

ГИН РАН

Лаборатория сравнительного анализа осадочных бассейнов

**2012-2014** гг.

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

по Теме № 01201253182:

**ОСАДОЧНЫЕ БАССЕЙНЫ**

**ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**КАК ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ:**

**СТРОЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

**Москва**

## РЕФЕРАТ

Объектом исследования являлись потенциально нефтегазоносные осадочные бассейны (ОБ), формировавшиеся в составе различных геодинамических систем на разных этапах развития Восточно-Европейской платформы (ВЕП).

Цель исследования – изучение геоисторической направленности развития геодинамических систем и оценка ресурсного потенциала связанных с ними ОБ.

При проведении исследований использовался междисциплинарный подход с применением методов сейсмостратиграфии, бассейнового анализа, палеогеографических и палинспастических реконструкций, а также корреляции геодинамических событий в пределах ВЕП и в смежных складчатых областях. Специальное внимание было уделено неотектоническим процессам внутриплатформенных деформаций, реализующимся за счёт взаимодействия разных геодинамических систем. Главное внимание было сосредоточено на изучении ОБ Среднерусско-Беломорской провинции, Оренбургского тектонического узла, Поволжья и востока Русской плиты.

В результате междисциплинарных исследований впервые для территории Среднерусско-Беломорской провинции разработана принципиально новая схема сейсмостратиграфического расчленения и корреляции неопротерозойских отложений доплитных ОБ на разных этапах трансформации геодинамических систем от авлакогеновой к платформенной.

Выявлены закономерности строения и нефтегазоносности рифейско-вендских, ниже- и верхнепалеозойских отложений Оренбургского тектонического узла и даны их прогнозные оценки.

Установлено, что интракратонный тектогенез в конце позднего байоса привёл к слиянию высокоширотных (бореальных) и низкоширотных (тетических) водных масс (конец фазы Michalskii) с формированием экотонной области Среднерусского ОБ и заметным палеоклиматическим изменениям на юго-востоке ВЕП.

Впервые для востока Русской плиты составлены региональные карты кайнозойских и плиоцен-четвертичных напряжений, отражающие комплементарность геодинамических систем при формировании структурного стиля развития геологического пространства.

По результатам исследования опубликованы две крупные монографии, серия статей в рецензируемых геологических журналах, защищены одна докторская и две кандидатские диссертации.

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>1. СРЕДНЕРУССКО-БЕЛОМОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ</b> .....	7
1.1 Геологическое положение .....	7
1.2 Существующие проблемы в корреляции отложений .....	8
1.3 Сейсмокомплексы.....	9
1.3.1 Среднерусский регион.....	10
1.3.2 Оршанский регион .....	12
1.3.3 Беломорско-Пинежский регион .....	12
1.4 Основные результаты .....	13
<b>2. ОРЕНБУРГСКИЙ ТЕКТОНИЧЕСКИЙ УЗЕЛ</b> .....	14
2.1 Строение консолидированной коры и осадочного чехла .....	14
2.2 Эволюция Каспийского региона в мезопротерозое – палеозое .....	17
2.3 Основные результаты .....	19
<b>3. ИНТРАКРАТОННЫЕ ОБ ПОВОЛЖЬЯ</b> .....	20
3.1 Среднее Поволжье.....	20
3.2 Нижнее Поволжье .....	22
3.3 Палеоклиматические реконструкции.....	25
3.4 Основные результаты .....	25
<b>4. ВНУТРИПЛАТФОРМЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ КАК ОТРАЖЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> .....	26
4.1 Компьютерные модели полей напряжений .....	26
4.2 Основные результаты .....	29
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	31
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	34

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем отчёте о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

**Осадочный бассейн** – совокупность структурно-вещественных образований, закономерности строения и развития которой зависят от комбинации эндо- и экзогенных факторов разного уровня. В широком смысле осадочные бассейны и их ряды можно рассматривать как отражение крупномасштабных («надбассейновых») геологических процессов на уровне верхней коры и/или осадочного чехла.

Опираясь на понятийную базу современного уровня исследований и вводя некоторые искусственные ограничения, необходимые для практического оконтуривания бассейнов в реальной геологической среде, Ю.Г. Леонов даёт следующее определение: «...под термином “осадочный бассейн” ... понимается выраженная в современной структуре впадина (“бассейн породообразования”) на коре любого типа, заполненная недеформированным или умеренно деформированным осадочным чехлом мощностью в депоцентре не менее 0,5 км и теоретически характеризующаяся (объединенная) единой системой флюидогидродинамики» [1].

**Сейсмокомплекс** – дистанционно картируемый сейсмический элемент, представленный группой отражений, параметры которых (конфигурация, непрерывность, амплитуда, частота или интервальная скорость) отличаются от соседних элементов волнового поля. Сейсмокомплекс может быть продолжением установленного бурением или прямыми наблюдениями реального геологического тела, но, как правило, является предполагаемым по характеру конфигурации отражений комплексом минеральных масс. Составляющими элементами сейсмокомплекса являются сейсмofации и набор сейсмических последовательностей (sequences).

**Доплитные** – структуры и осадочные образования чехла, сформированные в рифейско-ранневендское время в условиях значительной тектонической активности на «авлакогенной» или «доплитной» стадии развития платформы.

**Авлакоген** – предложенный Н.С. Шатским в 1946 г. термин для описания узких вытянутых впадин, которые вдаются в кратон со стороны континентальной окраины. Тектонические структуры рифтового генезиса. Выделяют ранние (рифейско-ранневендские), поздние (палеозойские), молодые (мезозойские) и современные авлакогены.

**Синеклиза** – крупнейшие (площадь от сотен тысяч до 1 млн. км<sup>2</sup> и немногим более) отрицательные платформенные структуры, имеющие в плане неправильную слабовытянутую или изометричную форму и характеризующиеся очень пологим наклоном слоев на крыльях (обычно минуты, реже более градусов) и значительной (2-3, реже 5 км и более) мощностью выполняющих их пород. Они осложняют плиты и щиты кратонов и типичны для плитных этапов развития платформ.

**Экотон** – переходная зона между двумя экологическими сообществами. В ее пределах может возникать конкуренция между членами обоих сообществ, приводящая к увеличению видового разнообразия, известному как пограничный эффект.

**ОБ** – осадочный бассейн

**ВЕП** – Восточно-Европейская платформа

**СБП** – Среднерусско-Беломорская провинция

## **ВВЕДЕНИЕ**

Изучение осадочных бассейнов (ОБ) по многим причинам (наличие в них нефти, газа, угля, других видов полезных ископаемых) всегда было и остаётся приоритетным направлением геологии. Не меньший интерес к изучению ОБ объясняется тем, что на территориях осадочных бассейнов проживает значительная часть населения земного шара, находится множество крупных сооружений и объектов, в том числе и повышенного риска. Как следствие, особое значение приобретает информация о строении осадочного бассейна и режиме геологических процессов на земной поверхности и в коре. Это относится к режиму подземных вод, прогнозу сейсмической опасности, выявлению разрывов и зон геохимических аномалий (в частности, зон выноса глубинного вещества), выявлению геопатогенных зон и т.д.

Трудно переоценить важность изучения ОБ для разных сторон теоретической геологии, поскольку в строении бассейнов содержится наиболее полная информация о последовательности геологических событий от локального до глобального масштаба.

Сложность объекта исследования определяет необходимость междисциплинарного изучения современной тектонической структуры и истории её формирования, эволюции геодинамических обстановок, условий седиментации, процессов литогенеза и др. В настоящее время, частью в результате расширения возможностей исследования (глубокое бурение, возросшая разрешающая способность геофизических, в особенности сейсмических, методов, успехи минеральной петрологии и минералогии, развитие изотопной геохимии, компьютерного моделирования и т.д.), частью вследствие более глубокого проникновения в суть процессов, протекающих в осадочной оболочке и консолидированной коре, появляются новые методы и подходы к исследованию ОБ.

При выполнении этой работы использовался междисциплинарный подход с применением методов сейсмостратиграфии, бассейнового анализа, палеогеографических и палинспастических реконструкций, а также корреляции геодинамических событий на Восточно-Европейской платформе и в смежных складчатых областях.

В основе применяемого коллективом лаборатории подхода к изучению ОБ лежит ряд связанных между собой положений, частично изложенных в оригинальной монографии «Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция» [1]. Во-первых, объектом изучения является не только осадочное выполнение ОБ, но весь объём коры или даже литосферы. В принципе, объектом изучения должны быть оболочки до тех глубин, которые «задействованы» в становлении ОБ, то есть определяют механизмы и причины его образования и последующего развития. Во-вторых, поскольку формирование ОБ происходит под влиянием разномасштабных (от локальных до глобальных) эндогенных и экзогенных процессов, он является элементом многоуровневой геодинамической системы, объединяющей тектонические разные, но структурно

сопряжённые элементы. Строение и направленность развития системы в целом определяет эволюцию и ресурсный потенциал входящих в неё ОБ.

Изучение закономерностей строения и направленности развития характерных геодинамических систем позволяет подойти к решению фундаментальных задач в части выявления характера смены тектонических режимов во времени и поиска направленности общей эволюции Земли. В практическом отношении междисциплинарное изучение геодинамических систем является необходимой основой для разработки научно-обоснованной оценки ресурсного потенциала геологических провинций и выбора стратегии проведения поисково-разведочных работ.

В соответствии с планом исследований в 2012-2014 гг. были изучены потенциально нефтегазоносные осадочные бассейны, формировавшиеся в составе различных геодинамических систем на разных этапах развития Восточно-Европейской платформы. Специальное внимание было уделено неотектоническим процессам внутриплатформенных деформаций, реализующимся за счёт взаимодействия разных геодинамических систем обрамления ВЕП.

Главное внимание было сосредоточено на изучении ОБ Среднерусско-Беломорской провинции, Оренбургского тектонического узла, Поволжья и востока Русской плиты.

# 1. СРЕДНЕРУССКО-БЕЛОМОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ<sup>1</sup>

## 1.1 Геологическое положение

Среднерусско-Беломорская провинция (далее СБП или Провинция) охватывает огромную территорию в пределах древней Восточно-Европейской платформы (ВЕП). В виде полуокружности она протягивается от Кандалакшского залива Белого моря сначала на юго-восток к истокам рек Северная Двина и Пинега, затем плавно изгибается на юго-запад и прослеживается до верховьев Волги, Днепра и Западной Двины. В административном отношении основная часть Провинции расположена на территории Российской Федерации и лишь на самом юго-западе вдоль меридиана 30° в.д. заливом вдаётся на территорию Республики Беларусь (Рис. 1.1).

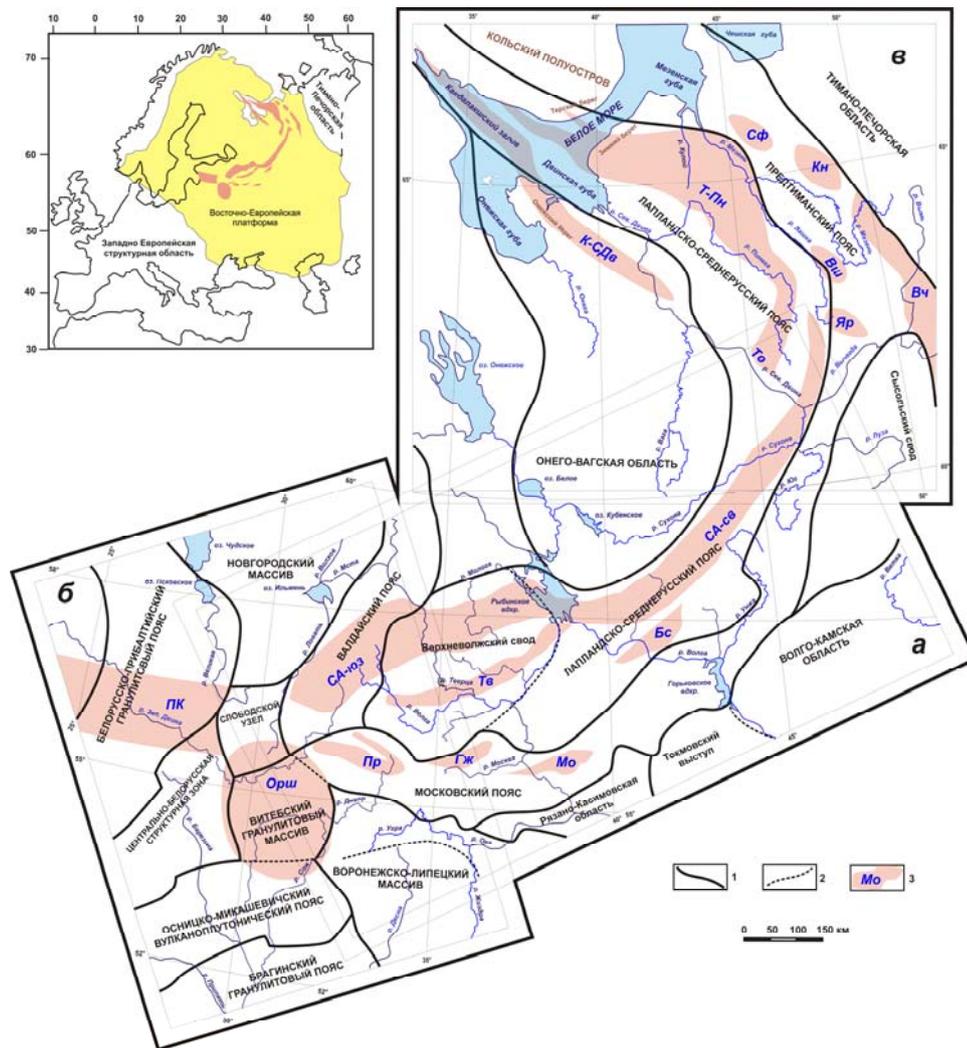


Рис. 1.1 Среднерусско-Беломорская провинция: районирование по фундаменту и положение неопротерозойских осадочных бассейнов и структур.

а-в – регионы: а – центральный, б – юго-западный, в – северо-восточный; 1, 2 – границы структурно-вещественных комплексов фундамента: 1 – главные, 2 – второстепенные; 3 – неопротерозойские осадочные бассейны и структуры (установленные и предполагаемые\*); композитные: ПК – Полоцко-Курземский пояс разломов, СА – Среднерусский авлакоген (-юз и -св

<sup>1</sup> Исполнитель раздела темы — Чамов Н.П.

– юго-западный и северо-восточный фланги), ПрБ – Пречистенско-Бельская триада; полуграбены и их системы: Гж – Гжатский\*, Мо – Московский (Подмосковный), Бс – Большесольский\*, К-СДв – Кандалакшско-Северо-Двинские, Т-Пн – Терско-Пинежские; прогибы: Тв – Тверской\*, Вч – Вычегодский; впадины: Орш – Оршанская, То – Верхне-Тоемская, Сф – Сафоновская, Кн – Койнасская, Вш – Вашкинская, Яр – Яренская.

По характеру строения консолидированной коры, ориентировке структур фундамента и пространственному положению основных неопротерозойских тектоно-седиментационных систем в составе Провинции различаются три региона – Оршанский (юго-западный), Среднерусский (центральный) и Беломорско-Пинежский (северо-восточный).

Наличие мощного катаплатформенного чехла ставит СБП в ряд потенциально нефтегазоносных объектов. В то же время, несмотря на предполагаемые перспективы СБП и усилия геологов с начала 40-х годов XX-го столетия, её реальный промышленный потенциал до сих пор не оценен. Состояние геолого-геофизической изученности территории находится на начальных (региональных) этапах поисково-оценочной стадии геологоразведочных работ.

В последние годы был выполнен ряд крупных обобщений [2-6 и др.], однако единой непротиворечивой модели развития Среднерусско-Беломорской провинции так и не разработано.

К началу данного исследования накопились нерешённые вопросы и противоречия во всех областях геологии, однако какие-либо тектонические и геоисторические построения лишены смысла, если не решены проблемы датирования и корреляции доплатформенных осадочных комплексов. На решение этой ключевой проблемы, прежде всего, были направлены выполненные исследования [7].

## **1.2 Существующие проблемы в корреляции отложений**

Хотя первые стратиграфические схемы соотношения рифейских и нижневендских отложений Провинции были созданы в 60-е годы XX века, вопросы корреляции доплитных осадочных комплексов далеки от решения. С одной стороны, это связано с объективными трудностями изучения закрытых территорий: неравномерной изученностью доплатформенных отложений бурением, малым количеством глубоких скважин с хорошим отбором керна, устаревшей информацией по изотопному возрасту пород, отсутствием методов датирования красноцветных отложений и т.д. С другой стороны, часть проблемы была предопределена методическим подходом к корреляции разрезов катаплатформенного чехла. Как и для отложений синеклиз, увязка доплитных осадочных разрезов велась с позиций зрелой стадии развития платформ, то есть на основе представлений о существовании обширных областей прогибания на фоне стабильного тектонического режима. Как следствие, усилия геологов были направлены на прослеживание элементов осадочного разреза через всю или большую часть платформы.

К сожалению, именно такой подход был положен в основу разработки стратиграфических схем Провинции [8, 9]. Важно подчеркнуть, что в силу труднодоступности объекта исследования стратотипами серий, свит и подсвит в существующих стратиграфических схемах являются интервалы разреза катаплатформенного чехла, вскрытые бурением на разных гипсометрических уровнях и не увязанные сейсморазведочными профилями. При этом ведущими методами корреляции являются литофациальный и ритмостратиграфический анализ, которые в силу неполного отбора керн часто сводятся к сопоставлению каротажных диаграмм.

Проведённые исследования показывают, что «платформенный» подход к корреляции, допустимый для осадочных комплексов синеклиз, неприемлем в сложно организованных и структурно разобщенных осадочных бассейнах нижнего (доплитного) структурного комплекса СБП [7]. Сдвиговая природа большинства композитных доплитных структур (авлакогенов) определяет изменение их геометрии в процессе роста, седиментологическую замкнутость и резкую фациальную изменчивость в пределах их составных частей (грабен), днища которых, как правило, расположены на разных гипсометрических отметках, а сами они структурно отделены друг от друга. Как следствие, при общем сходстве процессов, каждый из структурных бассейнов являлся самостоятельной тектоно-седиментационной системой, в которой формировались индивидуальные фациальные черты выполняющих его осадочных комплексов.

Неработоспособность "платформенного" подхода к корреляции доплитных авлакогеновых комплексов иллюстрируют результаты бурения: каждая новая скважина, пройденная по простиранию сдвиговой системы, приводит к появлению новых местных стратонов, которые часто несопоставимы даже в близко расположенных скважинах, а тем более не могут быть прослежены по простиранию структуры в целом. Именно такую ситуацию отражают существующие корреляционные схемы.

Выход из сложившейся ситуации может указать сеймостратиграфический подход к увязке коррелятивных элементов разреза. Такой подход нацелен на картирование реальных геологических тел и предусматривает выявление и прослеживание в волновой картине разрезов МОВ ОГТ сейсмических комплексов, которым соответствуют изученные по данным бурения палеонтологически датированные литологические разновидности пород (пачки или толщи).

### **1.3 Сейсмокомплексы**

Анализ образов волнового поля отраженных волн (интенсивность, конфигурация и взаимное расположение осей синфазности) на сейсмических профилях МОГТ позволил установить ряд сейсмокомплексов, характеризующих метаморфические породы верхней части фундамента и осадочные породы ката- и собственно платформенного чехла (Рис. 1.2).

### 1.3.1 Среднерусский регион

Сейсмокомплекс  $Pr_1$  характеризует верхнюю часть фундамента и соответствует породам серии тектонического меланжа. Характер волновой картины существенно варьирует по простиранию авлакогена, и сейсмокомплекс представлен как хаотично расположенными прерывистыми площадками, так и сериями параллельных субгоризонтально ориентированных рефлекторов.

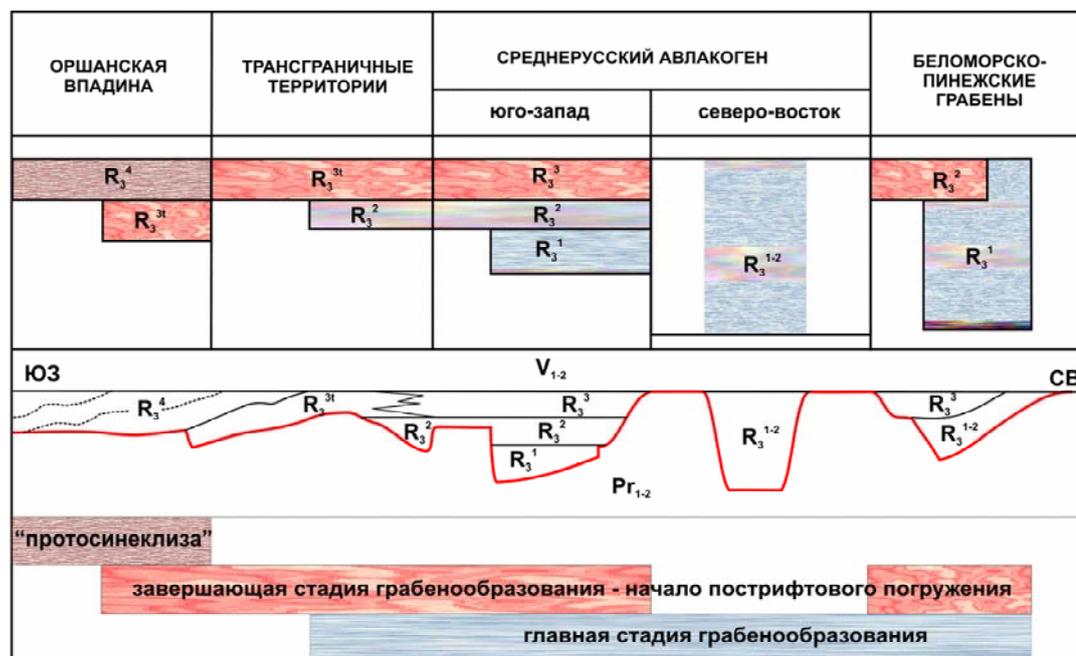


Рис. 1.2 Схема соотношения сейсмокомплексов и главные этапы тектоно-седиментационной истории различных регионов Провинции [7].

Сейсмокомплекс  $R_3^1$  соответствует отложениям сероцветной толщи молоковской серии. В терминах Уточненной стратиграфической схемы [9] к сейсмокомплексу относятся токаревская, коломенская, средняя и нижняя подствиты полоцкой свиты (бологоевская серия) и, предположительно, свиты рослятинской и путиловской серий. Характер отражений в пределах сейсмокомплекса варьирует по простиранию авлакогена, но преобладают четкие протяженные рефлекторы. Иногда у бортов бассейнов отмечается усложнение картины и в сейсмическом разрезе устанавливаются тела клиноформного облика. Сейсмокомплекс уверенно прослеживается на большей части юго-западного фланга Среднерусского авлакогена. По сравнению с вышележащими сейсмокомплексами молоковской серии он имеет наименьшую площадь распространения.

Имеющиеся сейсмические материалы не позволяют детально проследить распространение сейсмокомплекса в пределах северо-восточного фланга авлакогена. В то же время, на основании сходства фациальных, минералогических и петрофизических свойств пород сероцветной толщи,

изученных по данным бурения, прогнозируется, что сейсмокомплекс  $R_3^1$  составляет основную часть доплитного осадочного чехла на северо-восточном фланге авлакогена.

Сейсмокомплекс  $R_3^2$  соответствует пестроцветной толще молоковской серии. По Уточненной стратиграфической схеме [9] он характеризует нижнюю подсвиту и низы средней подсвиты полоцкой свиты бологоевской серии, а также литоминскую свиту рослятинской серии. Особенностью сейсмогеологического комплекса является многообразие типов отражений в разных частях разреза, что, связано с неоднородностью литологического состава пестроцветных отложений. Так, на северо-востоке наблюдаются интенсивные изогнутые часто прерывистые отражения. На юго-западе преобладают четкие интенсивные отражения, непрерывные на больших расстояниях. В юго-западной части авлакогена сейсмокомплекс приурочен к средней части катаплатформенного чехла, как и соответствующая ему пестроцветная толща молоковской серии. Мощность сейсмокомплекса составляет 450-600 м. Сейсмокомплекс  $R_3^2$  более широко распространен по площади, нежели нижний сейсмокомплекс.

Сейсмокомплекс  $R_3^3$  соответствует красноцветной толще молоковской серии. Из стратонов Уточненной стратиграфической схемы [9] он характеризует молоковскую свиту, верхнюю подсвиту и верхнюю часть средней подсвиты бологоевской серии, а также нижнюю подсвиту рахнинской свиты. Из стратонов, выделяемых на территории Оршанской впадины [8, 9] сейсмокомплекс характеризует отложения гатынской свиты шеровичской серии. В волновой картине сейсмокомплекс характеризуется четкими интенсивными часто прерывистыми отражениями и субгоризонтальными протяженными пакетами отражений. Граница с вышележащими отложениями верхнего венда устанавливается уверенно, в частности, благодаря отчетливо изогнутым пакетам отражений, выклинивающимся под подошву сейсмокомплекса верхнего венда. В юго-западном направлении наблюдается общее сокращение мощности сейсмокомплекса от 1000 до 250 м. Несмотря на это, именно на юго-западе сейсмокомплекс имеет наиболее широкое распространение – он не только значительно перекрывает по площади нижележащие сейсмокомплексы  $R_3^1$  и  $R_3^2$ , но налегает на выступы фундамента и «выплёскивается» на борта авлакогена. К западу от Велижской седловины сейсмокомплекс эрозионно срезается вышележащим сейсмокомплексом  $R_3^4$ .

Сейсмокомплекс  $V_1^2$  установлен вблизи северо-западного борта Валдайского бассейна, где в районе пос. Крестцы в интервале глубин 1185-1545 м бурением была вскрыта нехарактерная для молоковской серии вулканогенно-осадочная толща (крестецкая серия) [10]. В 2004 г. на бюро МСК толща была утверждена как стратотип крестецкой серии среднерифейского возраста [9]. Проведенный нами анализ материалов сейсморазведки показал, что отложения крестецкой серии налегают на верхнерифейскую красноцветную толщу молоковской серии, что исключает их

отнесение к среднему рифею. Вулканомиктовый состав отложений позволяет связать верхнюю толщу с волынской серией нижнего венда [11].

### 1.3.2 Оршанский регион

Сейсмокомплекс  $R_3^4$  характеризует отложения белорусской серии, которая на территории Оршанской впадины представлена руднянской, оршанской и лапичской свитами [12]. Сейсмокомплекс представлен серией наклонных довольно интенсивных прерывистых, участками четко стратифицированных отражений с многочисленными внутренними выклиниваниями. К северо-востоку от Оршанской впадины он постепенно выклинивается и налегает на сейсмокомплекс  $R_3^3$ , демонстрируя тем самым стратиграфически более высокое положение псаммитовой части белорусской серии относительно отложений красноцветной толщи молоковской серии.

Сейсмокомплекс  $V_{1-2}$  соответствует нерасчленённым отложениям венда, поскольку установить сейсмическую границу между верхним и нижним отделами по имеющимся материалам не представляется возможным. Сложность распознавания в волновом поле нижнего венда обусловлена тем, что он образован маломощными, фациально и территориально невыдержанными ледниковыми и межледниковыми отложениями вильчанской серии нижнего венда ( $V_1^1$ ), а также вулканогенно-осадочными образованиями волынской серии ( $V_1^2$ ) [8]. В пределах сейсмокомплекса доминируют прерывистые отражения. Мощность сейсмокомплекса нижнего венда колеблется от 150 до 250 м.

### 1.3.3 Беломорско-Пинежский регион

Сейсмокомплекс  $Ar-Pr_1$  соответствует верхней части фундамента Беломорско-Пинежского региона. Его поверхность устанавливается по исчезновению стратифицированных отражений чехла и преобладанию в образе волнового поля динамически слабо выраженных непротяженных отражающих площадок. Характер залегания поверхности фундамента с горизонтами в подошве рифейского комплекса, в основном, согласный, однако, на участках склонов грабенов наблюдаются различные виды несогласий (подошвенного налегания), связанных с условиями осадконакопления. Принципиальным отличием сейсмокомплекса от такового в Среднерусском регионе является отсутствие (ненаблюдение) серий параллельных субгоризонтально ориентированных рефлекторов на границе с осадочным чехлом.

Сейсмокомплекс  $Pz-V_2$  характеризует платформенный чехол, где сейсмические горизонты субпараллельны и уверенно следятся в волновом поле. Вещественным выражением сейсмокомплекса являются осадочные породы верхнего венда, палеозоя и антропогена.

Сейсмокомплекс  $R_3^1$  объединяет все сеймостратиграфические единицы, относящиеся к заполнению осадочных бассейнов. Поскольку большинство бассейнов представляют собой полуграбены, мощность сейсмокомплекса является величиной переменной и варьирует от 0 до 3-7 км даже в пределах одной структуры. Сейсмокомплекс залегает на фундаменте (Ar-Pr<sub>1</sub>), а в кровле либо срезан комплексом платформенного чехла (Pz-V<sub>2</sub>), либо по типу кровельного несогласия примыкает к отложениям сейсмокомплекса  $R_3^2$ .

В образах волнового поля стратифицированные отражающие горизонты обнаруживают веерообразные структуры в сечениях ортогональных простираниям полуграбенов или незакономерно-волнистую слоистость в сечениях субпараллельных длинным осям структур. Строение сейсмического разреза свидетельствует о многостадийной истории проседания осадочных бассейнов.

Сейсмокомплекс  $R_3^2$  объединяет относительно пологие мульдообразные серии отражений, с угловым несогласием налегающие на нижележащий сейсмокомплекс  $R_3^1$  и выходящие на плечи полуграбенов. Сейсмокомплекс распространён не повсеместно. Мощность его сильно варьирует (до тысячи метров), составляя в среднем первые сотни метров. Образ волнового поля этого комплекса отличается четко выраженной непрерывностью прослеживания и значительной интенсивностью отражающих горизонтов.

#### **1.4 Основные результаты**

1. Сейсмогеологические комплексы в строении разрезов катаплатформенного осадочного чехла трёх регионов Провинции характеризуют типы осадочных бассейнов и стили седиментации на разных этапах трансформации геодинамических систем от авлакогеновой к платформенной.

2. Пространственное соотношение сейсмокомплексов позволяет установить три последовательных этапа позднерифейско-ранневендской тектоно-седиментационной истории СПб: главной стадии грабенообразования (сейсмокомплексы  $R_3^{1-2}$  в Среднерусском и  $R_3^1$  в Беломорско-Пинежском регионах); завершающей стадии грабенообразования – начальной стадии пострифтового погружения (сейсмокомплексы  $R_3^3$  в Среднерусском и  $R_3^2$  в Беломорско-Пинежском регионах;  $R_3^{3t}$  – на Трансграничных территориях); «протосинеклизы» (сейсмокомплексы  $R_3^4$  Оршанской впадины).

## **2. ОРЕНБУРГСКИЙ ТЕКТОНИЧЕСКИЙ УЗЕЛ<sup>2</sup>**

Изучен Оренбургский тектонический узел – зона сочленения крупнейших геологических структур: юго-восточной части Волго-Уральской антеклизы, Прикаспийской впадины и Предуральского краевого прогиба [13]. На этой территории установлена нефтегазоносность отложений от нижнего девона до верхней перми. В то же время, недостаточно изучены глубоко погруженные осадочные комплексы рифея и венда, а также молассы верхнего палеозоя и поднадвиговые толщи в Предуральском прогибе. Кроме того, актуальность выполненных исследований продиктована наличием ряда геологических проблем фундаментального характера. Главная из них – корреляция геологических событий, повлиявших на возникновение и развитие такой уникальной структуры как Прикаспийская впадина.

### **2.1 Строение консолидированной коры и осадочного чехла**

Район исследований расположен в южной части Восточно-Европейской платформы, в зоне ее сочленения со Скифско-Туранской плитой эпигерцинской Центрально-Евразийской молодой платформы, Донбасс-Туаркырской среднепалеозойской рифтовой системой и кадомско-герцинскими покровно-складчатыми комплексами Урала.

Области с дорифейской консолидированной корой образуют фундамент Восточно-Европейской платформы или континента Балтика, возникшего около 1800 млн. л. назад при коллизии Сарматского, Волго-Уральского и Центрально-Прикаспийского геоблоков. Области с кадомской консолидированной корой расположены в Западном Приуралье, Восточно-Прикаспийском геоблоке и слагают фундамент Скифско-Туранской плиты. Эти территории были присоединены к Восточно-Европейской платформе в конце протерозоя в результате кадомской орогении. Зона кадомид подразделена на ряд геоблоков, различающихся мощностью консолидированной коры, степенью и временем её переработки. Раздел сопровождается картой консолидированной коры.

Строение осадочного чехла зависит от возраста подстилающей консолидированной коры и рельефа её поверхности (Рис. 2.1). Процесс рифейской деструкции в пределах архейско-раннепротерозойской консолидированной коры привел к формированию доплитного комплекса, выполняющего отдельные грабены. Основной процесс деструкции и грабенообразования происходил в среднем рифее, одновременно с рифтогенезом и формированием пассивной окраины на востоке и на юге Восточно-Европейского континента.

Плитный комплекс начал формироваться в верхнем венде, а на территории кадомид в ордовике. Моноклиально-блоковое строение плитного комплекса унаследовано от рифейского структурного плана. Общее погружение на юго-восток и юг обусловлено прогибанием рифейской

---

<sup>2</sup> Исполнители раздела темы — Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Селезенева Н.Н.



Рис. 2.1. Тектоническая карта осадочного чехла Каспийского региона.

1-2 – Восточно-Европейская древняя платформа (кратон): 1 – Русская плита (верхний венд – кайнозой – плитный комплекс ( $V_2-Q$ ), рифей – нижний венд ( $PR_3-V_1$ ) – доплитный комплекс), 2 – Прикаспийская плита - девон - кайнозой ( $D-Q$ ) плитный комплекс, верхний венд – нижний палеозой – доплитный комплекс ( $V_2-Pz_1$ ), 3-6 – Центрально-Евразийская молодая платформа (кратоноген): 3 – Скифская плита: юра - кайнозой ( $J-Q$ ) – плитный комплекс, триас ( $T$ ) – доплитный комплекс), 4 – Западно-Туранская плита: юра - кайнозой ( $J-Q$ ) – плитный комплекс, нижняя пермь (арт) - триас ( $P_{1aг-T}$ ) – доплитный комплекс, 5 – Восточно-Туранская плита: верхняя юра - кайнозой ( $J_3-Q$ ) – плитный комплекс, триас - средняя юра ( $T-J_2$ ) доплитный комплекс, 6 – Уральский внутриплатформенный ороген – юра - кайнозой ( $J-Q$ ) – плитный комплекс; 7-8 – Альпийская складчатая система: 7 – складчатый нижний орогенный комплекс (верхняя юра - палеоген) ( $J_3-Pg$ ) Большого Кавказа, Северного Эльбурса и Копетдага, 8 – Малокавказская складчатая система; 9 – структуры сочленения коллизионных поясов и платформ (предгорные прогибы): область распространения комплекса заполнения Предуральского (а) ( $C_3-P_1$ ) Терско-Южно-Каспийского и Предкопетдагского (б) ( $KZ$ ) краевых прогибов, (стрелки указывают направление сноса обломочного материала); 10 - область присдвиговых складчатых деформаций (индексом указан возраст деформаций); 11 - зоны постколлизионных трансконтинентальных сдвигов (индексом указан возраст их заложения): 1 - Кавказско-Копетдагский, 2 - Донбасс-Зеравшанский, 3 - Урало-Герирудский, 4 - Аксу-Киндерлинский, 5 - Южно-Эмбинский, 6 - Жигулевско-Оренбургский; 12 - внешняя граница складчатого комплекса чехла, она же граница плит молодой платформы (индексом указан возраст деформаций); 13 - фронт коровых деформаций (индексом указан возраст деформаций); 14 - офиолитовые сутуры; 15 - дислоцированный триасовый комплекс; 16 - дислоцированный неогеновый комплекс; 17 - границы Предуральского (а) ( $C_3 - P_1$ ) и Терско-Южно-Каспийского и Предкопетдагского (б) ( $KZ$ ) краевых прогибов; 18 - тектонические нарушения, надвиги и сбросы; 19 - прочие региональные тектонические нарушения; 20 - изогипсы подошвы девонских отложений, км; 21 - изогипсы подошвы юрских отложений, км; 22 - изогипсы подошвы плиоценовых отложений, в пределах Южно-Каспийской впадины, км; 23 - породы фундамента (консолидированной коры) на поверхности или под маломощным (<500 м) осадочным чехлом; 24 - 28 - седиментационные уступы карбонатных шельфов: 24 -  $D_3f_2$ , 25 -  $D_3f - C_1t$ , 26 -  $C_1v - C_2b$ , 27 -  $C_1t-v$ , 28 -  $P_1$ ; 29 - 32 - седиментационные уступы внутрибассейновых карбонатных платформ: 29 -  $D_{1-2}$  (Темирская, Тамбовская), 30 -  $D_3f - C_1t$  (Астраханская), 31-  $C_1v - C_2b$  (Тенгизская, Кашаганская), 32 -  $D_3 - P_1$  (Карачаганакская); 33 - внутрибассейновые карбонатные платформы; 34 - 35 - отдельные карбонатные постройки: 34 -  $P_1$ , 35 -  $D_3f_2$ ; 36 - граница области распространения соленосных кунгурских отложений; 37 - реки и береговая линия; 38 - границы: государственные (а) и административные (б); 39 - города

Волгоградско-Оренбургская моноклираль (амфитеатр) представляет собой северную бортовую зону Центрально-Прикаспийской депрессии. Устойчивая карбонатная седиментация этой зоны началась после каледонской фазы складчатости на рубеже среднего и позднего девона, в результате чего были дислоцированы и частично эродированы нижнепалеозойские – среднедевонские отложения. Вышележащая часть подсолевого чехла состоит из трех мощных карбонатных и разделяющих их маломощных терригенных толщ. Карбонатные отложения формируют шельфовые краевые уступы, причем каждый более молодой уступ Волгоградско-Оренбургского амфитеатра частично разрушал структуру и потенциально нефтегазоносные биогермы, более древних уступов. На отдельных участках седиментационные уступы превращены в эрозионные. На изученной территории впервые выделены четыре типа разреза дофранских отложений.

В пределах Восточно-Прикаспийского геоблока расположена субширотная Астраханско-Актюбинская система поднятий, оканчивающаяся на западе Юстинско-Астраханским блоком, где в девоне начал формироваться Астраханско-Жамбайский карбонатный массив. Строение южных склонов Астраханско-Актюбинской системы поднятий и Восточно-Прикаспийского свода определяет нижнепалеозойский Тугаракчанский рифт, возникший на рубеже кембрия и ордовика.

Предуральский краевой прогиб оформился в позднем карбоне при образовании Уральской покровно-складчатой системы. Все допозднекаменноугольные структуры на территории прогиба принадлежат более древнему структурному плану. Состав их отложений и строение близки юго-восточному борту Прикаспийской впадины.

## **2.2 Эволюция Каспийского региона в мезопротерозое – палеозое**

Для типизации и выявления генетических особенностей бассейнов Каспийского региона рассмотрена история их развития на фоне эволюции и корреляции событий во всех осадочных бассейнах, существовавших на Восточно-Европейском платформе и её обрамлении. Без такого рассмотрения невозможно понять причины крупных структурных перестроек внутри рассматриваемой территории, длительного и интенсивного погружения, смену типов осадконакопления, а значит правильно построить единую тектоно-седиментационную модель строения региона, оценить перспективы нефтегазоносности его подсолевого комплекса.

На историю мезо- и неопротерозойского (рифейского) этапа развития региона (1650-650 млн. л) оказала влияние структурная неоднородность его фундамента. Перемещения крупных блоков, в том числе сдвигового характера, определили развитие грабеновых структур и формирование доплитного комплекса осадочного чехла. Восточные окраины ВЕП, включающие Приуралье и Каспийский регион, прилегали к Палеоазиатскому океану и развивались как пассивные. В мезопротерозое ВЕП подвергался интенсивной деструкции. В Прикаспийском регионе осадконакопление происходило в грабенах, генетически связанных с заложением пассивной континентальной окраины кадомид восточного и южного обрамления ВЕП. Обширный эпиконтинентальный морской бассейн возник в неопротерозое (1000 млн. л назад), когда ВЕП в результате гренвильской орогении вошла в состав суперконтинента Родиния. Неопротерозойский осадочный бассейн Прикаспия отнесен нами к бассейнам пассивных окраин континентов.

На рубеже раннего и позднего венда вдоль восточной и южной окраины ВЕП возник кадомский (Тимано-Скифский) ороген. Осадочные бассейны, существовавшие здесь, были близки бассейнам фронтальных систем коллизионных поясов (краевым прогибам). Рифейско-вендский этап развития Прикаспийского региона имел решающее значение в формировании складчатого комплекса осадочного чехла и консолидированной коры Центрально-Прикаспийского геоблока. Именно в это время были заложены главные отличительные черты в строении его земной коры и

верхней мантии, которые оказали серьезное влияние на палеозойскую историю развития Прикаспийского бассейна.

В конце кембрия - начале ордовика происходила деструкция Тимано-Скифского орогена. Прикаспийский регион в течение ордовика – силура входил в состав шельфового бассейна, который по своему строению и развитию был сходен с осадочными бассейнами синеклиз древних платформ. Этот период характеризует пострифтовое погружение и плитный этап развития. Особенностью этого бассейна было положение на краю континента, в зоне растяжения и сочленения Палеоазиатского океана и Палеотетиса. Такое положение между разнонаправленными зонами субдукции, вероятно, обусловило и специфику дальнейшего развития этой территории.

Закрытие палеоокеана Япетус в конце силура – начале девона привело к структурной перестройке на всей ВЕП, длительному перерыву в осадконакоплении (со второй половины локховского века до середины эмского века). С эмса началась герцинская история развития Прикаспийского ОБ.

Тектоническое сгущивание, покровообразование и формирование олистостром в Сакмарской зоне Урала привело в среднем девоне к дифференциации тектонических движений в Прикаспии и Волго-Уральской области. В результате усложнился рельеф дна осадочного бассейна. Прикаспийская впадина представляла собой топодепрессию, интенсивно дифференцировано погружавшуюся, приобретая черты окраинного бассейна или впадины на шельфе и континентальном склоне. В конце франского века Прикаспийский ОБ был подобен окраинным бассейнам, приближенным к континенту в активных окраинах конвергентного типа.

В фамене Прикаспийская впадина превратилась во внутриконтинентальный ОБ, изолированный от Уральских бассейнов с корой океанического типа. Это привело к возникновению застойных явлений, появлению битуминозных осадков и накоплению мангано-кальцитовых карбонатов. В раннем карбоне Прикаспийский бассейн развивался как внутриконтинентальная впадина с редуцированной континентальной корой. Восточный борт (современные координаты) находился в обстановке сжатия и коллизионных событий на Урале, а юго-западная окраина, примыкающая к Донбасс-Туаркырской рифтовой системе, испытывала растяжение и погружение. Это обусловило рост рифовых построек на Актюбинско-Астраханской зоне поднятий вплоть до башкирского века.

В конце карбона коллизионные и орогенические процессы на кавказской и уральской окраинах Балтики завершились. Результатом этих событий стало окончательное оформление самостоятельного, морфологически изолированного Прикаспийского внутриконтинентального глубоководного бассейна. Его развитие происходило в обстановке сжатия и интенсивного привноса терригенного материала как со стороны Балтийского щита, так и со стороны растущих герцинских орогенических поднятий.

В начале перми (предартинское время) в Донбасс-Туаркырском рифте протекали процессы сжатия и надвигообразования на Прикаспийскую впадину и Северный Устюрт. Активизировались крупные сдвиги-надвиги (Северо-Устюртский, Токубайский, Туаркырский) и появились новые разрывные нарушения, связанные с коллизией Балтики и Казахстанского континента. Возникли поднятия-источники обломочного материала артинских клиноформ в Прикаспийской впадине.

### **2.3 Основные результаты**

На основе сейсмогеологического районирования уточнены границы раздела архейско-раннепротерозойской и кадомской (рифейской) консолидированной коры и доказан кадомский возраст консолидированной коры юго-восточных частей Прикаспийской впадины и Предуральского прогиба.

Обоснованы новые представления об эволюции Каспийского региона и всей ВЕП от неопротерозоя до конца перми.

Решена проблема продолжения Предуральского прогиба южнее Соль-Илецкой седловины.

Рассмотрены особенности строения и нефтегазоносности рифейско-вендских, ниже- и верхнепалеозойских отложений Оренбургского тектонического узла и даны их прогнозные оценки. Обоснованы высокие перспективы нефтегазоносности ниже-среднедевонских отложений Соль-Илецкого поднятия, пермо-карбонных молассоидных отложений актюбинского и оренбургского Приуралья. Поднадвиговые структуры в восточной части Предуральского прогиба признаны одним из резервов выявления месторождений углеводородов.

### 3. ИНТРАКРАТОННЫЕ ОБ ПОВОЛЖЬЯ<sup>3</sup>

Комплексное биостратиграфическое и седиментологическое изучение позднебайосско-среднебатских отложений Среднего и Нижнего Поволжья стало логическим продолжением выполненных ранее специальных исследований в области стратиграфии и палеоклиматологии [14-16]. Цель исследования заключалась в установлении связи фациальных и структурно-вещественных характеристик осадочного выполнения плитного интракратонного Среднерусского ОБ с палеоклиматическими и палеогеодинамическими событиями в мезозойской истории ВЕП.

#### 3.1 Среднее Поволжье

В Среднем Поволжье (юго-запад Татарстана) на основании биостратиграфического (по аммонитам), фациального и минералого-петрографического методов исследования уточнено строение среднеюрских отложений северо-восточной оконечности субмеридионального Ульяновско-Саратовского прогиба, заложившегося на юго-западном крыле Волго-Уральской антиклизы на кимерийском этапе развития ВЕП. Изучен самый в Поволжье северный разрез позднего байоса с аммонитами тэтического происхождения (*Garantiana*) (Рис. 3.1).

Докелловейские отложения (мощностью до 22 м) представлены мелководно-шельфовыми алеврито-глинистыми фациями. Песчаные и гравийные отложения имеют подчиненное значение в нижней части разреза, со стратиграфическим несогласием залегаю на пестроцветных глинах, мергелях и граувакках верхней перми. Позднебайосские отложения представляют собой единый трансгрессивный цикл седиментации, осложненный синседиментационными перерывами. В основании разреза парагенез песчаных прибрежно-аккумулятивных и глинистых биотурбированных отложений свидетельствует о формировании осадков в условиях открытого мелководья. Базальные кварцево-граувакковые пески накопились в прибрежной части бассейна за счет локального размыва и переотложения маломощных нелитифицированных пермских граувакковых отложений.

Вверх по разрезу отмечается увеличение степени зрелости песков, что связано с внутрибассейновым вызреванием обломочного материала. Верхняя часть байосского разреза сложена алеврито-глинистыми отложениями, накопившимися в мелководной полуизолированной части шельфа (заливе). В них наблюдается латеральная фациальная изменчивость. Алевриты участками замещаются глинистыми западинно-шельфовыми тиховодными отложениями, содержащими редкие фаунистические остатки (аммониты *Garantiana*) и образующими линзообразные тела, вытянутые в субмеридиональном направлении на расстояние до нескольких километров.

---

<sup>3</sup> Исполнитель раздела темы — Костылева В.В.

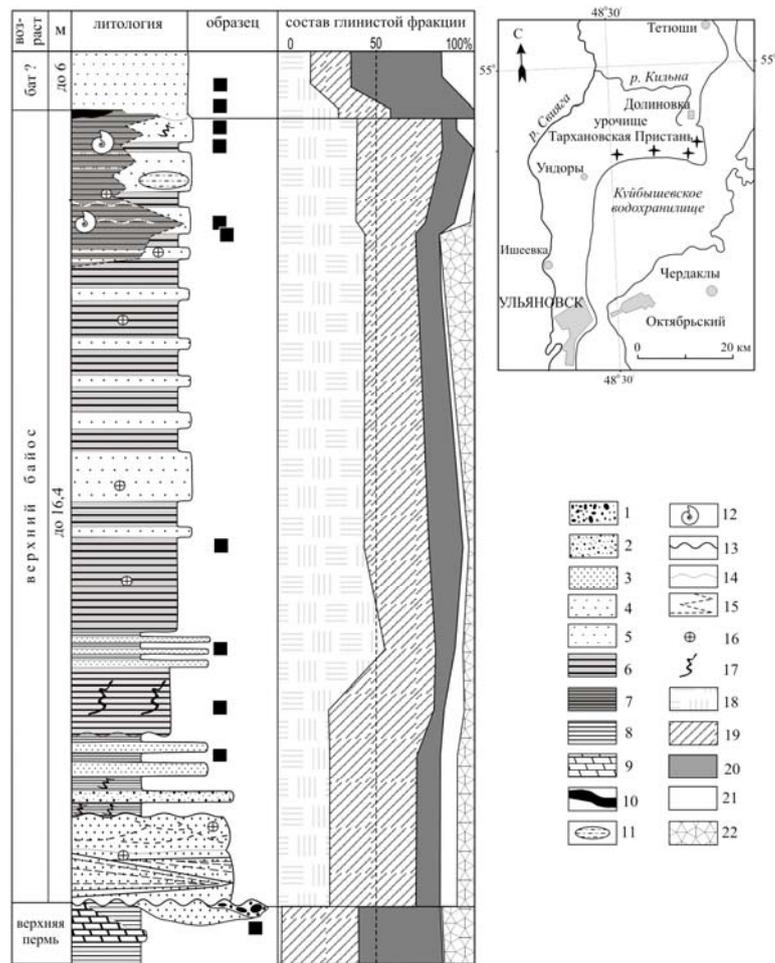


Рис. 3.1 Схема расположения и сводный разрез байос-батских отложений на участке урочище  
Тархановская Пристань – д. Долиновка.

Условные обозначения: 1 – конгломераты, 2 – гравелиты, 3 – пески, 4 – алевриты глинистые, 5 – алевриты лессовидные, 6 – глины алевритовые, 7 – глины алевритистые, 8 – глины, 9 – мергели, 10 – лимонитовые стяжения, 11 – известковые стяжения, 12 – аммониты, 13 – стратиграфические перерывы, 14 – границы размыва, 15 – фациальные границы, 16 – железистые стяжения, 17 – биотурбации, 18 – каолинит, 19 – гидрослюда, 20 – смектит, 21 – хлорит, 22 – смешанослойные минералы (гидрослюда-смектит)

Формирование западных форм рельефа, возможно, контролировалось слабыми дифференцированными вертикальными движениями в северо-восточной прибортовой части формировавшегося субмеридионального (в современных координатах) Ульяновско-Саратовского прогиба. Присутствие в отложениях углистого детрита и преобладание гидрослюда и каолинита над другими компонентами глинистой фракции в байосских отложениях свидетельствует об умеренно влажном гумидном климате на данной территории при ингрессии тетических водных масс вглубь ВЕП в северо-восточном направлении, согласно направлению погружения Ульяновско-Саратовского прогиба. Ингрессия привела к образованию Симбирского палеозалива и сопровождалась незначительным размывом и переотложением мощных глинистых гидрослюдисто-смектитовых толщ перми, повсеместно распространенных в Среднем Поволжье. Главные источники глинистого терригенного материала располагались на некотором удалении от

области седиментации. Участками байосские отложения перекрыты маломощными (до 6 м) пылеватыми алевритами, условно отнесенными к батскому ярусу. Алевриты имеют фациальное сходство с алевритами байоса и также накапливались в мелководной среде, но в них не обнаружены какие-либо органические остатки. Кроме этого в глинистой фракции установлено резкое преобладание смектита. Возможной причиной этих фактов может являться изменение палеогеографических условий седиментации, прежде всего климатических и тектонических. Резкое увеличение относительного количества смектита, уменьшение содержания каолинита, гранулометрически однородный пылеватый состав фракции алевритов могут быть связаны как с аридизацией климата во время их накопления, так и с поступлением осадочного материала в результате переотложения пермских глинистых толщ, в том числе за счет эолового разноса. Последнее так же свидетельствует о сухости климата и, возможно, опустынивании прилегающих к побережью районов. Климатические изменения совпали с регрессией моря и накопление тонкозернистых алевритов происходило в полуизолированных от основного бассейна мелководных водоемах.

Ранее предполагалось, что распространение отложений с аммонитами тетического происхождения (*Garantiana*) ограничено центральной частью Ульяновско-Саратовского прогиба (Нижнее Поволжье). Полученные нами данные меняют представления о расположении суши и моря на палеогеографических картах и имеют важное значение для бореально-тетической корреляции средней юры. Наиболее северными выходами байосских отложений с аммонитами тетического происхождения в Поволжье вплоть до недавнего времени оставались разрезы в районе Камышина. Наши исследования передвинули границу распространения этих отложений на 200 км к северу. Можно считать доказанным, что морской бассейн в виде обширного залива северной окраины океана Тетис достигал в начале позднего байоса широты Казани и Ульяновска [17, 18]. Залив сформировался в результате ингрессии моря в область тектонического прогибания обширного участка суши на юго-западном крыле Волго-Уральской антиклизы, образовавшего субмеридиональный Ульяновско-Саратовский прогиб. Особенности характера осадконакопления на изученной территории определялись дифференцированными тектоническими движениями в северо-восточной прибортовой части прогиба и палеоклиматическими флуктуациями.

### **3.2 Нижнее Поволжье**

В Нижнем Поволжье (Саратовско-Волгоградское правобережье) детально изучено строение позднебайосско-раннебатских отложений центральной части Ульяновско-Саратовского прогиба, характеризующих экотонную область Среднерусского ОБ (Рис. 3.2).

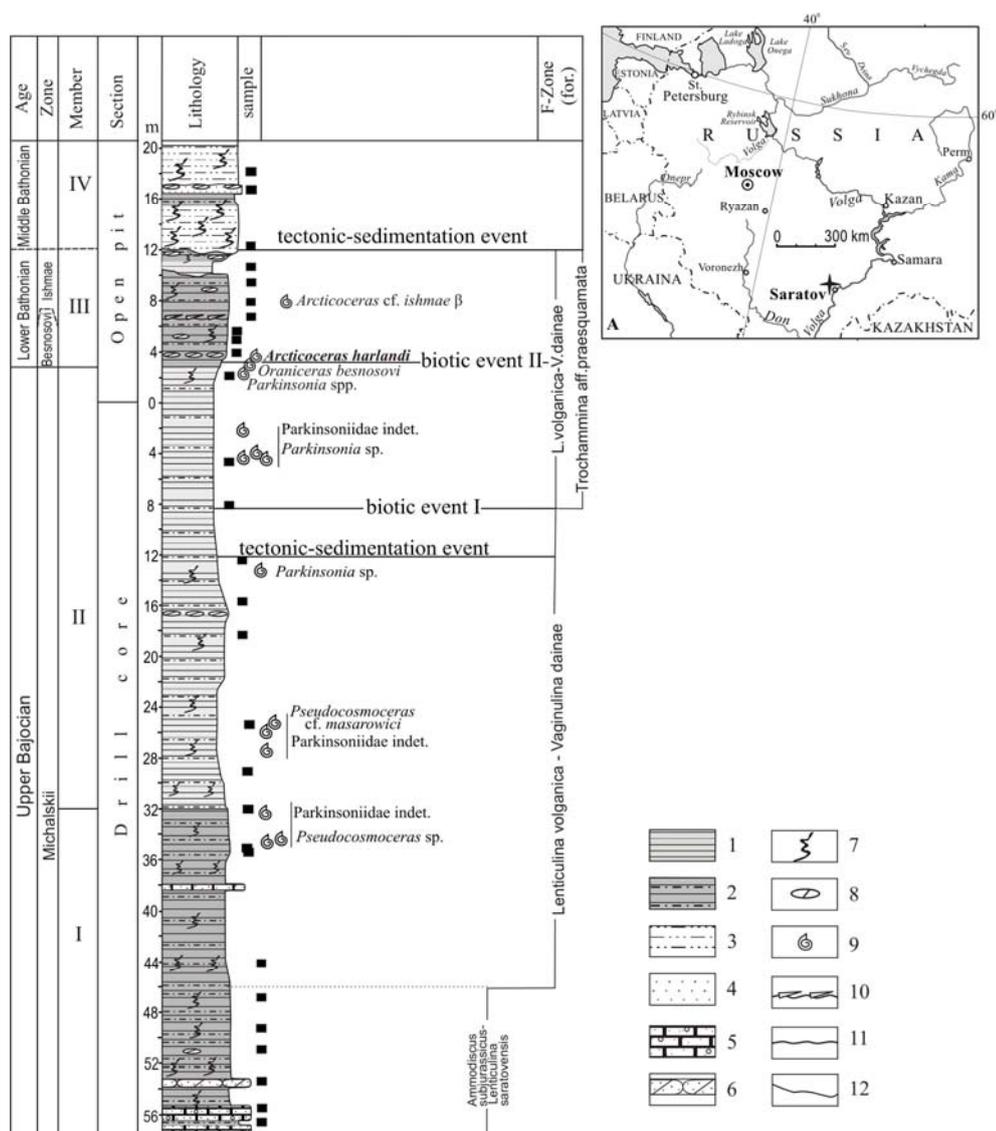


Рис. 3.2 Разрез батских отложений в карьере Сокурский, г. Саратов.

Условные обозначения: 1 – глины, 2 – алевроитовые прослои, 3 – алевроиты, 4 – алевролиты известковые, 5 – известняки песчанистые, 6 – песчаники известковые, 7 – биотурбации, 8 – железисто-известковые стяжения, 9 – аммониты, 10 – «мягкое дно», 11 – перерывы, 12 – эрозионный врез

Разрез байос-батских отложений имеет отчетливое трансгрессивно-регрессивное строение. Байосские отложения в основании сложены фациально разнообразными терригенными и терригенно-карбонатными отложениями, накопившимися в мелководной прибрежной зоне шельфа с интенсивным гидродинамическим режимом. Постепенно вверх по разрезу отложения становятся более глубоководными. В них, однако, часто наблюдаются мелкие биотурбации, свидетельствующие о периодическом ослаблении темпов трансгрессии. В отложениях обнаружены многочисленные фрагменты аммонитов (*Pseudocosmoceras* sp.; *Parkinsoniidae* gen et sp. *indet.*) и политаксонная ассоциация бентосных фораминифер тетического происхождения (зона *Lenticulina volganica-Vaginulina dainae*). В верхней части разреза, с глубины 12 м (от устья

скважины), преобладают фации глинистых глубоководно-шельфовых отложений. Комплекс структурно-вещественных признаков свидетельствует о достаточно быстром, по-видимому, тектонически обусловленном углублении дна бассейна и фиксирует максимальное развитие трансгрессии, приведшей к объединению «бореальных» и «тетических» водных масс и образованию обширного Среднерусского осадочного морского бассейна. Однако в отложениях по-прежнему обнаруживается лишь тетическая макро- и микрофауна. И только с глубины 8 м (от устья скважины) появляются первые признаки проникновения высокоширотных бентосных форм микробиоты - нехарактерный для данной фораминиферовой зоны и района вид *Ammodiscus arangastachiensis* Nikitenko, являющийся зональным видом для северных районов Русской платформы [19]. Выше (с глубины 4,4 м от устья скважины) установлен комплекс фораминифер, в котором преобладает высокоширотный вид *Globulina praecircumphlua* Gerke [20]. Вверх по разрезу верхнебайосские глины постепенно сменяются нижнебатскими алевритовыми глинами (видимой мощностью около 8 м). В разрезе нижнего бата наблюдаются перерывы типа мягкого дна, отмеченные скоплением ростров белемнитов, фрагментов и целых раковин аммонитов и двустворок. Судя по строению и текстурным признакам, отложения раннего бата формировались в условиях удаленной от побережья открытой части шельфа с интенсивной придонной гидродинамикой. Тектурно-структурные особенности отложений и разнообразие фоссилий свидетельствуют о расширении границ области седиментации в раннем бате. Для всего разреза характерны как представители высокоширотных ассоциаций фораминифер, так и низкоширотных. Кроме этого в открытой части разреза в 1,5 м выше дна карьера в отложениях появляются первые аммониты бореального происхождения *Arcticoceras harlandi*, что свидетельствует об устойчивой связи бореального и тетического бассейнов и образовании экотонной области в пределах Среднерусского осадочного бассейна в раннем бате.

Алевритово-глинистые отложения раннего бата вверх по разрезу постепенно сменяются кварцевыми песчанистыми интенсивно биотурбированными алевритами среднего ? бата, характеризующими наступление регрессивной фазы развития Среднерусского осадочного бассейна. Постепенно меняется и состав фоссилий. В верхней части нижнебатских отложений исчезают аммониты и все известковые формы фораминифер. Присутствуют только агглютинирующие *Ammodiscus* cf. *baticus* Dain, *Saccamina* sp., выдерживающие условия с нестабильной соленостью и активной гидродинамикой. В среднебатских (?) отложениях микро- и макрофауна отсутствует. В минеральном составе глинистой фракции относительное содержание каолинита резко снижено, а количество смектитовой составляющей возрастает, по сравнению с верхнебайосскими и нижнебатскими отложениями. По-видимому, регрессия морского бассейна совпала с аридизацией климата на юго-востоке ВЕП, что подтверждается седиментологическими исследованиями в Среднем Поволжье.

### 3.3 Палеоклиматические реконструкции

Известно, что для реконструкции смены палеоклиматических условий осадконакопления и выявления источников тонкодисперсного осадочного материала довольно информативными являются данные о распределении ассоциаций глинистых минералов в разрезе. Выявлено, что постседиментационные изменения среднеюрских отложений центральных, южных и северо-восточных районов ВЕП отвечают начальной стадии породообразования и не оказали существенного влияния на состав глинистых минералов. Рентген-дифрактометрическое изучение глинистой фракции ( $<2 \mu\text{m}$ ) из образцов докелловейских отложений во всех исследованных разрезах Среднего и Нижнего Поволжья показало, что на юго-востоке ВЕП на рубеже байоса и бата произошла существенная аридизация климата, отразившаяся в смене высококаолинитовой байос-раннебатской ассоциации на среднебатскую низкокаолинитовую (смектитовую). Климатические изменения совпали с регрессивной фазой развития Среднерусского ОБ, в результате чего прервалась связь бореальных и тетических бассейнов, а осадконакопление происходило в остаточных мелководных изолированных или полуизолированных водоемах, с условиями, малопригодными для существования различных видов фауны.

### 3.4 Основные результаты

1. Установлено, что в начале позднего байоса морской бассейн в виде обширного залива северной окраины океана Тетис достигал широты Казани и Ульяновска. Залив сформировался в результате ингрессии моря в область тектонического прогибания обширного участка суши на юго-западном крыле Волго-Уральской антиклизы, образовавшего субмеридиональный Ульяновско-Саратовский прогиб. Особенности характера осадконакопления на изученной территории определялись дифференцированными тектоническими движениями в северо-восточной прибортовой части прогиба и палеоклиматическими флуктуациями.

2. Выявлено, что формирование экотонной области Среднерусского осадочного бассейна в Нижнем Поволжье произошло в результате слияния высокоширотных и низкоширотных водных масс в конце позднего байоса (конец фазы Michalskii) вследствие максимального развития бореальной и тетической трансгрессий на ВЕП. Эта связь оставалась, по-видимому, в течение всего раннего бата.

В разрезе Сокурский, являющимся ключевым объектом для изучения экотона Среднерусского моря, установлена последовательность седиментологических, микро- и макробиотических событий, обусловленных интенсивностью погружения Ульяновско-Саратовского прогиба и палеоклиматическими изменениями на юго-востоке ВЕП.

#### **4. ВНУТРИПЛАТФОРМЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ КАК ОТРАЖЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ<sup>4</sup>**

Рассмотрена динамика формирования молодых внутриплатформенных дислокаций, появившихся в результате взаимодействия разных геодинамических систем. на территории, которая существенно отличается исключительной кайнозойской (гл. обр., неотектонической) активностью по сравнению не только с частями Восточно-Европейской докембрийской платформы, но и с герцинской платформой Западной Европы [21].

На основе компьютеризированного структурно-кинематического метода Выполнена картографическая реконструкция новейшего поля напряжений/деформаций платформенной территории востока Русской плиты и Южного-Среднего Урала (Рис. 4.1 и 4.2). В качестве исходного материала использовался длительно собиравшийся массив замеров мезоструктурных кинематических индикаторов [22-27]. Собранные мезоструктурные данные подвергались статистической обработке на основе кинематического метода [28].

##### **4.1 Компьютерные модели полей напряжений**

Реконструированное с помощью компьютерных программ и стереограмм поле кайнозойских напряжений изображено в виде системы горизонтальных проекций (условно – векторов) двух главных нормальных осей эллипсоида напряжений/деформаций – сжатия или укорочения (при сбросовом поле напряжений), и растяжения или удлинения (при режимах сжатия – взбросовом и сдвиговом). Длина векторов обратно пропорциональна наклону осей к горизонту. Эта динамическая нагрузка показана на фоне контуров и линейных символов крупных тектонических макроструктур (сводов, валов, складок, флексур и т.п.), среди которых показаны прежде всего те, которые имеют тектоническую природу (соответственно, исключались диапиры и складки облекания палеозойских рифов) и содержат информацию о кинематике смещений – например, все доказанные разрывы разного кинематического типа.

---

<sup>4</sup> Исполнитель раздела темы — Копп М.Л.



Рис. 4.1 Картографическая компьютерная реконструкция кайнозойских напряжений востока Русской плиты, Южного и Среднего Урала. 1-2 – горизонтальные проекции осей главных нормальных напряжений. Наклон осей к горизонту направлен от точки в центре символа, величина наклона обратно пропорциональна длине штриха):

1 – ось сжатия, 2 – ось растяжения; 3-16 – элементы кайнозойской макроструктуры, содержащие информацию о типе поля напряжений: 3-5 – пликативные структуры: 3 – контуры линейных мегавалов и брахиморфных поднятий, замкнутых и незамкнутых, 4 – оси линейных валов и антиклиналей, 5 – оси валов неустановленного, но предположительно кайнозойского возраста; 6-14 – дизъюнктивные структуры и флексуры: 6-11 – откартированные разрывы, в том числе: 6 – разрывы неустановленной кинематики, 7 – взбросы и надвиги (а – установленные, б – предполагаемые по мезоструктурным данным), 8 – сбросы; 9-11 – сдвиги, с кинематикой: 9 – доказанной смещениями структур, 10 – предполагаемой по особенностям структурного рисунка, 11 – то же, с подтверждением по мезоструктурным данным; 12 – зоны мелких надвиговых деформаций и брекчирования; 13-14 – флексуры: 13 – вертикальные (штрихи – по падению смыкающего крыла), 14 – горизонтальные, с кинематикой сдвига, предполагаемой по структурному рисунку, 15 – выделенные по знаку кулисности зоны сдвига с неясными ограничениями, 16-18 – элементы тектонического районирования: 16 – синеклизы, 17 – авлакогены, 18 – Уральский новейший внутриплитный ороген. Упомянутые в тексте кайнозойские структуры (цифры в кружках): 1 – Промысловско-Цубукский вал, 2 – Сальско-Маньчский мегавал, 3 – Персиановский взброс, 4 – Северодонецкий взброс, 5 – Среднедонской новейший уступ, 6 – Доно-Медведицкие дислокации, 7 – Балыклейские грабены, 8 – Саратовские дислокации и Елшанско-Сергиевский взброс, 9 – Жигулевские дислокации и одноименный взброс, 10 – Керенско-Чембарские дислокации, 11 – Сурско-Мокшинские дислокации, 12 – Борлинский вал, 13 – Окско-Цнинский вал, 14 – Вятские дислокации (мегавал), 15 – новейший свод Общего

Сырта, 16 – складчатые дислокации востока Общего Сырта, 17 – Бугульминско-Белебеевское поднятие, 18 – Бельские дислокации Предуральяского прогиба, 19 – Уфимское новейшее поднятие и Суксунский разрыв, 20 – Тулвинское поднятие и одноименный разрыв; 21-24 – Уральский новейший внутриплитный ороген, сегменты: 21 – Мугоджарский, 22 – Южноуральский, 23 – Среднеуральский, 24 – Североуральский; 25 – Лозьвинские дислокации, 26 – Зауральская новейшая структурная терраса.

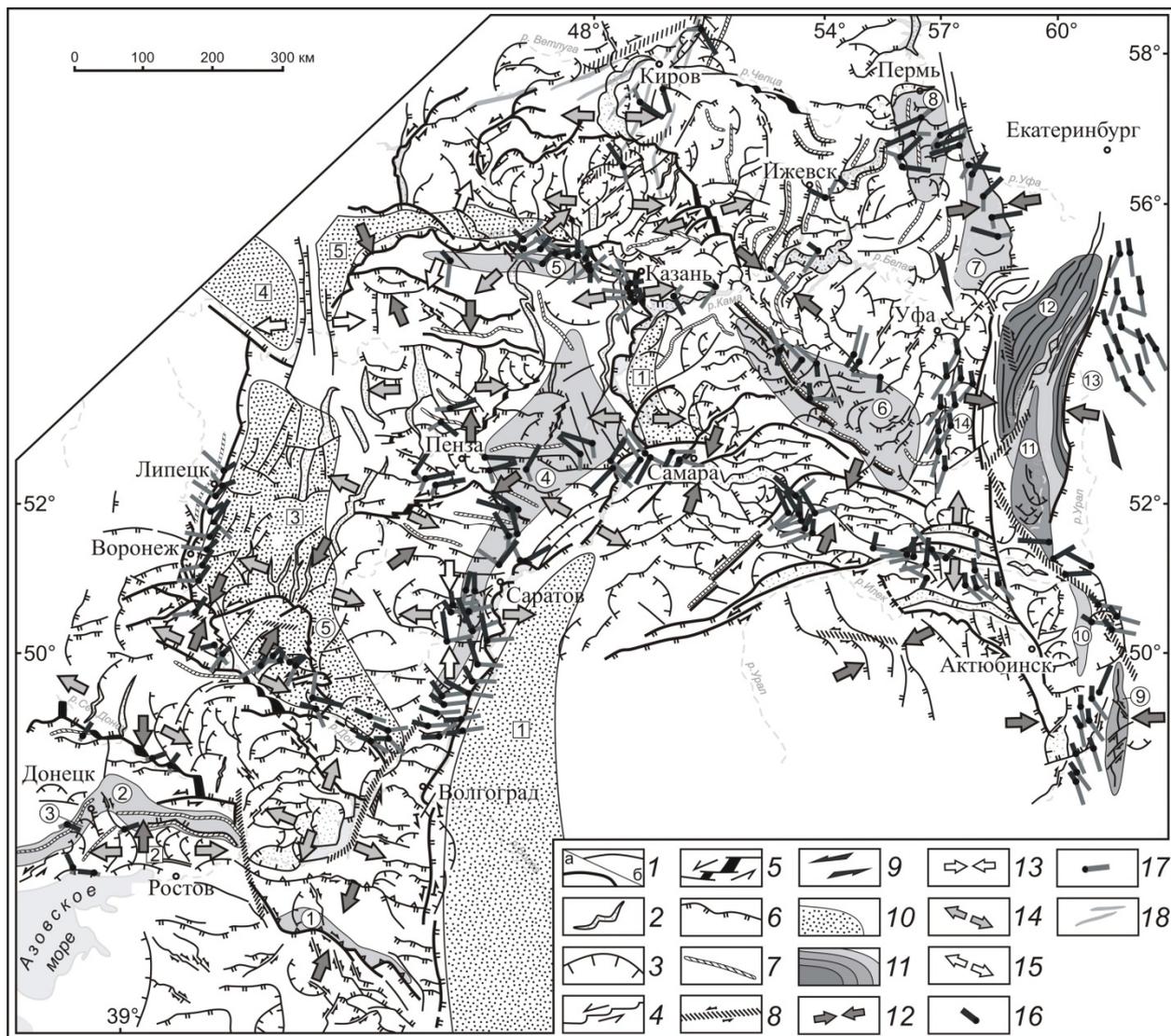


Рис. 4.2 Плиоцен-четвертичные напряжения востока Русской плиты и Урала, по данным анализа морфоструктурных рисунков.

1-6 – элементы гидросети с признаками тектонического смещения: 1 – элементы первого порядка (а), остальные (б), 2 – anomalно расширенные и, часто, зигзагообразные в плане долины, маркирующие раздвиговый тип смещения, 3 – дугообразные неотектонические эскарпы, вогнутые к соседней депрессии рельефа и маркирующие сбросовый тип смещения; штрихи – по погружению эскарпа, 4 – кулисные сочленения участков долин, указывающие на сдвиг, 5 – кулисные расширения долин – возможные структуры pull apart в зоне сдвига, 6 – прямолинейные в плане, синусоидально изогнутые или выпуклые к соседней депрессии неотектонические эскарпы, маркирующие взбросовый тип смещения; двойные штрихи – по склону, 7 – гребни некоторых сильно асимметричных водоразделов, 8 – широкие сдвиговые зоны, выраженные в кулисном расположении элементов гидросети и/или линейных водоразделов; 9 – то же, с неясными ограничениями; 10-11 – элементы неотектонического районирования: 10 – новейшие прогибы и участки увеличенной мощности плиоцен-четвертичных отложений (цифры в квадратах): 1 –

Заволжский, 2 – Тузловский, 3 – Окско-Донской, 4 - Мещерский, 5- Волжско-Ветлужский; 11– новейшие поднятия (цифры в кружках); степень воздымания условно градуирована яркостью тона: 1 – Сальско-Манычский мегавал, 2-3 – Донецко-Волновахский мегавал (3 – его Волновахский отрезок), 4 – Приволжский сложный новейший мегасвод, 5 – Нижегородско-Чебоксарский новейший мегавал (северная часть Приволжского мегасвода), 6 -Бугульминско-Белебеевский новейший мегасвод, 7 – Уфимский асимметричный горст, 8 – Тулвинский свод, 9 – Мугоджарский новейший мегавал, 10 – Кокпектинско-Кемпирсайский новейший вал, 11-13 – сложный мегасвод внутриплитного орогена Южного Урала: 11 – древнее ядро, 12-13 – взброшенные прибортовые блоки: 12 – Ямантауский, 13 – Ирендыкский; 12-17 – ориентация векторов нормальных напряжений: 12-15 – по морфоструктурным данным (предположительно): 12 – сжатия, 13 – то же, менее уверенно, 14 – растяжения, 15 – то же, менее уверенно; 16-17 – по результатам мезотектонических наблюдений: 16 – сжатия, 17 – растяжения; 18 – оси валов некоторых складчатых дислокаций.

## 4.2 Основные результаты

Разработанные компьютерные модели сопоставлялись с результатами анализа первичных данных на стереограммах, а также с обобщенной нами макро- и морфоструктурной тектодинамической информацией, опробовались разные способы статистической обработки и генерализации данных. Все это позволило уточнить возможности каждого из применяемых методов и, кроме того, сделать ряд важных заключений регионального и теоретического плана.

1) Пространственные вариации реконструированного поля напряжений отражают давление на литосферу Восточно-Европейской платформы соседних с ней орогенов, активных в кайнозой (особенно позднем) и формировавшихся в обстановке коллизии плит: на юге – Кавказа и Копетдага, принадлежащих Периаравийской коллизионной области, а на востоке – Северного и Южного Урала (судя по всему, находящегося на этом отрезке в зоне воздействия Перииндийской коллизионной области).

2) Области влияния обоих источников давления оконтурены по присущей им ориентации осей напряжений и направленным к ним же изменениям типа поля напряжений в сторону повышения сжатия. Участок между этими областями демонстрирует примеры интерференции и рассеяния разных направлений сжатия, а также его ослабление и замещение растяжением. Наиболее полно эти особенности структуры кайнозойского поля напряжений/деформаций оформились в позднеальпийскую, или новейшую, эпоху (олигоцен-квартер). При этом, судя по опубликованным геологическим данным, первые признаки «уральского» субширотного сжатия появились уже в начале олигоцена, а «кавказского» (субмеридионального сжатия) – с конца раннего миоцена. По данным же анализа морфоструктурного рисунка гидросети, в конце плиоцена-квартере область меридионального сжатия несколько расширилась к северу с наложением «кавказских» структур на «уральские».

3) Эти выводы, в свою очередь, подтверждают (оспариваемую) вероятность весьма далекого проникновения в центр литосферной плиты затухающего коллизионного давления.

4) При прохождении через древние неоднородности консолидированной коры платформы коллизийные напряжения искажались: в вертикальном разрезе сжатие (особенно в сдвиговом стресс-режиме) снижалось вверх и даже замещалось растяжением над растущими козырьками надвигов и вершинами валов, а в плановой проекции – сжатие в сдвиговом режиме возрастало на древних поднятиях фундамента, около же синеклиз усиливались растяжение и направленное к ним латеральное выжимание масс по сдвигам.

5) Результаты, полученные при параллельном использовании данных разного масштаба и типа – макро-, мезо-, и морфоструктурных, а также обработанные разными способами статистического анализа (при лидирующем использовании компьютера), принципиально не противоречат, но зато дополняют друг друга. Применяемые в комплексе, они могут эффективно использоваться для изучения кайнозойского и, в том числе, новейшего напряженного состояния платформенных территорий.

Помимо этих главных выводов регионального, теоретического и методического содержания, намечаются и некоторые результаты прикладного характера. Прежде всего, это уточнение кинематики известных разрывов. Оказалось, например, что почти все взбросо-надвиги имеют значительную сдвиговую компоненту, которая при исследовании напряженного состояния сразу улавливается по диагональной к линии разрыва ориентации осей нормальных напряжений. Присутствие существенной сдвиговой компоненты найдено для Жигулевского взброса (левый сдвиг), для разрывов Донбасса (Северодонецкого и Персиановского) – правый сдвиг, Новокиевский разрыв Южного Урала оказался левым взбросо-сдвигом. Неоднократно смещен сдвигами разного знака Мугоджарский взброс. Во всех этих случаях сдвиг подтверждается не только мезотектоническими данными, но и чертами структурного рисунка зон разрывов. Вряд ли стоит говорить о том, насколько существенно обнаружение сдвигов для поиска месторождений полезных ископаемых, в частности, нефти: сдвиги могут смещать их контуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с планом исследований 2012-2014 гг. были изучены потенциально нефтегазоносные ОБ, формировавшиеся в составе различных геодинамических систем на разных этапах развития ВЕП.

Осадочные бассейны рассматривались как элементы многоуровневых геодинамических систем, объединявших тектонические разные, но структурно сопряжённые элементы. Сложность объекта исследования определила необходимость междисциплинарного изучения современной тектонической структуры и истории её формирования, эволюции геодинамических обстановок, условий седиментации, процессов литогенеза и др. При проведении исследований использовался междисциплинарный подход с применением методов сейсмостратиграфии, бассейнового анализа, палеогеографических и палинспастических реконструкций, а также корреляции геодинамических событий на Восточно-Европейской платформе и в смежных складчатых областях. Специальное внимание было уделено неотектоническим процессам внутриплатформенных деформаций, реализующимся за счёт взаимодействия разных геодинамических систем обрамления ВЕП.

Главное внимание было сосредоточено на изучении ОБ Среднерусско-Беломорской провинции, Оренбургского тектонического узла, Поволжья и востока Русской плиты.

Основные результаты проведённых исследований сформулированы следующих положениях.

1. Междисциплинарные исследования Среднерусско-Беломорской провинции (СБП) позволили установить сложную сдвиговую природу и структурную индивидуальность доплитных ОБ, что исключает возможность корреляции элементов катаплатформенного чехла без применения методов сейсмостратиграфии.

Сейсмогеологические комплексы в строении разрезов катаплатформенного осадочного чехла трёх регионов Провинции характеризуют типы ОБ и стили седиментации на разных этапах трансформации геодинамических систем от авлакогеновой к платформенной.

Пространственное соотношение сейсмокомплексов позволяет установить три последовательных этапа позднерифейско-ранневендской тектоно-седиментационной истории СБП: главной стадии грабенообразования (сейсмокомплексы  $R_3^{1-2}$  в Среднерусском и  $R_3^1$  в Беломорско-Пинежском регионах); завершающей стадии грабенообразования – начальной стадии пострифтового погружения (сейсмокомплексы  $R_3^3$  в Среднерусском и  $R_3^2$  в Беломорско-Пинежском регионах;  $R_3^{3t}$  – на Трансграничных территориях); «протосинеклизы» (сейсмокомплекс  $R_3^4$  в Оршанской впадины).

2. На основе сейсмогеологического районирования уточнены границы раздела архейско-раннепротерозойской и кадомской (рифейской) консолидированной коры и доказан кадомский возраст консолидированной коры юго-восточных частей Прикаспийской впадины и Предуральяского прогиба.

Обоснованы новые представления об эволюции Каспийского региона и всей ВЕП от неопротерозоя до конца перми.

Рассмотрены особенности строения и нефтегазоносности рифейско-вендских, ниже- и верхнепалеозойских отложений Оренбургского тектонического узла и даны их прогнозные оценки. Обоснованы высокие перспективы нефтегазоносности ниже-среднедевонских отложений Соль-Илецкого поднятия, пермо-карбоновых молассоидных отложений Актюбинского и Оренбургского Приуралья. Поднадвиговые структуры в восточной части Предуралья признаны одним из резервов выявления месторождений углеводородов.

3. Проведено комплексное биостратиграфическое и седиментологическое изучение верхнебайосско-среднебатских отложений Среднего и Нижнего Поволжья. Выявлена связь фациальных и структурно-вещественных характеристик осадочного выполнения плитного интракратонного Среднерусского осадочного бассейна с палеоклиматическими и палеогеодинамическими событиями в мезозойской истории ВЕП.

Установлено, что субмеридиональный Ульяновско-Саратовский прогиб сформировался в начале позднего байоса в результате ингрессии моря в область тектонического прогибания обширного участка суши на юго-западном крыле Волго-Уральской антиклизы. Обстановки накопления осадков определялись дифференцированными тектоническими движениями в северо-восточной прибортовой части прогиба и палеоклиматическими флуктуациями.

Слияние высокоширотных и низкоширотных водных масс в конце позднего байоса (конец фазы Michalskii) с формированием экотонной области Среднерусского ОБ определялось прежде всего тектоническими процессами прогибания и сопровождалось заметными палеоклиматическими изменениями на юго-востоке ВЕП.

4. Впервые для востока Русской плиты составлены региональные карты кайнозойских и плиоцен-четвертичных напряжений, сделанные разными методами и коррелирующиеся одна с другой. Выполненные для столь крупной платформенной области исследования являются новаторскими не только для территории России, но и для Евразии в целом, где напряженное состояние детально изучалось только для сейсмически активного Альпийско-Гималайского пояса.

К числу важнейших результатов следует отнести разработку приёмов отображения взаимовлияния геодинамических систем. В частности установлено, что пространственные вариации реконструированного поля напряжений отражают давление на литосферу Восточно-Европейской платформы соседних с ней орогенов, активных в кайнозое (особенно позднем) и формировавшихся в обстановке коллизии плит: на юге – Кавказа и Копетдага, принадлежащих Периаравийской коллизионной области, а на востоке – Северного и Южного Урала (судя по всему, находящегося на этом отрезке в зоне воздействия Перииндийской коллизионной области).

Показана важность тектоно-динамического анализа при решении региональных и практических вопросов. Это тем более актуально, что сейчас большие усилия тратятся на производство в пределах рассматриваемой территории геологического доизучения листов геологической карты 1: 200 000 масштаба (ГДП-200), куда в пакет материалов входят карты новейшей тектоники и геоэкологии.

Полученные результаты показывают, что задачи, поставленные на период исследований 2012-2014 гг. полностью выполнены.

Результаты НИР должны быть использованы при проведении государственной геологической съёмки масштаба 1: 200 000, региональных поисково-разведочных работ, актуализации региональных стратиграфических схем и разработке государственной стратегии в части рационального недропользования и повышения ресурсного потенциала Российской Федерации.

Полученные в ходе исследований оригинальные материалы прошли государственную экспертизу в ходе защит ряда научно-производственных отчётов, обобщены в научных статьях и коллективных монографиях, рассматривались экспертами РФФИ, докладывались и обсуждались на технических советах научно-производственных геологических организаций Российской Федерации.

По глубине решаемых проблем и широте охвата материала уровень выполнения НИР может служить ориентиром в области изучения осадочных бассейнов.

Полученные оригинальные материалы отражают новые подходы к изучению сложных многокомпонентных систем и очерчивают направления дальнейших исследований в области региональной геологии ВЕП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Осадочные бассейны: методика изучения строения и эволюции // Ред. Ю.Г. Леонов, Ю.А. Волож. Тр. ГИН РАН. Вып. 543. М.: Научный мир, 2003. С. 21-23.
2. Геодинамика и возможная нефтегазоносность Мезенского осадочного бассейна. Аплонов С.В., Бурзин М.Б., Вейс А.Ф., Владимирова Т.В., Горбачёв В.И., Капустин И.Н., Коваленко В.С., Лебедев Б.А., Махоткин А.И., Расомахин В.Я., Сапожников Р.Б., Симоненко Л.А., Сулейманов А.К., Тимошенко О.К., Тимошенкова Н.В., Фёдоров Д.Л., Хисамов Р.С., Чамов Н.П., Ченборисова Р.З., Ширококов В.Н. СПб.:Наука, 2006. - 319 с.
3. Геология и полезные ископаемые России // В шести томах. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России // Ред. Б.В. Петров, В.П. Кириков. С.-Пб: ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
4. Разломы земной коры Беларуси. // Под ред. Айзберга Р.Е.. Минск: Красико-Принт, 2007. 372 с.
5. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС: В 2 т. + комплект цветных приложений. — М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010. Т. 1. 408 с. + 48 с. цв. вкл. Список литературы помещен во второй том. (РОСНЕДРА, РАН, ГЕОКАРТ).
6. Тектоническая карта Белого моря и прилегающих территорий м-ба 1 : 500000. Ред. М.Г. Леонов, Г.С. Казанин. Отв. Ред. А.С. Балугев. ГИН РАН, МАГЭ, Институт геологии Карельского НЦ РАН. 2010.
7. Чамов Н.П. Строение и развитие Среднерусско-Беломорской провинции в неопротерозое. // Автореф. дисс. доктора геол.-мин. наук. по спец. 25.00.01 – Общая и региональная геология. М.: 11-й Формат. 2013. 48 с.
8. Веретенников Н.В., Махнач А.С., Лапцевич А.Г., Шкуратов В.И. Стратиграфическая схема рифейских отложений Беларуси // Літасфера. № 1 (22). 2005. С. 27-35.
9. Кузьменко Ю.Т., Шик С.М. Уточненная стратиграфическая схема рифейских отложений Центральной части Европейской России (восточная часть Оршанской впадины, Крестцовский и Солигаличский авлакогены // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2006, т. 81, Вып. 2. С. 29-39.
10. Гейслер А.Н. Опыт геохронологических сопоставлений и палеогеография отложений позднего протерозоя северной и центральной частей Русской платформы // Мат-лы по геол. европейской территории СССР. Л.: Недра, 1966. С. 32-57.
11. Чамов Н.П., Костылева В.В., Вейс А.Ф. Строение докембрийского осадочного чехла и верхней части фундамента Среднерусского авлакогена и Оршанской впадины (Восточно-Европейская платформа) // Литол. и полез. ископ. 2010. № 1. С. 63-98.

12. Геология Беларуси. Под ред. Махнач А.С., Гарецкого Р.Г., Матвеева А.В. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.
13. Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность / Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н., Парасына В.С., Днистрянский В.И. и др.. М.: Научный мир, 2013. 258 с.
14. Сельцер В.Б. Бореальное событие в раннебятском бассейне юго-востока Русской плиты // Палеонтология и совершенствование стратиграфической основы геологического картографирования. Материалы LV сессии Палеонтологического общества при РАН. Санкт-Петербург, 2009. С. 131-132.
15. Митта В.В., Захаров В.А., Барсков И.С., Сельцер В.Б., Иванов А.В. Верхний байос и нижний бат окрестностей Саратова: малакологическая характеристика и биостратиграфия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 5. С. 32-45.
16. Митта В.В., Дитль Г. Слои с *Garantiana* в верхнем байосе Среднего Поволжья // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. М.: ПИН РАН, 2012. С. 91-94.
17. Митта В. В., Костылева В.В., Л. А. Глинских, Б. Н. Шурыгин, И. А. Стародубцева. Стратиграфия средней юры юго-запада республики Татарстан // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014, Т. 22. № 1. С. 1-16.
18. Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O., Glinskikh L., Shurygin B., Seltzer V., Ivanov F., Urman O. Biostratigraphy and sedimentary settings of the Upper Bajocian-Lower Bathonian of the vicinity of Saratov (Central Russia) // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 271/1. 2014. P. 95-121.
19. Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. М.: ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. 64 с. + 14 л.
20. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Новосибирск: Параллель. 2009. 680 с.
21. Копп М. Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Тверитинова Т.Ю., Васильев Н.Ю., Корчемагин В. А., Макарова Н.В., Мострюков А.О., Иоффе А.И. Кайнозойские напряжения востока Русской плиты, Южного и Среднего Урала: Методические, теоретические и прикладные аспекты // Отв. ред. Ю.Г. Леонов, М.Л. Копп. Тр. ГИН. Вып. 610. М.: ГЕОС, 2014. 88 с. 2 цв. вкладки с картами.
22. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. Тр. ГИН РАН. Вып. 552. М.: Наука, 2004. 340 с.
23. Копп М.Л. Новейшая деформация Южного Урала и Мугоджар и ее вероятное происхождение. // Геотектоника. 2005. № 5. С. 36-61

24. Копп М.Л. Денудационные уступы как индикатор региональных неотектонических напряжений // Геотектоника. 2011. № 5. С. 71-90.

25. Копп М.Л., Никонов А.А., Колесниченко А.А. Структура, геодинамика и сейсмичность района Вятских дислокаций (Казанско-Кажимский авлакоген северо-востока ВЕП) // Геологическая среда, минерагенические и сейсмоструктурные процессы. Мат-лы XVIII междунар. конф., 24-29 сентября 2012. Воронеж: Научная книга. 2012. С. 153-157.

26. Копп М.Л., Вержбицкий, В.Е., Колесниченко А.А., Тверитинова Т.Ю., Васильев Н.Ю., Корчемагин В.А., Мострюков А.О., Иоффе А.И. Новейшее поле напряжений востока Русской плиты и Урала по макро- и мезоструктурным данным // Геотектоника. 2014. № 4. С. 23-43.

27. Леонов Ю.Г., Гущенко О.И., Копп М.Л., Расцветаев Л.М. Взаимосвязь позднекайнозойских напряжений и деформаций в Кавказском секторе альпийского пояса и его северном платформенном обрамлении // Геотектоника. 2001. № 1. С. 36-59.

28. Гущенко О.И. Кинематический принцип относительной хронологии палеонапряжений (основной алгоритм тектонического стресс-мониторинга литосферы) // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. Тр. ГИН РАН. Вып. 515. М.: Наука. 1999. С. 108-125.