

УДК 551.24:550.814 (476)

В.Н. ГУБИН

РАЗЛОМЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ БЕЛОРУССКОЙ АНТЕКЛИЗЫ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Fractural tectonics regional regularities within Bielorrussian anteclise were founded as result of application of remote sensing techniques and geological investigations. On the satellite imagery earth crust faults are indicated by lineaments detected within magnetic and gravitational Earth's fields anomalies. The platform cover and crystalline basement's system of earth's faults were established.

Белорусская антеклизы – крупнейшая положительная структура запада Восточно-Европейской платформы. Отличительной чертой этой тектонической области является относительно неглубокое залегание кристаллического фундамента в пределах наиболее приподнятого Центрально-Белорусского массива. В данном регионе установлены системы разломов, контролируемые в консолидированной части земной коры металлогенические зоны, перспективные в плане обнаружения металлических полезных ископаемых (железо, медь, свинец, цинк, золото и др.) [1, 2]. В общем цикле изучения разломов земной коры Белорусской антеклизы важную роль играют космогеологические методы, позволяющие на основе комплексной интерпретации материалов дистанционного зондирования Земли из космоса и геолого-геофизических данных выявить новые закономерности дизъюнктивной тектоники и повысить надежность прогноза различных полезных ископаемых.

Методика исследований

Космотектонический анализ Белорусской антеклизы осуществлялся по материалам космического зондирования литосферы, полученным оптико-электронными системами в спектральных диапазонах $0,5\div 0,6$; $0,6\div 0,7$; $0,7\div 0,8$ и $0,8\div 1,1$ мкм. Масштабный ряд космоизображений составлял 1:1 000 000 и 1:500 000, а их пространственное разрешение – около 250 и 80 м. На геодинамических полигонах, расположенных в разных структурных зонах антеклизы, цифровые данные визуализировались в виде космических снимков (КС) масштаба 1:200 000 (1:100 000) с разрешением на местности в несколько десятков метров. Высокой тектонической информативностью отличались КС в спектральных диапазонах $0,7\div 0,8$ (красный) и $0,8\div 1,1$ мкм (ближний инфракрасный).

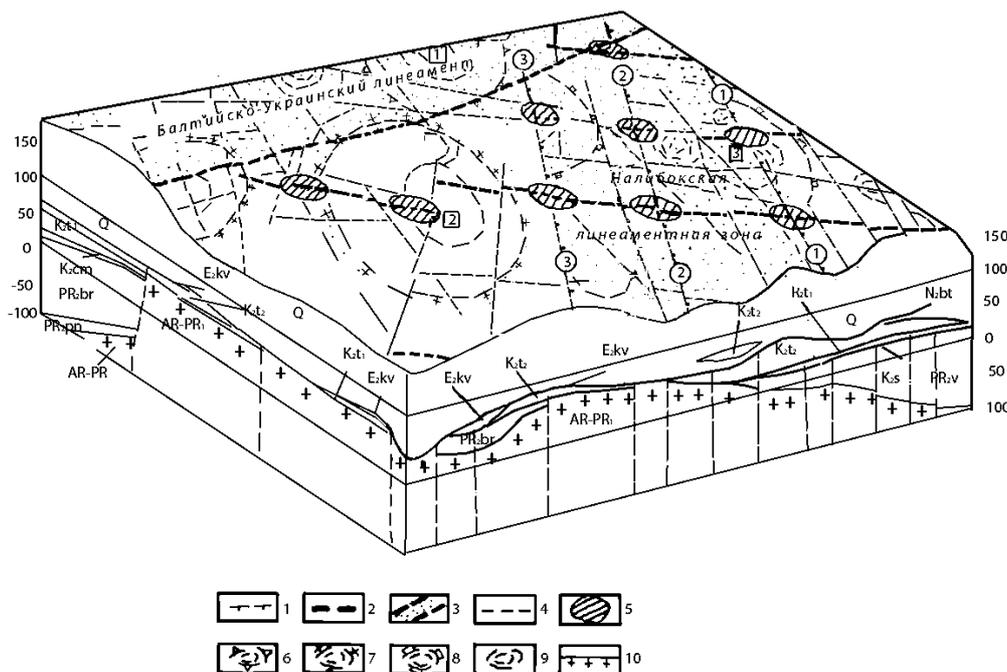
В общей схеме космотектонических исследований выполнялась компьютерная обработка КС и визуальное дешифрирование (структурное, геоиндикационное) космоизображений земной поверхности. С целью объективизации процесса дешифрирования и выяснения природы выделенных по КС линейментов осуществлялся анализ материалов геолого-геофизических съемок. При тектонической интерпретации линейных структур обращалось внимание на характер аномалий магнитного и гравитационного полей: ступени в уровнях полей, оси линейных и изометричных аномалий, границы с нарушениями корреляции аномалий в физических полях. Системы линейментов сопоставлялись с разломами платформенного чехла и кристаллического фундамента, установленными в ходе региональных геолого-съемочных работ и при тектоническом картографировании масштаба 1:500 000 и 1:200 000. Омечено, что на КС наиболее отчетливо отражаются разломы и трещины, образованные в условиях растяжения литосферного пространства. Повышенной трещиноватостью и проницаемостью земной коры,

активностью проявления геодинамических процессов отличаются участки пересечения разрывных нарушений – узловые структуры.

Результаты и их обсуждение

На основе космогеологических построений выяснены региональные закономерности тектонической делимости Белорусской антеклизы. Согласно существующей классификации [3] выявленные на КС системы разломов земной коры разделены на три категории: 1) суперрегиональные разломы, ограничивающие либо секущие Белорусскую антеклизу, вытянутые на многие сотни километров; 2) региональные, ограничивающие или пересекающие Центрально-Белорусский массив и структуры антеклизы более низкого порядка (Воложинский грабен, Бобовнянский выступ и др.), протяженностью обычно в десятки и первые сотни километров и 3) локальные разломы небольшой протяженности (единицы – первые десятки километров), осложняющие отдельные тектонические структуры антеклизы.

Белорусскую антеклизу в субмеридиональном направлении пересекает суперрегиональный Балтийско-Украинский линеамент земной коры, отчетливо выраженный на КС и в геофизических полях по линии Барановичи – Кореличи – Воложин. Здесь он совпадает с системой полосовых гравитационных и магнитных аномалий и интенсивного магнитного минимума, охватывающего Бобовнянский выступ. В осевой части Барановичского гравитационного минимума суперлинеаменту соответствуют протяженные выдержанные зоны высоких горизонтальных градиентов гравитационного и магнитных полей. Балтийско-Украинский линеамент земной коры является структурой древнего заложения и в целом совпадает с положением Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса в кристаллическом фундаменте [1]. В пределах Центрально-Белорусского массива суперлинеамент выражен серией разломов платформенного чехла и консолидированной части земной коры (рисунок).



Космотектоническая модель Бобовнянского выступа Белорусской антеклизы: 1, 2 – региональные линеаменты, отражающие разломы платформенного (1) и доплатформенного (2) этапов заложения; 3 – линеаментные зоны, связанные с системами разрывов и трещин в платформенном чехле и кристаллическом фундаменте; 4 – локальные линеаменты дизъюнктивной природы; 5 – узлы пересечения линеаментов; 6–9 – кольцевые структуры тектогенного (6), магматогенного (7), метаморфогенного (8) и проблематичного (9) генезиса; 10 – поверхность кристаллического фундамента.

Разломы: ① – Налибокский, ② – Неманский, ③ – Савонский. Кольцевые структуры: □ – Ушанская, ▢ – Мирская, ⊠ – Старинская

В глубоко погруженной части кристаллического фундамента Балтийско-Украинский линеамент имеет складчато-блоковое строение и сложен в основном двумя комплексами пород: гранулитовым и сланцево-амфиболито-плагинейсовым. Первый в значительной степени переработан раннепротерозойской гранитизацией и развит в пределах Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса. Образования второго комплекса выполняют Околовскую протогeosинклиналь. Метаморфические комплексы прорываются небольшими интрузиями габброидов кореличского, русиновского и гранитами

жуховичского комплексов. Кроме этого, в протопрогибе широко развиты мигматит-граниты бобовнянского комплекса, образующие крупные линейные и куполовидные тела.

В пределах Балтийско-Украинского линеамента сосредоточены Околовское и Новоселковское месторождения магнетитовых руд, Рудьянское, Мирское, Рубежевичское, Пуховщинское, Раевщинское и другие (в основном колчеданные) рудопроявления. На данной площади выявлено наибольшее количество точек минерализации и геохимических аномалий цветных, редких и благородных металлов.

Региональные разломы Белорусской антеклизы наиболее полно изучены на основе комплексирования космогеологических и геолого-геофизических методов. Разрывные нарушения этой группы дизъюнктивов проявляются в структуре кристаллического фундамента и платформенного чехла. Доминирующее их простирание – диагональное и субмеридиональное. В пределах Центрально-Белорусского массива региональные разломы субмеридионального направления ограничивают тектонические зоны кристаллического фундамента (Слонимско-Новогрудскую, Дятловскую, Барановичско-Кореличскую, Каролинскую, Старицкую и др.), заложенные вдоль мантийных разломов и игравшие ведущую рудоконтролирующую роль.

Минский региональный разлом пересекает диагонально Бобовнянский выступ антеклизы и выражен на КС зоной ландшафтных аномалий шириной $0,5 \div 1,5$ км, отчетливо дешифрируемой по линии Ляховичи – Снов – Столбцы. По материалам геофизических съемок этот разлом фиксируется высокоградиентной зоной силы тяжести, локальными аномалиями и изменениями характера магнитного поля. В структуре кристаллического фундамента он разделяет верхнеархейские грабен-синклинали от нижнеархейского купола и выражается дайками диабазов, трещинными интрузиями гранитов, распространением локальных кварц-полевошпатовых метасоматитов и проявлением радиогенных газов. Это позволяет отнести дешифрируемый региональный разлом к дизъюнктивным структурам доплатформенного этапа заложения. Более поздние тектонические движения, синхронные образованию нарушений платформенного чехла, способствовали формированию вдоль Минского разлома поперечных сдвиговых деформаций, отразившихся также в ландшафтных особенностях и на КС.

К региональным дизъюнктивам относится Налибокский разлом, отделяющий Центрально-Белорусский массив от Воложинского грабена. Линейная структура дешифрируется на КС локального уровня генерализации зоной эшелонированных ландшафтных аномалий шириной $2 \div 4$ км, трассирующихся по азимуту 315° вдоль линии Слуцк – Столбцы и далее в сторону Ивье на расстояние около 140 км (см. рисунок). Дизъюнктив прослеживается в породах консолидированного фундамента, верхнепротерозойских, меловых, палеогеновых и плиоцен-четвертичных отложениях. Он представляет собой сброс с максимальной вертикальной амплитудой смещения по поверхности фундамента около 250 м.

Вдоль дешифрируемых на КС Ляховичского и Свислочского региональных разломов, ограничивающих Белорусскую антеклизу с юга, в физических полях наблюдается горизонтальное смещение оси Ружанской положительной гравитационной аномалии. Примерно к тем же участкам приурочены резкие отклонения осей аномалий и высокие градиенты магнитного поля. По простиранию дизъюнктивных структур отмечаются коленообразные изгибы изогипс поверхности кристаллического фундамента, переуглубления в рельефе меловых отложений и узкие зоны отсутствия пород сеноманского яруса.

На территории Белорусской антеклизы широко развиты локальные разломы земной коры, имеющие небольшую протяженность, диагональное и ортогональное простирание. В структуре кристаллического фундамента они тяготеют к зонам дорифейской тектономагматической активизации: Каролинской, Старицкой и др., установленным при глубинном геологическом картографировании Бобовнянского гранитогнейсового купола. Здесь по комплексу космогеологических и геолого-геофизических данных выделены системы локальных разломов фундамента: Ушанский, Ланский, Квачевский и др. Ушанский разлом обнаруживается на КС зоной линеаментов шириной $0,5 \div 2$ км и трассируется на расстояние в несколько десятков километров. Он проявляется в магнитном поле в виде изометричных аномалий, причиной которых служит одноименная дайка диабазов. Контакты тела дайки разрушены с образованием коры выветривания. По краям разлома вмещающие гранитогнейсы метасоматически изменены в лейкократовые разновидности (кварц-полевошпатовые метасоматиты). В водах трещинных зон пород кристаллического фундамента установлена высокая концентрация радиогенных газов: радона и гелия.

Сходные дешифровочные признаки и длину имеет Ланский локальный разлом. С ним связано развитие мощной линейной коры выветривания, а также лейкократовых гранитогнейсов, формирование

которых вызвано локальным кварц-полевошпатовым метасоматозом. В узле пересечения Ланского разлома с Несвижской зоной дробления воды кристаллического фундамента характеризуются аномально высокими содержаниями урана и радия. Рассматриваемые локальные дизъюнктивы, объединяясь общностью простирания, развития метасоматических процессов, контролируют в фундаменте Белорусской антеклизы положение зон тектономагматической активизации. Установление подобных структур космогеологическими методами имеет практическое значение в прогнозно-металлогенических целях.

Важную роль в разломной тектонике Белорусской антеклизы сыграли ротационные геодинамические процессы. Образование закономерно ориентированных линейных структур и их пространственное распределение связаны с изменениями скорости вращения земного шара, вызвавшими тангенциальные напряжения определенных направлений. Возникшие в результате ротогенеза регматические решетки в земной коре служили теми «рельсами», по которым происходило структурообразование на доплатформенном и платформенном этапах развития антеклизы.

Фрактальность земной коры Белорусской антеклизы, сформированная ротационно-планетарными процессами, согласуется с дизъюнктивной тектоникой эндогенного режима Земли и временной шкалой геологической истории. Широко представлена на территории антеклизы система дислокаций $45\div 315^\circ$, проявившаяся на различных этапах развития земной коры запада Восточно-Европейской платформы в целом. Дизъюнктивы подобной ориентировки играли ведущую роль в геодинамической эволюции региона. По этому направлению активизировались тектонические процессы в раннем и позднем докембрии, а также на новейшем этапе. В пределах Центрально-Белорусского массива с направлением 45° согласуется простирание Минского регионального разлома, разделяющего блоки кристаллического фундамента. По азимуту 315° трассируется Налибокский, Неманский и Савонский разломы. Следует отметить, что ортогональная сеть дислокаций $45\div 315^\circ$ является кардинальной для линейных структур ротационной природы в пределах Восточно-Европейской платформы [4, 5].

В системе планетарных трещин $17\div 287^\circ$ к азимуту 17° тяготеют глубинные дизъюнктивы в пределах Белорусско-Прибалтийского гранулитового пояса кристаллического фундамента. Среди них выделяются Кореличский, Ивенецкий и другие разломы, ограничивающие глубоко погруженные тектонические блоки. Подобные дислокации группируются в единую разломную зону, выраженную на КС довольно протяженным фрагментом Балтийско-Украинского линеамента земной коры.

Ротационные структуры направлений $0\div 270^\circ$ контролировали развитие в раннем докембрии широтных дизъюнктивов, ограничивающих крупные тектонические блоки консолидированной коры Белорусской антеклизы. С этой сетью связана разрядка более поздних тектонических напряжений, которые отразились в платформенном чехле изменением фаций и мощностей отложений, разрывными дислокациями.

На основе комплексной интерпретации материалов структурного дешифрирования КС и геолого-геофизических данных составлена космогенная модель наиболее приподнятой части Белорусской антеклизы – Бобовнянского выступа масштаба 1:100 000 (см. рисунок). В пределах этого структурного элемента поверхность кристаллического фундамента залегает на абсолютных отметках от 0 до +103 м и на значительной площади выходит под четвертичные отложения. Линеamentное поле рассматриваемой территории образуют активные дизъюнктивы и трещины доплатформенного и платформенного этапов заложения. Прослеживаемый здесь фрагмент суперрегионального Балтийско-Украинского линеамента земной коры фиксируется в геофизических полях и согласуется с системой корово-мантийных разломов. Налибокскую зону линеаментов образуют одноименный региональный дизъюнктив, а также Неманский и Савонский локальные разломы.

Таким образом, в результате комплексной интерпретации космогеологических и геолого-геофизических материалов выяснены региональные закономерности разломной тектоники Белорусской антеклизы, изучены особенности проявлений ротационно-планетарных процессов и составлены космогенные модели. Исследование разломов консолидированной части земной коры и платформенного чехла Белорусской антеклизы по данным космического зондирования позволяет создать многофункциональную геологическую основу для обоснования и ведения в этой тектонической области геолого-съемочных, поисковых и геолого-разведочных работ, способствует дальнейшему развитию минерально-сырьевой базы Республики Беларусь.

1. Основы геологии Беларуси / Под общ. ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева, Я.И. Аношко. Мн., 2004. С. 248.

2. Полезные ископаемые Беларуси / Ред. П.З. Хомич, С.П. Гудак, А.М. Синичка и др. Мн., 2002. С. 195.
3. Разломы земной коры Беларуси / Под ред. Р.Е. Айзберга. Мн., 2007. С. 16.
4. Г у б и н В. Н. // Бюл. Бел. горн. академии. 2000. № 1 (4). С. 6.
5. К а т т е р ф е л ь д Г. Н. // Геоморфология. 1984. № 3. С. 3.

Поступила в редакцию 25.06.09.

Валерий Николаевич Губин – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии.