

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ПРИМЕРЕ АРЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) И МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНО-ПЕЧЕРСКОГО БАССЕЙНА

Байчурина Д.И¹

¹ИГ УФИЦ РАН – Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Россия, Уфа, Республика Башкортостан, e-mail: dianaib@yandex.ru

Аннотация: Многолетние исследования демонстрируют успешность применения методов дистанционного зондирования Земли в предварительной разведке нефтегазоносных месторождений и их дальнейшем мониторинге. В статье рассмотрены различные дистанционные методы (анализ растительности в инфракрасном спектре, радиолокационные методы и т.д.). На примере Арланского нефтяного месторождения (Республика Башкортостан) использована методика дистанционной оценки изменения растительности на территории нефтегазового месторождения. Дополнительно продемонстрирована эффективность выявления нефтегазоносности путем дистанционного выявления локальных поднятий на примере месторождений Тимано-Печерского бассейна.

Ключевые слова: физические основы, методы дистанционного зондирования, геологические процессы, возможности использования, разведка и разработка нефти и газа, Республика Башкортостан.

Набегающие проблемы в нефтегазовой промышленности определены многими факторами, основными из которых являются [1]: поздняя стадия разработки основных объектов нефтедобычи, характеризующаяся значительной выработанностью и обводненностью залежей углеводородов; снижение темпов роста добычи нефти и ее превышение относительно прироста запасов, ухудшение их структуры; прирост запасов в основном за счет доразведки и переоценки старых месторождений, открытие мелких залежей. Методы ДЗ и Космические средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) получили в настоящее время широкое применение по всему миру. Получаемая, изученная, проработанная информация используется для решения многочисленных хозяйственных и научных задач мониторинга природной среды. На этом достигается ощутимое повышение эффективности производственной деятельности в таких областях, как нефтегазовое, общегеографическое и тематическое картографирование, землеустройство и землепользование, контроль источников загрязнения окружающей среды и наблюдение за экологической обстановкой в целом, гидротехника и мелиорация, лесное хозяйство, планирование и обеспечение поиска полезных ископаемых, прокладка рациональных маршрутов и снижение аварийности морского и иного транспорта, океанология и рыбное хозяйство и т.д. Важнейшее значение имеют также многолетние ряды космических данных ДЗЗ для проведения климатологических исследований, изучения Земли как целостной экологической системы, обеспечения различных изысканий и работ в интересах океанографии, океанологии, гляциологии и других отраслей науки.

Ввод новых запасов, особенно в отдаленных регионах напрямую зависит от крупных инвестиций в геолого-разведочные работы. В этих условиях особенной актуальностью является внедрение инновационных малозатратных методов. К числу таковых принадлежат методы ДЗЗ, методика применения которых была разработана и апробирована много лет назад в аналоговом виде [2], а в настоящее время уже отработана в цифровой форме [3,4]. Данные методы уже давно используются за рубежом и применяются многими специализированными сервисными компаниями.

В нашей стране применение дистанционного зондирования при прогнозе нефтегазоносности известны примеры открытия месторождений нефти и газа с их участием в Тимано-Печерской, Западно-Сибирской и Сибирской провинциях. Наука непрерывно развивается, не только углубляя и модернизируя уже используемые технологии, но и внедряя в производство принципиально новые методы исследований. Для нефтегазовой геологии – это появление ДЗ, представляет собой комплекс взаимосвязанных методов исследований Земли,

физически увязанных системой медленно и постоянно протекающих энергетических процессов, объединяют новейшую и современную микроамплитудную подвижность земной

коры, деформирующую ловушки углеводородов, сопровождающуюся тепломассопереносом и миграцией нефти и газа к земной поверхности. Данные процессы слабо отражающиеся на земной поверхности не заметны глазу человека. Они регистрируются радиолокационной, многоспектральной и инфракрасной съемками, интерпретируются с целью прогноза ловушек углеводородов и оценки их нефтегазоносности совместно с геолого-геофизическими данными. Технологии ДЗ базируются на новейших научных достижениях во многих областях и способны также решать ряд фундаментальных и прикладных проблем [4,5,6]: изучение с помощью радиолокационной интерферометрии геомеханических процессов, определяющих современную подвижность структур и разрывных нарушений осадочного чехла и влияющих на структуру резервуара, а соответственно на эффективность разработки месторождений нефти и газа [7,8]; изучение и анализ термодинамических процессов с использованием тепловой инфракрасной съемки, влияющих на миграцию углеводородов к земной поверхности и вызывающих заражение почвенного и растительного покровов [9]; изучение с помощью много- и гиперспектральных съемок биогеохимических факторов, определяющих изменение спектральных характеристик почвенно-растительного покрова под воздействием углеводородов [10,11].

Мониторинг нефтегазовых месторождений может проводиться по состоянию растительности, определяемому, в том числе вегетационными индексами, самый распространенный из которых – NDVI - Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный относительный индекс растительности.

Расчет вегетационных индексов базируется на двух участках кривой спектральной отражательной способности растений. В красной области спектра (0,6–0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а в ближнем участке инфракрасной области (0,7–1,3 мкм) находится область максимального отражения энергии клеточной структурой листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной.

NDVI для растительности принимает положительные значения, и чем больше зеленая фитомасса, тем он выше [12].

Спектральные характеристики растений или яркости отражают их цветность, не воспринимаемую глазом человека. Определяются они, в основном, способностью листвы отражать, поглощать или пропускать солнечное излучение. Эти показатели зависят от длины волны, атмосферных условий, возможностей техники и корректируются в процессе обработки данных. Согласно теории инфракрасного излучения этот диапазон длины волн делится на три зоны: ближнюю, среднюю и дальнюю. Последняя представляет наибольший интерес для изучения собственного излучения Земли, различных геологических объектов и месторождений углеводородов. Фиксируемый сигнал в дальнем инфракрасном или тепловом диапазоне представлен радиационными температурами, отражающими собственное излучение Земли, или, с учетом наземных измерений, градусами по шкале Цельсия. Он регистрируется современной дистанционной техникой и анализируется относительно фоновых значений при изучении месторождений углеводородов, что позволяет выявлять связанные с ними аномалии.

Уникальной особенностью рассматриваемых методов является использование широкого диапазона электромагнитного излучения – от ультрафиолетового до сверхвысокочастотного (радиоволнового) в широких интегрированных зонах, минимально дробных (от микро- до нанометров) и синтезированном виде, объединяющем различные виды съемок. Это позволяет максимально чутко фиксировать малейшие изменения спектральных характеристик земных покровов, обусловленных воздействием геологических, геохимических, гидрогеологических и геотермальных процессов в осадочном чехле. Исходя из технической специфики регистрации разных диапазонов спектра выделяют съемки в видимом, инфракрасном тепловом и радиодиапазонах, которые могут представляться в виде широкой интегрированной зоны видимой области (как при фотографической съемке), так и более дробных, получаемых много- и гиперспектральными съемками [6]. Они дают возможность одновременного получения многообразной спектральной информации о земной поверхности по всем каналам видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. В гумидных областях растительность является основным и наиболее чутким индикатором геолого – гидрохимических процессов.



Рис. 1 Распределение вегетационного индекса NDVI по участку Арлановского нефтяного месторождения [составлено по снимку Landsat 8 от 16.07.2021 г.].

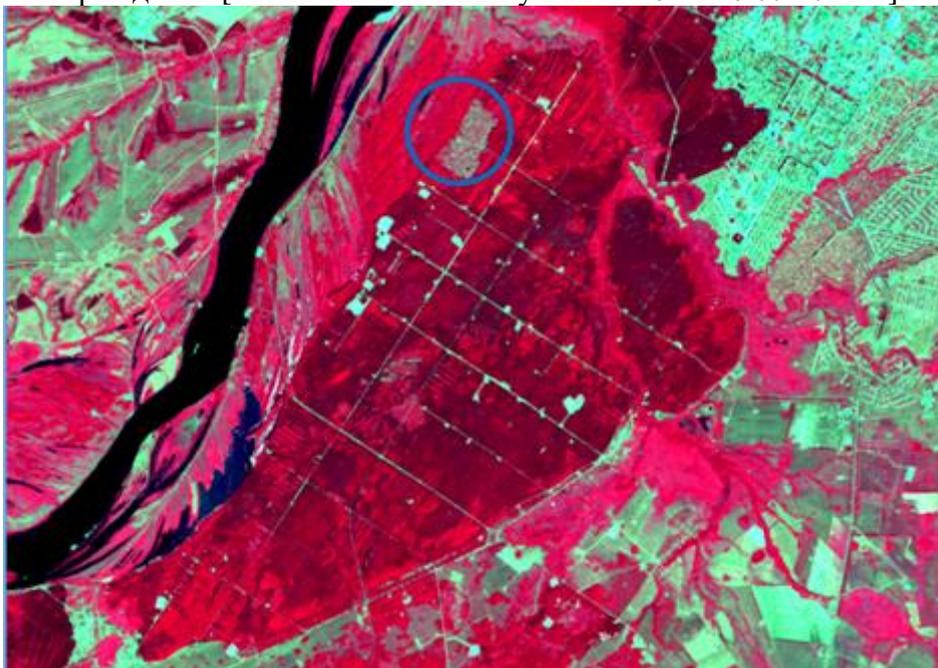


Рис. 2. Участок Арлановского нефтяного месторождения в искусственных цветах [сочетание каналов 5,4,3 Landsat8]

Хорошим методом мониторинга нефтяных месторождений является дистанционный анализ состояния растительности. На рисунках 1 и 2 представлено распределение вегетационного индекса (NDVI) и растительности в искусственных цветах. На рисунке 1 активно вегетирующие растения выделяются ярко-зеленым цветом, в то время как на рисунке 2 – светло-красным, что объясняется наличием молодой растительности (зрелые древесные посадки выделяются темно-красным цветом). В то же время на севере лесного массива выделяется участок прямоугольной формы с неоднородной структурой. На рис. 1 он выделяется бледно-зеленым цветом с белыми пятнами, на рисунке 2 – бледно-зеленого цвета с розовыми пятнами. Последнее свидетельствует, что на данном участке растительный покров деградирован.

Дистанционные методы также позволяют определять локальные поднятия, позволяя проводить предварительную разведку нефтегазовых месторождений.

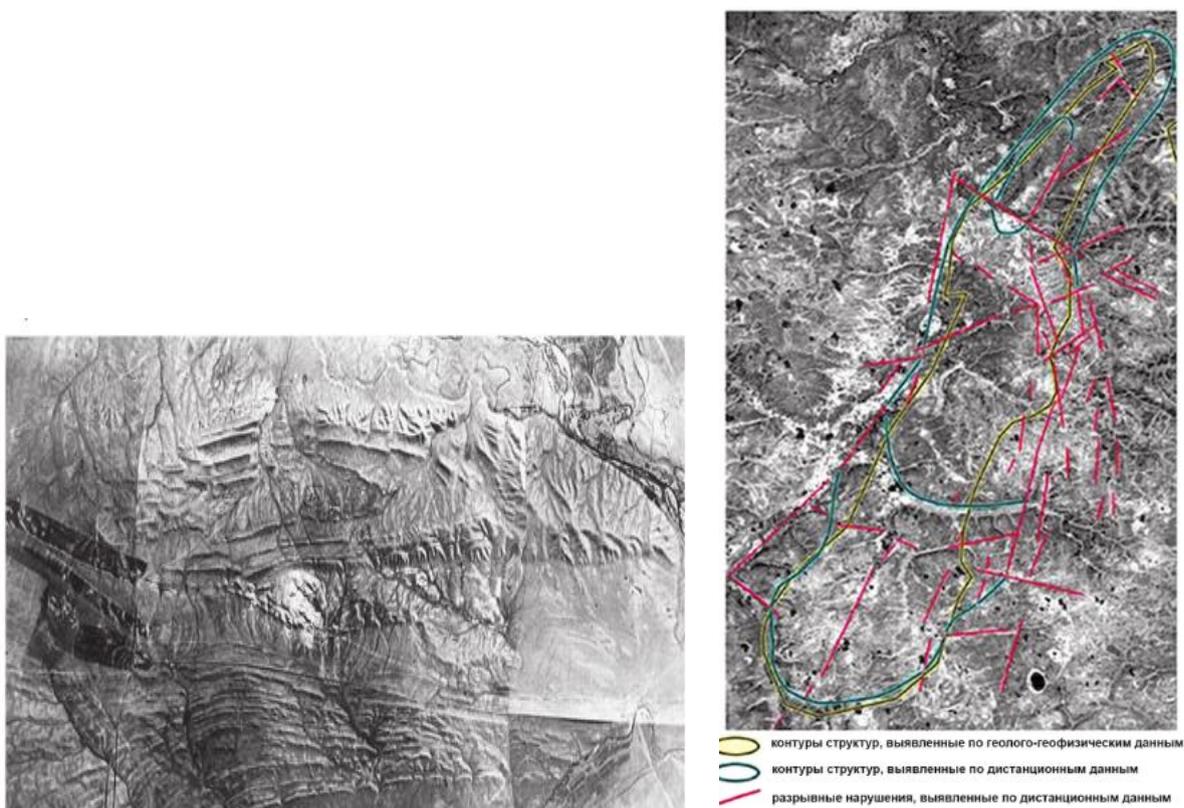
Вертикальные движения земной поверхности на платформах по данным многих специалистов для неотектонического этапа оцениваются от 2 до 3,5 см/год, а для настоящего

времени по результатам инструментальных наблюдений от 1 до 2,5 см/год в зависимости от геотектонического положения [13,14,15]. Это величина осредненных региональных

движений, на фоне которых отмечается локальная подвижность структурных ловушек, устанавливаемая по данным радиолокационных съемок [5].

Длительное увеличение радиуса Земли вызывает растяжение верхней оболочки, что приводит к открытию ослабленных зон чехла и фундамента, связанных с разрывными нарушениями, и препарированию различного типа неоднородностей под воздействием эрозионных и гидрогеологических факторов. Это было доказано экспериментальными дистанционными и сейсморазведочными работами на нефтегазовых месторождениях Тимано-Печорского бассейна. Они позволили установить, что 60-70% ослабленных зон или нарушений, выявленных по космическим данным, с наибольшей отчетливостью фиксируются сейсморазведкой в верхней части осадочного чехла до глубин 500-1000 м, где уменьшается степень всестороннего сжатия.

Движения вертикальные вызывают усиление на уровне фона локально ограниченных эрозионных процессов в виде плоскостного смыва, препарировующего в своде поднятия более древние отложения, или уменьшения мощности покровных осадков (рис.3).



а)

б)

Рис.3 Схемы проявления локальных поднятий и осложняющей их тектонической мегатрещиноватости на аэро (а) и космическом (б) снимках геологически открытых и закрытых регионов

а) Жилинская структура (Актюбинское Приуралье)

б) Среднеботуобинское поднятие (Восточная Сибирь).

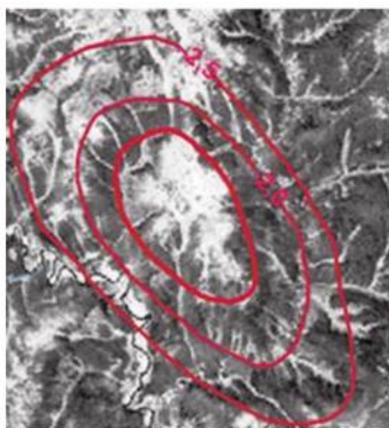
[по Трофимов Д.М., Каргер М.Д., Шуваева М.К «Методы дистанционного зондирования при разработке нефти и газа – М.:Инфра-Инженерия,2015. – 80с].

Положительные движения приводят к формированию закономерной системы эрозионной сети, наследующей ранее сформировавшуюся трещиноватость вследствие вздымания локальных поднятий. Эти процессы активизируются при скорости локальных вертикальных движений, превышающей региональные движения. Сочетание индивидуальной подвижности поднятия и препарировующих эрозионных процессов приводят к проявлению на земной поверхности его структурно-деформационного образа через геоморфологические признаки, которые распознаются только на высокоразрешающих снимках. Степень

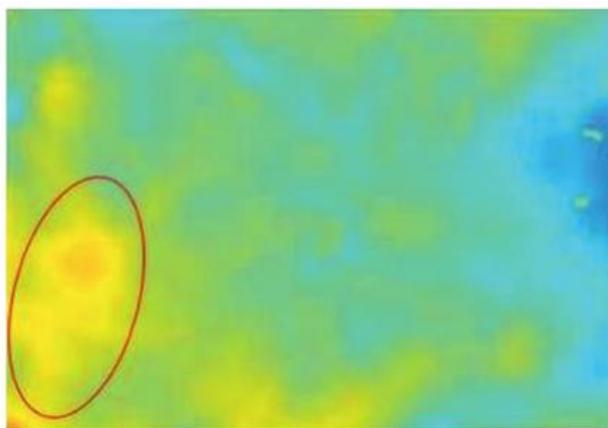
отражения структурных форм чехла на дистанционных материалах зависит от соотношении скоростей региональных и локальных вертикальных движений.

В следствие воздействия этих факторов и длительных периодических и закона переменных микроамплитудных подвижек первичный структурно – деформационный образ поднятия

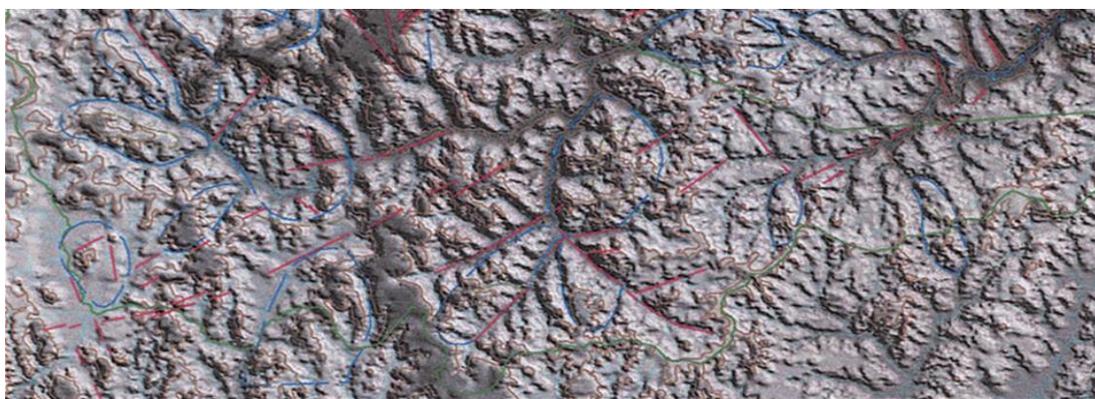
находит аномальное отражение в рельефе земной поверхности, формируя его геоморфологическую (ландшафтную) и цифровую модель рельефа (рис.4)



а)



в)



○ Локальные структуры, прогнозируемые по КС (↔) Антиклинальный перегиб, прогнозируемый по КС — Разрывные нарушения, прогнозируемые по КС ⚡ Вулкано-депрессии, прогнозируемые по КС ✂ Фрагменты вулкано-депрессий, прогнозируемых по КС

б)

Рис.4 Ландшафтная (а), трехмерная (б) и цифровая (в) модели локальных поднятий.

а) Лоальное поднятие с геоморфолитическими признаками (Тимано-Печорский бассейн).

б) Трехмерная модель поднятия, полученная по снимкам спутника Terra (Aster) Камовского свода Сибирского бассейна

в) Цифровая модель рельефа нефтяного месторождения в Западной Сибири в условных цветах (по Д.Б. Никольскому).

[по Трофимов Д.М., Каргер М.Д., Шуваева М.К «Методы дистанционного зондирования при разработке нефти и газа – М.:Инфра-Инженерия,2015. – 80с].

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о наличии между активными локальными поднятиями и залежами углеводородов пространственной связи, объясняемой эффектом их длительной индивидуальной подвижности во времени с сопутствующими ей физико – химическими процессами в осадочном чехле. Они определяют формирование месторождений нефти и газа, оставляя следы на поверхности, распознанные с помощью комплекса методов ДЗ. Значимость получаемых данных при разведке и разработке месторождений углеводородов дает возможность картировать аномальные проявления углеводородов, что может свидетельствовать о разгрузке резервуаров и особенностях их гидродинамических режимов. В заключении, на практической составляющей в работе дистанционного мониторинга нефтяных месторождений, на примере Арланского месторождения была выявлено изменение состояния растительности, вызванное добычей нефти. Методы ДЗ позволяют определить с вероятностями наличия нефти, водно – нефтяного контакта, породы в данной точки земли. Таким образом, применение методов ДЗ и космической съемки обеспечивает решение разнообразного комплекса задач геологических работ, их сопровождения и мониторинга.

Список литературы

1. Максимов В.М. О современном состоянии нефтедобычи, коэффициентах извлечения нефти и методах нефтеотдачи. Электронный журнал нефти и газа. 2011.
2. Трофимов Д.М., Полканова Л.П. Аэрокосмические методы на региональном этапе геолого - разведочных работ на нефть и газ. М., Недра, 1988.
3. Перцов А.В. Задачи преобразования аэро- и космической информации аналоговыми и цифровыми методами в процессе геолого-съёмочных и поисковых работ, Веб. «Методы обработки аэро- и космической информации при геолого-съёмочных и поисковых работах» Л., Недра, 1987.
4. Трофимов Д.М., Евдокименков В.Н., Шуваева М.К. Современные методы и алгоритмы обработки космической, геолого-геофизической и геохимической информации. М., Физматлит, 2012.
5. Каргер М.Д., Трофимов Д.М., Мясников И.Ф. и др. Новый инструмент изучения резервуаров подземных газовых хранилищ - радиолокационная интерферометрия. Наука и техника в газовой промышленности. 2014, №8.
6. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли, М., «Мир», 1988.
7. Трофимов Д.М., Никольский Д.Б., Захаров А.И. Возможности и результаты практического использования спутниковой радиолокационной съёмки и интерферометрии при геологоразведочных работах на нефть и газ, Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2009. №1.
8. Берман Л.Б., Захаров А.И. Вклад космической радиолокационной интерферометрии в изучении крупных месторождений Ямала: на примере Ямбургского месторождения. Земля из космоса. 2011, вып. 8
9. Лялько В.Н., Митник М.М., Вульфсон Л.Д. Использование тепловой и спектральной съёмки для поисков нефтегазовых залежей. Киев, ИГН АН УССР, 1981.
10. Трофимов Д.М., Евдокименков В.Н., Малышев В.В. Методика оценки перспектив нефтегазоносности структурных ловушек, выявленных и подготовленных к поисковому бурению, по космическим и геолого-геофизическим данным. Геоматика, 2009, 1(2).
11. Райкунов Г.Г., Иванов В.В., Кузнецов Н.И. и др. Методы комплексного многокритериального анализа ДЗЗ и результатов геохимических исследований как новый вид нефтегазопроисковых работ, Геоматика, 2009, 1(2).
12. Богдан Е. А., Белан Л. Н. Использование методов анализа данных дистанционного зондирования Земли при мониторинге состояния природных экосистем на примере природных парков Республики Башкортостан под ред. В. А. Шишкина, Абакан: ГАММА, С.5–10.
13. Никонов А.А. Современные тектонические движения. М. Наука, 1979.
14. Захаров А.И., Яковлев О.И. Смирнов В.М. Спутниковый мониторинг Земли Радиолокационное зондирование поверхности. М. Красанд, 2012.
15. Трофимов Д.М. Эволюция космических методов, результаты их использования в нефтегазопроисковых работах за период 1987 – 2007гг. и потенциальные возможности в будущем. Геоматика, 2009, 1(2).

**APPLICATION OF REMOTE OIL AND GAS FIELD MONITORING METHODS BY
THE EXAMPLE OF THE ARLANSKOYE FIELD (THE REPUBLIC OF
BASHKORTOSTAN) AND THE FIELDS OF THE TIMAN-PECHERSK BASIN**

D.I. Baichurina¹

¹IG UFRC RAS - Institute of Geology - a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ufa, Republic of Bashkortostan, e-mail: dianaib@yandex.ru

Abstract: Many years of research demonstrates the success of using remote sensing methods in the preliminary exploration of oil and gas fields and their further monitoring. In the article different remote sensing methods (analysis of vegetation in the infrared spectrum, radar methods, etc.) are considered. On the example of the Arlanskoye oil field (Republic of Bashkortostan) the method of remote assessment of vegetation changes in the territory of oil and gas field is used. In addition, the efficiency of detection of oil-and-gas bearing capacity by remote detection of local uplifts is demonstrated on the example of the fields of Timan-Pechora basin.

Key words: physical basics, remote sensing methods, geological processes, possibilities of use, oil and gas exploration and development, Republic of Bashkortostan.

The impending problems in the oil and gas industry are determined by many factors, the main of which are [1]: the late stage of development of the main oil production facilities, characterized by significant depletion and watering of hydrocarbon deposits; reduction of oil production growth rate and its excess over the reserves growth, deterioration of their structure; increase of reserves mainly due to additional exploration and re-evaluation of old fields, discovery of small deposits. Earth remote sensing and space remote sensing (ERS) methods are widely used nowadays all over the world. Obtained, studied and processed information is used for solving numerous economic and scientific tasks of natural environment monitoring. This helps to achieve a tangible increase in efficiency of production activities in such areas as oil and gas, general geographic and thematic mapping, land management and land use, pollution source control and environmental monitoring in general, hydraulic engineering and land reclamation, forestry, planning and ensuring mineral exploration, development of rational routes and reduction of marine and other transport accidents, oceanology and fishery, etc. Also of critical importance are the long-term series of remote sensing space data for climatological studies, studying the Earth as an integral ecological system, providing various surveys and works for oceanography, oceanology, glaciology and other branches of science.

The introduction of new reserves, especially in remote regions, directly depends on large investments in exploration work. In these conditions, introduction of innovative low-cost methods is of particular relevance. Among them are methods of remote sensing, the methodology of which application was developed and tested many years ago in the analog form [2], and now it is already worked out in the digital form [3,4]. These methods have long been used abroad and are used by many specialized service companies.

In our country the application of remote sensing in the forecast of oil and gas bearing capacity is known examples of discovery of oil and gas fields with their participation in the Timan-Pechora, West Siberian and Siberian provinces. The science is continuously developing, not only deepening and modernizing already used technologies, but also introducing fundamentally new methods of research. For oil and gas geology is the emergence of DZ, is a complex of interrelated methods of research of the Earth, physically linked by a system of slow and continuous energy processes, combine the latest and modern microamplitude movement of the

Earth's crust, deforming traps of hydrocarbons, accompanied by heat and mass transfer and migration of oil and gas to the Earth's surface. These processes, weakly reflected on the Earth's surface, are not visible to the human eye. They are recorded by radar, multispectral and infrared imaging, interpreted in order to predict hydrocarbon traps and assess their oil and gas content together with geological and geophysical data. RS technologies are based on the latest scientific achievements in many areas and can also solve a number of fundamental and applied problems [4,5,6]: studying geomechanical processes using radar interferometry, which determine the current mobility of structures and faults of the sedimentary cover and affect the reservoir structure, and consequently the efficiency of oil and gas field development [7,8]; studying and analysis of thermodynamic processes using thermal infrared survey, which affect the migration of hydrocarbon

Monitoring of oil and gas fields can be conducted according to the state of vegetation, determined, among other things, by vegetation indices, the most common of which is NDVI - Normalized Difference Vegetation Index - normalized relative vegetation index.

Calculation of vegetation indices is based on two parts of the spectral reflectance curve of plants. The maximum absorption of solar radiation by chlorophyll lies in the red region of the spectrum (0.6-0.7 μm), and in the near-infrared region (0.7-1.3 μm) there is the area of maximum energy reflection by cell structure of the leaf. That is, high photosynthetic activity (usually associated with dense vegetation) leads to lower values of reflection coefficients in the red zone of the spectrum and higher values in the near-infrared.

NDVI for vegetation takes positive values, and the greater the green phytomass, the higher it is [12].

The spectral characteristics of plants, or brightnesses, reflect their color, not perceived by the human eye. They are mainly determined by the ability of foliage to reflect, absorb or transmit solar radiation. These values depend on wavelength, atmospheric conditions, and the capabilities of technology, and are adjusted during data processing. According to the theory of infrared radiation, this wavelength range is divided into three zones: near, middle and far. The latter is of most interest for studying the Earth's own radiation, various geological objects and hydrocarbon deposits. The fixable signal in the far infrared or thermal range is represented by the radiation temperatures reflecting the Earth's own radiation, or, taking into account ground-based measurements, by degrees on the Celsius scale. It is registered by modern remote sensing equipment and analyzed relative to background values when studying hydrocarbon fields, which allows to identify related anomalies.

A unique feature of the considered methods is the use of a wide range of electromagnetic radiation - from ultraviolet to ultra-high frequency (radio-wave) in wide integrated zones, minimally fractional (from micro- to nanometers) and synthesized form, combining different types of surveys. This allows maximum sensitivity to record the smallest changes in the spectral characteristics of the earth covers, caused by the impact of geological, geochemical, hydrogeological and geothermal processes in the sedimentary cover. Based on the technical specifics of recording different spectral ranges, there are surveys in the visible, infrared thermal and radio bands, which can be presented in the form of a wide integrated zone of the visible region (as in photographic survey), and more fractional, obtained by multispectral and hyperspectral surveys [6]. They make it possible to simultaneously obtain diverse spectral information about the Earth's surface in all channels of the visible and near-infrared ranges. In humid areas, vegetation is the main and most sensitive indicator of geological and hydrochemical processes.



Fig. 1 Distribution of NDVI vegetation index over the Arlanovskoye oil field area [compiled from Landsat 8 image from 16.07.2021].

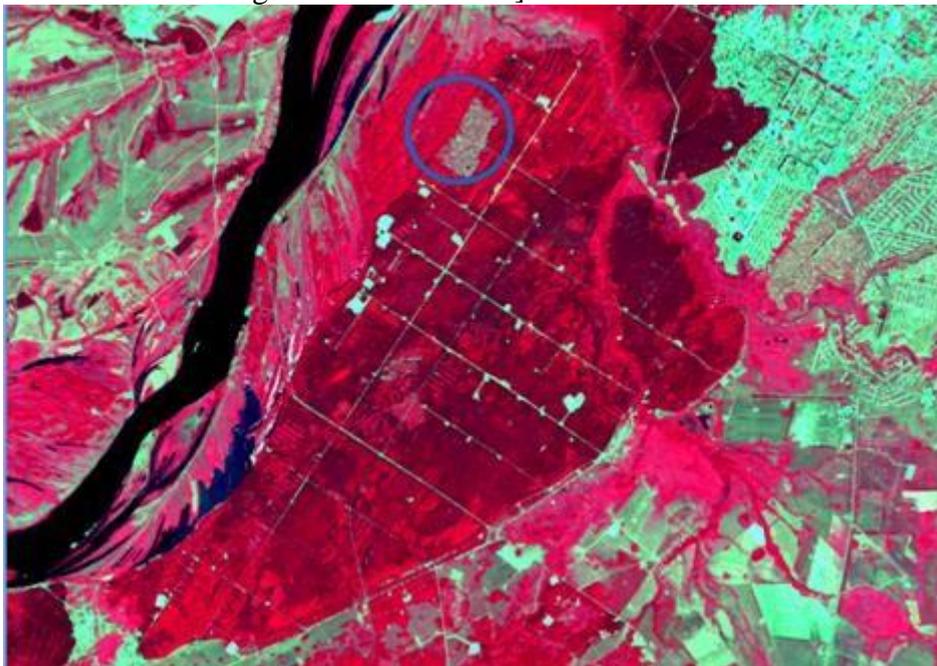


Fig. 2. Arlansky oil field site in artificial colors [combination of channels 5,4,3 Landsat8].

A good method of monitoring oil fields is remote analysis of vegetation condition. Figures 1 and 2 show the distribution of vegetation index (NDVI) and vegetation in artificial colors. In Figure 1, actively vegetating plants stand out in bright green, while in Figure 2 they stand out in light red, which is explained by the presence of young vegetation (mature tree plantings stand out in dark red). At the same time, an area of rectangular shape with a heterogeneous structure stands out in the north of the forest massif. In Fig. 1 it stands out in pale green with white spots, in Fig. 2 it is pale green with pink spots. The latter indicates that the vegetation cover at this site is degraded.

Remote methods also make it possible to determine local elevations, allowing for preliminary exploration of oil and gas fields.

The vertical movements of the Earth's surface on platforms, according to many specialists for the neotectonic stage are estimated from 2 to 3.5 cm/year, and for the present, according to the results of instrumental observations, from 1 to 2.5 cm/year, depending on the geotectonic position [13,14,15]. This is the value of averaged regional movements, against which the local

mobility of structural traps, established by radar survey data [5], is noted.

A prolonged increase in the Earth's radius causes stretching of the upper shell, which leads to the opening of weakened zones of the cover and foundation associated with discontinuities and the dissection of various types of heterogeneities under the influence of erosion and hydrogeological factors. This was proved by experimental remote and seismic surveys at oil and gas fields in the Timan-Pechora basin. They made it possible to establish that 60-70% of the weakened zones or disturbances identified by space data are most clearly recorded by seismic exploration in the upper part of the sedimentary cover to a depth of 500-1000 m, where the degree of all-round compression decreases.

Vertical movements cause intensification of locally restricted erosion processes at the background level in the form of planar flushing, dissecting more ancient deposits in the uplift vault, or reduction of the thickness of cover sediments (Fig.3).

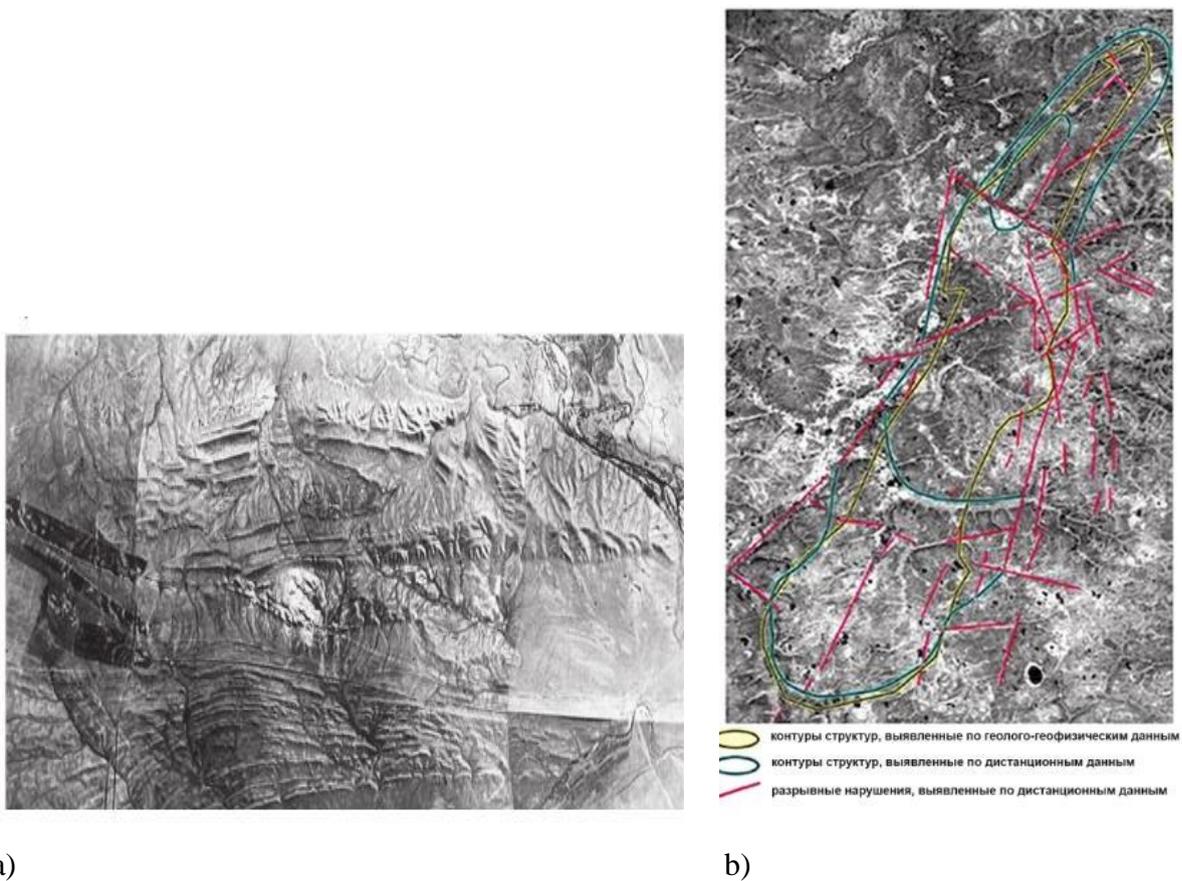


Fig.3 Schemes of manifestation of local uplifts and complicating them of tectonic mega-cracking on aerial (a) and space (b) images of geologically open and closed regions

(a) Zhilyan structure (Aktobe Pre-Urals)

b) Srednebotuobinskoe Rise (Eastern Siberia).

[by Trofimov D.M., Karger M.D., Shuvaeva M.K. "Methods of remote sensing in oil and gas development - M.:Infra-Ingeniriya, 2015. - 80c].

Positive motions lead to the formation of a regular system of erosion network, which inherits the previously formed fracturing due to the uplift of local uplifts. These processes are activated when

determine the formation of oil and gas deposits, leaving traces on the surface, recognized with the help of a complex of methods of remote sensing. The significance of the data obtained in the exploration and development of hydrocarbon deposits makes it possible to map the anomalous

occurrence of hydrocarbons, which may indicate the unloading of reservoirs and features of their hydrodynamic regimes. In conclusion, on the practical component in the work of remote monitoring of oil fields, by the example of the Arlanskoye field was revealed a change in the state of vegetation, caused by oil production. RS methods allow to determine with probabilities of oil presence, water-oil contact, rocks in the given ground point. Thus, the application of RS methods and space imagery provides the solution of a various complex of problems of geological works, their accompaniment and monitoring.

List of references

1. Maksimov V.M. On the current state of oil production, oil recovery coefficients and oil recovery methods. *Electronic Journal of Oil and Gas*. 2011.
2. Trofimov D.M., Polkanova L.P. *Aerospace methods at the regional stage of geological - prospecting works on oil and gas*. Moscow, Nedra, 1988.
3. Pertsov A.V. Tasks of aerial and space information conversion by analog and digital methods during geological surveying and prospecting works, Web. "Methods of Aerial and Space Information Processing during Geological Surveying and Prospecting Works," L., Nedra, 1987.
4. Trofimov D.M., Evdokimenkov V.N., Shuvaeva M.K. *Modern methods and algorithms of space, geological and geophysical and geochemical information processing*. M., Fizmatlit, 2012.
5. Karger M.D., Trofimov D.M., Myasnikov I.F. et al. A new tool for studying reservoirs of underground gas storages - radar interferometry. *Science and Technology in the Gas Industry*. 2014, №8.
6. Kronberg P. *Remote Study of the Earth*, Moscow, Mir, 1988.
7. Trofimov D.M., Nikolsky D.B., Zakharov A.I. Opportunities and results of practical use of satellite radar survey and interferometry in geological exploration for oil and gas, *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, 2009. №1.
8. Berman L.B., Zakharov A.I. Contribution of space radar interferometry in the study of large fields of Yamal: on the example of the Yamburg field. *Earth from Space*. 2011, issue 8.
9. Lyalko V.N., Mitnik M.M., Wolfson L.D. *Using thermal and spectro-metric survey for searching oil and gas deposits*. Kiev, IGN AS USSR, 1981.
10. Trofimov D.M., Evdokimenkov V.N., Malyshev V.V. Methodology of estimation of oil and gas bearing capacity prospects of structural traps, identified and prepared for exploratory drilling, by space and geological-geophysical data. *Geomatics*, 2009, 1(2).
11. Raikunov G.G., Ivanov V.V., Kuznetsov N.I. et al. Methods of complex multicriterial analysis of remote sensing and geochemical survey results as a new type of oil and gas prospecting, *Geomatics*, 2009, 1(2).
- Bogdan E. A., Belan L. N. The use of methods of analysis of remote sensing data in monitoring the state of natural ecosystems by the example of natural parks in the Republic of Bashkortostan, eds. A. Shishkin, Abakan: GAMMA, pp. 5-10.
13. Nikonov A.A. *Modern tectonic movements*. M. Nauka, 1979.
14. Zakharov A.I., Yakovlev O.I., Smirnon V.M. *Satellite monitoring of the Earth Radiolocation sensing of the surface*. M. Krasand, 2012.
15. Trofimov D.M. The evolution of space methods, the results of their use in oil and gas prospecting work for the period 1987 - 2007 and the potential for the future. *Geomatics*, 2009, 1(2).