

УДК 553.981

**Харченко В.М. [Harchenko V.M.],
Домарева А.Е. [Domareva A.E.],
Колядова Г.В. [Kolyadova G.V.],
Мочалов В.П. [Mochalov V.P.]****ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ОПЕРАТИВНЫХ ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ
И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ И ГАЗА****(на примере Величаевско-Колодезного
месторождения)****Innovative technology of operational searching,
exploration and development of oil and gas fields
(Example of the Velichaevo-Kolodez field)**

В предложенной работе излагаются оперативные методы и технология поисков месторождений полезных ископаемых и оценки сейсмичности и экологических условий на основе использования: 1. Современной спутниковой съёмки земной поверхности путём подбора масштабов космоснимков для получения определённого объёма и качества информации; 2. Теоретической основы концепции структур центрального типа, где впервые используется их интерпретация с выделением геодинамических центров, зон сжатия и растяжения, участков их интерференции и узловых точек; 3. Нового метода ландшафтно-геоэкологического картирования, с выделением на картах геолого-тектонической обстановки, структур центрального типа и линеаментов, а также основных элементов ландшафтов (гидросети, особенности рельефа, почв и растительности) и физико-геологических процессов. Согласно предложенной технологии на основе космической съёмки приводятся основные этапы и результаты выполнения научно-исследовательских работ на конкретной территории.

The proposed work outlines the operational methods and technology of prospecting for mineral deposits and estimates of seismicity and environmental conditions based on the use of: 1. Modern satellite imagery of the earth's surface by means of a selection of space images to obtain a certain volume and quality of information; 2. The theoretical basis of the concept of structures of the central type, where for the first time their interpretation is used, with the allocation of geodynamic centers, compression and stretching zones, areas of their interference and nodal points; 3. A new method of landscape geoeological mapping, with the isolation of geological and tectonic environment maps, central-type structures and lineaments, as well as the main elements of landscapes (hydrossets, terrain features, soils and vegetation) and physico-geological processes. According to the proposed technology on the basis of space imagery, the main stages and results of performing scientific research in a particular area are given.

Ключевые слова: космическая съёмка; дешифрирование космических снимков; линеаменты; структуры центрального типа (СЦТ); интерпретация СЦТ; очаги землетрясений; зоны разряжения; зоны сжатия; геодинамические центры; узловых точки; рудные узлы; зоны субвертикальной деструкции; залежи углеводородов; флюидодинамическая модель; закон скалывающих напряжений; геолого-тектоническая модель.
Key words: space survey; decoding of space images; lineaments; structure of the central type (SCT); interpretation of the SCT; foci of earthquakes; zones of rarefaction; zones of compression; geodynamic centers; nodal points; ore sites; zones of subvertical destruction; hydrocarbon deposits; fluid dynamic model; the law of shear stresses; geological-tectonic model.

Введение

Стадии поисков, разведки и эксплуатации месторождений, как известно, растянуты во времени на годы, а то и десятилетия. Поэтому разработка оперативного метода, который предлагается в представленной работе, имеет, прежде всего, громадный выигрыш не только во времени, но имеет и экономический эффект, в плане существенного сокращения геофизических и буровых работ.

Освоение труднодоступных территорий, таких как Западная, Восточная Сибирь, Арктический шельф Северного ледовитого океана, а также акватории морей (например, Карского моря и др.) естественно должно основываться, прежде всего, на применении дистанционных методов, а затем проверяться и подтверждаться сейсмическими и геохимическими методами и поисковым бурением.

Материалы и методы исследования

В настоящее время при поисках, разведки и разработки месторождений нефти и газа приоритет отдан, в первую очередь, сейсмическим работам, как правило, без применения известного давно структурно-геоморфологического и сравнительно дешёвого дистанционного (с использованием космических снимков) методов. Последние в какой-то мере себя дискредитировали из-за поспешных выводов и отсутствия должного теоретического обоснования. В частности, в основном проводился в результате дешифрирования КФС линеаментный анализ с констатированием наличия кольцевых структур, однако, их интерпретация не проводилась. Поэтому, в настоящее время, в условиях конкуренции и экономического кризиса, является актуальным новый подход с интерпретацией СЦТ и разработка в принципе новой технологии наиболее эффективных и оперативных поисков, разведки, разработки нефтяных и газовых месторождений особенно в труднодоступных районах. Таким образом, актуальность оперативных поисков, разведки и разработки МПИ на основе использования современной разномасштабной космической съёмки вполне очевидна, но требуется достаточно убедительно это показать на примерах конкретных территорий.

Результаты и их обсуждение

Новейшая технология основывается на известной концепции СЦТ (структур центрального типа), разработанной автором и другими исследователями [3;8;12;15], где впервые представляется метод их интерпретации с выделением геодинамических центров, зон сжатия и растяжения, участков их интерференции или наложения и узловые точки или зоны субвертикальной деструкции.

На первом этапе исследований, по методу от общего к частному проводится поиск по данным спутниковой съёмки конкретного известного место-

рождения в крупном масштабе с информацией о степени его освоения. В первую очередь, выявляется контур известного месторождения и наличие пробуренных скважин или горных выработок, которые на крупномасштабных космоснимках отображены, как правило, светлыми точками или пятнами на любом фоне с радиальными или своеобразными лучами прямых линий (подъездных путей).

В пределах контура месторождения в результате дешифрирования космического снимка выделяются антропогенные и оконтуривающие месторождения природные объекты, в частности тектонические нарушения – линеаменты и дуги-концентры или кольцевые структуры. По существу используется, известный в ландшафтоведении, метод ключевых участков с выделением и изучением природно-территориальных комплексов (ПТК) различного ранга с составлением крупномасштабной ландшафтно-геоэкологической карты, по которой в принципе диагностируется достоверность СЦТ и линеаментов различного ранга. При расширении площади исследования за пределы выделенного месторождения, осуществляется ландшафтно-геоморфологическая привязка месторождения, т.е. приуроченности его к вполне определённым элементам ландшафта.

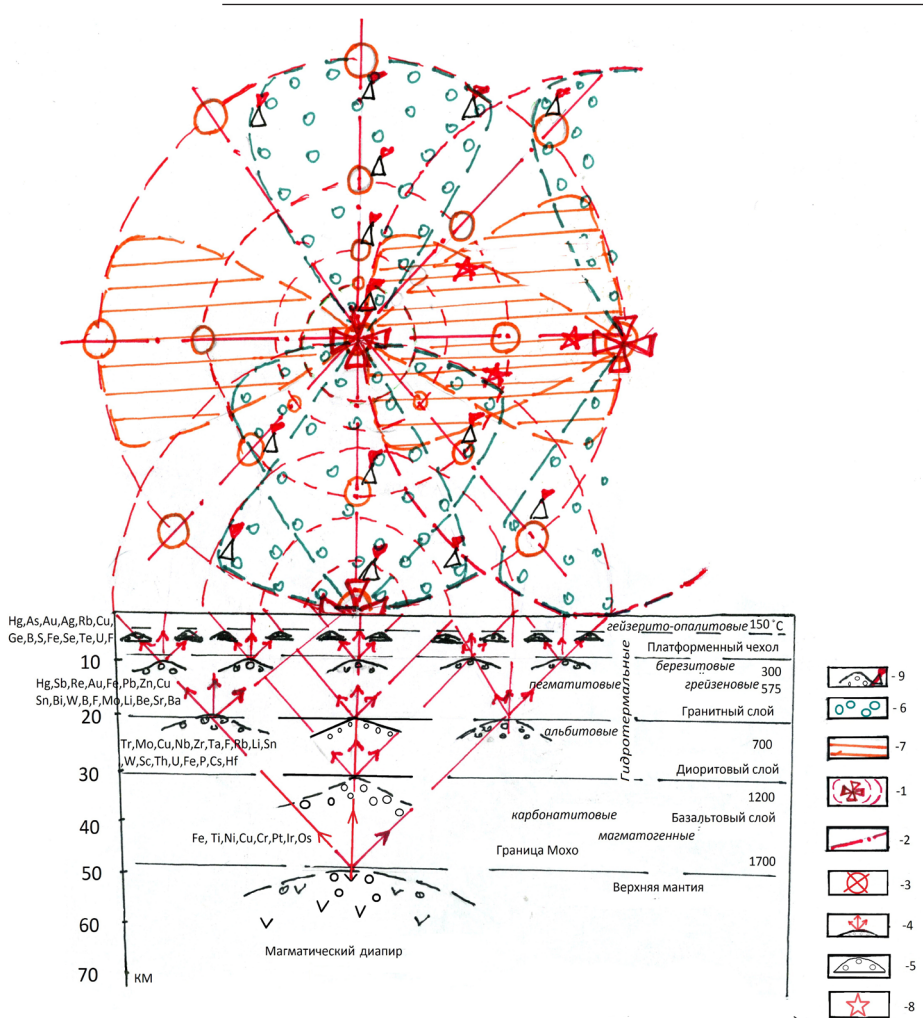
На этом же этапе делается попытка получить конкретный фотопортрет исследуемого месторождения с характерной структурой и текстурой фото-изображения, с аномальными точками, участками или даже зонами, которые в дальнейшем интерпретируются на предмет выявления рудных и нефтегазовых залежей. На предмет рудоносности такой подход является довольно эффективным, так как часто фотоаномалии приурочиваются к геохимическим аномалиям, связанных с рудными узлами, которые методом аналогии переносятся на другие соседние или сходные по геолого-тектоническому строению территории. Что касается нефтегазовых залежей, то они приурочиваются, как правило, к местам наложения кольцевых структур или СЦТ [10; 11] и также к узловым точкам или зонам субвертикальной деструкции [13; 14; 15]. Конкретного фотопортрета месторождения нефти или газа получить никому не удалось, так как прямых дешифровочных признаков для них, вероятно, не существует, поэтому их обнаружение требует несколько других методов, т.е. выявления косвенных дешифровочных признаков и разработки специальных теоретических представлений для их интерпретации. Таким дешифровочным признаком в какой то мере оказались структуры центрального типа и линеаменты, образующие в совокупности форму «разбитой тарелки» и участки их интерференции или наложения, которые, как правило, приурочиваются ко всем известным месторождениям нефти и газа практически во всех природных условиях, как континентов, так и океанов. Это доказано автором в своих научных работах, в работах В.Д. Скарятин (1985) [10; 11], в известных последних публикациях по Калининградской области, а также данных Л.В. Милосердовой и др. по приуроченности кольцевых структур к известным месторождениям УВ в России и за рубежом.

Второй этап данных исследований по выявлению залежей УВ основывается на освоении теоретических основ концепции СЦТ и заключается в картировании и достоверном выделении линеаментов и СЦТ по дуговым центрам различных радиусов, начиная с крупного масштаба в контурах известного месторождения, постепенно увеличивая площадь исследования, изменяя масштабы съемок в 2-3 и более раз в зависимости от информативности и необходимости генерализации выделяемых объектов (СЦТ).

Третий этап исследования заключается в интерпретации СЦТ различного размера и построения геолого-тектонической и флюидодинамической моделей. Под интерпретацией СЦТ понимается выделение в плане и разрезе геологических тел или их сочетания с благоприятными условиями для образования, миграции и сохранения рудных и углеводородных залежей. Это в первую очередь по дугам-центрам определяются геодинамические центры, далее по аналогии с моделью очага землетрясения [17] выделяются зоны растяжения и сжатия и участки их интерференции и, наконец, узловые точки - зоны пересечения линеаментов и дуг-центров СЦТ различных размеров (рис. 1).

Предлагаемая модель согласуется с известными теоретическими флюидодинамическими моделями Б.А. Соколова, Ф.А. Алексеева и др., миксгенетической теорией В.П. Гаврилова, полигенетической концепцией А.Н. Дмитриевского и фактически является их практическим воплощением на любой конкретной территории.

Концепция образования структур центрального типа объясняет формирование залежей УВ под действием тектонических напряжений на флюидодинамические системы, которые представляют собой глубинные флюидопроводящие структуры различного ранга, контролирующее размещение как углеводородные так и рудные месторождения и обуславливавшие формирование геофизических и геохимических аномалий над залежами УВ и рудными телами. Проницаемые зоны развиваются в соответствии с действием тектонических напряжений и распространением трещиноватости и разломов, фиксируются в геофизических и геохимических полях, благодаря миграции по ним флюидов и развитию наложенной минерализации. Таким образом, возможно образование залежей УВ двояким путем: за счет глубинного прогрева осадков и подтока флюидов снизу, и путем преобразования органики в осадочной толще также за счет прогрева снизу. Такая схема образования и формирования УВ может объяснить возобновления запасов на разрабатываемых месторождениях и формирование залежей не только в осадочных толщах, но и в кристаллических породах фундамента. «Елочные» или воронкообразные структуры в разрезе и СЦТ в плане в форме «разбитой тарелки», образованные путем действия нормальных и максимальных касательных напряжений и подтверждаемые магнитными, гравитационными и геохимическими аномалиями, могут являться надежными поисковыми признаками залежей УВ. На-



- 1 – геодинамические центры СЦТ и их контуры;
- 2 – линеаменты или тектонические нарушения;
- 3 – субвертикальные зоны деструкции;
- 4 – флюидопотоки и пути их миграции согласно распределению тектонических напряжений;
- 5 – залежи УВ в зоне катагенеза;
- 6 – зона растяжения;
- 7 – зона сжатия;
- 8 – возможные очаги землетрясения;
- 9 – залежи УВ в зоне субвертикальной деструкции.

(Согласно Ф.А Алексееву, 1978; О.Ю. Баталина, 2010; В.М. Харченко, 2012)

Рисунок 1.

Концептуальная модель формирования рудных и УВ залежей (в плане и разрезе).

иболее перспективными на предмет нефти и газа являются СЦТ с минимальными градиентами скоростей вертикальных движений размером по радиусу соответственно 1-5, 5-10 км, зоны их растяжения и узловые точки (места пересечения тектонических разломов).

Для проведения и понимания сути интерпретации СЦТ необходимо как минимум иметь знания и надежные представления о симметрии в природе [16; 18], о симметрии колебательных движений [15; 16; 18], о закономерностях распространения тектонических напряжений и законе скальвающих напряжений [1; 2; 3; 15], о локальных и региональных очагах землетрясений и модели очага землетрясения [7], о геометрической сейсмике [9], о концепции структур центрального типа [3; 8; 13; 14; 15].

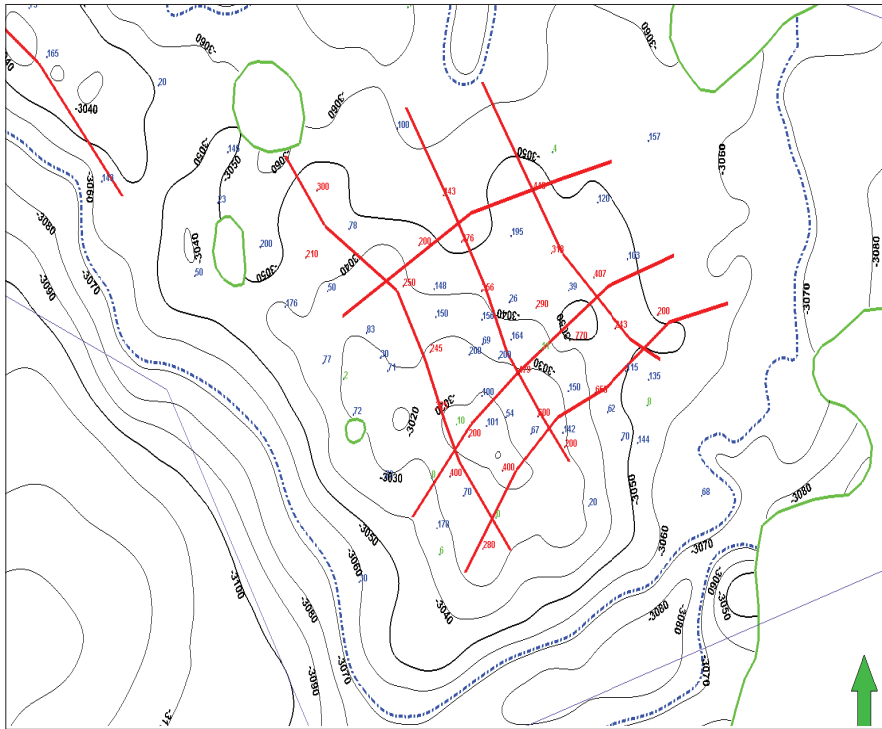
Для подтверждения предложенной технологии приводится наглядный пример сопоставления традиционных данных сейморазведки и бурения с результатами дешифрирования космического снимка и интерпретации СЦТ и линеаментов по Величаевско-Колодезному месторождению газа Восточно-Предкавказья [4;5].

Величаевско-Колодезное месторождение открыто в 1956 году, введено в разработку в 1957 году. Нефтегазоносность месторождения характеризуется широким стратиграфическим диапазоном продуктивности от триаса до нижнего мела. Рассматривается наиболее охваченный разработкой VIII пласт нижнего мела. Стандартная карта разработки дает слабое представление о распределении добычи по площади, оно в принципе кажется равномерным.

Если соединить между собой скважины с высокой добычей (рис. 2), то получаются линии северо-западного и северо-восточного направлений. Можно было бы предположить, что подобная линейность добычи вызвана особой системой разработки. Разделив скважины по вводу в разработку, ввод скважин можно описать в большей степени «пятнами», чем линиями. Следовательно, линейный характер накопленной добычи, скорее всего, объясняется геологическими, а не техногенными причинами.

Является ли такое линейное распределение добычи случайным или оно присуще всем пластам месторождения? Что бы ответить на этот вопрос, нами проанализированы другие пласты месторождения, и на всех них можно выделить субширотные и субмеридиональные линейные зоны, в большей или меньшей степени, проявленные в зависимости от количества скважин, участвовавших в разработке пласта.

Чтобы разобраться, какой геологический фактор мог повлиять на линейное распределение добычи, нами рассматривались основные геологические параметры залежи: структурный фактор, нефтенасыщенная толщина, высота над контактом, пористость, нефтенасыщенность, удельные запасы пласта. Можно с уверенностью сказать, что ни один из этих параметров не имеет линейного распределения по площади.



Условные обозначения:

- 210, 101, 2 – добыча нефти в у.е.
- контур нефтеносности;
- линия неколлектора
- линии высокой добычи нефти

Рисунок 2.

Накопленная добыча VIII3 пласта нижнего мела по классам скважин.

Вместе с тем, похожий рисунок линейных зон можно увидеть на карте Ставропольского края с нанесенными глубинными разломами и схемы линейментов поверхности этой территории (рис. 3).

Эти факты позволяют сделать предположение о связи накопленной добычи нефти по скважинам месторождения с тектоническими нарушениями осадочного чехла Величаевско-Колодезного месторождения. С точки зрения современной планетарной геодинамики субмеридиональные разрывные нарушения являются зонами растяжения, а субширотные – зонами сжатия. Уз-

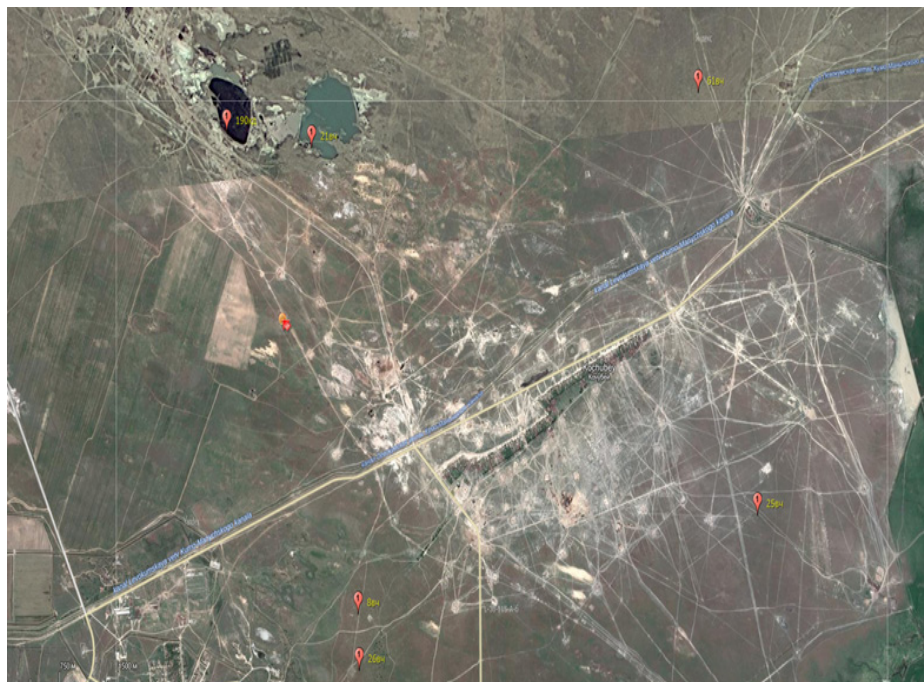


Рисунок 5. Космический снимок крупного масштаба Величаевско-Колодезной площади с характерными белыми точками-пятнами и линиями подъездных дорог-пробуренными буровыми скважинами на нефть и газ.

ми на предмет нефтегазоносности, а зоны сжатия являются благоприятными термобарическими условиями для генерации нефти и газа и перспективными на предмет выделения локальных очагов землетрясений). В зонах сжатия возникают благоприятные термобарические условия для генерации УВ, которые после своего образования, вероятно, мигрируют в соседние зоны растяжения, и при соответствующих условиях (наличия покрывшей) формируют залежи нефти и газа (рис. 6).

Участки с наложением зон растяжения, (то есть наложение СЦТ одинакового или различного ранга) образуют зону интерференции с максимальной возможностью проницаемости флюидов. Данные участки наиболее перспективны для формирования приразломных ловушек различного типа, что и подтверждается бурением скважин, а именно, скважины, находящиеся в пределах выделенного участка вблизи узловой точки, имеют максимальные дебиты и вскрывают, как правило, разрез с максимальным насыщением коллек-

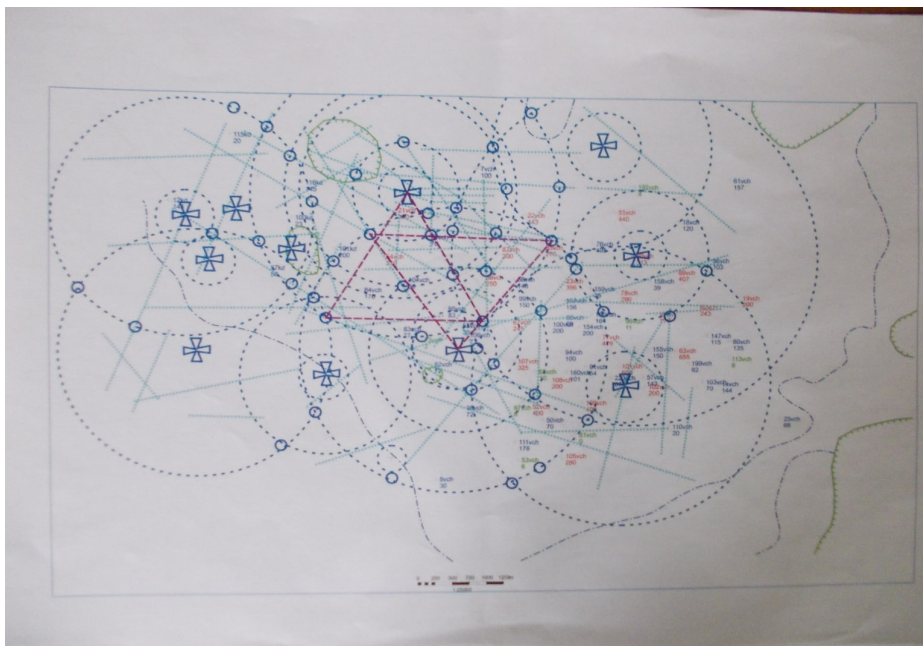


Рисунок 6. Результаты сопоставления данных интерпретации СЦТ и данных эксплуатационного бурения, где отмечается приуроченность нефтегазоносных скважин к зонам растяжения и участкам их интерференции и отсутствие их в узловых точках, где возможны максимальные дебиты скважин.

торов и количеством этажей нефтегазоносности. В отдельных случаях это подтверждается бурением скважин и сейсмическими исследованиями на Колодезно-Величаевской площади Восточного Предкавказья. Следует особо отметить, что ни одна из пробуренных скважин не попала в узловую точку и не вскрыла естественно пласт и зону субвертикальной деструкции, где должны быть максимальные дебиты.

Выводы и рекомендации:

В результате проведенных исследований выявлено, что продуктивность эксплуатационных скважин пространственно связана с зонами субвертикальной деструкции и участкам наложения СЦТ различного размера, выделяемые как по сейсмическим данным, так и по результатам дешифрирования космических снимков различного масштаба.

Важным преимуществом результатов дешифрирования перед сейсмическими данными является экономический аспект. В этой связи, конкретные результаты дешифрирования носят конфиденциальный характер. Очевидно, что данные полученные по результатам дешифрирования космических снимков, значительно сокращают затраты на проведение сейсморазведки и бурения скважин.

Рекомендуется при поисках, разведке и разработки месторождений нефти и газа проведение работ по дешифрированию космических снимков с интерпретацией СЦТ и линеаментов перед постановкой сейсмических, геохимических исследований и бурения, с целью получения максимальных дебитов эксплуатационных скважин (при разработке месторождений).

С использованием вышеизложенной технологии оперативных поисков МПИ, в том числе нефти и газа, наступает эра новых открытий не только на неизведанных территориях, но и на давно известных месторождениях, особенно нефти и газа.

Библиографический список

1. Гзовский, М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 327 с.
2. Горшков Г.П. Дизъюнктивная тектоника Копет-Дага и закон скалывающих напряжений // Вестник МГУ. 1947. №1. С. 103-115.
3. Ежов Б.В., Худяков Г.И. Морфоструктуры центрального типа и глубинные геофизические разделы: Докл. АН СССР. М.: 1982 г. № 3 (265). С. 667-669.
4. Милосердова Л.В., Тунг Фи Мань Космические образы месторождений нефти и газа // Теоретические основы и технология поисков и разведки нефти и газа. 2012. №1. С. 59-62.
5. Нелепов М.В., Логвинова Т.В., Лиховид А.А. Закономерности изменения продуктивности нефтяных скважин Величаевско-Колодезного месторождения // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 6 (39). С. 54-58.
6. Нелепов М.В., Харченко В.М., Нелепов С.В., Ибрагимова Т.В. Влияние тектонических факторов осадочного чехла на добычу углеводородов в скважинах месторождений Ставрополя // Материалы международной научной конференции. Ставрополь, 2015. С. 70-72.
7. Певнев А.К. Пути к практическому прогнозу землетрясений. М.: ГЕОС, 2003. 153с.
8. Петров А.И. О механизме образования структур центрального типа / А.И. Петров // Советская геология. М., 1969. № 9. С. 139-145.
9. Сейсморазведка: справочник геофизика / под ред. В.П. Номоконова. М.: Недра, 1990, кн.1, изд. 2. 336 с.
10. Скарятин В.Д., Атанасян С.В. Кольцевые структуры Предкавказья // Тезисы докладов VI Краевой конференции по геологии

- и полезным ископаемым Северного Кавказа. Эссенуки, 1985. С. 168-169.
11. Скарятин, В.Д. Нефтяные скопления – баланс прихода и ухода углеводородов // Мат-лы международной конференции: Нефтегазоносные системы осадочных бассейнов. М.: ГЕОС, 2006. С. 416-417.
 12. Соловьев В.В. Морфоструктурный метод изучения глубинного строения литосферы. Л.: Труды ЛОЕ, 1883. Т. 77. Вып. 2. С. 25-33.
 13. Харченко В. М., Перлик В.А., Кузнецова А.А. К вопросу о природе бугров Бэра // Астраханский ГУ, Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2009. №3 (14). С. 66-71.
 14. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Ставрополь, 2012. 49 с.
 15. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. Л.: Недра, 1985. 165 с.
 16. Шебалин Н.В. Проблемы макросейсмологии // Вычислительная сейсмология. Вып. 14. М.: ГЕОС, 2003. С. 55-210.
 17. Шубников А.В. Симметрия: законы симметрии и их применение в науке, технике и прикладном искусстве. М.: Изд-во АН СССР, 1940. 176 с.

References

1. Gzovsky M.V. Osnovi tektonofiziki (Fundamentals of Tectonophysics). М.: Nauka, 1975. 327 p.
2. Gorshkov G.P. Dizyunktivnaya tektonika Kopen-Daga i zakon skalivayoshikh napryazhenii (Disjunctive tectonics of the Kopet-Dag and the law of the shear stress) // Vestnik MGU, 1947. №1. Pp. 103-115.
3. Ezhov B.V., Khudyakov G.I. Morfostrukturi tsentral'nogo tipa i glubinnii geofizicheskie razdeli (Morphostructures of the Central type and deep geophysical sections): Dokl. AN SSSR. М., 1982. №.3 (265). Pp. 667-669.
4. Miloserdova, L.V., Tung Fi Man' Kosmicheskiye obrazy mestorozhdeniy nefiti i gaza (Space images of oil and gas fields) // Teoreticheskiye osnovy i tekhnologiya poiskov i razvedki nefiti i gaza, 2012. №1. Pp. 59-62.
5. Nelepov M.V., Logvinova T.V., Likhovid A.A. Zakonomernosti izmeneniya produktivnosti neftyanykh skvazhin Velichayevsko-Kolodeznogo mestorozhdeniya (Regularities of changes in the productivity of oil wells Velichaevsko-Kolodeznogo field) // Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta, 2013. № 6 (39). Pp. 54-58.

6. Nelepov M.V., Kharchenko V.M., Nelepov S.V., Ibragimova T.V. Vliyaniye tektonicheskikh faktorov osadochnogo chekhla na dobychu uglevodorodov v skvazhinakh mestorozhdeniy Stavropol'ya (The influence of tectonic factors of the sedimentary cover on hydrocarbon production in wells of oil fields Stavropol) // *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Stavropol'*, 2015. Pp. 70-72.
7. Pevnev A.K. Puti k prakticheskomu prognozu zemletryaseniy (The way to practical earthquake prediction). M.: GEOS, 2003. 153 p.
8. Petrov A.I. O mekhanizme obrazovaniya struktur tsentral'nogo tipa (About the mechanism of formation of structures of the central type). *Sovetskaya geologiya*. M., 1969. № 9. Pp. 139-145.
9. Seysmorazvedka: spravochnik geofizika (Seismic survey: handbook of geophysics) / pod redaktsiyey V.P. Nomokonova. M.: Nedra, 1990. kn.1, izd. 2. 336 p.
10. Skaryatin V.D., Atanasyan S.V. Kol'tsevyye struktury Predkavkaz'ya (The ring structure of the Ciscaucasia) / *Tezisy dokladov VI Krayevoy konferentsii po geologii i poleznym iskopayemym Severnogo Kavkaza. Yessentuki*, 1985. Pp. 168-169.
11. Skaryatin V.D. Neftyanyye skopleniya – balans prikhoda i ukhoda uglevodorodov (Petroleum accumulations – the balance of arrival and departure hydrocarbons) // *Mat-ly mezhdunarodnoy konferentsii: Neftgazonosnyye sistemy osadochnykh basseynov*. M.: GEOS, 2006. Pp. 416–417.
12. Solov'yev V.V. Morfostrukturnyy metod izucheniya glubinnogo stroyeniya litosfery (The morphological method of studying the deep structure of the lithosphere). L.: *Trudy LOE*, 1883. T.77. vyp.2. pp.25-33.
13. Kharchenko V. M., Perlik V.A., Kuznetsova A.A. K voprosu o prirode bugrov Bera (To the question about the nature of Baer's mounds) // *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i global'noy energii. Astrakhanskiy GU*, 2009. №3 (14). Pp. 66-71
14. Kharchenko V.M. Struktury tsentral'nogo tipa, ikh svyaz' s mestorozhdeniyami poleznykh iskopayemykh (na primere ob'yektov Predkavkaz'ya i sopredel'nykh territoriy). *Doct.Diss. Abstract (The structures of the central type, their relationship to mineral deposits (for example, objects of Ciscaucasia and adjacent territories). Doct. Diss. Abstract)*. Stavropol', 2012. 49 p.
15. Shafranovskiy, I.I. Simetriya v geologii (Symmetry in Geology). L.: Nedra, 1975. 165 p.
16. Shebalin, N.V. Problemy makroseysmiki (Problems macroseismic) // *Vychislitel'naya seysmologiya. Vyp.14*. M.: GEOS, 2003. P. 55-210.
17. Shubnikov, A.V. Simmetriya: zakony simmetrii i ikh primeneniye v nauke, tekhnike i prikladnom iskusstve (Symmetry: the symmetry laws and their application in science, technology and applied arts). M.: *Izd-vo AN SSSR*, 1940. 176 p.