

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.24

В. Г. НИКОЛАЕВ, А. М. КОВХУТО

## ТИПЫ РАЗЛОМОВ МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

*(Представлено академиком Р. Г. Гарецким)*

Московская синеклиза представляет собой одну из крупнейших платформенных структур, расположенную главным образом в западных и центральных областях России, а ее западные и северо-западные склоны находятся на территории Беларуси. Осадочный чехол синеклизы характеризуется пологим наклоном слоев, а его мощность колеблется от первых сотен метров на бортах до 5 и более километров в наиболее прогнутых частях. Московская синеклиза заложилась в позднем рифее и прошла сложную историю развития [1]. В предыдущих исследованиях основное внимание уделялось крупным разрывам, ограничивающим рифейские авлакогены [2, 3]. Вместе с тем существует точка зрения о полном отсутствии разрывных нарушений чехла в пределах Московской синеклизы. В частности, ряд авторов, опубликовавших структурные карты по поверхности фундамента и поверхности вендских отложений [4–6], не показали на этих картах ни одного разлома. Анализ последних геофизических и буровых данных позволяет выявить системы разрывных нарушений разного возраста, типа и генезиса, а также и протрассировать их по простиранию. Территория Московской синеклизы покрыта сеткой сейсмопрофилей неравномерно и поэтому к сожалению имеются участки, где разрывы не отмечены, хотя они вполне могут там присутствовать.

В результате проведенного комплексного анализа с учетом составленных ранее карт [7, 8] построена карта разломов Московской синеклизы масштаба 1:1000000. На ней выделено несколько генераций разрывных нарушений в осадочном чехле, прежде всего по возрасту их заложения: а) рифейская, б) палеозойская, в) мезозойская.

Разломы кристаллического фундамента, выделенные в основном по материалам магнитных и гравитационных съемок, а также по данным ГСЗ, разделяют обычно его структурно-вещественные комплексы. Они практически не влияют на поведение поверхности фундамента и редко продолжают в осадочном чехле. Это хорошо видно на профилях ГСЗ и КМПВ [9, 10], где большинство разломов фундамента заканчиваются у его поверхности. В ряде случаев разломы фундамента продолжают в чехле и иногда образуют бортовые разломы крупных авлакогенов. Но при этом возникает вопрос: а не являются ли эти разломы рифейскими? Доказывать возраст таких разломов в Московской синеклизе затруднительно из-за большой мощности чехла и слабой их изученности. В других районах Восточно-Европейской платформы, более доступных изучению, наблюдается резкое пересечение разломов фундамента и рифейских разломов. Например, Кировоградский и другие крупные разломы фундамента расположены вкрест простирания Днепровско-Донецкого авлакогена. Представляется, что в пределах Московской синеклизы связи разломов фундамента и более поздних разрывных нарушений, как правило, не существует, хотя иногда они и совпадают между собой.

Рифейские разломы протрассированы в основном по геофизическим данным и ограничивают крупные грабенообразные прогибы, в том числе и авлакогены, заполненные мощными осадочными и осадочно-вулканогенными толщами. Эти разломы представляют собой высокоамплитудные сбросы, которые образуют Среднерусский авлакоген, состоящий из нескольких подставляющих друг друга грабенов. Авлакоген протягивается почти через всю территорию Московской синеклизы с юго-запада на северо-восток. Вдоль этой структуры наблюдаются рифейские сбросы с максимальной амплитудой, причем последняя увеличивается к северо-востоку.

В Крестцовском грабене по данным геофизики (МОГТ) наблюдаются крупные сбросы (рис. 1). Смещение по поверхности фундамента составляет 3,5 км на юго-востоке, а на северо-западе

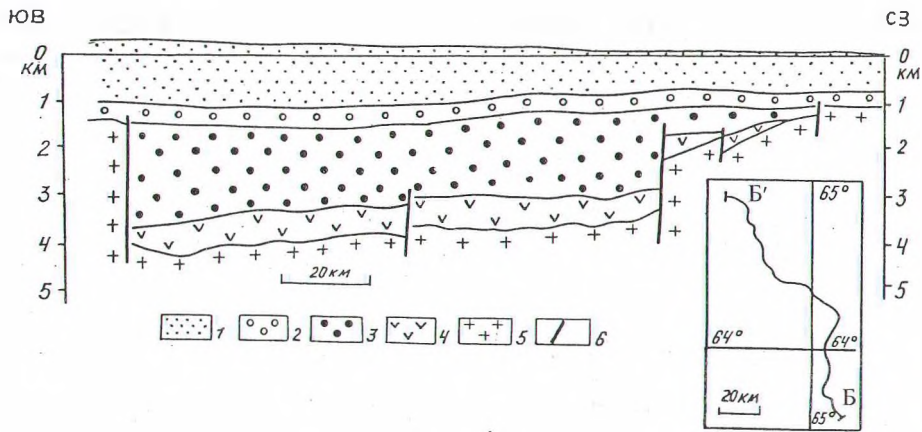


Рис. 1. Фрагмент сейсмогеологического разреза по профилю Б—Б' через западную часть Московской синеклизы (по материалам Экспедиции № 2 НПО «Спецгеофизика», 2000 г.). 1—4 — комплексы осадочного чехла: 1 — палеозойский; 2 — вендский; 3 — осадочный рифейский; 4 — осадочно-магматический раннерифейский; 5 — кристаллический фундамент; 6 — разломы. На врезке — местоположение профиля

отмечается ступенчатое опускание. Центральная часть грабена выполнена осадочными и осадочно-магматическими слабodeформированными комплексами рифея [11]. Грабеновые комплексы перекрыты полого лежащими плитными отложениями венда-палеозоя, распространенными далеко за пределами грабена. Рифейские разломы здесь не затрагивают плитный чехол. В северо-западной части Среднерусского авлакогена (Рослятинский и другие грабены) амплитуда рифейских разломов достигает 4,0—5,0 км.

Главную систему разломов Среднерусского авлакогена нарушают более мелкие разрывы северо-западного простирания. Они разделяют отдельные грабены друг от друга (Тверской и Солигаличский, Солигаличский и Великоустюгский), но также прослежены и внутри грабенов. Система разломов этого простирания расположена в северо-восточной части авлакогена. Амплитуда смещения по ним невелика (не более 1000 м). Скорее всего, они относятся к сбрососдвигам.

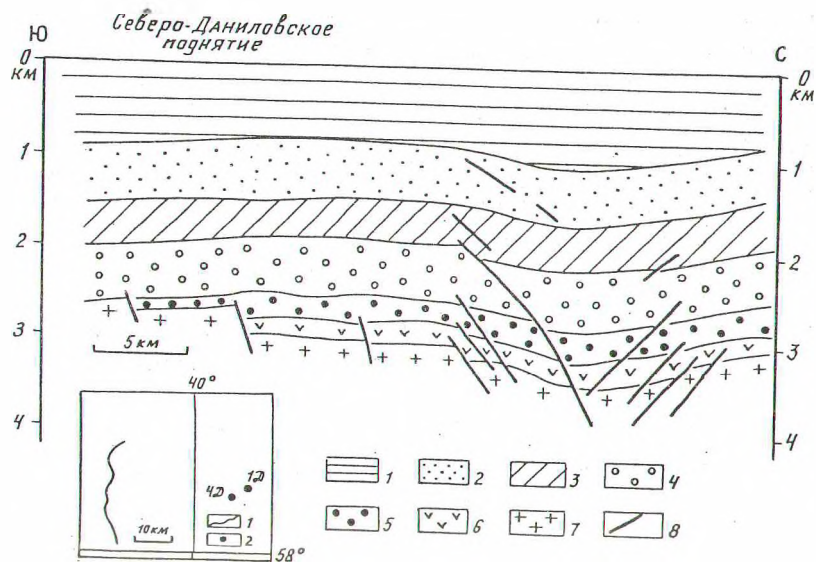
На юго-западе Среднерусский авлакоген торцово упирается в Валдайский грабен, имеющий субмеридиональное простирание. Ограничивающие его рифейские разломы имеют амплитуду, приближающуюся к 2 км. Единичные разломы того же простирания отмечаются южнее, в пределах Оршанской впадины, где их амплитуда составляет первые сотни метров. На северо-востоке Среднерусский авлакоген обрывается системой грабенов, имеющих северо-западное простирание (Онего-Кандалакшский, Лещуконский). Ограничивающие их разломы представляют собой сбросы с амплитудой до 3 км.

Такое положение рифейских разломов в центральной части Московской синеклизы позволяет высказать предположение о геодинамической обстановке в рифейское время. Вероятнее всего, развитие территории происходило в условиях сдвиговых движений, которые и определили торцовые ограничения Среднерусского авлакогена. То есть, возможно грабены авлакогена формировались по механизму пул-аппарт.

Кроме основного центрального звена рифейских разломов, на южном борту синеклизы выделяются еще две группы разрывных нарушений того же возраста. Это Московский и Гжатский грабены субширотного простирания, суммарной протяженностью примерно в 250 км. Павлово-Посадский сброс, ограничивающий с севера Московский грабен, имеет амплитуду около 4 км. По разломам южного борта Московского грабена и ограничениям Гжатского грабена смещения по поверхности фундамента не превышают 2 км. Палеозойские разломы относительно равномерной сеткой покрывают территорию Московской синеклизы, причем следует отметить отсутствие крупных линейных разрывных зон. Основную массу составляют разломы разных направлений, небольшой амплитуды и разной кинематики, преимущественно сбросы. Такие разрывы очень трудно идентифицировать из-за малой амплитуды смещения, хотя иногда в скважинах наблюдаются брекчирование и трещиноватость пород мощностью в несколько метров, которые ассоциируются с разрывными нарушениями.

Вместе с тем на сейсмических профилях высокой точности можно интерпретировать своеобразные системы разломов. Один из таких примеров приведен на рис. 2. Сейсмический профиль проходит через Северо-Даниловское поднятие, расположенное в Любимском грабене (центральная часть Московской синеклизы). Палеозойский разрез здесь представлен переслаиванием глин, аргиллитов, известняков, доломитов, песков, песчаников и других пород.

Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по профилю 0298050 через Северо-Даниловское поднятие в центральной части Московской синеклизы (по материалам Экспедиции № 2 НПО «Спешгеофизика», 1999 г.). 1—6 — комплексы чехла: 1 — каменноугольно-мезозойский; 2 — силурійско-девонский; 3 — кембрийско-ордовикский; 4 — вендский; 5 — осадочный рифейский; 6 — осадочно-магматический рифейский; 7 — кристаллический архейско-раннепротерозойский фундамент; 8 — разломы. На врезке местоположение профиля: 1 — линия профиля; 2 — скважины: 1-я Даниловская и 4-я Даниловская



На сейсмическом профиле выделяется система разрывов шириной около 15—20 км, причем разрывы имеют падение как к югу, так и к северу с углами 10—45°. Смещение по плоскостям разрывов очень маленькое или отсутствует вообще. Разрывы охватывают весь разрез палеозоя, за исключением каменноугольных отложений, в которых они не наблюдаются. Есть мелкие разломы, которые прослежены в пределах одного стратиграфического подразделения с мощностью 300—400 м.

Отдельные разрывы доходят до фундамента, но смещают его поверхность очень незначительно или даже совсем не смещают, другие — расположены внутри горизонтов осадочного чехла мощностью 200—500 м. Рисунок разрывов очень напоминает так называемые цветочные разломы (flower faults), широко распространенные в осадочных толщах разных регионов мира. Предполагается, что своим происхождением они обязаны седиментационным процессам, в частности, уплотнению пород. Представляется возможным такое же происхождение разломов на рассматриваемом участке.

Сходные разломы известны и на других локальных поднятиях (Молоковское, Дьяконовское и др.). Вероятно, такие разломы широко распространены по всей территории Московской синеклизы, но их выделение требует специальных исследований.

Мезозойские разломы известны только на юго-восточном склоне Московской синеклизы, примыкающему к Волго-Уральскому своду, где они широко развиты. Разломы, представляющие собой взбросы и надвиги с амплитудой от первых десятков метров до 1,0 км, захватывают верхние горизонты чехла (пермь-триас) и практически не затрагивают поверхность фундамента. Собственно мезозойские разломы Московской синеклизы изучены очень слабо, поэтому в качестве примера такого типа структур рассмотрим систему надвигов и взбросов Вятского вала, расположенного восточнее, исследованную достаточно подробно [12].

Здесь обнаружены тела раздробленных и брекчированных пород. Эти тела прорывают верхнепермские-нижнетриасовые отложения и по своей природе относятся к тектоническим меланжам, мощность которых колеблется от первых до десяти километров. Выделяется целая система надвигов и взбросов. Следует отметить, что на западе плоскости надвигов более пологие (3—5°), чем на востоке (15—45°). Не вызывает сомнения гипотеза возникновения надвиговых структур в результате бокового давления Урала, где на это время приходится основной этап складчатости.

Единичные сбросы мезозойского возраста обнаружены вдоль южного борта Солигаличского грабена. Они имеют амплитуду 100—200 м, причем опущенным является южное крыло, в отличие от более ранних рифейских сбросов. Поскольку эти сбросы приурочены к инверсионному мезозойскому валу, а такие валы известны и на других бортах древних авлакогенов, можно предполагать, что мезозойские сбросы имеются и в других районах центральной части синеклизы.

Подводя итоги можно сделать некоторые выводы. Во-первых, на всем протяжении эволюции Московской синеклизы ее территория находилась в разных геодинамических условиях, что выразилось в формировании разнонаправленных и разнотипных систем разломов.

Основными этапами разного режима напряжений были рифейский, венд-палеозойский (докаменноугольный) и мезозойский (ранне-среднетриасовый). При этом максимальным этапом разрывных деформаций является рифейский, на более поздних этапах сила напряжения в земной коре уменьшается, и соответственно сокращается количество и глубина проникновения разрывных деформаций. Каждый этап характеризуется преобладанием того или иного типа разрывных нарушений: рифейский — крупные сбросы и сдвиги; венд-палеозойский — сбросы и седиментационные разломы; мезозойский — надвиги и взбросы. Следует особо отметить седиментационные сбросы, которые имеют важное значение при проведении поисковых работ на нефть и газ.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Х99Р-036) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект 00—05—81151 Бел 2000-а) — совместный проект.

### Summary

The Moscow Syncline's territory was under influence of different geodynamic conditions during its evolution. Fault systems with different direction and kind of faults were formed in these conditions. Main stages of stress regime were: Riphean, Vendian-Paleozoic (Pre-Carboniferous) and Mesozoic (EarlyMiddle Triassic). Stress regime was stronger during Riphean time when faults were formed. Normal and shift faults predominated at the Riphean stage. Normal and sedimentary faults predominated at the Vendian-Paleozoic stage. Compressional and thrust faults predominated at the Mesozoic stage. Sedimentary faults are interesting in oil and gas prospecting.

### Литература

1. Гарецкий Р. Г., Айзберг Р. Е., Николаев В. Г. // Докл. НАН Беларуси. 2001. Т. 376, № 4. С. 506—509.
2. Валеев Р. Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М., 1978.
3. Нагорный М. А. Тектоника Вольно-Среднерусской системы прогибов. Мн., 1990.
4. Геология и нефтегазоносность Восточно-Европейской платформы. / Под ред. В. В. Бронгулеева. М., 1985.
5. Владимиров Т. В., Капустин И. Н., Федоров Д. Л. // Геотектоника. 1997. № 3. С. 31—40.
6. Владимиров Т. В., Капустин И. Н., Федоров Д. Л. // Геотектоника. 1998. № 6. С. 23—33.
7. Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. М-б 1:2500000. Гл. ред. А. В. Сидоренко. Мингео СССР. М., 1980.
8. Структурная карта поверхности фундамента платформенных территорий СССР. М-б 1:5 000 000. Мингео РСФСР. М., 1983.
9. Костюченко С. Л., Егоркин А. В., Солодилов Л. Н., Золотев Е. Е. // Отечественная геология. 1996. № 5. С. 31.
10. Соколов Б. А., Пийн В. Б., Ефимова Е. А. // Докл. АН Беларуси, 1994. Т. 36, № 1. С. 93—98.
11. Николаев В. Г. // Геотектоника. 1999. № 6. С. 59—65.
12. Архипов Ю. В., Высоцкий К. А., Калинин А. Т. // Геотектоника. 1996. № 5. С. 55—65.

УДК 551.242.5.056+551.76(476)

С. О. МАМЧИК

**ТЕКТОНИКА КЕЛЛОВЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА  
ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ***(Представлено академиком Р. Г. Гарецким)*

Среди образований мезозойской группы на территории юго-востока Беларуси отложения келловейского яруса юрской системы являются одними из самых широко распространенных, уступая по площади своего развития только сеноманскому и туронскому ярусам меловой системы. Преимущественно морской генезис келловейских пород определил больше внимание к изучению ископаемых остатков микрофауны фораминифер [1—5]. Кроме вопросов стратиграфии, исследователи [3, 6, 7] рассмотрели палеогеографические аспекты развития келловейских отложений. Немногие работы [2, 7—9] были посвящены изучению литологии, фаций и формаций келловейских пород. Однако специальные данные о тектонике келловейских отложений в литературе практически отсутствуют.

Келловейские отложения принадлежат киммерийско-альпийскому комплексу [11, 12], образование которого на юго-востоке территории Беларуси связано с развитием Украинской надрифтовой синеклизы. Структурные особенности позволили проследить здесь Припятскую центриклиналь и Приднепровскую моноклиналь названной синеклизы. Киммерийско-альпийский комплекс в пределах территории Припятского прогиба (Припятская центриклиналь) наследует его строение, а в остальных местах резко накладывается на более древние структуры (южную часть Оршанской впадины, Жлобинскую седловину, юго-восточную часть Воронежской антеклизы, Брагинско-Лоевскую седловину). Рассматривая особенности залегания этого структурного комплекса, геологи отмечают слабую дислоцированность слагающих его пород по сравнению с нижележащим герцинским структурным комплексом, а имеющуюся структурную дифференциацию в залегании надсолевых девонских и мезо-кайнозойских пород на территории Припятского прогиба связывают с проявлениями процессов галокинеза. Отдельные исследователи отмечают также роль инверсионных движений по разломам, влиявших на формирование структурного плана киммерийско-альпийского комплекса в северо-восточной части территории Припятского прогиба [13, 14].

Отложения келловейского яруса делятся на три подъяруса [10]. *Нижнекелловейские* образования мощностью около 20 м представлены преимущественно глинистыми породами с подчиненным значением песчано-алевритовых прослоев. Залегают нижнекелловейские отложения в пределах территории Припятского прогиба и юго-западного склона Воронежской антеклизы согласно на батских некарбонатных песчано-глинистых породах, перекрываются среднекелловейскими, реже (в основном на сводах соляных структур) меловыми отложениями; на территории Жлобинской седловины и Оршанской впадины залегают трансгрессивно на песчано-глинистых отложениях девона, а перекрываются среднекелловейскими породами. Нижняя часть разреза нижнекелловейского подъяруса сложена терригенными породами, верхняя (терригенно-карбонатными породами, содержащими остатки микрофауны фораминифер, а иногда аммонитов.

*Среднекелловейский* подъярус сложен терригенно-карбонатными, реже карбонатными породами (песчаники, опесчаненные известняки, известковистые алевритистые глины, глинистые алевролиты) общей мощностью 15—20 м. В большом количестве в породе присутствует раковинный детрит, встречаются также обломки раковин аммонитов, двустворок и белемнитов. В песчаниках иногда отмечаются железистые оолиты. Залегают среднекелловейские образования на нижнекелловейских, а перекрываются породами верхнего келловей, оксфорда, а также отложениями меловой системы. Нижняя часть разреза представлена преимущественно алевритистыми, а верхняя — песчанистыми разностями пород. На территории южной части Оршанской впадины, особенно при продвижении к востоку в строении подъяруса ведущее значение приобретают известковистые алевритистые глины и глинистые алевролиты.