рассматриваемой территории переслаивающиеся с песчаниками и алевритами.

Перерыв на рубеже среднего и позднего девона в пределах ВЕП также сопровождался существенной тектоно-палеогеографической перестройкой.

Отложения *раннефранского* времени соответствуют единому этапу седиментации - **Коми**. С живетского времени преобладающей тектонической обстановкой на ВЕП было растяжение, в *раннефранское* время достигшее своего максимума [Фокин, 1998].

Возникновение рифта Донбасса сопровождается активизацией разломов на юго-западе ВА и вулканической деятельностью. В *ястребовское* время морской бассейн стал еще более мелководным. Преобладают терригенные прибрежно-морские и мелководные отложения. На юго-востоке территории распространены вулканогенно-осадочные отложения, слагающие фацию алеврито-песчаных осадков дельт малых рек и временных потоков. *Чаплыгинское* время характеризуется накоплением преимущественно глинисто-алевритовых осадков в лагунных и прибрежно-морских обстановках. Коми цикл завершился морской регрессией и перерывом в осадконакоплении.

С начала среднефранского этапа растяжение в пределах ВЕП быстро угасало [Фокин, 1998], и морская трансгрессия покрыла большую часть платформы. Рифтогенез в среднефранское время продолжался в Днепрово-Донецкой рифтовой системе.

Среднефранские отложения соответствуют крупному этапу осадконакопления - Российскому. В *саргаевское* время море трансгрессировало с территории Прикаспийской впадины, снос терригенного материала осуществлялся с юга и с юго-запада. Отложения преимущественно карбонатные, сложенные известняками неравномерно глинистыми и доломитистыми с разнообразной фауной. Прибрежно-морские обстановки фиксируются на юге и юго-западе ВА; мористость нарастает к востоку исследуемой территории. В *семилюкское* время произошла самостоятельная трансгрессия. Структурный план в целом не изменился. К концу семилюкского времени отмечается регрессия моря и увеличение в составе пород терригенной примеси. Авторы [Геология..., 2002] отмечают излияния базальтов, содержащих ксенолиты семилюкских известняков.

Понижение уровня моря и перерыв в осадконакоплении на рубеже *среднего и позднего франа* сопровождалось перестройкой палеогеографического и палеотектонического планов ВЕП. Последний характеризуется обстановками сжатия вдоль оси ЮВ-СЗ и активным формированием разломной структуры Припятско-Днепрово-Донецкой рифтовой системы [Фокин, 1998].

Донской (*позднефранский*) этап. *Петинско-воронежское* время отличается резким сокращением площади бассейна. Море проникало в пределы ВА с востока; с юга и с юго-запада шел снос терригенного материала. В *тинское* время на юге накапливались прибрежно-морские песчаные в нижней части и алеврито-глинистые в верхней отложения. Севернее располагалась мелководно-морская зона. В *воронежское* время распределение обстановок в целом унаследовано от петинского времени. В *евлановско-ливенское* время площадь осадконакопления еще более сокращается, береговая линия смещается к северу. В *евлановское* время преобладает карбонатная седиментация, небольшая примесь терригенного материала фиксируется лишь вблизи береговой линии. На крайнем северо-западе территории устанавливаются осадки лагуны с повышенной соленостью вод, широко развитой на западе Московской синеклизы [Девон..., 1995], и частью заходящей на северо-запад антеклизы [Савко и др., 2001]. Они представлены крайне обедненными фауной доломитами. Для *ливенского* времени характерна карбонатная седиментация.

Специфической особенностью позднефранского этапа развития является заложение крупной Мамонской депрессии на юге и накопление песчано-дресвяных и брекчиевых отложений на юго-востоке ВА (*мамонской* толщи). Завершение донского цикла осадконакопления на рубеже франа-фамена сопровождалось значительным понижением уровня моря и полным осушением территории ВА.

В фаменском веке происходит спад тектонического сжатия; интенсивный рифтогенез сопровождается всплеском вулканической активности в Припятско-Донецкой системе; в среднем фамене начинается переход к пострифтовой стадии Донецкого сегмента системы, а в позднем фамене - и Днепровского [Фокин, 1998].

Отложения, сформировавшиеся в *раннефаменское* время, соответствуют Днепцкому циклу седиментации. Отложения *задонского* времени характеризуются полифациальностью. Незначительный привнос терригенного материала с Юпц низкое стояние суши и близкий к ариднему климат обусловили господство карбонатной седиментации. На севере и северо-западе территории ВА выделяются засоленные лагуны, где накапливались сульфаты и доломиты. В *елецкое* время преобладают мелководно-морские обстановки с формированием разнообразных литотипов известняков.

Отложения, сформированные в *среднефаменское* время соответствуют двум крупным циклам осадконакопления: Ольшанскому (лебединско-оптуховскому) и нижней части Орловского (плавско-хованского). В течение среднефаменского времени происходило последовательное сокращение площади ОБ ВА.

Ольшанский цикл. *Лебединское* время характеризуется трансгрессией после перерыва между средним и нижним фаменом, сменившейся регрессией с появлением в разрезах на северо-востоке территории эвапоритов. *Оптуховское* время представлено трансгрессивной (мценской) и регрессивной (киселево-никольской) фазами. Начиная с мценского времени климат на территории ВА становится максимально аридным.

Орловский ЦИКЛ (НИЖНЯЯ часть). *Плавское (тургеневско-кудейровское)* время отражено трансгрессивным разрезом, нижняя часть которого представлена карбонатами с заметной примесью терригенного материала, накапливающихся в условиях прибрежного мелководья. Значительную площадь в это время занимали лагуны с карбонатной и сульфатной седиментацией. В *кудейровское* время накапливались доломиты, известняки в различной степени доломитовые; реже терригенные осадки - на востоке ВА; на севере - сульфато-доломитовые отложения центральных участков лагун.

Орловский цикл (верхняя часть) — *позднефаменское* время. В *озерско-хованское* время площадь ОБ по сравнению с плавским еще более сократилась. В прибрежно-морских условиях накапливаются известняки в различной степени глинистые и доломитовые. В лагунных условиях формировались доломиты, глинистые доломиты, гипсы и ангидриты. *Хованские* отложения в описываемых разрезах не встречены. По [Окороков, Савко, 1998; Савко и др., 2001] хованское время знаменует начало трансгрессии, накапливаются карбонатные породы со скудной и специфичной фауной, в меньшей степени, эвапориты.

Таким образом, цикличность девонских толщ ВА обусловлена не только тектоническими, климатическими и эвстатическими факторами, но и локальными причинами, такими как изменение рельефа дна, деятельность течений и развитие биоты в зоне фотосинтеза.

ПОЛОЖЕНИЕ 2 - в главе 4

2. Эволюция кластогенного кварц-силикатного и глинистого вещества: минералогически зрелое (эйфель) → олиго- и мезомиктовое (живет) → полимиктовое (ранний фран) → мезо- и олигомиктовое (средний, поздний фран) • зрелое (поздний фран, фамен) - отражает закономерную смену источников сноса, особенности мобилизации вещества и многократность переотложения (коры

выветривания—шороды фундамента—•вулканический источник—^перемываемые осадки девона). Эволюция карбонатакопления определялась развитием животного, растительного и бактериального мира. При этом жизнедеятельность автотрофов послужила главной причиной фаменского доломитообразования.

В главе 4 «Своеобразие седиментофона - индикатора процессов седиментации в девонском периоде ВА» рассматриваются нижеследующие аспекты.

4.1. Анализ терригенной седиментации.

В *эйфеле* терригенная седиментация на территории ВА проявлена в *морсовское* и *черноярское* время; на протяжении всего *живетского* времени роль терригенного осадконакопления преобладала; начиная со *среднефранского* времени (*саргаевский* горизонт) объем терригенного материала резко снижается, к *фаменскому* времени и на протяжении всего *фамена* становится минимальным. В *среднефранско-фаменское* время терригенный материал в виде отдельных прослоев или примеси в карбонатных отложениях фиксируется лишь по периферийным частям осадочного бассейна.

Результаты минералогических подсчетов, нанесенные на классификационный треугольник В.Д. Шутова [1975] (Приложение, рис.4), показывают, что в *эйфельское* время породообразующим минералом песчаников и алевролитов был кварц (Q) (>90%); содержание полевых шпатов (ПШ) - 5-7%; обломков пород и фемических минералов (R) - до 2-3%. **Мономинеральный кварцевый состав** обусловлен размывом кор выветривания. Дальнейшее разрушение выветрелых пород в сочетании с неизменными или слабоизмененными породами их основания приводит к формированию **апосапрогенного литокласто-кварцевого парагенеза *живетского* времени**. Содержание кварца в составе этого парагенеза 65-85%; R — 5-25%, ПШ не более 10%. Минеральные парагенезы *раннефранского (ястребовского и чальгинского) времени* отвечают преимущественно составу **кварцевых граувакк** (Q - 25-75%, R - 25-75%, ПШ не более 10%), составляющих **петро-апосапрогенный комплекс**; его накопление связано с переотложением выветрелых и слабоизмененных пород основания, а также примесью компонентов вулканитов. С этого времени в составах литокластов значительную роль начинают играть обломки осадочных пород из нижележащих горизонтов. На крайнем юго-востоке изучаемой территории в *ястребовское* время формируются **собственно граувакки вулcano-терригенного комплекса**. Этот комплекс сформирован продуктами вулканических извержений, проявлявшихся синхронно на близлежащей территории.

В *среднефранско-раннефаменское* время существенную роль играют литокласты осадочных пород девона. Многократное переотложение материала приводит к его выцветанию вплоть до мономинеральных кварцевых составов.

4.2. Анализ состава и распределения глинистых минералов во времени и на

площади выявил (Приложение, рис.5), что ассоциации глинистых минералов *эйфельского, живетского и франского* времени одинаковы - иллит-каолинитовая, с малой примесью хлорита, смектита и смешанослойного минерала. Резкое отличие в составе глинистых минералов *фаменского* времени (каолинит - 0-22%, иллит, палыгорскит) связано с комплексом причин: снижение роли источника сноса (кор выветривания), большая устойчивость и распространенность иллита по сравнению с каолинитом; аридизация климата, появление солеродных замкнутых лагун, способствующих аутигенному формированию палыгорскита.

4.3. Анализ состава и эволюции состава карбонатных пород. Карбонатные породы встречаются во всех горизонтах, за исключением *раннего эйфеля, позднего живета и раннего франа*. Они представлены большим спектром литотипов с нормально-морской стеногалинной разнообразной фауной брахиопод, пелеципод, гастропод, кораллов, мшанок, криноидей и др. организмов, а также с эвригалинными формами остракод, двустворок и большой группой микробиальных организмов.

На протяжении *позднейфельского* и *франского* времени составы карбонатных пород, выявленные карбонатным анализом и нанесенные на диаграмму С.Г. Вишнякова [1957], приурочены к линии «известняк-нерастворимый остаток» (не более 5% доломита). К концу *франского* времени состав отложений становится более магниезальным. В *ливенских* отложениях количество доломита — 10-15%. Начиная с *фаменского* времени, состав карбонатных пород меняется: сокращается доля нерастворимого остатка и увеличивается доломитовость отложений вплоть до максимальных содержаний. *Раннефаменское время* характеризуется различным составом, приуроченных к линии «известняк-доломит» (доломит - 10-75%; нерастворимый остаток до 5%); и к области, характеризующей содержание известняка 15-85%, доломита 5-25% , нерастворимого остатка 1-50%. Более разнообразными по составу являются *позднефаменские* отложения (содержание известняка - 10-80%, доломита - 10-95%, нерастворимого остатка - 1-50%). Наибольшее содержание доломита наблюдается в отложениях *среднефаменского времени*. На диаграмме поле их составов характеризуется преобладанием доломитов: чистых, известковистых и известковых с содержанием нерастворимого остатка от 0 до 40%. Максимум развития доломита совпал с максимальной аридизацией климата, хотя она не была главной причиной доломитообразования (см. ниже). Повышения содержания нерастворимого остатка на всем протяжении девонского периода связано с периодическими активизациями процессов привноса терригенного материала.

Способы формирования карбонатных пород и анализ биоценозов.

Различные составы карбонатов определяются развитием морских сообществ и их эволюцией. Прежде всего, роль организмов проявлялась в осаждении карбонатного вещества биогенным способом: организмы извлекали из морской воды карбонат кальция и строили свой скелет из кальцита, арагонита или высокомагнезиального кальцита. Это организмы широко представленные в отложениях *позднего эйфеля, живета и франа*: брахиоподы, остракоды, кораллы, мшанки, криноидей, строматопороидеи, реже фораминиферы и моллюски. Другой (биохеогенный) способ осаждения карбонатного вещества обуславливался жизнедеятельностью водорослей и цианобактерий, которые в результате фотосинтеза усваивали растворенную углекислоту и меняли рН среды таким образом, что возникали условия, вызывающие выпадение карбонатов. Эти образования развиты в *фаменском веке*: строматолиты, микробиальные пленки, корки, желвачки; кальцибионты (гирванеллы, ренальцисы, эпифитоны), оолитовые и микритовые образования.

Определяющее значение биоты установлено при анализе причин *фаменского* доломитообразования, которое традиционно объяснялось аридизацией климата и повышением солености вод [Окороков, 1998; Савко, 2001 и др.]. Обзор современной литературы по проблемам доломитообразования [Baker, Kastner, 1981; Vasconcelos, McKenzie и др., 1995; Кузнецов, 2000, 2003 и др.] позволяет сделать вывод о том, что повышенная соленость не являлась фактором, определявшим формирование доломита.

Современное доломитообразование происходит в водоемах различной солености: от пресных до ультрасоленых. Осаждение магниезальных соединений определяется рН раствора. Этому не противоречит предпринятое автором сопоставление результатов карбонатного анализа исследуемых пород и их породообразующих организмов (Приложение, рис.6).

Выявлены следующие закономерности. Во-первых, противоположность в этапах максимального развития группы организмов (фораминиферы, брахиоподы, остракоды, моллюски, строматопороидеи, кораллы, мшанки, криноидеи), и группы цианобактерий и водорослей. Вероятно, максимальное развитие цианобактерий и водорослей происходит и фиксирует периоды неблагоприятные для жизни. Во-вторых, максимальное развитие группы цианобактерий и водорослей совпадает с максимальным развитием доломитообразования: морсовский и оптуховско-плавский надгорizontы. Следовательно, жизнедеятельность автотрофов, извлекающих растворенную в воде углекислоту, продуцирующих кислород и повышающих рН среды, является определяющим фактором доломитообразования. Совпадающая по времени аридизация климата, и как следствие, возможное повышение солености воды, является благоприятствующим, но не определяющим фактором.

Произошедшее на границе фран-фамен событие массового вымирания повлекло существенные изменения состава бентоса: исчезают 2 отряда брахиопод, 2 отряда трилобитов; 1 — из наутилоидей [Алексеев, 1998]. Полностью вымирают тентакулиты и телодонты. Характер биопостроек живетско-франского и фаменского ярусов на территории ВА существенно различен. Живетско-франские биопостройки более распространены, имеют большую мощность и сложены преимущественно кораллами и строматопороидеями в биоценозе с брахиоподами, мшанками, криноидеями. В фаменском веке отсутствуют каркасообразующие формы, все постройки образованы цианобактериями и водорослями с оолитовыми известковыми образованиями.

ПОЛОЖЕНИЕ 3 - в главе 5

3. К специфическим особенностям девонской седиментации на ВА относится ее частая прерывистость — с длительностью пауз, значительно превысившей время накопления осадочного вещества. Установленные в разрезах «синседиментационные перерывы» и сопутствующие им и маркирующие их вещественно-структурные образования типизированы, их признаки конкретизированы. Это «глинистые прослои», панцири, биотурбиты, гальмиролититы, каменные развалы и перлювиальные образования.

В главе 5 «Дискретность процессов девонской седиментации на В А» отмечено, что при геологической съемке большинство картируемых границ характеризуется признаками, которые отражают структурные несогласия и свойственны стратиграфическим перерывам. Такого типа стратиграфические гиаусы ярко проявлены на границах Эйфеля и живета; живета и франа; среднего и позднего франа; франа и фамена; раннего и среднего фамена и подробно описаны предшественниками.

Кроме того, в осадочных толщах существуют перерывы, формирование которых произошло в процессе осадконакопления — «синседиментационные перерывы» [Найдин, Копаявич, 1988]. Перерывы этой категории слабо заметны, их диагностические признаки мало освещены в литературе. Автором установлена большая их роль в толще девона ВА, систематизированы их диагностические признаки и генетические особенности.

Специфические минерально-структурные перерывные образования встречаются преимущественно в карбонатных и глинисто-карбонатных отложениях позднефранского и фаменского времени. В результате их литологического изучения была составлена классификационная схема *процессов, продуктов и признаков* «синседиментационных перерывов» осадконакопления девонского времени ВА (табл.1), а также рабочий атлас таких образований.

При общем условии - замедлении или приостановке седиментации - выделяются 3 группы общих процессов, ведущих к формированию перерывных образований: химические (А), биологические (Б), физические (В). В каждой из этих групп определены процессы элементарные: основные и сопутствующие, ответственные за формирование конкретных образований. Далее расписаны их признаки и распространение в разрезах и на площади ВА.

«Глинистый прослой» - одиночный серо-зеленый прослой каолинит-иллитового состава, с малой примесью смешанослойного неупорядоченного минерала типа слюда-сметит и кальцита. Комплекс признаков свидетельствует, что растворение карбоната происходило сразу после его отложения, в осадке, при существенном замедлении седиментации. Подобные прослои были описаны в верхнем мелу Мангышлака и на севере Германии [Найдин, Кобаевич, 1988; Барабошкин и др., 2002], в палеогеновых карбонатах ВА [Цеховский и др., в печати]. В тех «глинистых прослоях» были обнаружены повышенные концентрации Fe, Mn, P, Al и др. элементов.

Следующие продукты перерывов седиментации объединены в 2 группы: *«зрелый» и «незрелый» панцирь*, т.к. входящие в него образования *«твердое дно»* в узком смысле слова, *гальмиролититы, биотурбиты и каменистые развалы* встречаются комплексно; процессы, отвечающие за их формирование (химические, биологические и физические) происходят тоже комплексно, предопределяют и подготавливают почву для дальнейших процессов.

Твердому дну, или панцирю незрелой стадии отвечают сильно литифицированные поверхности ненакопления, со слабо развитой системой нор и следов поедания осадка.

Зрелые панцири продолжают в развитии незрелые дальнейшим усложнением ходов и нор организмов с глубиной проникновения до 30-40 см; ожелезнением кровли. Появляются сверления камнеточцев. Заключительная стадия - это расчленение верхней части панциря, образование каменистого развала. Горизонты твердого дна в разрезах девона ВА образуют элементарную и мезоцикличность, их формируют и им сопутствуют процессы биотурбации, физико-биохимической дезинтеграции и гальмиролиза.

Гальмиролититы — оставшиеся на месте продукты химических, физическо-химических и биохимических процессов преобразования осадков дна в условиях открытой по отношению к наддонной воде системы [Фролов, 1984] - двух типов: ферритолиты и глауконититы. Строение ферриоолититов отражает длительную геологическую историю их формирования, в которой фазы медленного роста чередовались с растворением и иной деградацией. Признаки глауконититов отражают возобновление глауконитообразования при конденсации.

Биотурбиты представляют собой отложения, которые, будучи осадком, были полностью переработаны илоедами и перемешаны норами роющих организмов (тип Б-1).

Табл. Процессы и продукты «синседиментационных перерывов» осадконакопления девонского времени территории ВА.

Процессы общие	Процессы элементарные		Образования		Признаки	Распространение	
	Основные	Сопутствующие					
Приостановка или существенное замедление темпов осадконакопления	Химические (А)	А-I 1. Растворение карбонатного вещества		А-I «Глинистые прослои»		Ветвящиеся локальные прослои сильнокарбонатных глин или сильноглинистых известняков толщиной 0,5-5см в известняках. Имеют коррозионные структуры по границам, резко пониженные количества фауны; карбонатное вещество - сгустками; отсутствуют следы биотурбации	Фаменские доломитовые известняки и глинистые известняки северо-востока ВА
		А-II 1. Заполнение пор хемогенным кальцитом 2. Жизнедеятельность организмов 3. Подтягивание снизу различных веществ (железного, фосфатного, кремневого) и выпадение его на границе осадок-вода	А-II Метасоматоз (доломитизация) раскristаллизация и инкрустация	А-II Участки крепко сцементированного подводного дна («твердое дно» в узком смысле слова)	Незрелый панцирь Зрелый панцирь	Очень крепкие карбонатные породы, гомогенные, с субвертикальными поверхностями раздела. Верхняя граница – резкая, нижняя – постепенная. На зрелых стадиях – ожелезненная корка. Поверхность неровная, бугристая со следами сверлений. Парагенез – гальмиролититы, каменистые развалы.	«Твердое дно» в узком смысле слова наблюдается часто в верхнефранских и фаменских карбонатах на всей территории ВА. Зрелые панцири наблюдаются на крайнем северо-востоке и центральной части.
		А-III 1. Гальмиролитические: гидролиз, гидратация, окисление, восстановление, миграция и синтез новых минералов	А-III Периодический перемыв и конденсация	А-III Гальмиролититы ферритолиты глауконититы,		Феррогелевые (лимонитовые) оолитовые песчаники, частично сконденсированные; парагенез - перловий. Глауконитовые слабосцементированные песчаники и пески толщиной 5-7 см, развитые в кровле зрелых панцирей. Глауконитовые накопления сконденсированы. Парагенез – биотурбиты (Б-II), развалы.	В верхнефранских-фаменских карбонатах восточной части ВА В тех же отложениях центральной части ВА.

Биологические (Б)	Б-I 1. Посадки осадка илоедами 2. Перемешивание осадков норами роющих организмов	Б-I Метасоматоз	Б-I Биотурбиты	Полностью или частично гомогенизированные, однородные глины, глинистые известняки, известняки, иногда со «шнурковой» текстурой. Ходы и норы - вертикальные, разветвленные и субгоризонтальные, мм-10см длиной, до 2см шириной, выполнены кальцитом, глауконитом, пиритом; часто ожелезнены.	Очень часто в глинисто-карбонатных отложениях на всей территории ВА. Ходы - в франко-фаменских отложениях востока и центра ВА.
	Б-II 1. Сверление пород камнеточками	Б-II	Б-II Биотурбиты	В верхних частях зрелых панцирей, в останцах – следы сверлений от долей мм до 2см длиной, выполненных кальцитом. Парагенез – развалы.	Верхнефранские и фаменские отложения центральной части ВА.
Физические (В)	В-I 1. Дезинтеграция пород и полужатвердевших осадков (под действием гидродинамики, биопроцессов и хим.разложения слабых и трещиноватых участков)	В-I Гальмиролитические	В-I Каменистые развалы	Монокомпонентный состав, неокатанность, несортированность, неслоистость; сложная морфология фрагментов: сочетание сглаженных и остроугольных контуров, нетранспортабельность, неотчлененность некоторых останцов от материнской породы. Заполнителем между останцами является кальцит, доломит, глауконит, часто присутствуют рудные минералы. Парагенез – гальмиролититы, биотурбиты (Б - II).	Франко-фаменские карбонатные отложения северо-западной, центральной и восточной части ВА.
	В-II 1. Перемывание и конденсирование тяжелых и крупных элементов (под действием гидродинамики)	В-II	В-II Перловый (горизонты конденсации)	Монокомпонентный состав, слабая сортировка, неслоистость, более крупные размеры компонентов по сравнению с вмещающими породами; признаки многоактивности процесса	Живетско-франские отложения юго-западной, восточной и центральной частей ВА.

Пачки бислурбитов отличает ржавая окраска на поверхности выветривания, крупная комковатость и изотропность. От первичного осадка остаются мелкие целики извилистых очертаний. Биотурбиты типа Б-П отличаются тем, что дезинтеграция организмами происходит не в рыхлом состоянии осадка, а уже полужатвердевшем или полностью сцементированном.

Каменистые развалы являются неперемещенными остатками физико-химико-биологической дезинтеграции пород дна и полужатвердевших осадков.

Перлювий (или горизонты конденсации) — топографически неперемещенные скопления остаточных компонентов осадка при его перебивании донными течениями и волнением [Фролов, 1984]. Составляющие перлювиальных компонентов являются всегда тяжелыми или крупными элементами первичного осадка, из которого вся легкая фракция вымывается и уносится. На территории ВА выделяются 4 типа перлювиальных образований: оолитовые известняки с интракластами; оолитовые ферритолиты с интракластами; полибиокластовые известняки с 50% содержанием ферриоолитов; костяная рыбная брекчия.

В заключительном разделе главы предпринята попытка качественной оценки длительности выявленных перерывов седиментации, исходя из знания скоростей формирования образований такого рода. В частности, по литературным сведениям, известно, что наиболее быстрый процесс биотурбирования протекает со скоростью мм в год; образование панцирей - мм в десятки лет; **еще** медленнее происходит формирование каменистых развалов, а глауконитовые гальмиролиты образуются десятки тысяч лет. Приближительная оценка периодов седиментация/перерыв изученных фрагментов девонских отложений ВА позволяет утверждать, что суммарное время перерывов намного превосходило суммарное время седиментации.

ПОЛОЖЕНИЕ 4 - в главе 6

4. Постседиментационные преобразования девонского комплекса в чехле ВА полистадийны, дискретны, латерально неоднородны. Им свойственны признаки стадий: гальмиролиза, диагенеза, начального катагенеза погружения и этапов наложенных инфильтрационно-гидрогенных процессов локально усиленной литификации. Катагенетические коррозионные процессы обеспечивали резерв веществ для их межслоевого перераспределения инфильтрационно-гидрогенными механизмами. Образования последних контролируются сочетанием фациальных и структурно-тектонических факторов.

В главе 6 «Стадиальный анализ постседиментационных преобразований» анализируются ауагенные минеральные парагенезы, постседиментационные структуры и текстуры, и последовательности их формирования относительно этапов геологического развития чехла ВА.

Породные преобразования классифицированы (Приложение, рис.7) Классификация основана на стадийно-возрастном критерии (гальмиролитические, диагенетические, раннекатагенетические) и на временной соподчиненности - первичные (фоновые литогенетические изменения) и вторичные (наложенные). Основной признак классификации - морфологический, учитывающий, помимо изменения составов компонентов осадка (минеральных и органических), структурно-текстурные изменения. Полученные данные, привязанные к конкретным фациальным типам отложений, сопоставлены с цикличностью осадконакопления.

Наиболее полно и разнообразно в разрезах девона ВА представлены новообразования диагенетической стадии. Предшествующая ей стадия гальмиролиза (этап окислительного диагенеза, по Н.М. Страхову [1953, 1956, 1960]) и соответствующие образования (феррогель, характеризующий окислительные условия формирования, и глауконит, формирующийся на окислительно-восстановительном барьере) описаны в главе 5. Диагенез понимается как существенно закрытая динамическая система физико-химических и отчасти биохимических процессов преобразования осадков в условиях поверхностной части стратисферы [Фролов, 1984].

6.1. Диагенетическое минералообразование наиболее интенсивно проявлено в терригенных и вулканогенно-осадочных породах и связано, в основном, с кристаллизацией аутогенных минералов железа.

Бертьерин образуется в восстановительных условиях; наибольшее развитие получил в специфических сидерит-бертьериновых прослоях (1-3 см), приуроченных к основанию ардаговских, муллинских и ястребовских отложений. Они связаны взаимопереходами с отложениями, содержащими оолиты феррогеля, и замещают их вверх по разрезу. С бертьерином ассоциируют глауконит и сидерит. Бертьерин в этих породах образует основную массу (I генерация) и оолиты (II генерация). Оолиты бертьерина переоткладывались и примешивались к терригенным породам указанных горизонтов.

Нередко наблюдаются более поздние относительно бертьерина участки кристаллизации феррогеля (иногда оолитового строения). Медленная и прерывистая седиментация способствовала чередованию окислительных и восстановительных условий гальмиролиза / диагенеза. Бертьерин, попадая в окислительные условия, терял Fe^{2+} , деградировал, способствуя кристаллизации феррогеля (лимонитовой корочки), сам в то же время переходил в смешанослойные минералы. Таким образом, наблюдается микроциклитовое строение, свидетельствующее о длительности, прерывистости и субупорядоченной вариабельности диагенетического / гальмиролитического минералообразования.

Сидерит - один из самых распространенных аутогенных минералов девона ВА. Наиболее часто встречается в живетских и нижефранских глинисто-алеврито-песчаных отложениях лагун и междельтового мелководья. Выделяется несколько генераций. Одна — сферолиты с характерным радиально-концентрическим строением и крестообразным погасанием. Имеют, как правило, бizonaльное строение; одна зона иногда отделяется от другой концентром бертьерина или феррогеля. Примесь терригенного материала и аутогенного пирита незначительна. Сферолиты обжимаются глинистым осадком, что подтверждает полужидкую его консистенцию при росе сидеритовых кристаллов. Кроме того, вокруг сферолитов осветленные ореолы указывают на образование сидерита за счет гидроокислов железа в этом осадке. Другая, более поздняя, генерация — рассеянная вкрапленность или базальный цемент агрегатного микрокристаллического строения. Контакты с ранее выделившимися аутогенными минералами реакционны, нередко корродируют терригенные зерна, расположение которых не меняется. Сидерит третьей генерации более прозрачен и развит в прослоях сидерит-бертьериновых пород со значительной примесью гидроокислов железа. Ромбические кристаллы с искривленными гранями слагают внешние части прожилков, центральные части которых сложены кальцитом или пиритом. Образование его происходило, вероятно, в стадию позднего диагенеза в результате неоднородного уплотнения пород.

Пирит - самый распространенный аутигенный минерал, часто фрамбоидальный. Он развит по всему разрезу девонских отложений и образует псевдоморфозы по растительным остаткам, а также вкрапленность округлых и неправильных зерен различных размеров. Пирит характеризует восстановительную сульфидную обстановку диагенеза.

В *карбонатных породах с диагенетической стадией* связана кристаллизация *халцедона и пирита*. Халцедон слагает уплощенные конкреции размером 1-15 см, имеющие резкий контакт с вмещающими породами. Они приурочены к лебедянско-плавскому горизонтам. Пирит образует псевдоморфозы по остаткам растений, аналогичные таковым в терригенных породах.

В отложениях разных циклов, а также внутри их, наблюдается закономерная смена диагенетических минералов, которая связана с изменениями фациальной принадлежности (выразившейся через состав отложений), а также климата. Так, отложения, формирование которых происходило в условиях аридного климата, наиболее бедны аутигенными образованиями. Диагенетические минералы в них представлены, в основном, пиритом.

В конечном итоге обеспечивалась законченность диагенетического минералообразования, когда все реакционно-способные органические и минеральные вещества реализовали себя. В стадию катагенеза погружения вступали, в основном, взаимно уравновешенные породные компоненты.

6.2. Фоновые раннекатагенетические изменения по вышеупомянутой причине не сильны и не обнаруживают признаков усиления сверху вниз по разрезу. Катагенетическая изменчивость выражена только в зависимости от разной фациально-генетической принадлежности отложений. Процессы фонового катагенеза находят свое отражение в структурных изменениях следующих 4 видов: возникновении механической конформности в мелководно-лагунных полимиктовых песчаниках и алевролитах эйфельского, живетского и раннефранского времени, насыщенных обломками пластичных пород и слюд; формировании структур коррозии кальцитом и пиритом кварца в хорошо отмытых от пелитового вещества кварцевых песчаниках фаций осадков подвижного морского мелководья и аккумулятивных форм; регенерации зерен кальцита в карбонатных морских и лагунных отложениях; массовой стилолитизации последних. Все эти процессы обеспечивали необходимый резерв растворенных веществ для их межслоевого перераспределения инфильтрационно-гидрогенными механизмами на постдевонских этапах тектонических перестроек структуры чехла ВА.

6.3. Наложённые (вторичные) изменения отложений широко развиты и относятся к инфильтрационно-катагенетическому типу, включая гравитационно-рассольный (по классификации В.Н. Холодова [1982]). Впервые показано, что активное проявление процессов вторичного минералообразования связано на ВА не только с циркуляцией нисходящих (гипергенных) инфильтрационных вод, но и с поступлением напорных восходящих (галогенных) растворов.

6.3.1. Вторичное минералообразование, связанное с гипергенными инфильтрационными водами, включая рассолы, происходит как за счет вещества, привносимого из поверхностной зоны, так и материала вмещающих пород. Развитию инфильтрационных процессов способствовали последевонские тектонические разнонаправленные движения, благодаря которым чехол ВА являлся открытой в гидрогеологическом отношении структурой. Выделяется 2 ассоциации вторичных минералов: **1) Кальцит-пиритовая ассоциация** наиболее развита в среднедевонских и

раннефранских отложениях. Кальцит образует пойкилитовый цемент крупнокристаллического строения, содержащий реликты глинистого цемента и диагенетических минералов. Пирит представлен зернами ксеноморфной формы в пойкилитовом кальцитовом цементе, корродирует обломочные зерна, на контакте с реликтами глинистого цемента образует густую вкрапленность и стяжения неправильной формы. Показательны интенсивная карбонатизация и пиритизация девонских элювиальных маритовых руд (г. Железногорск, р-он КМА), возникших при выветривании железистых кварцитов фундамента. **2) Халцедон-пирит-доломитовая ассоциация** приурочена к карбонатным породам. Халцедон образует стяжения неправильной формы, имеющие постепенные контакты с вмещающими породами и прожилки. Доломит представлен идиоморфными ромбоэдрами среднекристаллического строения. Степень доломитизации различна - от рассеянной вкрапленности до образования мономинеральных доломитов. Пирит заполняет микротрещины, поры, пустоты, кристаллизуется на стенках каверн.

6.3.2. Вторичное минералообразование, связанное с гипогенными напорными растворами. Значительное влияние на наложенный аутигенез оказали **импульсы гидротермальной активизации**. Так, в крупнозернистых песчаниках и гравелитах, состоящих из литокластов базальтов и КППШ, относящихся к дельтовым фациям раннефранского времени юго-востока территории, обнаружены цементирующие крустификационные каймы хлорита 5-ти генераций. Одновременно с хлоритом кристаллизовался в поровом пространстве «грязный» с хлоритовыми включениями халцедон I генерации. Более поздний - чистый халцедон II генерации, кристаллизующийся в остаточном поровом пространстве. Заключительная стадия процесса - формирование кварцевого цемента. Кварц - чистый с волнистым погасанием, свидетельствующим о его халцедоновой природе. В аналогичных отложениях другого разреза (Павловский карьер) фиксируются пламенеvidные оторочки и наросты регенерационного кварца и полевого шпата, цементирующие соседние обломки. Комплекс таких изменений позволяет сделать вывод о проработке этих пород низкотемпературными кислыми гидротермальными флюидами, являющимися следствием раннефранского вулканизма в близлежащих районах. Сильно трещиноватая, с системами кольцевых структур и разнонаправленных разломов, структура докембрийского фундамента юго-востока ВА способствует проникновению флюидов в осадочный чехол.

6.4. Гипергенные изменения девонских отложений, которые были связаны с континентальными перерывами между этапами осадконакопления и выражены образованием кор выветривания, наиболее полно изучены А.Д. Савко [1979]. Самые мощные коры выветривания (до Юм) описаны на вулканогенно-осадочных породах ястребовского горизонта. Гипергенные изменения карбонатных пород выражены выщелачиванием с образованием пористых кавернозных пород. Такие изменения наблюдались на северном склоне ВА, фиксирующие континентальные перерывы между позднефранским (донским) и раннефаменским (липецким) циклами осадконакопления, а также в отложениях, выходящих на дневную поверхность.

Выводы.

1. Проведенное исследование выполнено на основании единого методологического подхода. Детальный комплексный литологический-фациальный анализ в сочетании с минералого-

петрографическими методами стадийного анализа литогенеза позволили комплексно подойти к восстановлению истории девонского осадочного палеобассейна на ВА.

2. Разработана генетическая классификация отложений девона, в основу которой положены генетические признаки пород. Систематизирующим элементом явились генетические типы, фации и макрофации аллювиальных отложений прибрежно-континентальной приморской равнины, делювиально-пролювиальных отложений, отложений морских заливов и лагун, прибрежного мелководья, дельт, междельтовых пространств и относительно удаленных и западных участков эпиконтинентального морского бассейна. Девонские отложения ВА формировались в разнотипных фациальных обстановках под влиянием ведущего климатического фактора, вулканизма и при малоамплитудных тектонических движениях.

3. На основании изучения распределения фациальных комплексов в разрезе и на площади ВА выявлена определенная закономерность, заключающаяся в последовательной смене континентальных образований, заливно-лагунными, а затем морскими отложениями. Цикличность седиментогенеза обуславливалась интегрированием результатов совместного влияния нескольких факторов: тектонических, эвстатических, климатических и эволюционно-биогенных.

4. Изучение минерального состава пород девонского возраста позволило установить 4 комплекса минеральных парагенезов для периодов терригенного осадконакопления, каждый из которых обусловлен генетически. Эволюция составов песчаных и алевроитовых частиц является следствием смен источников сноса, особенностей мобилизации вещества и многократным его переотложением. Причинами различий в составах глинистых минералов послужили: эволюция источников их сноса, разная степень устойчивости и флуктуации климата, влиявшие на процессы диагенетических трансформаций.

5. Выявлены закономерности эволюции карбонатакопления на территории ВА в девонском периоде. Методом анализа биоценозов установлено, что главным фактором доломитообразования послужила жизнедеятельность широко развитых в неблагоприятных условиях водорослей и цианобактерий. Детально проанализированы последствия события массового вымирания на границе фран-фамен для территории ВА.

6. Установлена большая роль «синседиментационных» перерывов осадконакопления, классифицированы их продукты и процессы. Предпринята попытка оценить время ненакопления осадков. По приблизительным подсчетам оказалось, что оно значительно превосходит время седиментации. По-видимому, это общая особенность седиментогенеза в пределах крупных положительных палеоструктур чехла кратонов.

7. Постседиментационные преобразования девонского комплекса в чехле ВА полистадийны, дискретны, латерально неоднородны. Им свойственны признаки стадий: гальмиролиза, диагенеза, начального катагенеза погружения и этапов наложенных инфильтрационно-гидрогенных процессов усиленной литификации. Аргументирован вывод о длительности и завершенности диагенетических процессов физико- и биохимического уравнивания осадочных компонентов. Этим обусловлена слабая в целом раннекатагенетическая породная измененность. Ее вариации подчинены фациальному контролю, но не коррелируются с палеоглубинностью. Катагенетические процессы гравитационной коррозии и стилолитизации обеспечивали резерв вещества для их межслоевого перераспределения последующими инфильтрационно-гидрогенными механизмами. Их образования (карбонатизация, пиритизация, окварцевание) локальны и

контролируются определенными сочетаниями фациальных и структурно-тектонических факторов - территориально совместимы с некоторыми линеаменами кристаллического фундамента или с фрагментами послепалеозойских дислокаций чехла ВА (сводами антиклиналей, флексурами и др. зонами, благоприятными для водно-флюидных миграций).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Янаскурх О.В., Карпива Е.В., Ростовцева Ю.В., Стукалова И.Е., Сухов А.В. Эволюция процессов литогенеза в рифтогенных и пострифовых бассейнах платформ и смежных с ними структур // Рифты литосферы: эволюция, тектоника, магматические, метаморфические и осадочные комплексы, полезные ископаемые. Тез. док. Межд. науч. конф. (Т11 Чтения А.Н. Заварицкого). // Екатеринбург: ИГ и Г УрО РАН, 2002. С.282-285.

2. М.Г.Леонов, О.В.Паскерт, В.М.Ненахов, С.Ю. Колодяжный, Е.В.Карпова. С.Ю. Орлов Своеобразие постседиментационных преобразований платформенного чехла как следствие геодинамики формирования Воронежской антеклизы. //Тектоника и геодинамика континентальной литосферы. Мат-лы XXXVI Тект. сов. Том1.:М.:ГЕОС, 2003. С336-340

3. Карпова Е.В., Янаскурт О.В., Стукалова И.Е., Щербачев Д.К. Итоги литолого-фациального и стадийного анализов отложений живецкого и франского веков юго-востока Воронежской антеклизы. // Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия. Мат-лы 3-го Всерос. литол. совещания. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. С.83-86

4. Янаскурт О.В., Ростовцева Ю.В., Карпова Е.В. Постседиментационный литогенез терригенных комплексов и налетотектоникаУ/Литосфера. 2003. №1. С.39-53.

5. Карпова Е.В. Особенности седименто- и литогенеза в живецко-раннефранском веках среднего-верхнего девона Павловского месторождения (юго-восток Воронежской антеклизы).// Вестник Мос.ун-та. Сер. 4. Геология. 2003. №5. С 47-56

6. Карпова Е.В., Стукалова И.Е. Постседиментационные изменения минерального и органического вещества в верхнедевонских отложениях юго-востока Воронежской антеклизы.// Геология угольных месторождений: Межвуз. науч. темат. сб. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. Вып.П.С.169-178

7. Карпова Е.В. Признаки образований подводного выветривания в девонских отложениях Воронежской антеклизы.// Мат-лы науч. сессии, посвященной 20-летию кафедры литологии и морской геологии (26 декабря 2003 г.). М.: МГУ, 2003. С 9-13.

8. Карпова Н.В. Кирилишина Е.М. Литологическая и конодонтовая характеристика пограничных отложений франа и фамена Новохоперского района (Воронежская обл.) // Эволюция тектонических процессов в истории Земли. Мат-лы молод. шк.-конф. XXXVII Тектонического совещания. - М.: ГЕОС, 2004. С 282-287.

9. Карпова Е.В. Глинистое вещество в седименто- и литогенезе отложений среднего и верхнего девона Воронежской антеклизы // Тез. докл. к межд. науч. конф. "Глины и глинистые минералы", 28 июня-3 июля 2004 г., Воронеж. - Воронеж.: Вор. гос. ун-т, 2004. С 66-67.

10. Цеховский Ю.Г., Карпова Е.В., Голубовская Е.В. Глинообразование при гальмиролизе карбонатных отложений Воронежской антеклизы. // Мат-лы 6 Уральского регион, литол. сов. Екатеринбург ИГГ УрО РАН. 2004. С. 177-179.

11. Фролов В.Т., Ростовцева Ю.В., Щербакова М.Н., Карпова Е.В., Клавдиева Н.В. Проблематика палеоисторических реконструкций (Стратегия и тактика палеогеографии и генетического анализа) //http://students.web.ru/db/msg.html?mid=1170518.

12. Карпова Е.В. Clastogenic mineral parageneses of Devonian deposits (a southeast part of Voronezh antecline) // Geology of the Devonian system: Proceedings of the International Symposium/ Syktyvkar, Geoprint, 2002. P 263-266.

ПРИЛОЖЕНИЕ

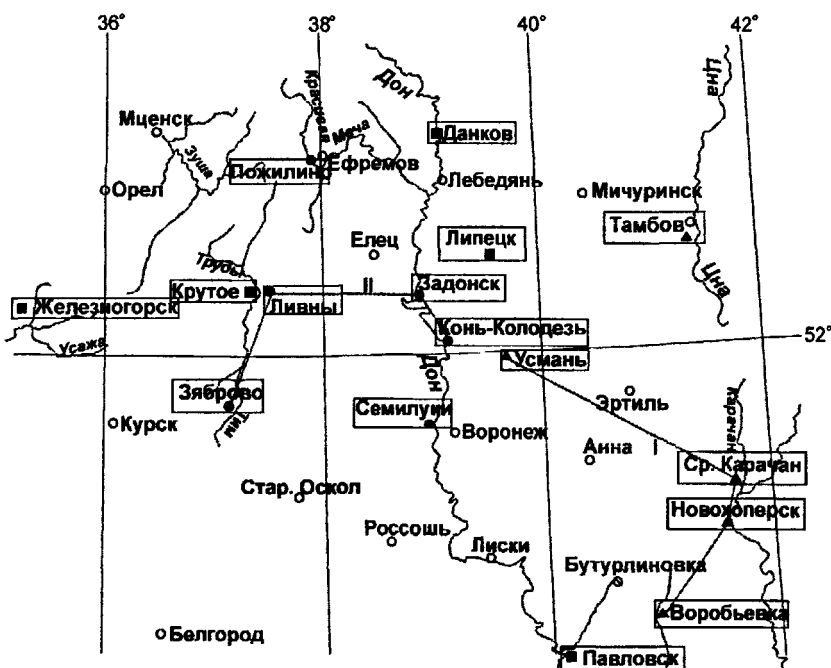


Рис. 1. Обзорная карта района исследований. Масштаб 1:2500000

Павловск - наблюдаемые объекты. ▲ - скважины, ■ - карьеры;
 ● - естественные обнажения

I, II - линии, по которым построены фациальные профили.

Ю

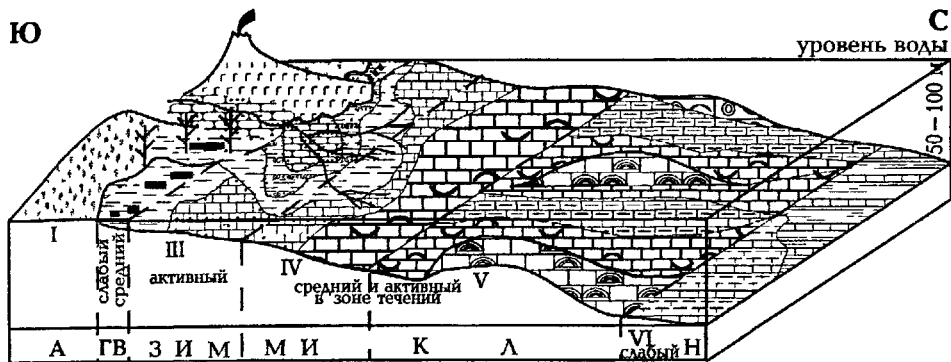


Рис.2а. Схема седиментации в девонском периоде на территории ВА; гумидный климат.

Ю

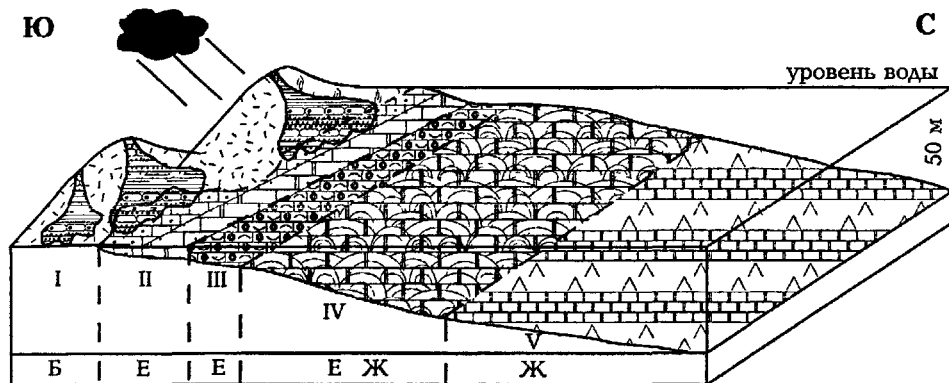


Рис.2б. Схема седиментации в девонском периоде на территории ВА; аридный климат.



Условные обозначения: 1 – пески; 2 – але-
 вриты; 3 – глины; 4 – переслаивание песков, алевроитов, глин; 5 – линзы и прослои ОВ; 6 – пе-
 реслаивание песков разнозернистых, дресвы; 7 – песчаные известняки; 8 – глинистые изве-
 стняки; 9 – известняки биокластовые и оолитовые; 10 – известняки биокластовые; 11 – изве-
 стняки биоморфные: банки, биостромы; 12 – переслаивание известняков и карбонатных глин;
 13 – переслаивание глин и известняков; 14 – песчанистые доломитистые известняки; 15 –
 доломиты; 16 – переслаивание известковистых доломитов и ангидритов; 17 – строматолиты и
 микробионты; 18 – осадочные породы девона; 19 – базальты; 20 – породы кристаллического
 фундамента и развитые по ним коры выветривания; 21 – 32 обстановки: 21 – аллювиальные;
 22 – делювиально – пролювиальные конуса выноса; 23 – прибрежные участки лагун и
 заливов терригенной седиментацией; 24 – застойные участки лагун и заливов с терриген-
 ной седиментацией; 25 – прибрежные участки лагун с карбонатной и эвапоритной седимен-
 тацией; 26 – центральные участки лагун с карбонатной и эвапоритной седиментацией; 27 –
 прибрежно – морские; 28 – подвижного мелководья и аккумулятивных форм; 29 – отмели от-
 носительно удаленные от берега; 30 – межотмельные пространства; 31 – дельты малых рек
 и временных потоков и междельтовые участки мелководья; 32 – западинные, удаленные
 участки бассейна.

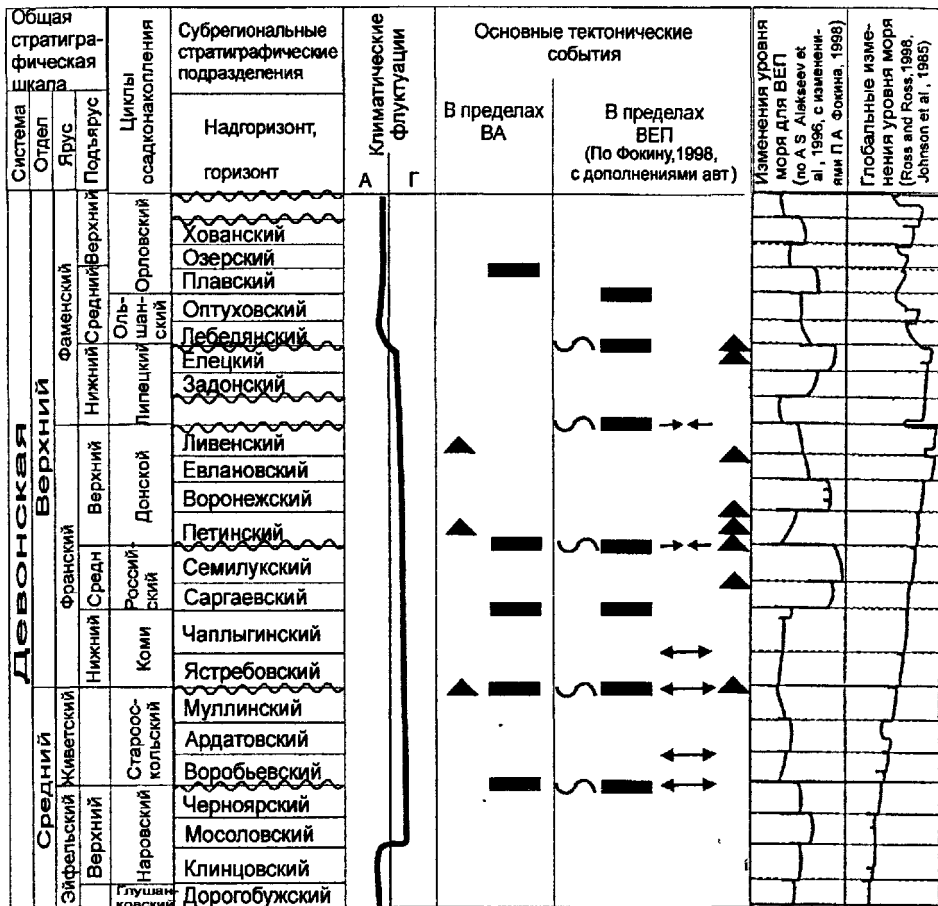
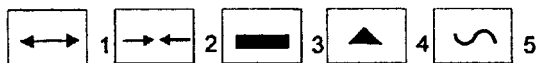


Рис.3. Схема климатических флуктуаций, основных тектонических событий в пределах ВА и ВЕП, эвстатических колебаний уровня моря и колебаний уровня Мировой акватории в девонский период.



Условные обозначения:

1-4 - тектонические события: 1-растяжение; 2-сжатие; 3-общие тектоно-палеогеографические перестройки; 4-вулканизм; 5-крупные стратиграфические несогласия; А - аридный климат; Г - гумидный климат.

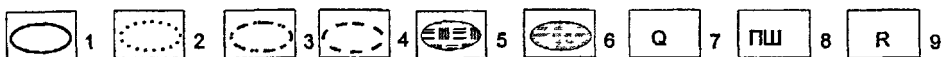
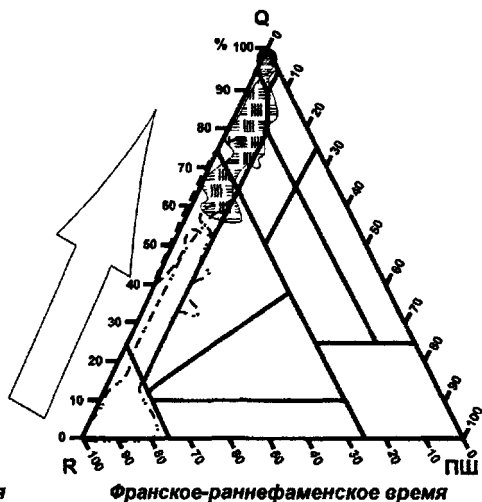
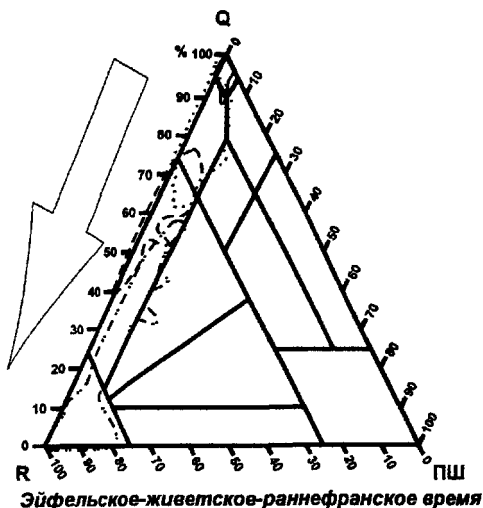


Рис.4. Результаты петрографического изучения девонских кластолитов территории ВА.

1-6 минералогические подсчеты для отложений: 1-эйфельского (морсовское+черноярское) времени; 2-живетского; 3-раннефранского (ястребовского); 4-раннефранского (чаплыгинского); 5-среднефранского-раннефаменского времени (примесь в карбонатах), 6-мамонская толща; 7-кварц; 8-полевые шпаты, 9-обломки пород+фемические минералы. Стрелкой показано направление эволюции обломочного материала.

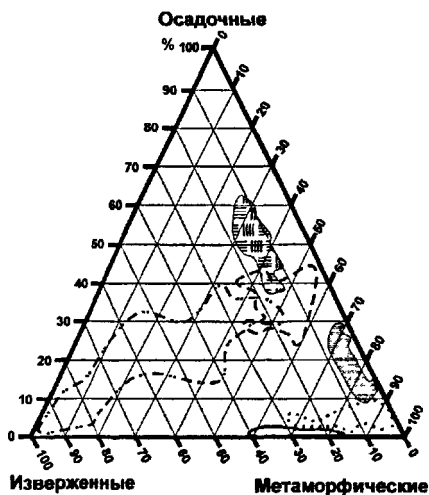


Диаграмма состава литокластов

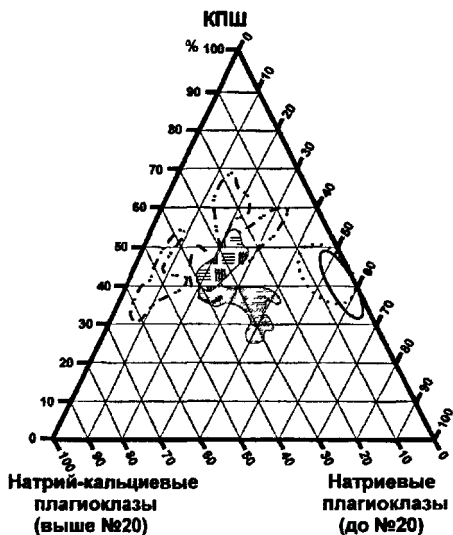


Диаграмма состава полевых шпатов

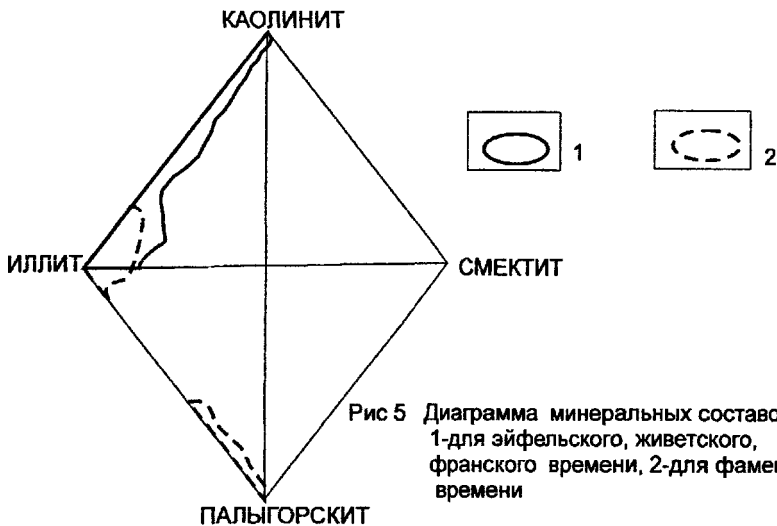


Рис 5 Диаграмма минеральных составов глин: 1-для эйфельского, живетского, франского времени, 2-для фаменского времени

Общая стратиграфическая шкала		Система		Этапы осадконакопления	Субрегиональные стратиграфические подразделения	Надгоризонт, горизонт	Карбонаты и их кол-во		Породообразующие организмы												
		Отдел	Ярус				Известняки	Доломиты	Брахиподоы	Остракоды	Моллюски	Строматолоридеи	Кораллы	Мшанки	Криноидеи	Фораминиферы	Водоросли	Циано-бактерии	Климатические флуктуации		
Девонская	Верхний	фаменский	Верхний	Ольгинский	Хованский																
			Средний	Оргловский	Озерский																
			Нижний	Ольгинский	Плавский																
		Франский	Верхний	Донецкий	Ливенский																
			Средний	Донецкий	Евлановский																
			Нижний	Донецкий	Воронежский																
		Средний	Живетский	Верхний	Росийский	Петинский															
				Средний	Росийский	Семилукский															
				Нижний	Коминский	Саргаевский															
	Наровский		Верхний	Староскольский	Чаллыгинский																
			Средний	Староскольский	Ястребовский																
			Нижний	Староскольский	Муллинский																
	Эйфельский	Верхний	Глушанковский	Ардатовский																	
		Средний	Глушанковский	Воробьевский																	
		Нижний	Глушанковский	Черноярский																	
					Дорогобужский																

Рис. 6 Сопоставление данных карбонатного анализа и породообразующих организмов

Общая стратиграфическая шкала			Субрегиональные стратиграфические подразделения	Гальмиролиз (окислит. диагенез, по Страхову)		Диагенез					Катагенез										
				Ферротель	Глауконит	Бертьерин	Хлорит	Сидерит	Пирит	Фоновый			Наложенный								
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Надгоризонт, горизонт								1	2	3	Инфильтрационно-гипергенный						
															4	5	6				
Девонская	Верхний	Фаменский	Верхний	Хованский																	
				Озерский																	
				Плавский																	
				Оптуховский																	
				Лебедянский																	
		Нижний	Средний	Верхний	Елецкий																
					Задонский																
					Ливенский																
					Евлановский																
					Воронежский																
	Средний	Франский	Средний	Петинский																	
				Семилукский																	
				Саргаевский																	
				Чаплыгинский																	
				Ястребовский																	
		Эльфальский	Живетский	Верхний	Муллинский																
					Ардатовский																
					Воробьевский																
					Черноярский																
					Мосоловский																
				Клинцовский																	
				Дорогобужский																	

Рис. 7. Распределение минеральных и структурных новообразований в девонских отложениях ВА.

Цифрами на схеме обозначены: 1-3 -структурные изменения фонового катагенеза: 1- механоконформность; 2-коррозия; 3-стилолитизация. 4-6 - ассоциации аутигенных ми нералов инфильтрационно-водородного генезиса: 4-кальцит-пиритовая; 5-халцедон-пирит-доломитовая; 6-хлорит-халцедон-кварц-сидеритовая.

Заказ 615

Тираж 120

ГУЛ "Типография на Люсиновской"

115093 Москва, Люсиновская, 29

№ 23 2 28