

ДОКЛАДЫ УЧЁНЫХ И УЧАЩИХСЯ УНИВЕРСИТЕТОВ БЕЛАРУСИ

УДК 550.814:553.98(476)

КОСМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ И СФЕРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В. Н. Губин

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; vngubin@mail.ru

Спутниковые технологии играют важную роль в инновационном развитии региональной геологии и геологического образования. Анализ данных, полученных из космоса, совместно с геолого-геофизическими материалами имеет существенное значение при проведении геологосъёмочных работ и прогнозировании полезных ископаемых. В сфере образовательного процесса космическая информация способствует формированию у студентов и магистрантов современного уровня космогеологических знаний.

Ключевые слова: космическое зондирование Земли; региональная геология; Беларусь.

На современном этапе региональных геологических исследований (РГИ) Республики Беларусь и обеспечением геологоразведочной отрасли квалифицированными кадрами важную роль играют данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Геологическое дешифрирование космических снимков (КС) в комплексе с геолого-геофизическими материалами позволяет выявить новые закономерности в строении платформенного чехла и консолидированной части земной коры, повысить надёжность прогноза на различные полезные ископаемые, а также оценить состояние геологической среды в условиях техногенеза [2–4]. В сфере университетского образования космическая информация широко используется в учебном процессе при подготовке геологов высшей квалификации.

Инновации в региональной геологии и геологическом образовании тесно связаны с данными ДЗЗ Белорусским космическим аппаратом (БКА), съёмочная аппаратура которого позволяет в панхроматическом режиме получать КС территории Беларуси с разрешением объектов на земной поверхности 2,1 м, а в мультиспектральном – с пространственным разрешением 10,5 м. Спектральный диапазон съёмки БКА охватывает как видимую часть спектра, так и ближний инфракрасный интервал электромагнитных волн. В РГИ и при подготовке специалистов в области геологии используются также КС со спутников «Канопус-В» «Ресурс-П» Sentinel-2В, Landsat-8 и SPOT-6,7 с пространственным разрешением от 30 до нескольких метров. В связи с решением геологических задач следует отметить широкий спектральный диапазон съёмки со спутников группы Sentinel-2В Европейского космического агентства, осуществляющих мультиспектральную съёмку в 13 каналах. Различные сочетания спектральных каналов обеспечивают отображение геологических объектов в морфологии рельефа земной поверхности, распределении растительных сообществ и в других природных индикаторах, что позволяет повысить информативность геоиндикационного дешифрирования КС.

При проведении РГИ и в образовательном процессе обращается внимание на методические подходы к геологической интерпретации данных ДЗЗ, заключающиеся в компьютерной обработке космической информации с использованием модулей ПО QGIS-GRASS, а также основанные на геоиндикационном дешифрировании КС. Специализированное программное обеспечение позволяет осуществлять классификацию космоизображений на области близкие

друг к другу по параметрам яркости, получаемых в различных спектральных каналах сенсора спутника. Автоматически выделяются границы областей путём сегментации растрового изображения с переводом его в векторный формат с полной геодезической привязкой. Конечный итог обработки – векторная карта выделенных на местности классов с возможностью пространственного совмещения с цифровой моделью рельефа и геолого-геофизической информацией. Получаемые векторные карты информативны для выделения геологических объектов, в том числе структурных форм земной коры, активных на неотектоническом этапе.

Геоиндикационное дешифрирование КС базируется на выявлении и идентификации ландшафтных индикаторов (геоиндикаторов) проявлений новейшей активизации разломной тектоники, блоковых и пликвативных форм земной коры, фиксируемых на КС в виде линейных и кольцевых структур. При этом устанавливаются корреляционные связи между ландшафтными особенностями земной поверхности, прежде всего, морфологией современного рельефа, и структурными элементами осадочного чехла и кристаллического фундамента. В основе метода лежит теоретическое положение о взаимосвязи природных компонентов земной поверхности с тектоно-геодинамическим режимом эволюции Земли в позднеолигоцен-четвертичное время. Чем выше степень унаследованности структур земной коры к новейшему структурному плану, тем более информативен геоиндикационный метод дешифрирования КС в геотектонике и геодинамике, определяющими геологическое строение регионов.

На основе комплексной интерпретации ДЗЗ из космоса и материалов геолого-геофизических съёмок достигается возможность изучения геологического строения отдельных регионов Беларуси и конкретных площадей, перспективных в минерагеническом отношении. Анализ космической информации обеспечивает получение значительного объёма геологического материала на следующих стадиях проведения РГИ: 1 – региональные геолого-геофизические исследования масштаба 1 : 1 000 000 (1 : 500 000); 2 – региональные геологосъёмочные работы масштаба 1 : 200 000 (1 : 100 000); и 3 – региональные геологосъёмочные работы масштаба 1 : 50 000 (1 : 25 000). При этом составляются космогеологические модели 2D и 3D, повышающие объективность геологических знаний о региональной структуре земной коры, новейшей геодинамике, закономерностях формирования и размещения месторождений полезных ископаемых. К основным задачам региональной геологии территории Беларуси на ближайшую перспективу относятся: обновление геологической съёмки масштаба 1 : 200 000, планомерное проведение геологосъёмочных работ масштаба 1 : 50 000 с общими поисками, составление и издание новых геологических карт масштаба 1 : 500 000 и 1 : 200 000.

Спутниковые информационные системы совместно с геолого-геофизическими исследованиями приобретают существенное значение для региональной геотектоники территории Беларуси и позволяют под несколько иным углом рассмотреть строение земной коры на разных уровнях её тектонической расслоенности. Наряду с известными ранее структурными формами космогеологическими методами устанавливаются кольцевые и линейные структуры земной коры, системы трещин ротационно-планетарной природы. Важную роль играет космическая информация в неогеодинимических реконструкциях и тектоническом картографировании.

Данные ДЗЗ в комплексе с геолого-геофизическими материалами повышают эффективность поисков залежей углеводородов (УВ). При этом большое внимание уделяется региональной оценке и локальному прогнозу нефтегазоносности, выявлению новых промышленных месторождений нефти [1, 2, 5, 6]. На современном этапе проведения геологоразведочных работ на нефть в пределах Припятского, Брестского и Оршанского осадочных бассейнов запада Русской плиты особую актуальность приобретает разработка технологии подготовки регионального прогноза нефтегазоносности территории на основе анализа данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизической информации. Важно также создание электронной базы геоданных включающей комплекс космоструктурных критериев нефтегазоносности и методику

прогноза нефтеперспективных участков с использованием программной обработки КС и материалов геолого-геофизических съёмок. В результате космоструктурного картирования в Припятском нефтегазоносном бассейне (НГБ) установлены закономерности пространственного распределения флюидопроводящих глубинных разломов и непосредственно примыкающих к ним кольцевых структур земной коры, обнаруживающих связь с зонами нефтегазонакопления, месторождениями нефти и потенциальными нефтегазоносными объектами. В позднеолигоцен-четвертичное время, как и на предшествующих этапах развития Припятского НГБ, высокой тектонической активностью отличались глубинные Северо- и Южно-Припятский суперрегиональные разломы, ограничивающие палеорифтовый бассейн, а также региональные разломы мантийного заложения: Речицко-Вишанский, Червонослободско-Малодушинский, Микашевичский, Лоевский и др., выраженные на КС в виде линеаментов (рис. 1). Мантийные разломы и приуроченные к ним кольцевые структуры определили геофлюидодинамические условия нефтегазообразования в Припятском НГБ.

В пределах Речицко-Вишанской зоны нефтегазонакопления, контролируемой одноименным разломом мантийного заложения, на Речицкой площади установлена кольцевая структура, отражающая в межсолевом комплексе верхнедевонской толщи осадочного чехла по поверхности задонского горизонта полуантиклиналь, вытянутую в субширотном направлении и ограниченную с юга и юго-запада зоной отсутствия межсолевых отложений (рис. 2, 3).

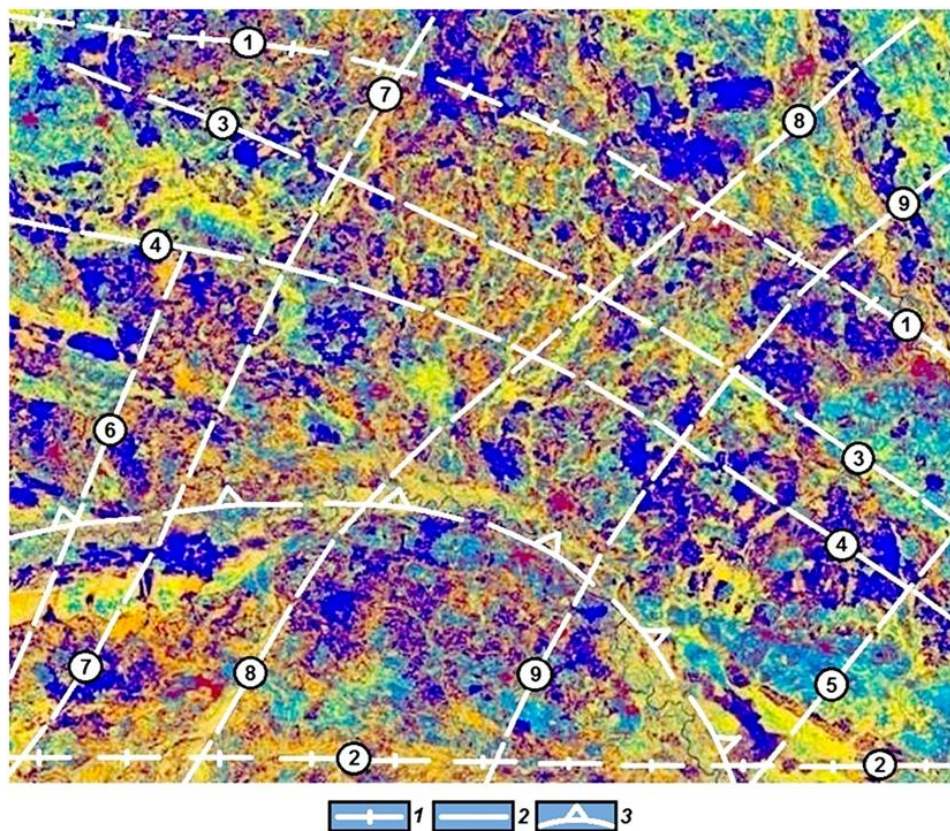


Рисунок 1 – Космоструктурная схема Припятского нефтегазоносного бассейна
 1, 2 – суперрегиональные (1) и региональные (2) линеаменты, отражающие неотектонически активные разломы; 3 – северный сегмент Полесской кольцевой структуры; разломы (цифры в кружках): 1 – Северо-Припятский; 2 – Южно-Припятский; 3 – Речицко-Вишанский; 4 – Червонослободско-Малодушинский; 5 – Лоевский; 6 – Микашевичский; 7 – Малыньско-Туровский; 8 – Пержанско-Симоновичский; 9 – Первомайско-Заозёрный.

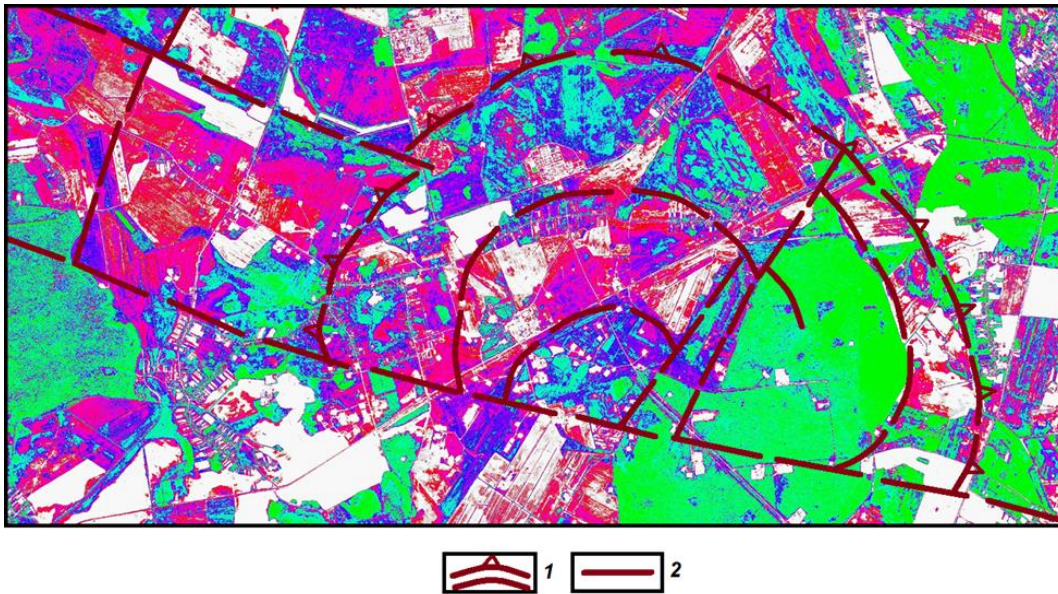


Рисунок 2 – Космоструктурная схема Речицкого месторождения нефти

1 – дугообразные линеаменты кольцевой структуры, 2 – линеаменты, отражающие разрывные нарушения и зоны трещиноватости.

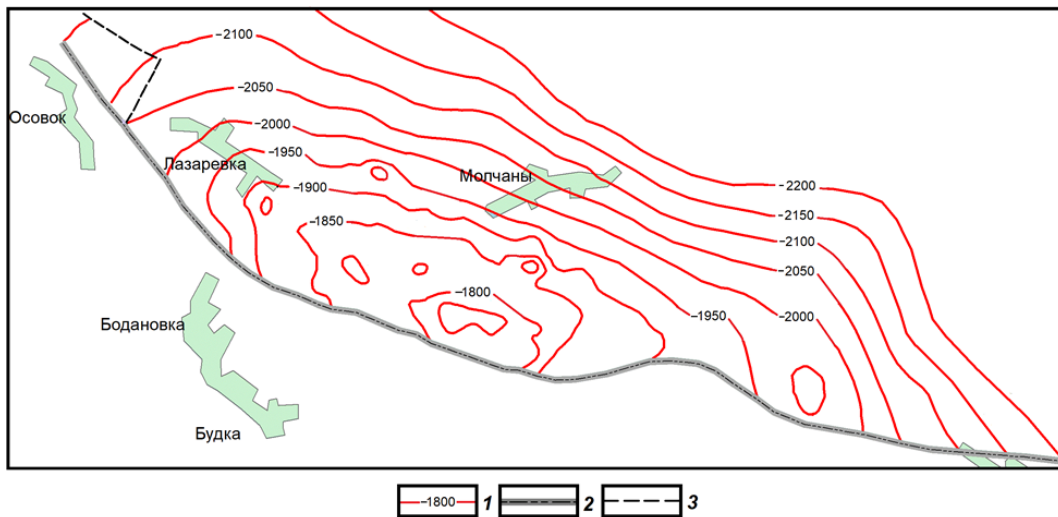


Рисунок 3 – Структурная карта по кровле задонского горизонта (IV пачка) в пределах Речицкого месторождения нефти

1 – изолинии кровли задонского горизонта; 2 – граница IV пачки; 3 – локальные разломы.

Кольцевая структура примыкает к приподнятому северному крылу Речицко-Вишанского разлома и, по-видимому, обнаруживает связь с каналами разгрузки мантийных флюидопотоков в осадочный чехол. В пределах промежуточного блока Речицко-Вишанского разлома открыто Угольское месторождение нефти, содержащее тектонически экранированную залежь в семилукском горизонте подсолевых отложений верхнего девона на глубине более 5 км. Формирование новых залежей УВ вблизи разрабатываемых месторождений нефти, возможно, связано с подтоком глубинных УВ-флюидов в зонах региональных мантийных разломов и прилегающих к ним кольцевых структур. В пределах приподнятых и опущенных крыльев разломов УВ могут быть генерированы в блоковых и блоково-пликативных струк-

турных формах, испытывающих активизацию в позднеолигоцен-четвертичное время и выраженных на КС в виде локальных кольцевых объектов.

В настоящее время в БГУ большое внимание уделяется подготовке национальных геологических кадров в связи с дальнейшим изучением геологического строения недр территории Беларуси на основе инновационных технологий, поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых, рациональным недропользованием и охраной геологической среды. В период становления и развития отечественной геологической отрасли выдающийся белорусский ученый академик Гавриил Иванович Горецкий справедливо отметил, что *«праца па вывучэнню геалогіі Беларусі – самае галоўнае, самае важнае, самае вялікае, самае значнае»*.

Сегодня ведущий университет страны является центральным звеном в освоении наук о Земле, в том числе в геологическом образовании. Важную роль в удовлетворении потребности в геологах высшей квалификации играет кафедра региональной геологии факультета географии и геоинформатики БГУ. Она осуществляет подготовку инженеров-геологов по специальности I-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». На кафедре действует магистратура по специальности I-51 80 04 «Геология» и аспирантура по специальности 25.01.01 «Общая и региональная геология».

Инновационный подход к изучению проблем региональной геологии и прогнозированию месторождений полезных ископаемых базируется на внедрении в сфере образовательного процесса современных методов получения новой геологической информации. В этом отношении широкие возможности открывают данные ДЗЗ из космоса. Космическая информация обеспечивает приобретение студентами космогеологических знаний и их реализацию в решении целого спектра научно-практических задач при геологическом картировании, прогнозно-минерагенических исследованиях, эколого-геологической оценке территории и в других направлениях региональной геологии. Будущие специалисты должны владеть методами геологической интерпретации данных ДЗЗ из космоса совместно с геолого-геофизическими материалами.

В рациональном комплексе преподаваемых дисциплин геологического цикла широко представлены актуальные проблемы космического зондирования Земли, обеспечивающие формирование теоретико-методической базы знаний о строении земной коры, прогнозировании полезных ископаемых и рациональном недропользовании. Особо следует отметить высокую степень проработки данного направления в курсах лекций «Геологическая съёмка и картографирование», «Геотектоника», «Дистанционные методы в геологии», «Основы космической геологии», «Экологическая геология», «Спутниковые технологии в геодинاميке» и «Космогеологические методы поисков нефти».

Таким образом, спутниковые технологии играют важную роль в инновационном развитии региональной геологии и геологического образования. Анализ данных ДЗЗ из космоса совместно с геолого-геофизическими материалами приобретает существенное значение при проведении геологосъёмочных работ и прогнозировании полезных ископаемых. В сфере образовательного процесса космическая информация способствует формированию у студентов и магистрантов современного уровня космогеологических знаний в связи с подготовкой квалифицированных кадров для геологоразведочной отрасли.

Библиографические ссылки

1. Гридин В. И., Дмитриевский А. Н. Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий. М. : Наука, 1994.
2. Губин В. Н., Ковалёв А. А. Космическая геология Беларуси. Минск : Лазурок, 2008.
3. Перспективные технические средства и технологии для развития космической отрасли: результаты реализации программы Союзного государства «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» («Мониторинг-СГ») / М. И. Макаров [и др.]. Минск : Беларус. навука, 2019.

4. Спутниковые технологии в геодинамике / Под ред. В. Н. Губина. Минск : Минсктиппроект, 2010.

5. Тимурзиев А. И., Шумейкин С. А., Шумейкин А. С. Методы и технологии оценки перспектив нефтегазоносности территорий на основе комплексного анализа потенциальных полей, данных сейсморазведки, топогеодезической и космической съёмки // Глубин. нефть. 2014. Т. 2, № 3. С. 307–340.

6. Трофимов Д. М. Дистанционные методы в нефтегазовой геологии. М. : Инфра-Инженерия, 2018.

УДК 551.243.8

ОТРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА ФУНДАМЕНТА БАЛТИЙСКО-ПРИДНЕСТРОВСКОЙ ЗОНЫ ПЕРИКРАТОННЫХ ОПУСКАНИЙ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

С. Л. Сушкевич

Институт природопользования НАН Беларуси,
ул. Ф. Скорины 10, 220114 Минск, Республика Беларусь; sergeysushkevich1@gmail.com

Показана возможность использования геофизических полей для тектонического районирования фундамента в Балтийско-Приднестровской зоне перикратонных опусканий.

Ключевые слова: геофизические поля; геофизические аномалии; Балтийско-Приднестровская зона перекратонных опусканий.

Основная задача проведённых исследований заключалась в выяснении соотношений различных типов геофизических аномалий, их систем, подсистем и зон с установленными тектоническими структурами – крупными блоками, поясами, глубинными разломами в Балтийско-Приднестровской зоне перикратонных опусканий.

Балтийско-Приднестровская зона перикратонных опусканий простирается вдоль юго-западного края Восточно-Европейской платформы от Северного моря до Чёрного.

На территории исследования Балтийско-Приднестровской зоны перекратонных опусканий Г. В. Зиновенко [1] по поверхности фундамента выделено 8 крупных геологических структур: I – Молдавская моноклираль, II – Северо-Молдавское поднятие, III – Волыно-Подольская впадина, IV – Луковско-Ратновский выступ, V – Подляско-Брестская впадина, VI – Мазурский выступ, VII – Балтийская синеклиза и VIII – Балтийский щит (рис. 1).

Все отрицательные и положительные структуры края платформы имеют субширотное и северо-восточное простирание, примыкающие на юго-западе к линии Тейссера-Торнквиста. Фундамент в пределах данных структур погружается в западном, юго-западном направлениях от –0,5 км до –8–10 км.

Разломная сеть в пределах данных структур имеет диагональную и ортогональную направленность. Диагональная система разломов более древняя, и, по-видимому, была заложена на доплатформенном этапе. Система разломов ортогонального заложения, в основном сформировавшаяся на платформенном этапе, соподчинена диагональной [1].

Основными методическими приёмами при выяснении взаимосвязи геофизических полей и строения кристаллического фундамента обычно являются: 1) районирование и типизация гравитационных и магнитных аномалий; 2) составление региональных схематических глубинных геолого-геофизических разрезов через рассматриваемый регион; 3) выяснение корреляционных статистических связей между различными типами и интенсивностью магнитных и гравитационных аномалий и количеством месторождений и рудопроявлений полез-