

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРИИ СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Введение

В 2001 г. исполняется 20 лет Лаборатории структурной геологии Института геологии УНЦ РАН. Первые ее исследования ориентировались на изучение строения краевых прогибов как пограничных зон между основными элементами структуры земной коры — платформами и складчатыми областями. Их взаимоотношения всегда оставались главной проблемой структурной геологии. Один из ведущих тектонистов СССР, академик Н. С. Шатский считал, что формирование структуры платформ теснейшим образом связано с движениями в соседних складчатых геосинклиналях и предложил выделять два морфотипа таких сочленений: посредством краевого шва или формирования краевого (предгорного) прогиба. Предгорные прогибы, следовательно, являются благоприятными объектами для выяснения характера структурных связей геосинклиналей и кратонов, геодинамических условий их формирования, происхождения в них складчатых дислокаций и других важных вопросов структурной геологии. Следует, наверное, учесть, что в те годы, то есть в 70-е и начале 80-х годов прошлого века, в геологии существовало несколько точек зрения на характер структуры земной коры нашей планеты. Согласно одной из них, она имеет блоковое строение — состоит из тектонических форм, разделенных вертикальными разломами. Согласно второй, земная кора просто складчатая, складки формируются в процессе волнообразных (восходящих и нисходящих) колебательных движений, обусловленных эндогенными процессами внутри Земли. Третья группа исследователей придает решающее значение надвиговым дислокациям при образовании структуры земной коры.

Можно заметить, что краевые прогибы были выбраны нами в качестве начальных объектов исследования еще и потому, что в них были проведены в большом объеме бурение, геофизика и геологическая съемка, что дало богатый фактический материал, требовавший научного осмысления. Изучение геологической структуры, в основном, велось геологосъемщиками и нефтеразведчиками. В Башкортостане этим занимались объединения Башкиргеология и Башнефть, представлявшие в качестве итогов своих исследований геологические либо структурные карты и планы на отдельные районы или детальные участки. Геологосъемщики осуществляли геологическое картирование

1 : 50 000 или 1 : 200 000 масштаба отдельных листов государственной разграфки территории бывшего СССР. Листы (часто соседние) картировались различными исполнителями, с различных точек зрения рассматривавших механизмы природных процессов. В результате рядом расположенные площади оказывались не стыкующимися по геологии друг с другом. Нефтеразведчики представляли обычно структурные схемы по маркирующим, либо продуктивным горизонтам осадочного разреза разбуриваемых площадей, где основным являлся показ пликативных положительных структур — потенциальных объектов поиска углеводородов. При этом дизъюнктивные дислокации, как правило, старались не выделять, так как последние считались неблагоприятными (разрушающими углеводородные залежи) факторами.

За двадцатилетний период работы можно наметить три основных направления научных исследований по структурной геологии:

1. *Структурная геология краевых прогибов;*
2. *Структурная геология и сравнительный анализ складчатых областей;*
3. *Структурная геология юго-востока Восточно-Европейской платформы.*

Структурная геология краевых прогибов

Основным объектом исследования этого направления являлся Предуральский краевой прогиб — крупнейший линейный структурный элемент Восточно-Европейской платформы, прослеживающийся вдоль западного склона Урала от Баренцева моря до Прикаспия на 2500 км. Менее детально с целью сравнения рассмотрены некоторые краевые прогибы окраин Восточно-Европейской (Предкарпатский, Предальпийский, Предпиренейские), Северо-Американской (Преаппалачский, Предкордильерский) и Аравийской (Месопотамский) платформ. Это позволило выявить общие закономерности их строения и геологической эволюции, а также установить особенности и причины протекающих тектонических процессов, зафиксированных образованием элементарных тектонических форм, их пространственным размещением и взаимоотношениями между собой. Рассмотренные характеристики краевых прогибов с несомненностью свидетельствуют об однотипности их геологического строения. Они возникают на утоняющемся в сторону

соседней геосинклинали крае платформы в близких геологических условиях и развиваются на платформенном основании. То есть *краевые прогибы должны сопровождать все геосинклинальные зоны как древние, так и молодые*. Однако, некоторые из них полностью, либо частично оказываются тектонически перекрытыми геосинклинальными образованиями, так что в современном плане их выходы носят фрагментарный характер и, поэтому, не всегда выявляются.

Существовавшие до этого представления о том, что краевые прогибы разного (герцинского, киммерийского, альпийского) возраста отличаются по тектоническому строению и геологическому развитию и, следовательно, должны разделяться на определенные возрастные типы, оказались ошибочными. Не подтвердилось и мнение, что прогибы, прилегающие к молодым платформам, имеют в основании платформенный чехол, а располагающиеся вдоль древних — развиваются на гетерогенном основании, то есть внутренняя их зона должна формироваться на складчатой структуре геосинклинали, а внешняя — на жестком цоколе платформы.

Главными результатами разработки данного направления являются:

- *Тектоническое развитие краевых прогибов четко зафиксировано в размещении на их территории различных по составу фаций, объединяемых в единый латеральный ряд: рифовую — депрессионную — молассовую* [Казанцев, 1984]. Внешние контуры прогибов определяются зоной распространения барьерных рифовых массивов, внутренние — зоной морских и континентальных моласс, как правило, перекрытых надвигом орогенных областей (рис. 1).

- *Доказано чешуйчато-надвиговое строение краевых прогибов мира* (рис. 2), тем самым установлен латеральный характер основных тектонических движений, обусловленных боковым давлением, распространявшимся из соседней геосинклинали в сторону платформы. *Надвигообразование явилось главным процессом, создавшим структуру и вещественное выполнение краевых прогибов. Ложе и выполнение краевых прогибов расчленено надвигами на множество тектонических аллохтонов, выходы которых в плане прослеживаются полосами параллельно сопредельной складчатой области. Интенсивность дислоцированности краевых прогибов последовательно возрастает в направлении от платформы к геосинклинали* [Казанцев, 1984; Казанцев, Камалетдинов, 1977 и др.].

Широкое развитие надвиговых дислокаций в краевых прогибах устанавливалось по мере продолжения здесь бурения поисково-разведочных скважин, постоянно обнаруживавших разрывные дислокации практически на подавляющем большинстве разбуриваемых площадей. Тем не менее, в соответствии с существовавшими тогда представлениями о подчиненности надвигов пликативным дислокациям, последние на

структурных картах рисовались лишь в пределах антиклинальных складок короткими, не соединяющимися между собой отрезками [Виссарионова и др., 1966].

Давно было известно, что детально исследованный Предкарпатский прогиб обладает отчетливой чешуйчато-надвиговой структурой, сформированной тангенциальными движениями, направленными со стороны Карпатской складчатой области [Вялов и др., 1966; Глушко, 1968; Буров и др., 1980; Обоснование ..., 1977 и др.]. Строение же Предуральского прогиба рассматривалось (да и сейчас некоторыми производственными геологами рассматривается) как блоковое. Лишь позднее было обнаружено широкое развитие надвиговых дислокаций, создавших основной структурный рисунок прогиба (рис. 3).

- Проведена типизация структурных элементов краевых прогибов: *главными структурными формами в них признаны тектонические чешуи, пластины и покровы (шарьяжи), смятые в складки* (рис. 4).

- *Впервые определены роль и генезис сдвиговых дислокаций, осложняющих движущиеся аллохтоны, образуя в них блоки, смещенные друг относительно друга по латерали и меняющие характер и амплитуду латерального перемещения. Установлено, что сдвиги являются вторичными по отношению к надвигам структурными элементами, в то же время, изменяющими морфологию затрагиваемых складчатых дислокаций* [Казанцев, 1981].

Наиболее хорошо изучены сдвиги в междуречье Нугуша, Белой и Большого Ика на Южном Урале. Здесь в отдельных обнажениях в зоне сдвига удается наблюдать интенсивную дислоцированность пород с образованием зон тектонических брекчий мощностью в несколько метров, насыщенность трещинами с зеркалами скольжения и участками механического перетирания. Слои приобретают дополнительную мелкую складчатость, часты подвороты пластов вдоль линий нарушений. Особенно значительны по масштабам смещения Ашинский, Юрюзанский, Полюдовский сдвиги внутреннего крыла Предуральского прогиба. Из них Полюдовский выражен довольно мощной (ширина 1–4 км) зоной брекчий, в которой присутствуют обломки и глыбы пород обширного стратиграфического диапазона. Сюда затасаны мергели и известняки верхнего рифея, песчаники такатинской свиты эйфеля, известняки и доломиты верхнего девона и нижнего карбона, а также известняки нижней перми.

О большой амплитуде Полюдовского сдвига, измеряемой несколькими десятками километров, и грандиозности масштаба смещения по нему свидетельствует характер сопровождающих его дислокаций. Складчатые формы здесь отчетливо вытянуты вдоль зоны разрыва и имеют секущее по отношению к структурам Урала и Предуралья простирание. На северном отрезке сдвига, вдоль его западного крыла, в бассейне широтного те-

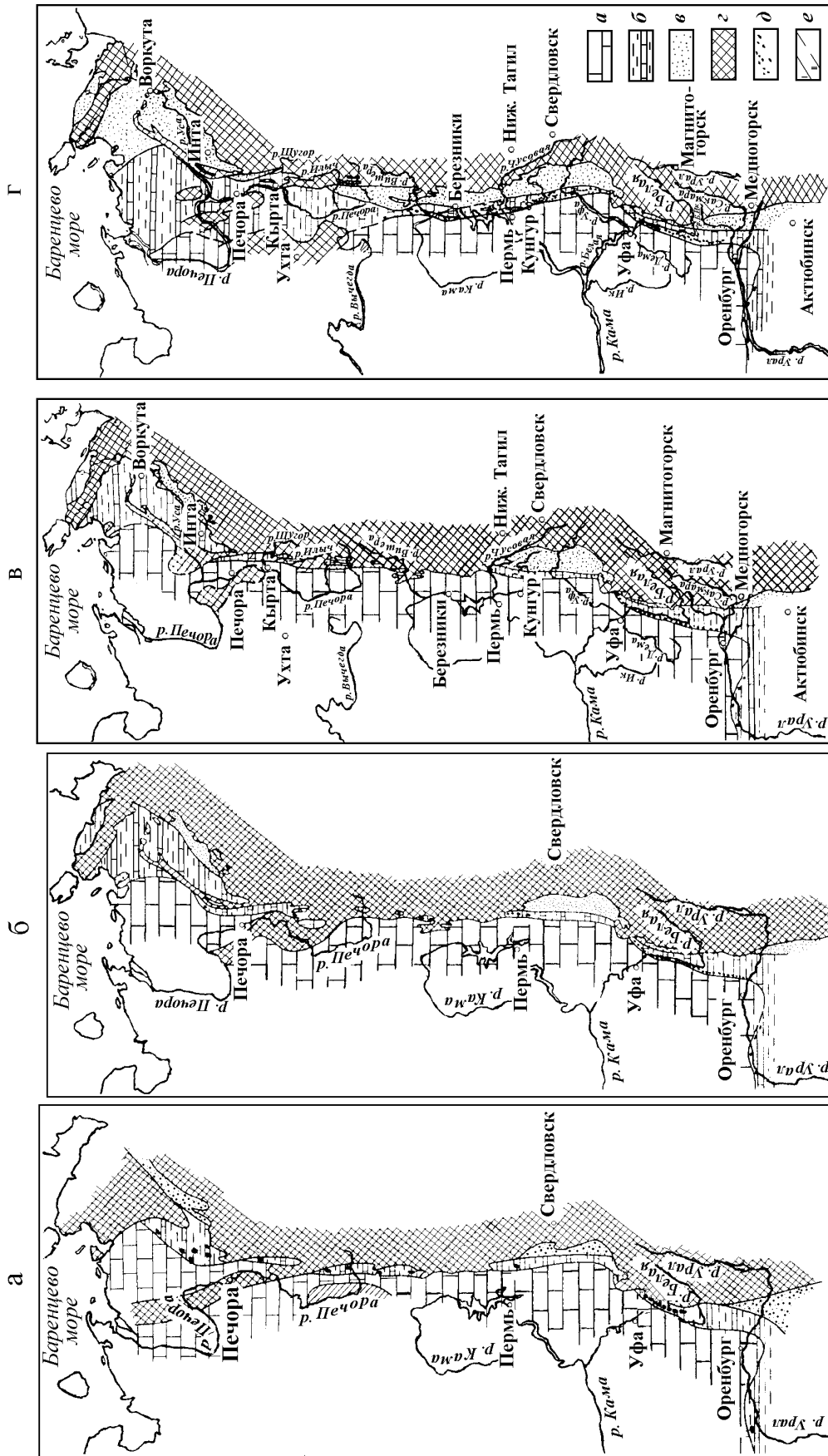


Рис. 1. Схема фаций Предуралья в позднекаменноугольный (а), ассельский (б), сакмарский (в) и артинский (г) века [Казанцев, 1984]

фаии: а – платформенные, б – депрессионные, в – область современного отсутствия соответствующих отложений; д – рифовые массивы, выявленные (I) и предполагаемые (II)

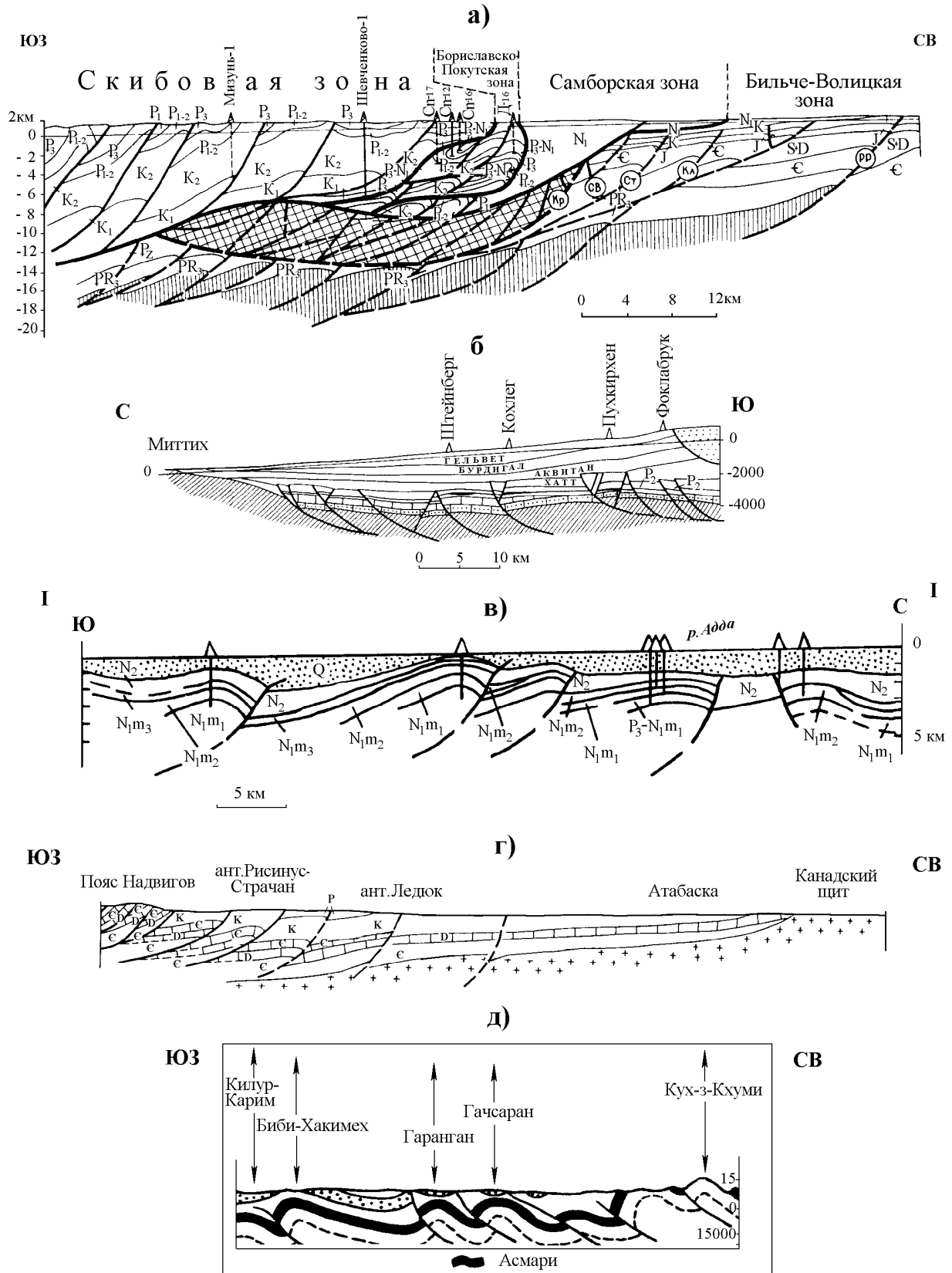


Рис. 2. Чешуйчато-надвиговое строение Предкарпатского (а), Предальпийского (б), Паданско-Маркского (в), Предкордильерского (г) и Месопотамского (д) краевых прогибов [Казанцев, 1984]

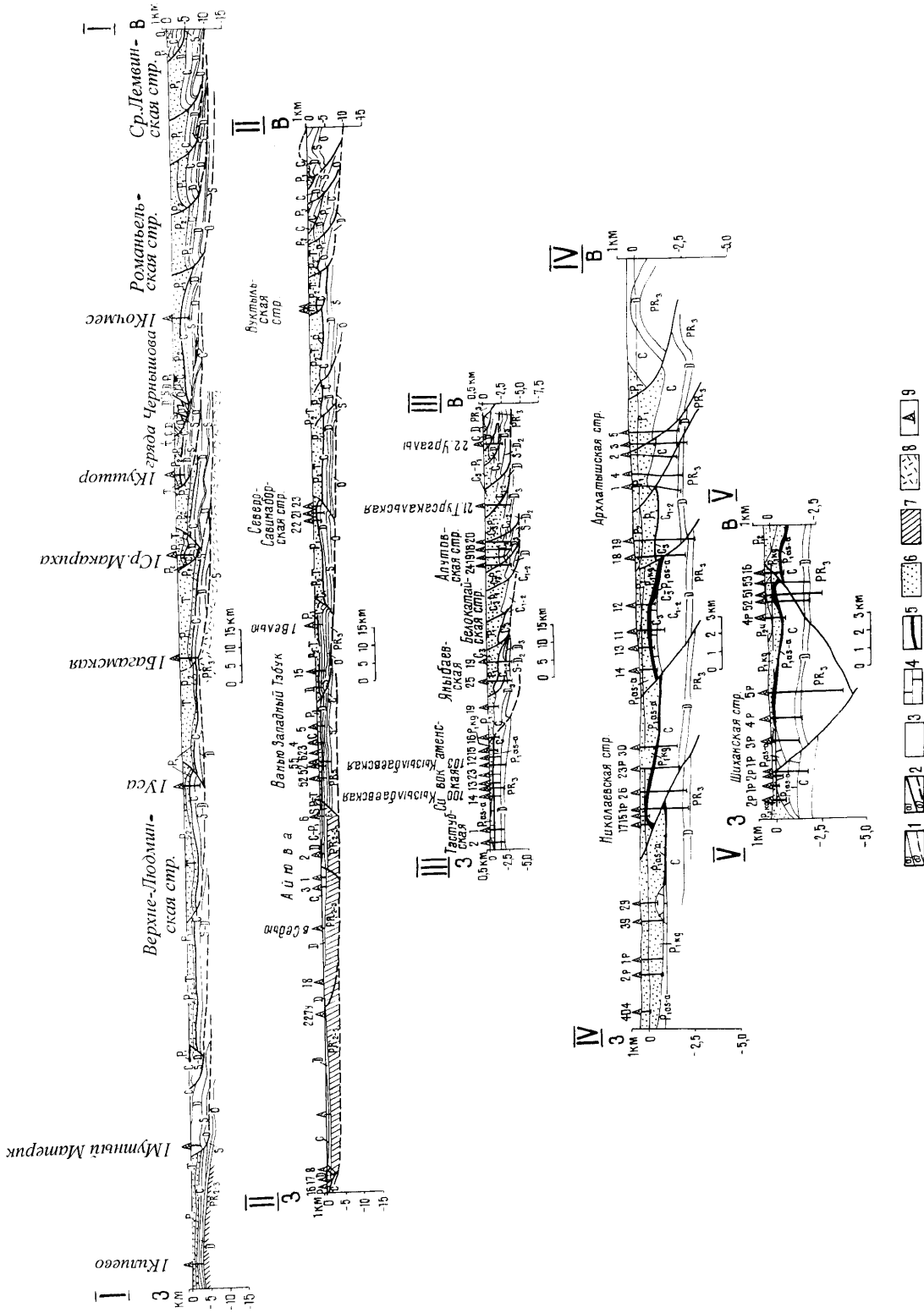


Рис. 3. Геологические разрезы Предуральского прогиба (I–II – на широте Хорейверской, II–III – Верхнелепечорской, III–III – Юрюзанно-Сылвинской, IV–IV – Бельской впадин; V–V – через Шиханский клиновидный блок). Составил Ю. В. Казанцев в 1977 г.

1 – стратиграфические границы достоверные (а) и предполагаемые (б); 2 – надви́ги установленные (а) и предполагаемые (б); 3 – платформенные, 4 – рифовые, 5 – депрессионные, 6 – молассовые; 7 – фундамент; 8 – скважины

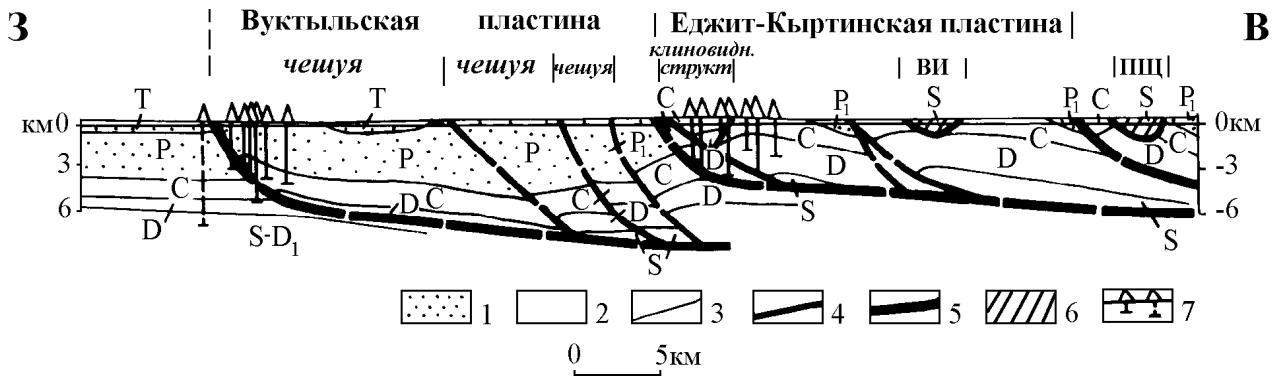


Рис. 4. Тектонические чешуи, пластины и покровы Предуральяского прогиба на примере Верхнепечорской впадины (по Ю. В. Казанцеву [1984])

Отложения: 1 – молассовые; 2 – платформенные; 3 – стратиграфические границы; 4 – надвиги, ограничивающие тектонические чешуи; 5 – то же, ограничивающие тектонические пластины; 6 – тектонические покровы: ВИ – Верхне-Илычский, ПЩ – Подчеремшчугорский; 7 – скважины

чения р. Низьвы, встречаются многочисленные тектонически спаянные блоки, сложенные породами верхнего рифея, венда и палеозоя в «полуловских» фациях. Размеры их в плане самые различные — от нескольких десятков метров до 4 км в поперечнике, но толщина, вероятно, небольшая, так как в самой долине р. Низьвы (у горы Камень Рассольный) гипсометрически ниже выходов рифейских пород обнажаются песчаники артинского яруса южной периклинали Исаневской складки.

Как установлено, все сдвиги представляют собой прямолинейные разрывы с преимущественно крутопадающими плоскостями смещения, раскалывающими одну или несколько тектонических чешуй поперек их простирания. Образованные вследствие этого отдельные части таких чешуй оказываются перемещенными на различные расстояния. При этом их латеральное движение происходило по поверхности надвига, ограничивающего снизу раскалываемую чешую [Казанцев, 1984].

При субвертикальной плоскости сместителя сдвига впервые его зону вскрыла скважина 2Г на Керченском полуострове Крыма [Казанцев, Бехер, 1988]. Сдвиг, названный Алексеевским, выделен сейсморазведочными исследованиями и подтвержден бурением (рис. 5). Сверху до глубины 2780 м скважиной были пройдены отложения верхнего, среднего (в объеме верхне- и нижнекерлеутского горизонтов) и нижнего (остракодовый и планоробелловый горизонты) майкопа (миоцен–олигоцен), а с глубины 2810 м — палеоцена, причем, его самых нижних частей. Далее скважина встретила верхне- и нижнемеловые породы. Выпадение из разреза эоценовых и частично палеоценовых слоев в скв. 2Г обусловлено сдвиговым нарушением, благодаря которому западный блок оказался перемещенным на 600 м на север по отношению к восточному. В результате скважина, забурившаяся на восточном блоке, пересекла зону нарушения и вошла в западный блок. При этом

в первом она прошла южное крыло Горностаевской антиклинали, а во втором — ее свод. Поверхность сместителя сдвига наклонена на северо-восток под углом 85°. Бурением также установлено, что на глубине Алексеевский сдвиг не прослеживается ниже Горностаевского надвига (см. рис. 5).

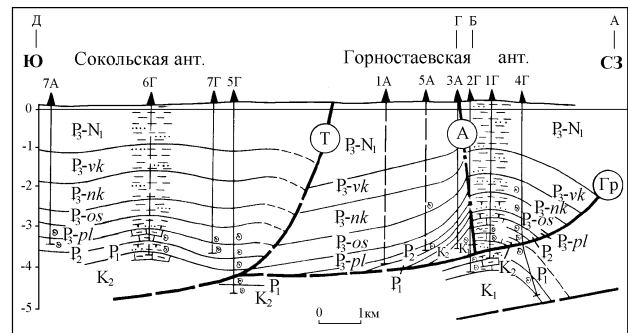


Рис. 5. Вскрытая скважинами плоскость Алексеевского (А) сдвига на Горностаевской антиклинали (Керченский полуостров)

- Складки всегда являются вторичными структурными формами, производными от надвигов. Дисгармоничные складки, присущие глиняным и соляным толщам осадочного разреза краевых прогибов, возникают в режиме горизонтального сжатия, а развиваются в дальнейшем с участием гравитационных сил (рис. 6).

- Доказано, что формирование структуры краевых прогибов было многоэтапным. Это зафиксировано в уменьшении амплитуды надвигания с возрастом, в изменении морфологии фронтальных складок, наличии перерывов и несогласий внутри толщ в различные интервалы времени, в характере смещения друг относительно друга рифовых построек разного возраста и пр. [Казанцев, 1984].

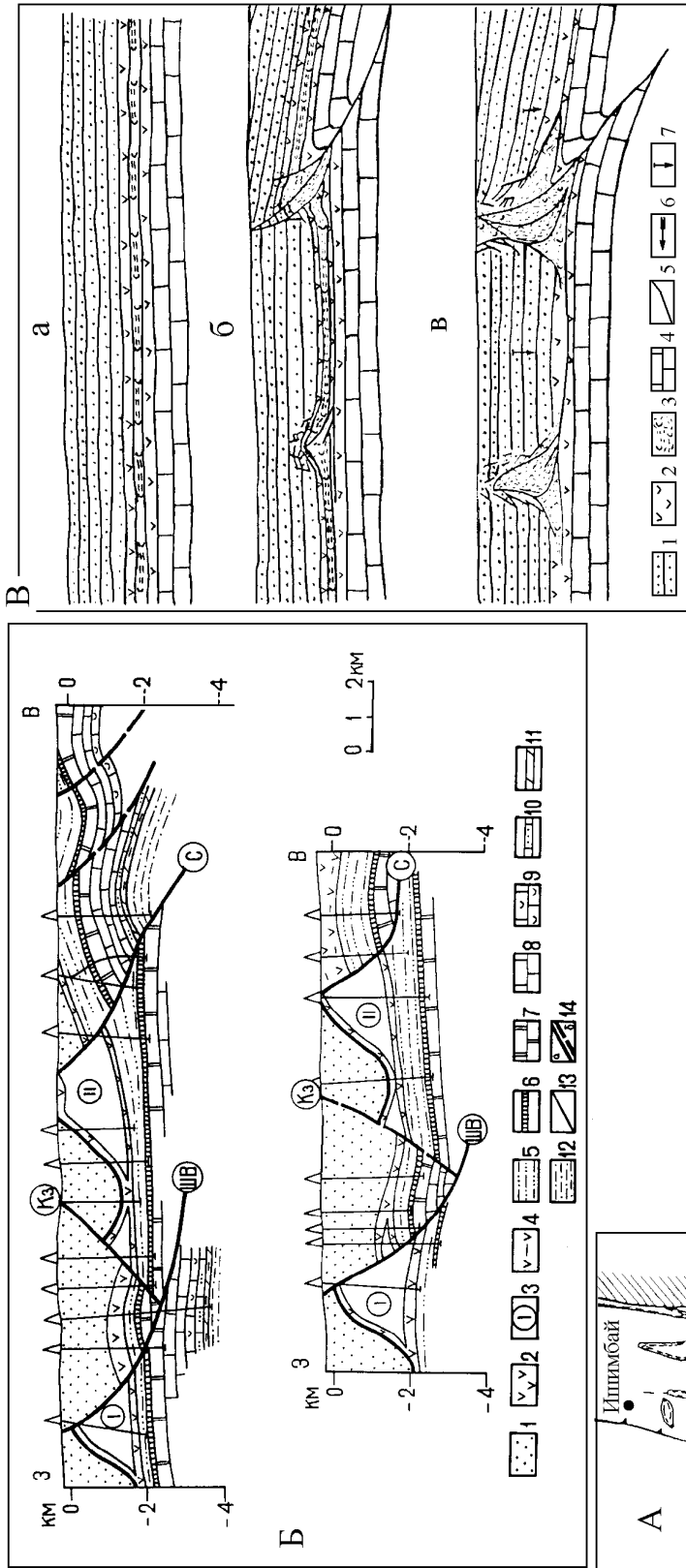


Рис. 6. Схема распространения галогенных структур кунгура (А), геологические разрезы (Б) через Воскресенский и Александровский кунгурские валы в долине широтного течения р. Нугуш (а) и в 17 км южнее (б) и предполагаемый механизм (В) формирования соляных структур Предуральяского прогиба (по Ю. В. Казанцеву [1984])

Условные обозначения для схемы (А): 1 – западная граница впадины; 2 – область отсутствия отложений кунгура; 3 – соляные поднятия; 4 – оси кунгурских валов; 5 – линии геологических разрезов. Валу: М – Мелеузский, С – Саратовский, В – Воскресенский, А – Александровский, И – Ибрагимовский

Условные обозначения для разрезов (Б): 1 – песчаники, алевролиты, аргиллиты верхнего отдела перми; 2 – гипсы, ангидриты кунгурского яруса; 3 – соли; 4 – затисованные песчаники, алевролиты, аргиллиты; 5 – песчаники, алевролиты, аргиллиты ассельского, сакмарского и артинского ярусов; 6 – известняки, мергели, аргиллиты верхнего карбона; 7 – известняки и доломиты среднего карбона; 8 – известняки, доломиты с прослоями аргиллитов нижнего карбона; 9 – известняки верхнего девона; 10 – известняки, песчаники и аргиллиты среднего девона; 11 – мергели, доломиты, песчаники силура; 12 – песчаники, алевролиты, аргиллиты ашинской серии венда; 13 – залежь нефти; 14 – стратиграфические границы; 15 – линии надвигов (ШВ – Шиханско-Волостновского, Кз – Кинзебулатовского, С – Саратовского). Соляные валы: I – Воскресенский, II – Александровский

Условные обозначения для механизма (В): а – накопление осадков в бассейне, б – зарождение диапировых структур в условиях тангенциального сжатия, в – последующее формирование диапировых структур с участием гравитационных сил

• Дана характеристика структурной геологии Бельской, Юрюзано-Сылвинской, Соликамской и Печорско-Воркутинской впадин, описаны главные структурные формы: чешуи, пластины и покровы, составляющие «анатомический каркас» Предуральского прогиба в целом [Казанцев, 1984].

• В краевых прогибах Земного шара залежи нефти и газа развиты преимущественно во фронтальных частях надвиговых структур. Закономерное размещение антиклинальных складок — потенциальных ловушек нефти и газа — вдоль надвигов позволяет наметить главные направления их поиска, а также предложить более эффективную методику их выявления. В Предуральском прогибе на территории РБ с ее помощью открыт ряд (Бакракское, Архангельское, Беркутовское и др.) нефтяных и газовых месторождений.

• В течение 1998–1999 годов были проанализированы последние материалы бурения и геолого-геофизических исследований по структуры и нефтегазоносности южной половины Юрюзано-Сылвинской впадины Предуральского прогиба на территории Республики Башкортостан. Работа проводилась в рамках выполнения программы «Геология нефти и газа Башкортостана. Фундаментальные теоретические разработки» Академии наук РБ. Ее выполнение [Казанцев, Казанцева, Загребина, Газизова, 1999] обусловлено просьбой администрации северо-восточных районов Республики, высказанной на научно-практической конференции АН РБ «Северо-восточный регион Башкортостана: актуальные проблемы и пути их решения», прошедшей в июне 1996 г. в с. Большеустьикинское.

В результате здесь установлены субмеридиональное и северо-западное (представлено только во внешнем крыле впадины) простираения надвигово-складчатых дислокаций. Обнаружена многоярусность тектони-

ческой колонки западного склона Урала. Верхние ярусы, как правило, слагаются толщами пород, фациальный состав которых ближе к «уральскому» (флиш, моласса и др.), нижний же — представлен платформенными и субплатформенными фациями осадков (рис. 7). Верхние аллохтоны имеют небольшую толщину фронтальных частей, измеряемую сотнями метров — 1,0 км. Амплитуда их горизонтального смещения составляет десятки километров. Для нижних структур характерны аллохтонные формы в виде тектонических чешуй, либо пластин, перемещенных с востока на запад на расстояния сотен метров — первых километров. И, как результат: своды антиклиналей верхнего яруса структур не совпадают по вертикали с нижними, что требует иной технологии освоения недр нефтеразведчиками.

Структурная геология и сравнительный анализ тектоники складчатых областей

До 60-х годов прошлого столетия в структурной геологии складчатых (геосинклинальных) областей господствовали две альтернативные доктрины: фиксизм и мобилизм, с различных позиций объясняющие геологические явления и процессы, а также образование структур и полезных ископаемых. С начала 60-х годов идея о ведущей роли горизонтальных перемещений в процессе формирования геологических структур Урала получает мощный импульс развития. Документально подтверждается чешуйчато-надвиговое строение Урала как на юге [Камалетдинов, 1962, 1965, 1971, 1974; Камалетдинов, Казанцев, 1968; Камалетдинов и др., 1969; Казанцева, Камалетдинов, 1969; Казанцева, 1970; Руженцев, 1970, 1972; Пейве и др., 1971; Перфильев, Руженцев, 1973; и др.], так и в более северных районах [Наливкин, 1959; Чочиа, 1955; Плюснин, 1969; Камалетдинов, 1972, 1974; Юдин, 1974, 1978; Пучков, 1975; и др.].

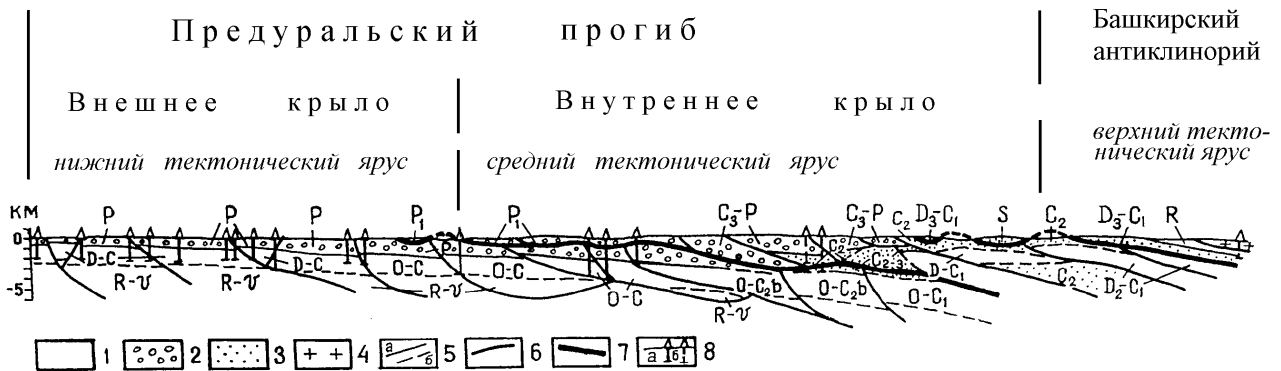


Рис. 7. Геологический разрез Юрюзано-Сылвинской впадины Предуральского прогиба на широте с. Ярославка. Составил Ю. В. Казанцев

1–3 — отложения: 1 — платформенные, 2 — молассовые, 3 — флишевые; 4 — гранитоиды; 5 — стратиграфические границы; 6 — надвиги; 7 — границы тектонических ярусов; 8 — скважины

Идейное мышление мобилизма на тот период развития наук о Земле отражено тектоникой литосферных плит (или новой глобальной тектоникой — НГТ), получившей в последние годы признание геологической общественности мира. В связи с этим значительная часть издаваемых трудов по вопросам, связанным с решением общей проблемы формирования земной коры, базируется на основных положениях НГТ. Соглашаясь с выводами последней для начальных стадий развития литосферы — стадии растяжения, мы не находим, однако, возможным распространять ее влияние на созидательный период истории складчатых областей — стадию сжатия, когда протекают все основные процессы, формирующие земную кору континентов. В Институте геологии была разработана новая теория формирования земной коры, в основе которой лежит признание короформирующей роли надвигов и шарьяжей, в связи с чем она названа **шарьяжно-надвиговой** [Казанцева, 1981, 1987; Камалетдинов, Казанцева, Казанцев, Постников, 1991; и др.].

Основной задачей этого направления являлось картирование структуры различных складчатых регионов с целью установления роли вертикальных и горизонтальных тектонических движений в процессе формирования земной коры планеты.

Главным объектом в изучении структурной геологии был, прежде всего, Южный Урал [Казанцев и др., 1990, 1992, 1994; и др.], где наиболее исследованным на тот период являлся Магнитогорский синклинорий. Последний на западе контактирует с Уралтауским антиклинорием, на востоке — с Восточно-Уральским поднятием. В сложении его принимают участие образования ордовика — карбона, представленные субплатформенными, миогеосинклинальными и эвгеосинклинальными формациями. Широко развиты здесь тела интрузивов от ультраосновного до кислого состава. Перечисленные комплексы пород надвинуты на Уралтаускую структуру, а затем смяты в складки совместно с породами постели. Основным сместителем является Главный Уральский надвиг (ГУН). Его поверхность наклонена на восток в разных местах под различными углами. В основании надвинутой структуры располагается серпентинитовый меланж. Наиболее крупные (свыше 1 км в поперечнике) блоки интрузивных, вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород среди меланжа рассматриваются как «осколки» располагавшихся выше, ныне размытых, тектонических покровов.

Наиболее доступен обзору общий вид Магнитогорской структуры в ее северной центриклинали. Здесь на широте г. Миасса, а также несколько севернее, на сравнительно небольшом пространстве можно наблюдать обнажающееся ложе аллохтона. Оно представлено отложениями девона — карбона, нарезанными продольными надвигами на тектонические чешуи,

прослеженные полосами субмеридионального простирания и надвинутые друг на друга с востока.

К югу основание Магнитогорской структуры погружается и оказывается перекрытым аллохтонами соседних с востока формационных зон, в последующем смятых в складки. Такое совместное складкообразование привело к тому, что целые ансамбли аллохтонов либо оказались объединенными в синформы, либо, напротив, разделенными на локальные тектонические покровы. Внутренняя структура Магнитогорского синклинория представилась нам как сложное сочетание синформ и покровов, совместно дислоцированных, затем уничтоженных эрозией над сводами положительных структур. При этом часть аллохтонов осложнена более молодыми надвиговыми дислокациями, другие возобновили движение после перекрытия их тектоническими покровами по сместителям, существовавшим ранее в подстилающих отложениях.

В результате исследований тектоники Магнитогорского синклинория установлен надвиговый стиль формирования его структуры. В нем выделены и доказаны многочисленные надвиговые, надвигово-складчатые и надвигово-сдвиговые дислокации и дана их характеристика. С помощью надвигов структура синклинория расчленена на тектонические чешуи, пластины и покровы, перемещенные с востока и нагроможденные друг на друга (рис. 8, 9).

- Обнаружено, что многие дислокации, возникшие автономно в начальные этапы, продолжали затем развиваться синхронно с появившимися в более поздние периоды. В результате большинство структурных форм заканчивало свое развитие одновременно с формированием Уральского орогена (некоторые из них продолжают жить и поныне), тогда как время их возникновения различное.

- Установлены факты тектонического перекрытия одних покровов другими, а также расчешуивание покровов, свидетельствующее о многократности периодов структурообразования на Урале.

- Основными структурными формами в Магнитогорском синклинории являются разноразмерные тектонические покровы, образующие синформы, выполненные различными формационными комплексами и многократно перемещенные на запад.

- Доказано, что синформы разновозрастны и запечатываются определенными стратиграфическими горизонтами. Выявлено, что верхние синформы представлены более древними, чаще эвгеосинклинальными породами, нижние — молодыми и чаще миогеосинклинальными и субплатформенными осадками. Вся система оказалась ограниченной снизу единой зоной серпентинитового меланжа, являющейся границей Магнитогорской мегасинформы (см. рис. 9).

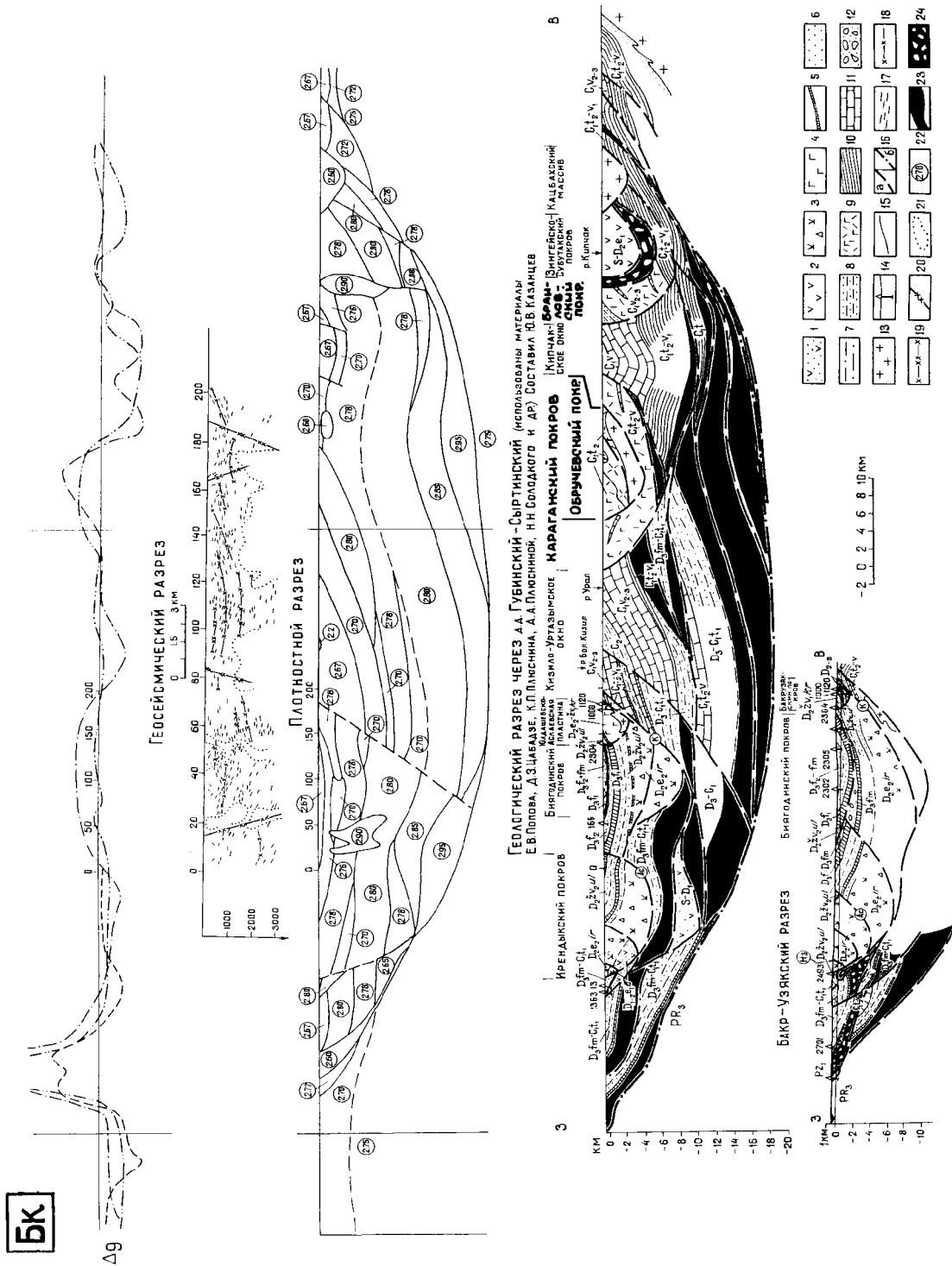


Рис. 8. Тектонические чешуи, пластины и покровы Магнитогорского синклиния на Бакузьянском геолого-геофизическом разрезе [Казанцев и др., 1992]
 1 – туфы андезитов; 2 – вулканиты среднего состава; 3 – туфы андезито-базальтов; 4 – вулканиты основного состава; 5 – кремни, кремнистые сланцы; 6 – песчаники; 7 – метаморфические сланцы; 8 – флиш; 9 – вулканиты контрастной формации; 10 – глинистые, кремнистые, углито-кремнистые сланцы; 11 – карбонатные породы; 12 – олигостром; 13 – граниты; 14 – скважины; 15 – стратиграфические границы; 16 – надвиги; а – установленные, б – предполагаемые; 17 – сейсмические отражающие площадки; 18, 19 – сейсмические границы; 18 – линейных тел, 19 – разрывных нарушений; 20 – область отсутствия отражений; 21 – плотность, г/см³; 22 – гипербазиты; 23 – серпентинитовый меланж

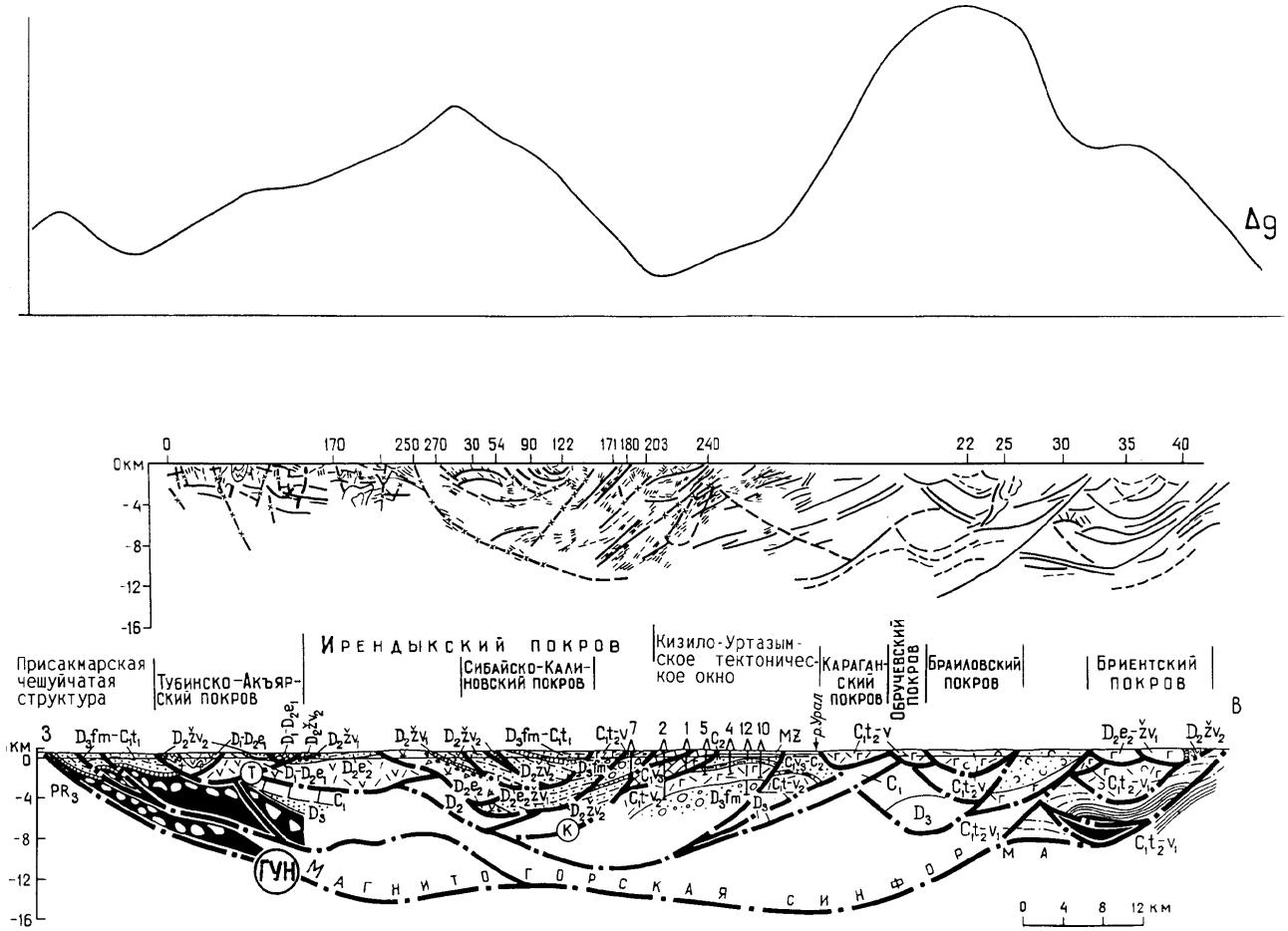


Рис. 9. Геолого-геофизический разрез Магнитогорской мегасинформы на широте с. Юлдыбаево (по Ю. В. Казанцеву и др. [1992])

Условные обозначения см. рис. 8

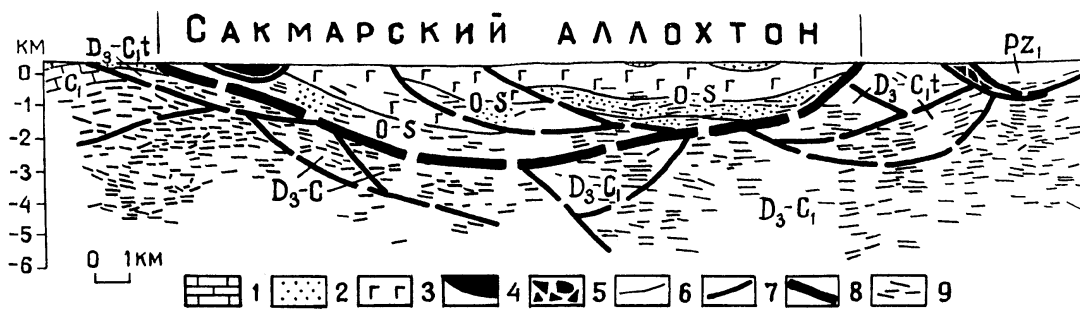


Рис. 10. Геолого-геофизический разрез Сакмарского аллохтона. Составил Ю. В. Казанцев с использованием данных отчета по сейсморазведке 1964 г. (авторы В. П. Коньчев, Ю. В. Белов)

1–3 – отложения: 1 – преимущественно карбонатные, 2 – терригенные, 3 – вулканогенные; 4 – ультрабазиты; 5 – серпентинитовый меланж; 6 – литологические границы; 7 – надвиги; 8 – подошва Сакмарского аллохтона; 9 – сейсмоотражающие площадки

• Установлен, закартирован и детально описан Сакмарский аллохтон (синформа) на западном склоне Южного Урала (рис. 10).

• Детально закартированы, прослежены на сотни километров по простиранию и подробно описаны тонкочешуйчатые аллохтоны Главной Уральской и

Ларинско-Миасской систем надвигов, падающих навстречу друг другу и соединяющихся на глубине, образуя подошву Магнитогорской мегасинформы [Казанцев и др., 1990].

- Установлены и детально откартированы аллохтонные массивы гранитоидов (Хребтовый, Кассельский, Кацбахский и др.), габбро (Амамбайский), гипербазитов (Казьмадемьяновский, Сыростанский и др.), а также областей распространения серпентинитового меланжа [Казанцев и др., 1990, 1992].

Изучение граничных зон массивов показало, что интрузивные породы несут здесь следы интенсивного дробления и метасоматических изменений, что устанавливается по отдельным обнажениям, доступным наблюдению. Петрографические определения свидетельствуют о том, что породы южных массивов близки к габбро океанического типа. В таком случае их следует считать тектоническими покровами или останцами ГУНа. При этом покровы могут частично перекрывать несколько соседних чешуй. Один из них — Атлянский представлен одноименным гранитным массивом изометричной формы, размером около 6 км в поперечнике. Он покоится на флишевых и терригенных, а также глинисто-карбонатных отложениях верхнего девона — нижнего карбона, осложненных пликативными и дизъюнктивными дислокациями. Общий рисунок структуры на этом участке отражает разную компетентность пород при деформации. После аллохтонизации Атлянский покров, очевидно, представлял собой жесткое тело, способное самостоятельно передавать боковое давление соседним породам при последующих этапах горизонтального сжатия. В результате компетентные толщи продолжали движение на запад, а пластичные сминались в складки, либо выдавливались из-под более жестких образований.

Сыростанский покров сложен гипербазитами и габбро, образующими горный массив к востоку от одноименного населенного пункта. Покров вытянут в северо-восточном направлении почти на 10 км, при ширине 4–4,5 км. Подстилают его карбонатные и терригенные породы нижнего карбона. В зоне надвигания отмечается интенсивное расщепление пород, оталькование и карбонатизация серпентинитов, будинач, катаклаз и милонитизация габбро. Известняки визейского яруса перед контактом смяты в мелкие складки.

Геофизическими исследованиями подошва Сыростанского покрова на западном крыле прослежена на 1,5–2 км, где представляет собой полого погружающуюся к центру массива поверхность. На юге, по данным бурения [Павленин, 1965 г.], она падает под покров под углами от 30 до 70°. На востоке углы наклона более крутые — 75–85°, что установлено скважинами на Таловском ультраосновном массиве в районе Наилинского месторождения. Здесь серпентиниты

подстилаются вулканогенно-осадочными отложениями среднего — верхнего девона.

Сыростанский покров разбит трещинами на отдельные массивы. Разбитость покрова на отдельные части и автономность их последующих движений восстанавливается с помощью элементов микротектоники, замеренных В. П. Ивановым на восточных склонах горы Известной. Последние отражают различную ориентированность векторов смещения для отдельных блоков.

Вдоль восточного края Сыростанского покрова картируется полоса серпентинитового меланжа: смесь обломков и глыб известняков нижнего — среднего девона, сцементированных расщепленными серпентинитами. Размеры отдельных глыб достигают нескольких километров в поперечнике. Тектонический меланж, подстилающий Сыростанский покров, развит повсеместно. Неоднократные перемещения аллохтона, очевидно, выдавили его из-под подошвы, максимально сгрудив лишь в отдельных участках.

К югу полоса аллохтонных гипербазитовых массивов продолжается телами Казьмадемьяновского и Нуралинского покровов, совмещенных в плане с выходом Главного Уральского надвига. Выделение их в ранг тектонических покровов обосновано также отчетливой конкордантностью по отношению к фронту ГУНа. Элементы границ структур прослежены по морфометрическим признакам с помощью дешифрирования аэрофотоснимков. Судя по этим данным, Казьмадемьяновский и Нуралинский аллохтоны перекрывают собой зону ГУНа [Казанцев и др., 1990]. Бескорневое положение Нуралинского массива (подстилается серпентинитовым меланжем) показано Г. Н. Савельевой и Е. А. Денисовой [1983].

- В Орском Зауралье, на восточном крыле Магнитогорского синклиория, выделены и описаны Ащибутакская, Теренсайская, Джаилганская, Киимбайская и другие аллохтонные структуры (рис. 11). Они сложены вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями нижнего — среднего девона, образующими крупные (длина 140–150 км, ширина 10–35 км) синформы [Казанцев и др., 1994]. Установлено аллохтонное положение Сибайско-Калиновской структуры, прослеженной в меридиональном направлении от горы Карамалыташ на юг до г. Орска на 260 км, при ширине 10–14 км. На юге Магнитогорского синклиория установлен и детально изучен Туратско-Родниковский шарьяж [Казанцев и др., 1992 а] (рис. 12).

- Составлены новые геологическая (1 : 200 000 масштаба) и тектоническая карты Магнитогорского синклиория Южного Урала на фактологической и теоретической основах шарьяжно-надвигового направления в геологии, учитывающего систематизацию аллохтонных форм на генетической и исторической основах, сбалансированность структурных планов по площади и во времени, увязку по латерали и вертикали

формационных комплексов. Использование большого количества поперечных профилей, увязанных между собой вещественными комплексами и внутренним строением, позволило представить объемную геологическую модель Магнитогорского синклиория в виде сложного ансамбля аллохтонных форм. Это обеспечило достоверность изученности строения Зауралья до глубины 12–18 км, то есть до подошвы Магнитогорской мегасинформы [Казанцев и др., 1992].

• Предложен новый принцип тектонического районирования складчатой области, основанный на полицикличности, что позволяет выделять на карте основные вехи тектонического развития региона (рис. 13). На Урале установлено (совместно с Т. Т. Казанцевой)

5 тектонических циклов: 1) среднеордовикский–раннедевонский, 2) эйфельский, 3) ранне-позднеживетский, 4) франко-раннетурнейский и 5) поздне-раннетурнейско-позднекаменноугольный [Казанцев, 1992].

• Установление аллохтонно-синформного строения восточного склона Южного Урала расширяет перспективы его рудоносности: рудные залежи могут располагаться ярусами на различной глубине, приспособиваясь к многочисленным надвиговым дислокациям (рис. 14). Предложены направления поиска руд, какковыми являются фронтальные зоны надвигов, а также намечены локальные объекты первоочередных разведочных работ [Казанцев, Казанцева, Камалетдинов, 1999 а].

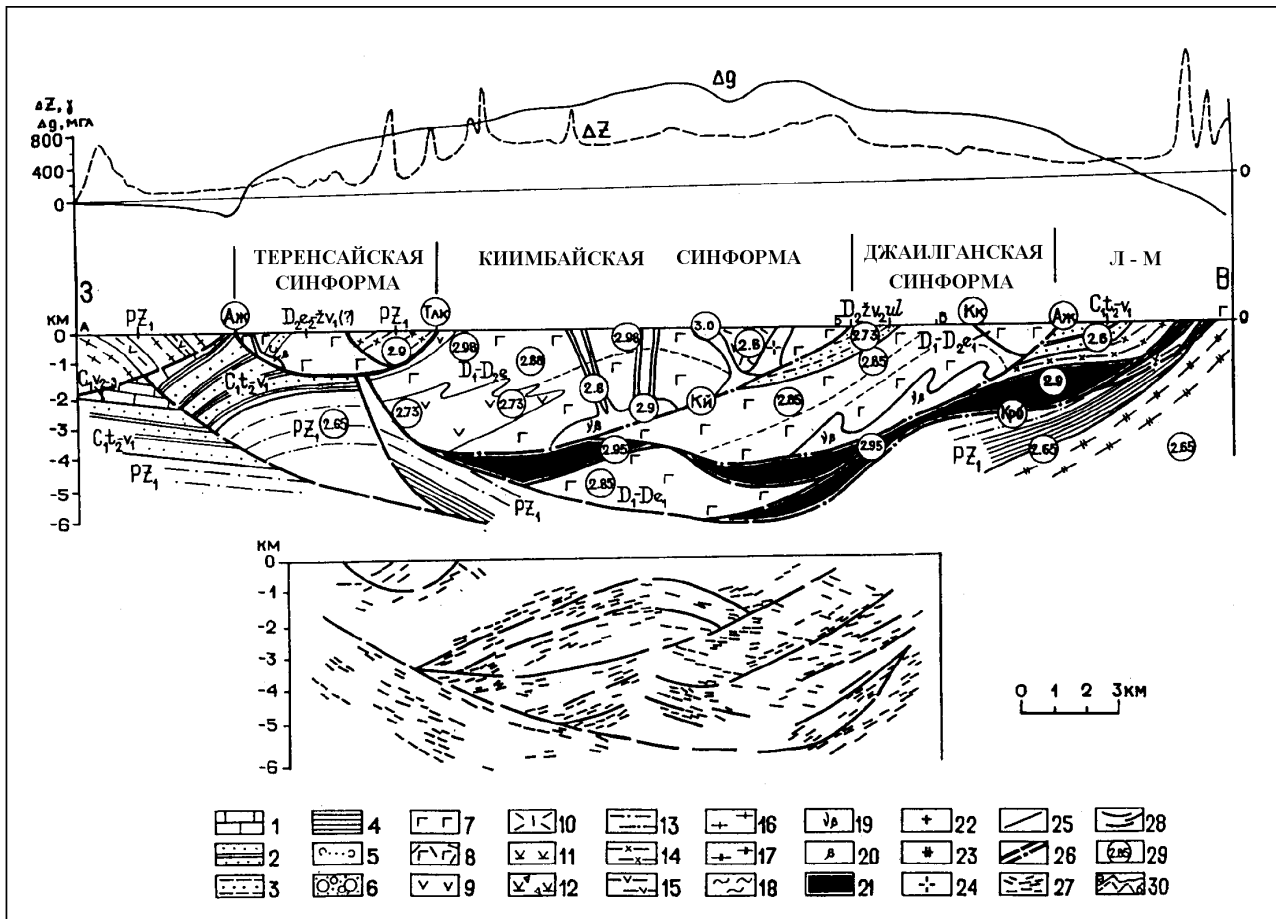


Рис. 11. Профиль через Теренсайскую, Киимбайскую и Джайлганскую синформы в Орском Зауралье на широте Летнего месторождения (по Ю. В. Казанцеву и др. [1994])

1—известняки; 2—песчаники и алевролиты; 3—флиш терригенный; 4—кремнисто-глинистые образования; 5—туфы; 6—базальты; 7—сланцы глинистые и кремнистые; 8—метаморфические породы плагиогранитного состава; 9—метаморфические породы вулканогенного состава; 10—гнейсы; 11—габбро-диабазы; 12—диабазы; 13—гипербазиты; 14—гранитоиды; 15—стратиграфические границы; 16—надвиги; 17—сейсмические отражающие площадки; 18—разрывные дислокации, выделенные по сейсмическим данным; 19—плотность пород в г/см³; 20—графики Δg (мгк) и ΔZ (γ)

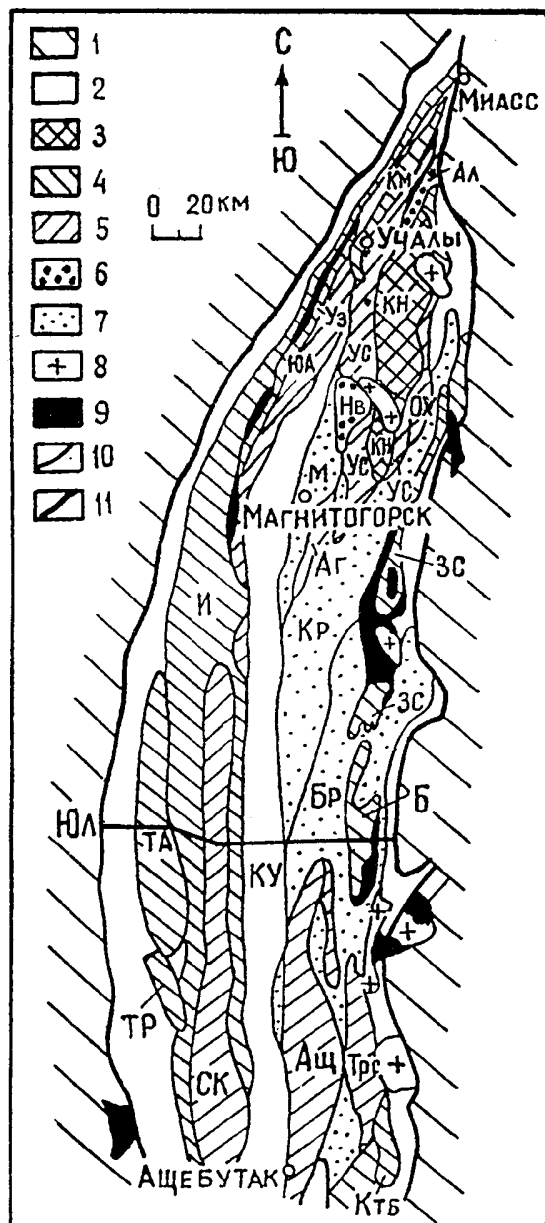


Рис. 13. Схема тектонического районирования Магнитогорского синклиория. Составил Ю. В. Казанцев

Области выхода: 1 – формаций Уралтауского антиклинория и Восточно-Уральского поднятия – постели Магнитогорской мегасинформы, 2 – осадочных комплексов Магнитогорской мегасинформы (КУ – Кизило-Уртазымское, Аг – Агаповское тектонические окна); аллохтоны: 3 – первого (КН – Краснинско-Нагайбакский, Сх – Сухтелинский), 4 – второго (ТА – Талкаско-Акъярский, И – Ирендыкский, ТР – Туратско-Родниковский, Км – Кумачинский, ОХ – Остроленско-Хлебинский, ЗС – Зингейско-Субутакский, Б – Бриентский, Уз – Узункырский, КТБ – Кутебайский), 5 – третьего (ЮА – Юлдашевско-Аслаевский, УС – Урлядинско-Сухореченский, СК – Сибайско-Калиновский, Ащ – Ащибутакский, Трс – Теренсайский), 6 – четвертого (Нв – Нововоронинский, Ал – Алтынташский), 7 – пятого (М – горы Магнитной, Кр – Караганский, Бр – Браиловский и др.) тектонических циклов; 8 – аллохтонные массивы гранитоидов; 9 – гипербазиты и серпентинитовый меланж; 10 – четвертого; 11 – граница Магнитогорской мегасинформы

Многие из перечисленных результатов обсуждались с ведущими учеными страны непосредственно на обнажениях: академиками А. В. Пейве, П. Н. Кропоткиным и чл.-корр. РАН В. Д. Наливкиным.

В течение нескольких полевых сезонов мы выезжали в Крым, Карпаты, на Кавказ, в Среднюю Азию для изучения геологического строения этих регионов в плане сравнительного анализа с Уралом. В этих многочисленных экспедициях удалось познакомиться со многими региональными геологами, которые бескорыстно делились своими знаниями геологии этих складчатых областей, нередко показывая наиболее интересные и яркие места в структуре своего края. Среди уральских геологов — это доктора наук А. Э. Алкснэ и И. С. Вахромеев из Уфы, В. А. Дедеев из Сыктывкара, Г. А. Смирнов, Л. В. Анфимов, М. Ю. Ключина из Екатеринбурга, А. В. Пейве, И. В. Хворова, А. С. Перфильев, Л. Н. Овчинников из Москвы, Ю. Д. Смирнов, В. Д. Наливкин, В. А. Сытова из Санкт-Петербурга, Л. В. Шаронов и О. А. Щербаков из Перми, О. Л. Эйнон из Киева и многие другие.

Из геологов Крыма, прививших нам любовь к геологии этого края, с удовольствием знакомивших нас с наиболее интересными объектами полуострова, в первую очередь, следует назвать Т. И. Добровольскую и Т. В. Родионову (к.г.-м.н., сотрудники ИМР, г. Симферополь), ставших на долгие годы нашими друзьями. Активно помогали нам в познании геологии как Горного, так и Равнинного Крыма коллеги научных и производственных организаций Симферополя: Н. И. Бехер, д.г.-м.н. М. Е. Герасимов, В. Н. Найденков (гл. геолог ПО Черноморнефтегаз), Р. В. Палинский (гл. геолог ПО Крымгеология), кандидат г.-м.н. Н. Н. Макаров.

С геологией Карпат непосредственно в полевых условиях нас знакомили д.г.-м.н. С. С. Круглов из Львова и к.г.-м.н. Б. С. Слюсарь из Кишинева. Новые данные по геологии Кавказа, Предкавказья и Закавказья нам любезно рассказывали гл. геолог ЦКГЭ Г. И. Баранов, гл. геолог Северокавказского ТГУ В. Ф. Сидоренко из Эссентуков, гл. геолог Черноморской геофизической экспедиции А. И. Самсонов, гл. геолог треста Южморнефтегазгеофизразведка А. А. Терехов и ст. геолог этого треста С. В. Попович из Геленджика, директор Дагестанского геологического института АН СССР, д.г.-м.н. В. В. Суетнов из Махачкалы и многие другие. Большую поддержку в организации полевой экспедиции по Кавказу оказал нам д.г.-м.н. Т. А. Гасанов из г. Баку, обеспечивший ее эффективность своим личным участием. С геологией Средней Азии нас знакомили коллеги из Института геологии Киргизии (г. Фрунзе) во главе с директором Ф. Т. Кашириным.

В результате исследований (в основном по Крыму): впервые доказана ведущая роль горизонтальных тектонических движений в формировании структуры Крыма,

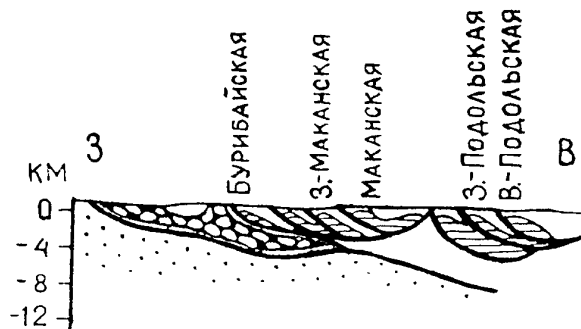
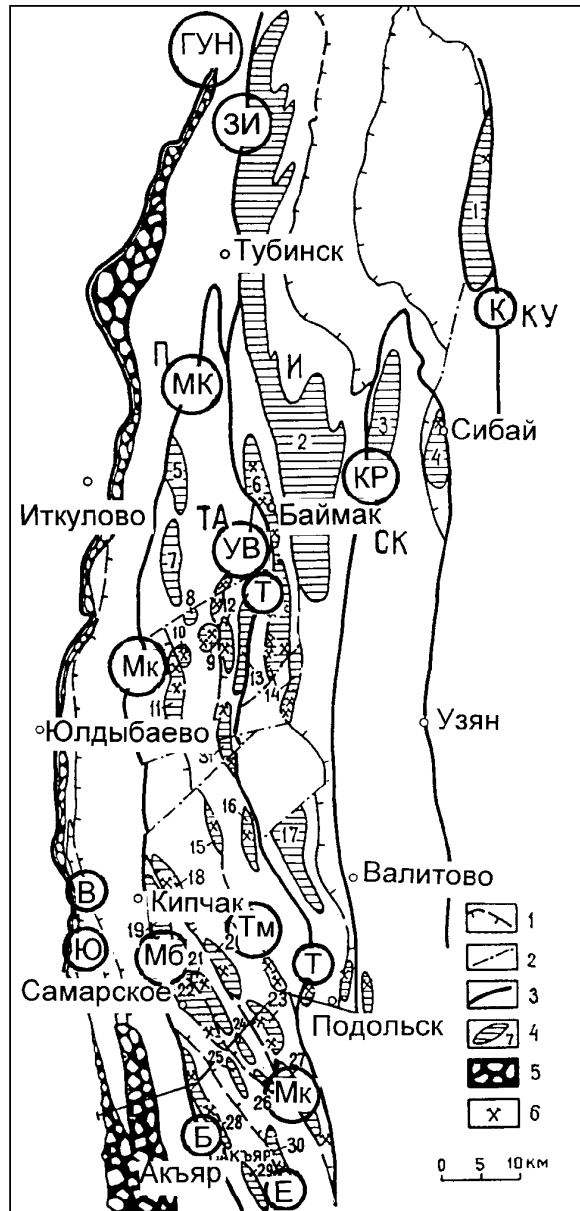


Рис. 14. Закономерное расположение антиклинальных складок и связанных с ними месторождений руд во фронтальных частях надвигов в Зауралье Башкортостана (по Ю. В. Казанцеву и др. [1999])

1 – надвиги (ГУН – Главный Уральский, Ю – Юлбарсовский, В – Вознесенский, Б – Бурибайский, Е – Еранагачский, МБ – Мамбетовский, МК – Маканский, Тм – Тамаковский, ЗИ – Западно-Ирендыкский, Кр – Карамалыташский, К – Кизильский); 2 – сдвиги; 3 – надвиги, ограничивающие синформы (ТА – Талкаско-Акъярскую, И – Ирендыкскую, СК – Сибайско-Калиновскую и антиформы (КУ – Кизило-Уртазымскую); 4 – антиклинальные складки (1 – Бакрузьянская, 2 – Ирендыкская, 3 – Карамалыташская, 4 – Сибайская, 5 – Куянтауская, 6 – Баймакская, 7 – Акмурунская, 8 – Северо-Бакртауская, 9 – Абеисазовская, 10 – Бакртауская, 11 – Байкаринская, 12 – Кузянелгинская, 13 – Северо-Богачевская, 14 – Семеновско-Санкымская, 15 – Вишневская, 16 – Алибаевская, 17 – Верхнеисмаевская, 18 – Петропавловская, 19 – Кипчакско-Ишмухаметовская, 20 – Водораздельная, 21 – Восточно-Самарская, 22 – Самарская, 23 – Маканская, 27 – Усть-Маканская, 28 – Бурибайская, 29 – Акъярская, 30 – Западно-Мамбетовская, 31 – Белоглинская); 5 – зона серпентинитового меланжа; 6 – месторождения колчеданных руд

северного и западного шельфа Черного и Азовского морей (рис. 15–17). Установлено, что современная структура Крыма представляет собой краевой прогиб олигоцен-миоценового возраста, названный Майкопским, разделенный седловинами и поднятиями на отдельные ванны (Каркинитскую, Керченско-Таманскую, Альминскую и др.). Формирование прогиба происходило в условиях сжатия на южном краю Восточно-Европейской платформы, погружавшейся перед фронтом аллохтонов, шарьированных с юга. Обнаружено и детально описано большое количество различных дислокаций, главными из которых являются региональные надвиги с южным падением сместителей. Установлено, что надвиги создали тектонические чешуи, пластины и покровы, прослеживаемые в плане в субширотном направлении на многие десятки и сотни километров и надвинутые последовательно друг на друга с юга [Казанцев, 1982; Казанцев и др., 1989]. С юга Майкопский прогиб тектонически перекрыт аллохтоном Горного Крыма, состоящим из пакета разновозрастных синформ, вложенных друг в друга. Гигантскими аллохтонами признаны выделенные как мегасинформы структуры Горного Крыма, Добруджи и Большого Кавказа (рис. 18) [Казанцев, 1982].

- С позиций мобилизма составлены новые геологическая (1:200 000 масштаба) и тектоническая карты Крыма и его ближайшего окружения, дана детальная характеристика основных структурных форм и элементов Горного (рис. 19) и Равнинного (степного) Крыма [Казанцев и др., 1989].

- На базе шарьяжно-надвиговой теории впервые представлена принципиально новая модель формирования земной коры Крыма (рис. 20).

- Предложен оригинальный механизм зарождения и функционирования грязевых вулканов — спутников нефтяных и газовых месторождений. Он работает в ус-

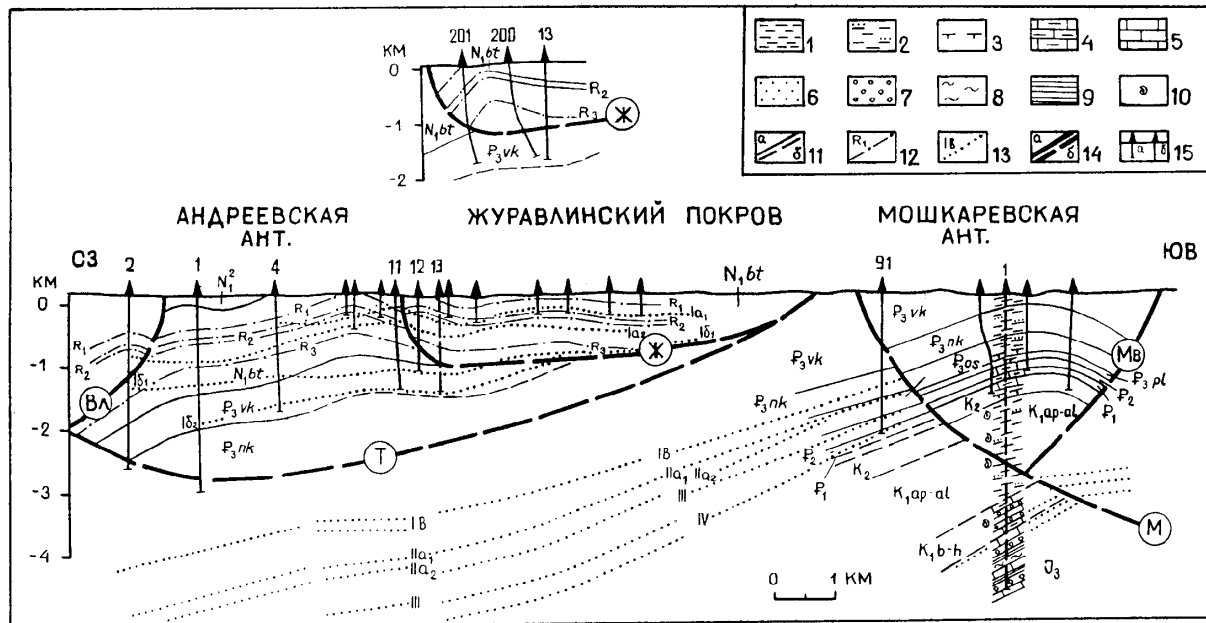


Рис. 15. Надвиговые структуры Керченского полуострова Крыма в геологическом разрезе через Андреевскую и Мошкаревскую площади (по Ю. В. Казанцеву и др. [1989])

1—глины; 2—глины с линзами песчаников и песков; 3—известковые глины; 4—мергели; 5—известняки; 6—песчаники; 7—конгломераты; 8—алевролиты; 9—аргиллиты; 10—места определения фауны; 11—стратиграфические границы, установленные (а) и предполагаемые (б); 12—реперные пачки песчаников в глинах батисифонового горизонта верхнего майкопа; 13—отражающие сейсмические горизонты и их номера; 14—надвиги, установленные (а) и предполагаемые (б); Ж—Журавлинский, Вл—Владиславовский, Т—Тамбовский, М—Мошкаревский, МВ—Мошкаревский встречный; 15—скважины (а), в том числе снеженные на линию профиля (б). Сверху фрагмент разреза через Андреевскую складку по скважинам 200, 201 и 13

ловиях горизонтального сжатия, формирующего в начале фронтальную складчато-надвиговую структуру, осложненную сдвиговым нарушением, в плоскости которого и создается канал вулканического аппарата, обеспечивающий поступление жидкости вверх. В результате каждого нового импульса движений происходит извержение грязевого вулкана. Очевидно, присутствие грязевулканической деятельности является прямым свидетельством современной тектонической активности региона [Казанцев, Бехер, 1988].

• В эти же годы совместно с Т. Т. Казанцевой разработана методика картирования дислокаций горизонтального сжатия, базирующаяся на важнейших закономерностях развития платформенных и складчатых областей [Казанцев, Казанцева, 1990].

• В 90-е же годы представлена модель строения складчатой области (на примере Урала). Основой для нее явились построенные через Южный Урал геолого-геофизические разрезы на широте гг. Стерлитамака (рис. 21) и Орска (рис. 22) [Казанцев и др., 1996, Казанцева и др., 1996], отражающие следующие положения: стиль тектоники на платформе, в прогибе и складчатой области однотипен; главные дислокации представлены складчато-надвиговыми формами,

образованными в условиях горизонтального сжатия; наиболее простой является тектоническая чешуя, наиболее сложной — шарьяж-синформа; малоамплитудная аллохтонная форма располагается на платформе, большеамплитудная — в складчатой области. Тектоническая колонка геологически в прошлом зон соответствует латеральному ряду формаций (снизу вверх): платформа — краевой прогиб — миогеосинклиналь — эвгеосинклиналь (рис. 23). Аналогичный разрез получен в Аппалачах [Cook et al., 1979]. Подобным устройством обладает Крым — фрагмент Альпийско-Гималайской складчатой области.

Структурная геология юго-восточного склона ВЕП

Начиная с 1992 г. и по сегодняшний день исследования Лаборатории структурной геологии ИГ УНЦ РАН, в основном, посвящены изучению структуры Восточно-Европейской платформы, ее юго-восточного крыла. И здесь появились новые результаты:

• Установлена надвиговая природа ряда палеозойских валов (Каменноложского, Сергеевско-Демского, Тавтиманово-Уршакского, Куганакского и др.) юго-восточного склона Восточно-Европейской платформы (рис. 24).

Рис. 18. Аллохтоны Горного Крыма, Добруджи и Большого Кавказа на схеме структуры дна Черного моря и прилегающей суши к концу альпийского периода (по Ю. В. Казанцеву [1982])

а–в–области распространения: а–ассоциации пород платформенного типа, б–молассы Майкопского краевого прогиба, в–геосинклинальных образований; г–область, где отсутствуют данные об отложениях; д–участки аллохтонного залегания пород геосинклинального типа: 5–Добруджа, 6–Крым, 7–Большой Кавказ; е–зоны (впадины) линейной складчатости в пределах краевого прогиба: 8–Каркинитская, 9–Индо-Кубанская, 10–Сорокина, 11–Таупсинская, 12–Предкарпатский прогиб; ж–границы Черноморской котловины (ЗЧ–западной и ВЧ–восточной частей); з–поднятия, выделенные предположительно по кровле фундамента: 1–Андрусова, 2–Северо-Черноморское, 4–Восточно-Черноморское; и–границы структур, установленные (а) и предполагаемые (б)

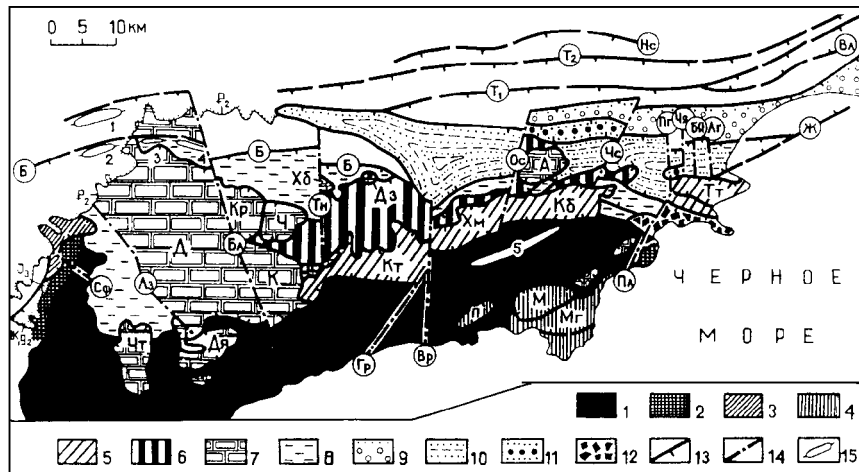
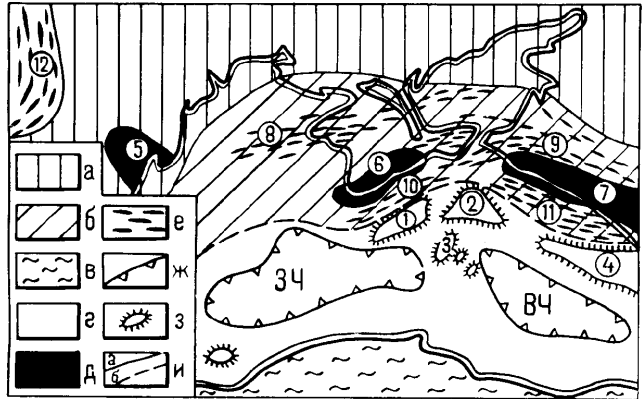


Рис. 19. Тектоническая схема Горного Крыма (по Ю. В. Казанцеву и др. [1989])

1–аллохтоны I тектонического цикла: Алуштинско-Щебетовская пластина; 2–3–аллохтоны II тектонического цикла: 2–Карадагская пластина, 3–Строгановский покров; 4–11–аллохтоны III тектонического цикла: 4–Меганомская группа покровов (М–Манджилкайский, Мг–Меганомский, П–Перчемский); 5–Ортасыртский покров (аллохтонные структуры: Кт–Караултепенская, Хм–Хамбалская, Кб–Карабурунская, Тт–Тетеобинская); 6–Белогорско-Старокрымская пластина; 7–покровы Крымских яйл, сложенные преимущественно верхнеюрскими известняками (Чт–Чатырдагский, Д–Долгоруковский, Кр–Караобинский, К–Карабийлинский, Ч–Чомбайский, Хб–Халычбурукский, Дз–Дозорный, А–Агармышский); 8–Зуйско-Салгирская пластина; 9–11–тектонические покровы предгорий Крыма (9–Журавлинский, 10–Феодосийский, 11–Гончаровский); 12–зоны тектонитов; 13–надвиги (Б–Белогорский, Нс–Насырский, Т₁ и Т₂–Тамбовские, Вл–Владиславовский, Ж–Журавлинский); 14–сдвиги (Лз–Лазаревский, Бл–Балкинский, Тн–Тонасский, Гр–Громовский, Вр–Воронский, Ос–Османчикский, Чс–Чуруксуйский; Пг–Подгорновский, Пл–Планерский, Чя–Черноярский, Бя–Белоярский, Лг–Лысогорский, Сф–Симферопольский); 15–антиклинальные складки (1–Давыдовская, 2–Краснокрымская, 3–Дмитровская, 4–Масличная, 5–Чокаташская)

Рис. 20. Чешуйчато-надвиговая и покровная (синформная) структура Крыма. Составил Ю. В. Казанцев



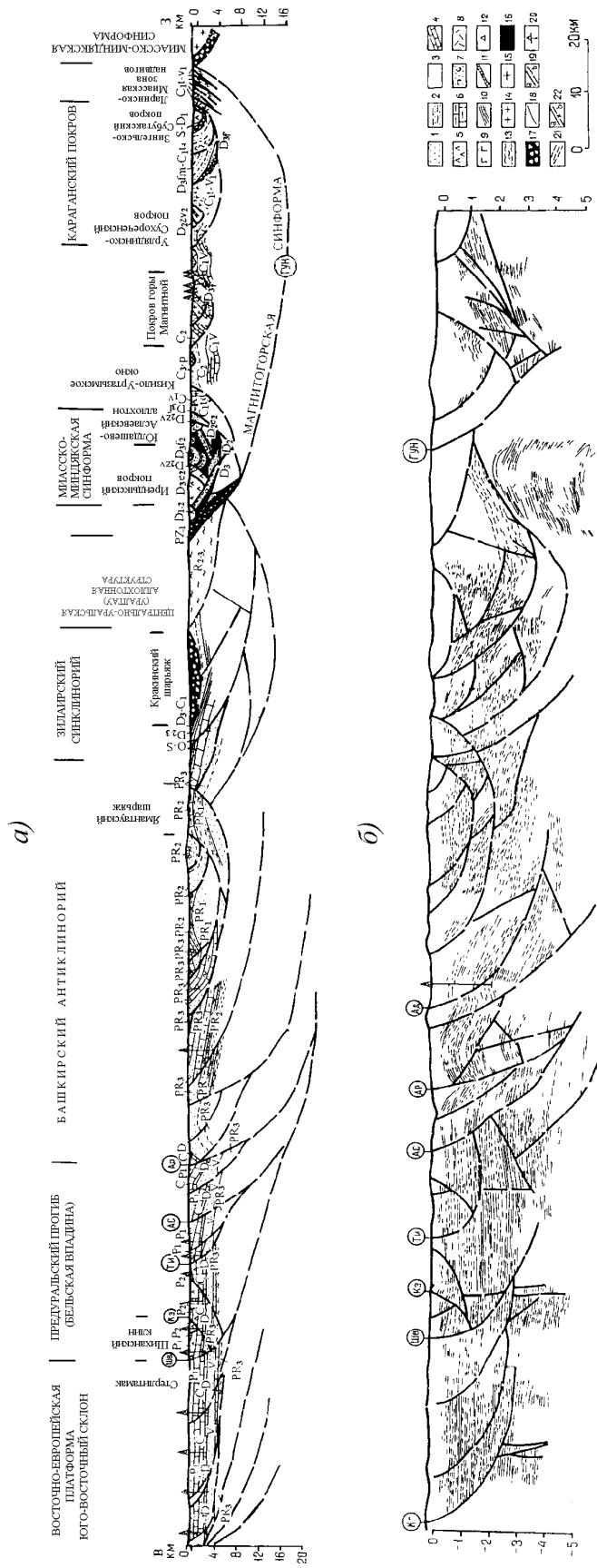


Рис. 21. Геологический и геофизический разрезы на широте г. Стерлитамака (по Ю. В. Казанцеву, Т. Т. Казанцевой [1992])

1 – моласса; 2 – флиш; 3 – кварциты, глинистые сланцы; 4 – известняки; 5 – гипсы и ангидриты; 6 – мергели, глинистые известняки; 7 – туфы смешанного состава; 8 – вулканиты кислого состава; 9 – вулканиты основного состава; 10 – глинистые, углито-глинистые сланцы; 11 – прослой яшм и кремней; 12 – туфобрекчии среднего состава; 13 – слюдястые сланцы, гнейсы; 14 – субвулканиты кислого состава; 15 – гранитоиды; 16 – гипербазиты; 17 – серпентинитовый меланж; 18 – стратиграфические границы; 19 – надвиги установленные (а) и предполагаемые (б); 20 – скважины; 21 – сейсмические отражающие площадки; 22 – то же, параллелизуемые со структурными элементами. Названия надвигов: Кг – Куганакский, ШВ – Шиханско-Волостновский, Кз – Кинзебулатовский, ТИ – Табынско-Иштугановский, АС – Архлатышко-Сайтбабинский, Ар – Арларовский, Ад – Авдырдакский, ГУН – Главный Уральский.



Рис. 23. Модель структуры складчатой области и ее сочленения с платформой. Составил Ю. В. Казанцев
1–3 – отложения: 1 – эвгеосинклинальные, 2 – миогеосинклинальные, 3 – платформенные; 4 – фундамент; 5 – разрывные нарушения

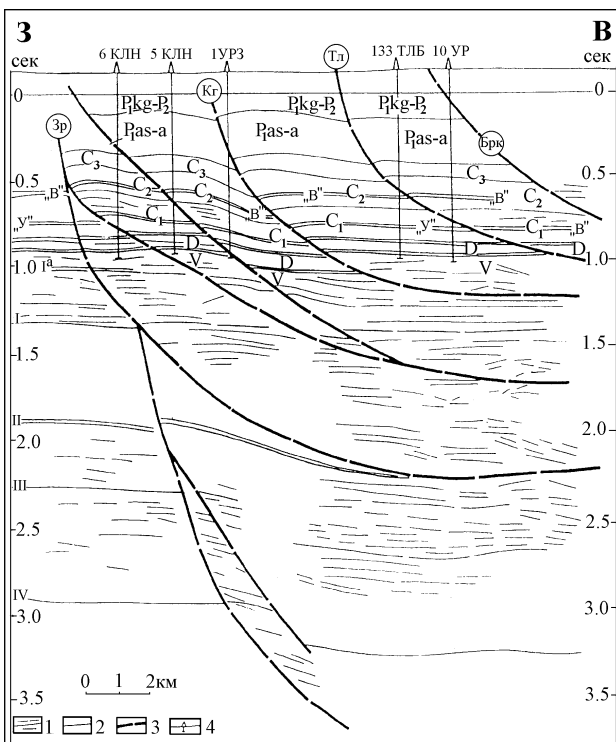


Рис. 24. Временной разрез по сейсмическому профилю 157326 (Услы), пройденному западнее г. Стерлитамак [Казанцев, Казанцева, Камалетдинов, 1998]

1 – отражающие сейсмические площадки; 2 – стратиграфические границы; 3 – надвиги (Зр – Зериклинский, Кг – Куганакский, Тл – Талачевский, Брк – Боркмозский); 4 – скважины

- Выявлены новые дизъюнктивные элементы на Восточно-Европейской платформе, названные кустовыми дислокациями. Они обнаружены в породах докембрия и не прослеживаются в палеозойских отложениях [Казанцев, Казанцева, Камалетдинов, 1995].

- Установлены новые структурные формы – клинодислокации горизонтального сжатия, сформировавшиеся в надвиговых зонах в условиях бокового давления в палеозойских толщах и часто располагающиеся над кустовыми дислокациями (рис. 25). Клинодислокации образованы многочисленными нарушениями, падающими навстречу друг другу и расчленяющими осадочные образования на клиновидные формы, вложенные друг в друга [Казанцев, Казанцева, Загребина, 1997].

роавшиеся в надвиговых зонах в условиях бокового давления в палеозойских толщах и часто располагающиеся над кустовыми дислокациями (рис. 25). Клинодислокации образованы многочисленными нарушениями, падающими навстречу друг другу и расчленяющими осадочные образования на клиновидные формы, вложенные друг в друга [Казанцев, Казанцева, Загребина, 1997].

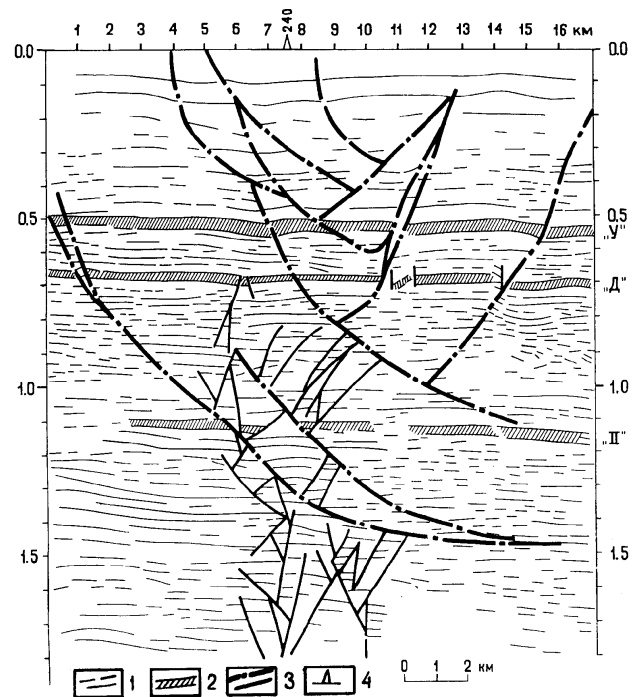


Рис. 25. Сергеевско-Демская клинодислокация и кустовая (под ней) дислокация в районе Сатаевского месторождения по профилю 097802. Составили А. И. Загребина, Ю. В. Казанцев

1 – сейсмические отражающие площадки, 2 – то же, коррелируемые со стратиграфическими реперами («У» – бобринский горизонт, «Дк» – кыновский горизонт); 3 – надвиги; 4 – скважина и ее номер

• На территории платформы к настоящему времени установлено множество надвигов, имеющих в плане разную форму и различную пространственную ориентировку. При этом выявляется основная закономер-

ность в их размещении, при которой к центральному району платформы тяготеют дугообразные формы, а к соседней с Уралом территории — прямолинейные (рис. 26, 27).

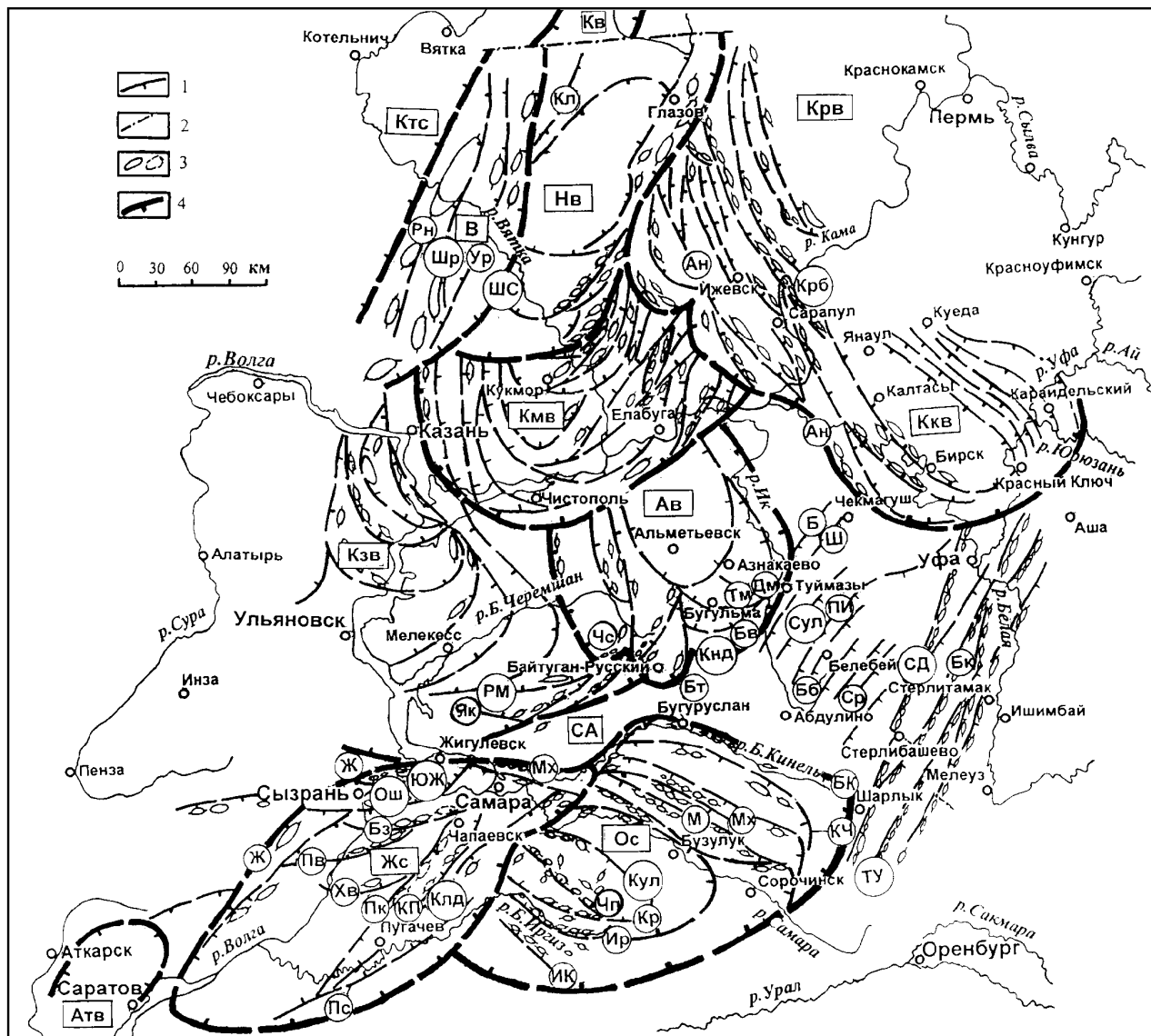


Рис. 26. Схема структуры юго-востока ВЕП. Составил Ю. В. Казанцев

1 – надвиги (Кл – Климковский, Рн – Ронгинский, Шр – Шургинский, Ур – Уразлинский, ШС – Шихово-Сырьянский, Ан – Андреевский, Крб – Карабаевский, СД – Сергеевско-Демский, ТУ – Тавтиманово-Уршакский, Бк – Бекетовский, Ср – Серафимовско-Рятамаский, Бб – Белебеевский, ПИ – Петропавловско-Илькинский, Сул – Сулинский, Ш – Шаранский, Б – Балаковский, Чс – Чесноковский, РМ – Радаевско-Малиновский, Як – Якушкинский, Бт – Байтуганский, Кнд – Кандызский, Бв – Бавлинский, Тм – Туймазинский, Дм – Дымкинский, Ж – Жигулевский, ЮЖ – Южно-Жигулевский, Мх – Мухановский, БК – Больше-Кинельский, КЧ – Кинель-Черкасский, М – Могутовский, Кул – Кулешовский, Чп – Чапаевский, Кр – Каралыкский, Ир – Иргизский, ИК – Иргизско-Камеликский, Ош – Обшаровский, Бз – Безенчукский, Пв – Приволжский, Хв – Хворостянский, Пк – Покровский, КП – Красно-Полянский, Клд – Колдыбанский, Пс – Пестравский), 2 – крупные сдвиги, 3 – локальные поднятия во фронте надвигов, 4 – границы крупных структур. Своды: Котельнический (Ктс), Жигулевский (Жс), Оренбургский (Ос). Вершины: Климковская (Кв), Немская (Нв), Кукморская (Кмв) и Альметьевская (Ав) Татарского свода, Краснокамская (Крв) и Красноключевская (Ккв) Пермско-Башкирского свода, Казанская (Кзв) Токмовского свода, Аткарский выступ (Атв). Зоны линейных надвиговых дислокаций: Сергеевско-Абдулинская (СА) и Вятская (В)

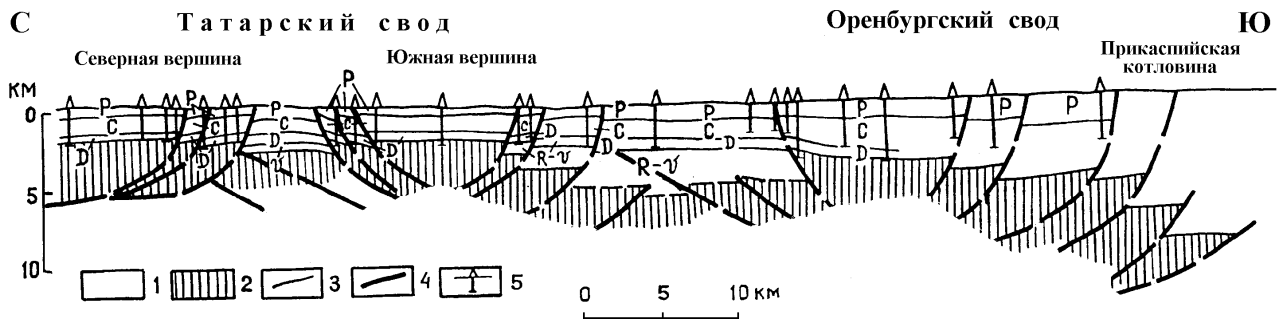


Рис. 27. Геологический разрез Волго-Уральской области по меридиану Елабуга–Альметьевск–Бугуруслан–Бузулук–Уральск

1 – осадки чехла, 2 – фундамент, 3 – стратиграфические границы, 4 – надвиги, 5 – скважины

Изучение особенностей строения и происхождения разноориентированных дислокаций позволило выделить два типа тектоники. Один из них мы назвали сводово-купольной, а другой прямолинейной дислоцированности. Наблюдается «просвечивание» одного типа тектоники в зоне развития второго. Такое проникновение структурных форм характерно для участков сочленения разностроенных зон. Общей особенностью надвигов обоих типов тектоники является осложненность фронтальных зон асимметричными антиклинальными складками, группирующимися в структурные валы. При этом принадлежностные крылья положительных пликативных форм всегда круче, чем удаленные от фронта [Казанцев, Казанцева, 2001].

• Впервые для территории центрального, южного и восточного Башкортостана приведена характеристика современной сейсмотектонической активности и составлена в масштабе 1:200 000 карта микросейсмического районирования. На карте выделены зоны повышенной сейсмической опасности, совпадающие с расположением основных структурных элементов региона — надвиговых дислокаций. Степень активности показана в колебаниях уровня сейсмического шума [Казанцев и др., 1995а; 1995б].

В последнее десятилетие на Земле участились случаи проявления значительных землетрясений не только в традиционно активных областях, но и в пределах древних орогенов, каким является Урал, а также на платформах, ранее считавшихся сейсмически безопасными. Имеются доказательства тому, что большинство землетрясений, происходивших когда-либо на Земле, обязано движениям по надвигам, имеющим обычно древнее заложение и длительное унаследованное развитие. Этот вывод подтвердили и прошедшие недавно разрушительные землетрясения в Армении и Таджикистане.

Определение степени активности таких структур является важнейшей народнохозяйственной задачей, решение которой позволит избежать ошибок в выборе

площадок под строительство промышленных сооружений и размещение населенных пунктов. Главной целью, которая стоит перед сейсмологами, изучающими землетрясения, следует признать выяснение структуры осадочного чехла и подстилающего складчатого основания сейсмоопасных зон. Именно в тектонической структуре заложена основная информация о прошлых геологических событиях и содержится «генетический» код, позволяющий прогнозировать характер дальнейшего развития земной коры.

В основу концепции тектоносейсмических исследований, проводимых по заданию Госстроя РФ в Республике Башкортостан с 1990 г., заложены самые современные достижения теоретической мысли по данному предмету. Вначале с помощью новейших геологических приемов создается структурная основа территории с показом всех тектонических разломов. С помощью методики выявления текущей активности разломы делятся на активные и пассивные. На активных разломах предусмотрена постановка инструментальных высокоточных геофизических измерений. Сейсмологические наблюдения за текущей активностью тектонических нарушений проводятся с помощью высокочувствительных автономных сейсмических станций — (ПАСС), разработанных в Институте прикладных сейсмоакустических исследований под руководством академика С.Л. Соловьева и в Институте физики Земли РАН под руководством чл.-корр. РАН А.В. Николаева. Итогом работы является карта современной сейсмической активности — основа сейсмического районирования. Главные достоинства применяемой методики — достоверность, многократное уменьшение сроков работ и их дешевизна.

Член-корр. РАН Л.Н. Рыкунов, ведущий специалист по землетрясениям, дал следующее заключение на проводимые в Башкортостане работы: «Заслуживает внимания общая концепция авторов, которые на основании многолетних исследований этой территории связывают сейсмичность региона с шарьяжно-надви-

говой тектоникой. Квалификация авторов и аналогичная причина сейсмичности в других регионах (например, США) делают эту концепцию вполне реалистичной при проведении сейсмического микрорайонирования на данной территории».

Совместные обсуждения, обмен новой информацией с многочисленными коллегами: академик АН Азербайджана К. Л. Ализаде (г. Баку), д.г.-м.н. К. Б. Ашировым (г. Самара), д.г.-м.н. И. И. Белостоцким (г. Москва), д.г.-м.н. А. К. Башариным (г. Новосибирск), директором Геологического Института, чл.-корр. РАН И. В. Бельковым (г. Апатиты), чл.-корр. РАН Ч. Б. Борукаевым (г. Новосибирск), чл.-корр. РАН К. В. Боголеповым (г. Новосибирск), д.г.-м.н. П. С. Веремьевым (г. Киев), академик АН Республики Беларусь Р. Г. Гарецким (г. Минск), д.г.-м.н. Р. А. Гафаровым (г. Москва), к.г.-м.н. И. Х. Кавеевым (г. Казань), д.г.-м.н. Ю. Н. Карогодиным (г. Новосибирск), д.г.-м.н. Б. М. Келлером (г. Москва), д.г.-м.н. И. К. Королюк (г. Москва), академик Ю. А. Косыгиным (г. Хабаровск), академик П. Н. Кропоткиным (г. Москва), гл. геологом геолуправления МНП России Н. Н. Лисовским (г. Москва), академик Б. Е. Милановским (г. Москва), д.г.-м.н. В. Г. Макарычевым (ГИН, г. Москва), д.г.-м.н. А. С. Масумовым (г. Ташкент), гл. геологом ПГО Татнефть, академик АН Татарстана Р. Х. Муслимовым (г. Казань), начальником аэромагнитного отряда Ленинградской геофизической экспедиции ПГО Севзапгеология

В. Г. Мавричевым, чл.-корр. РАН В. Д. Наливкиным (г. Санкт-Петербург), зам. директора ПермНИПИнефть А. В. Никулиным (г. Пермь), д.г.-м.н. К. Н. Паффенгольцем (г. Санкт-Петербург), академик А. В. Пейве (г. Москва), академик А. А. Трофимуком (г. Новосибирск), академик В. Е. Хаинным (г. Москва), д.г.-м.н. И. В. Хворовой (г. Москва), чл.-корр. РАН Н. И. Хитаровым (г. Москва), д.г.-м.н. Б. М. Чиковым (г. Новосибирск), академик А. Л. Яншиным, д.ф.н. Ф. Т. Яншиной (г. Москва) и многими другими способствовали решению проблемы сравнительного анализа структурной геологии складчатых областей Земли.

Вышеназванные геологи имеют разные специальности, тем не менее, общение с ними всегда было обоюдно полезным. Ибо любые геологические науки (тектоника, стратиграфия, рудная геология, литология, нефтяная геология и пр.), да и не только геологические (например, физика, химия, естествознание и др.), взаимосвязаны, а порой взаимообусловлены. Они помогают друг другу в процессе познания явлений природы. Это понимали великие ученые. Вот как писал крупнейший стратиграф мира М. Жинью в своей книге «Стратиграфическая геология» [1952] «... действительно тектоника управляет стратиграфией, и эти две ветви геологических знаний неотделимы. Тектонист, который не является стратиграфом, не геолог... В то же время стратиграф, который не занимается тектоникой, создает лишь мертвую схему» (с. 23).

Литература:

- Буров В. С., Вуль М. А., Глушко В. В. и др. Геологическая структура и нефтегазоносность Предкарпатского прогиба // Геологическое строение и нефтегазоносность краевых прогибов. М.: Наука, 1980. С. 68–73.
- Виссаронова А. Я., Габдрахманов Р. М., Чистилин Г. М. О дизъюнктивных нарушениях локальных структур Предуральской депрессии в связи с поисково-разведочными работами на нефть и газ // Геология и перспективы нефтеносности Башкирии. Уфа, 1966. С. 3–16 (Труды/УФНИИ; Вып. 15).
- Вялов О. С., Ладыженский Н. Р., Расточинская Н. С. и др. История геологического изучения // Геология СССР. Т. XLVIII. Карпаты. Ч. 1. М.: Недра. 1966. С. 9–29.
- Глушко В. В. Тектоника и нефтегазоносность Карпат и прилегающих прогибов. М.: Недра, 1968. 263 с.
- Жинью М. Стратиграфическая геология. М.: Изд-во иностранной литературы, 1952. 638 с.
- Казанцев Ю. В. Сдвиги в Южном Предуралье // ДАН СССР. 1981. Т. 257. № 4. С. 957–961.
- Казанцев Ю. В. Тектоника Крыма. М.: Наука, 1982. 112 с.
- Казанцев Ю. В. Структурная геология Предуральского прогиба. М.: Наука. 1984. 185 с.
- Казанцев Ю. В. О принципах тектонического районирования // Шарьяжно-надвиговая тектоника и поиски полезных ископаемых / ИГ БНЦ РАН. Уфа. 1992. С. 49–51.
- Казанцев Ю. В., Бехер Н. И. Аллохтонные структуры Керченского полуострова // Геотектоника. 1988. № 4. С. 77–89.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т. О методике картирования дислокаций горизонтального сжатия // Изв. ВУЗов. Сер. Геология и разведка. 1990. № 1. С. 113–121.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т. Трансект через Южный Урал: Препринт. Уфа, 1992. 22 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т. Структурная геология юго-востока Восточно-Европейской платформы. Уфа: Изд-во Гилем, 2001. 234 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Аржавитина М. Ю. и др. Структурная геология Крыма / БНЦ УрО АН СССР. Уфа. 1989. 155 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Загребина А. И. Клинодислокации сжатия на юго-восточном склоне Восточно-Европейской платформы // Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 4. С. 516–522.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Загребина А. И., Газизова С. А. Структурная геология северо-востока Башкортостана // Уфа: Изд-во АН РБ, Отд. наук о Земле и экологии. 1999. 131 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Строение восточного крыла Магнитогорского синклиория в Орском Зауралье / ИГ АН РБ. Уфа. 1994. 30 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Перспективы нефтегазоносности Башкортостана // Геология нефти и газа. 1995. № 3. С. 36–42.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Геологический разрез через Южный Урал // Геотектоника. 1996. № 3. С. 13–24.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Характер структуры на юго-востоке Восточно-Европейской платформы // Изв. Отделения наук о Земле и экологии АН РБ. Геология. Уфа, 1998. № 2. С. 2–18.

- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Структурная позиция, генезис и перспективы поиска медно-колчеданных руд на Южном Урале // Геология и геофизика. 1999 а. Т. 40. № 2. С. 175–186.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. и др. Аллохтоны Магнитогорского синклиория (северная центри-клиналь) / БНЦ УрО АН СССР. Уфа. 1990. 44 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. и др. Структурная геология Магнитогорского синклиория Южного Урала. М.: Наука, 1992. 183 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. и др. Надвиговые структуры в Гайско-Подольском районе юга Магнитогорской синформы / БНЦ РАН. Уфа. 1992 а. 19 с.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А., Ковачев С. А. Первые результаты сеймотектонических исследований на территории Башкортостана // Докл. РАН. 1995 а. Т. 344, № 6. С. 801–805.
- Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. и др. Первая тектоносейсмическая карта восточного Башкортостана. Уфа: Изд-во АН РБ, 1995 б. 44 с.
- Казанцев Ю. В., Камалетдинов М. А. Основные особенности тектоники Предуральского прогиба // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1977. Т. 52. № 6. С. 122–138.
- Казанцева Т. Т. Геологическое строение северной части Зилаирского синклиория Ю. Урала в связи с перспективами нефтегазоносности: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / ГИН АН СССР. М. 1970. 21 с.
- Казанцева Т. Т. Происхождение и развитие геосинклиналей / БФАН СССР. Уфа. 1981. 26 с.
- Казанцева Т. Т. Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1987. 158 с.
- Казанцева Т. Т., Казанцев Ю. В., Камалетдинов М. А., Загребина А. И. Структурная геология Южного Урала. Трансект на широте г. Орска / РАН УНЦ, АН РБ, Отд. наук о Земле и экологии, ИГ. Уфа. 1996. 56 с.
- Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов западного склона Южного Урала // ДАН СССР. 1969. Т. 189. № 5. С. 1077–1080.
- Камалетдинов М. А. О клипенах на Среднем Урале // ДАН СССР. 1962. Т. 146. № 5. С. 1160–1163.
- Камалетдинов М. А. Новые данные о геологическом строении Южного Урала // ДАН СССР. 1965. Т. 162. № 6. С. 1356–1359.
- Камалетдинов М. А. Шарьяжи Уфимского амфитеатра // Геотектоника. 1971. № 5. С. 45–51.
- Камалетдинов М. А. Основные особенности тектоники западного склона Южного Урала: Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук / ГИН АН СССР. М. 1972. 45 с.
- Камалетдинов М. А. Покровные структуры Урала. М.: Наука, 1974. 230 с.
- Камалетдинов М. А., Казанцев Ю. В. Об аллохтонном залегании рифейских метаморфических пород в Сакмарской зоне Южного Урала // ДАН СССР. 1968. Т. 181. № 4. С. 938–941.
- Камалетдинов М. А., Казанцева Т. Т., Казанцев Ю. В. О характере залегания некоторых выходов рифогенных известняков нижнего и среднего палеозоя на Южном Урале // ДАН СССР. 1969. Т. 188. № 3. С. 641–644.
- Камалетдинов М. А., Казанцева Т. Т., Казанцев Ю. В., Постников Д. В. Шарьяжно-надвиговая тектоника литосферы. М.: Наука, 1991. 255 с.
- Наливкин В. Д. Пологие надвиги в окрестностях г. Чусового // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1959. № 4. С. 154–158.
- Обоснование направлений поисков нефти и газа в глубокозалегающих горизонтах Украинских Карпат / Отв. ред. В. В. Глушко, С. С. Круглов. Киев: Наукова думка, 1977. 176 с.
- Пейве А. В., Штрейс Н. А., Перфильев А. С. и др. Структурное положение гипербазитов на западном склоне Южного Урала // Проблемы теоретической и региональной тектоники. М.: Наука, 1971. С. 9–24.
- Перфильев А. С., Руженцев С. В. Структурное положение габбро-гипербазитовых комплексов в складчатых поясах // Геотектоника. 1973. № 3. С. 14–26.
- Плюснин К. П. Шарьяжи Западного и Среднего Урала, их возраст и структурное положение // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1969. № 4. С. 133–137.
- Пучков В. Н. Структурные связи Приполярного Урала и Русской платформы. Л.: Наука, 1975. 203 с.
- Руженцев С. В. Некоторые особенности формирования сорванных покровов // Геотектоника. 1970. № 6. С. 15–22.
- Руженцев С. В. Основные фациальные комплексы силура Сакмарской зоны Южного Урала // ДАН СССР. 1972. Т. 207. № 5. С. 1197–1200.
- Савельева Г. Н., Денисова Е. А. Структура и петрология ультраосновного массива Нурали на Южном Урале // Геотектоника. 1983. № 2. С. 42–57.
- Чочиа Н. Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края. Л.: Гостоптехиздат, 1955. 407 с. (Труды / ВНИГРИ; Нов. сер.; Вып. 91).
- Юдин В. В. Основные черты морфологии структур р. Уньи (западный склон Северного Урала) // Ежегодник–1973 / ИГ Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1974. С. 10–15.
- Юдин В. В. Разрывные нарушения западного склона Северного Урала в связи с перспективами нефтегазоносности // Тектоника и нефтегазоносность Тимано-Печорской провинции и ее структурных обрамлений / Коми филиал АН СССР. Сыктывкар. 1978. С. 30–41.
- Cook F. A., Albaugh D. S., Brown L. D. et al. Thin-skinned tectonics in crystalline South Appalachians // Geology, 1979. Vol. 7. P. 563–568.