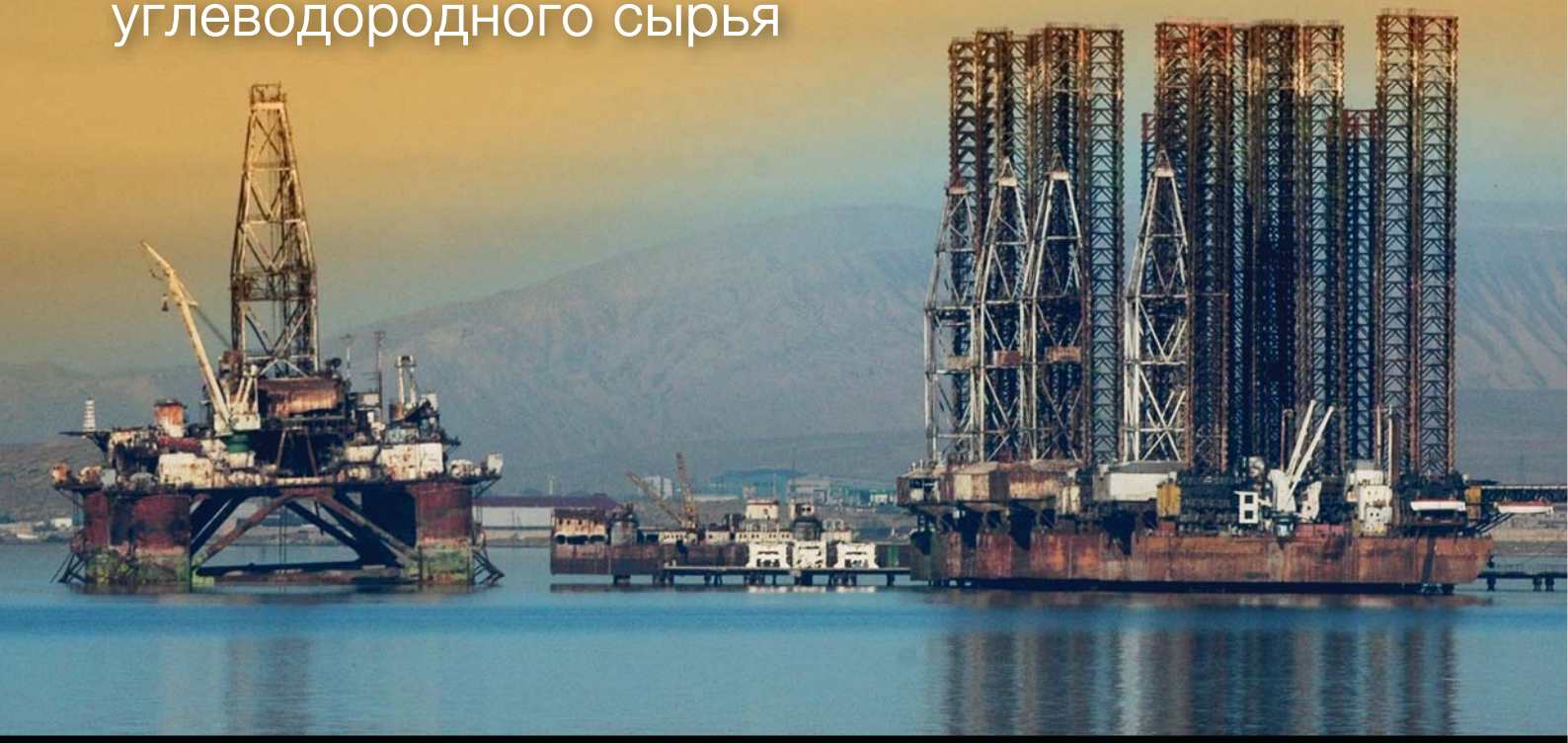




**В. И. Пахомов**  
доктор Г.-м. наук,  
проректор РГГРУ,  
vladim-pakhomov@yandex.ru

# Новая технология обнаружения месторождений полезных ископаемых

## Часть 2. Месторождения углеводородного сырья



*Технология прогноза основана на использовании признаков проявления энергетических процессов в геологическом пространстве в качестве индикаторов динамических систем, формирующих месторождения полезных ископаемых.*

*The technology of the forecast is based on use of attributes of display of power processes in geological space as indicators of the dynamic systems forming deposits of minerals.*

**Ключевые слова:** земная кора, динамические системы, энергетические процессы, углеводороды, месторождения.  
**Keywords:** an earth's crust, dynamic systems, power processes, hydrocarbons, deposits.

**В** первой части статьи был сделан вывод о принципиальной возможности использования признаков (следов) проявления энергетических процессов, наблюдаемых в геологическом пространстве, в качестве индикаторов динамических систем, формирующих рудные месторождения, на основе обработки геолого-геофизических и геохимических данных современными информационными технологиями. Ниже эти представления распространяются на нефтяные месторождения.

Выделение объектов, отражающих проявление энергетических процессов, базируется на информации о многообразии и накоплении вещества. Для получения соответствующей информации необходимо использовать количественные и качественные измерения характеристик геологических объектов.

Основной характеристикой дифференциации является многообразие вещества, а концентрации – его накопление, а в целом сочетание этих характеристик свидетельствует о наличии аномальных объектов, отражающих эволюцию вещества, в результате чего прогнозирование полезных ископаемых может базироваться на индикаторах эволюции вещества как следов проявления энергетических процессов и индикаторах эволюции энергии как непосредственного проявления энергетических процессов. Индикаторы эволюции вещества и индикаторы энергии могут быть подразделены на прямые и косвенные.

В *табл. 1* представлены методы и признаки выделения прогнозно-поисковых объектов на основе использования индикаторов эволюции вещества и энергии.

К I группе выделения прогнозно-поисковых объектов относятся методы, основанные на двух прямых индикаторах эволюции вещества: дифференциации и концентрации. При этом признаки выявления местонахождения полезного ископаемого, отражающие дифференциацию вещества, оцениваются по многообразию аспектов вещества, а концентрацию вещества – по аномалиям аспектов вещества. Это объясняется тем, что дифференциация вещества, приводя к появлению рудоконтролирующих систем с внутренней связью, описывается как всякая статическая система абсолютными значениями изучаемого параметра. В то же время концентрация вещества, отражающая динамическую систему, описывается разностью между значениями исследуемого параметра первого и второго состояния системы, что проявляется в аномалиях.

II группа методов основана на анализе косвенных индикаторов эволюции вещества, отражающих свойства вещества, и оценивается по многообразию и аномалиям свойств аспектов вещества. К этой группе относится и петрофизический метод выделения метасоматитов, важнейшего косвенного индикатора рудных процессов.

В III группу объединены методы, отражающие прямые индикаторы эволюции энергии. К ним относятся методы прямого изучения перемещения в пространстве энергии в виде теплового и электромагнитного полей. Использование рассматриваемых полей в качестве индикаторов местонахождения аномальных геологических объектов возможно лишь в тех случаях, когда устанавливаются пространственные связи местонахождения полезных ископаемых и современного перемещения энергии.

IV группа методов, основанная на косвенных индикаторах эволюции энергии, при современном уровне исследований включает только один метод, основанный на анализе связи гравитационного и магнитного полей.

Наиболее полно методы выделения прогнозно-поисковых объектов на основе индикаторов эволюции вещества представлены при изучении минерального уровня организации вещества. Так, многообразие минерального и количественного состава отражается в теории метасоматоза. В то же время изучение многообразия структуры минералов применяется в поисковых исследованиях избирательно, что отражается, в частности, при анализе шлихов при поисках отдельных видов полезных ископаемых. Так, при оценке территорий на алмазность в шлихах оценивается количество пиропов разных генераций, а для оценки россыпной золотоносности – количество кристаллографических разновидностей пирита. Концентрация минералов как поисковый признак учитывается при анализе процессов изменения пород – серицитизации, карбонатизации, сульфидизации, хлоритизации и др.

Многообразие состава и количественных соотношений горных пород отражается в отечественных методах, основанных на учете степени геологической сложности территорий, и зарубежных – основанных на учете степени разнообразия их геологического строения.

Прогнозирование по степени сложности геологического развития территорий основано на гипотезе об отражении в этой характеристике вероятности образования месторождений полезных ископаемых. Примером

## Методы и признаки выделения прогнозно-поисковых объектов

**Таблица 1**

Группы методов, основанные на:	Подгруппы методов, основанные на:	Признаки выделения
I. прямых индикаторах эволюции вещества	а) прямых индикаторах дифференциации вещества	1. Многообразие состава вещества 2. Многообразие количественных соотношений вещества 3. Многообразие структур вещества
	б) прямых индикаторах концентрации вещества	1. Аномалии состава вещества 2. Аномалии количественных соотношений вещества 3. Аномалии структур вещества
II. косвенных индикаторах эволюции вещества	а) косвенных индикаторах дифференциации свойств вещества	1. Многообразие состава свойств вещества 2. Многообразие количественных соотношений свойств вещества 3. Многообразие структур свойств вещества 4. Петрофизические свойства
	б) косвенных индикаторах концентрации свойств вещества	1. Аномалии состава свойств вещества 2. Аномалии количественных соотношений свойств вещества 3. Аномалии структур свойств вещества
III. прямых индикаторах эволюции энергии	а) индикаторах теплопереноса	1. Геотермические поля
	б) индикаторах динамики электромагнитных полей	1. Динамика геоэлектрических полей
IV. косвенных индикаторах эволюции энергии		1. Связь гравитационного и магнитного полей

подобного прогнозирования служат результаты исследований Г. А. Булкина и Г. В. Мустафаева (1984) по восточной части Большого Кавказа, которыми установлена зависимость количества разновидностей рудных объектов региона от количества разновидностей горных пород.

За рубежом известны работы по оценке сложности строения регионов в виде индексов геологической изменчивости (ИГИ) на основе учета типов горных пород, их возраста и степени дифференцированности осадков, примером чего служит прогноз нефтеносности штата Техас [6].

Таким образом, хотя связь сложности геологического строения территорий с их минерально-ресурсным потенциалом в целом подтверждается, широкое использование этой закономерности на практике задерживается из-за неразработанности способов оценки геологической сложности. Тем не менее работы последних лет свидетельствуют об интересе к данному подходу к прогнозированию [3].

Косвенные же индикаторы эволюции вещества, которые находят отражение в различных свойствах природных объектов, представлены в методах прогноза очень слабо. Фактически только один косвенный индикатор эволюции вещества достаточно

часто применяется в прогнозно-поисковых исследованиях. К нему относится увеличение плотности структурно-тектонических объектов на единицу площади как признака интенсивности разрывной тектоники, который используется при оценке территорий на эндогенное оруденение. При этом высокая эффективность данного подхода установлена предшествующими исследованиями. Так, при выявлении оловорудных месторождений хорошо зарекомендовала себя изменчивость магнитного поля [2], а при выявлении редкометалльных месторождений – изменчивость гамма-поля.

С точки зрения косвенных индикаторов эволюции вещества такие моментные статистические параметры, как дисперсия, асимметрия, эксцесс, энтропия, коэффициент вариации содержания элементов и т.п., попадают в категорию многообразия состава вещества, так как характеризуют неоднородность (многообразие) числовых значений свойств вещества.

Косвенные индикаторы эволюции вещества, характеризующие неоднородность (многообразие) числовых значений свойств вещества, проявляются в таких статистических параметрах, как дисперсия, асимметрия, эксцесс, энтропия, коэффициент вариации содержания элементов. Примером применения

подобных индикаторов для прогнозирования служат исследования А.А. Смыслова (1979). С учетом тесной положительной связи рудоносности с коэффициентом вариации содержаний рудных элементов при геохимическом районировании было предложено выделять три типа областей: слабо дифференцированные ( $V < 30\%$ ), дифференцированные ( $V = 30-60\%$ ) и интенсивно дифференцированные ( $V > 60\%$ ). Подавляющее количество запасов полезных ископаемых сосредоточено в интенсивно дифференцированных и дифференцированных областях и провинциях, которые соответствуют участкам земной коры, претерпевшим наиболее интенсивное и многократное проявление процессов, которые привели к концентрации рудных элементов.

Прямые индикаторы эволюции энергии как индикаторы местонахождения аномальных геологических объектов находят отражение, например, в связи суточного изменения электромагнитного поля с потенциальной рудоносностью [1], однако в целом методы прогноза полезных ископаемых, основанные на этих индикаторах, практически не разработаны.

К косвенным индикаторам эволюции энергии относится метод выделения прогнозно-поисковых объектов на основе анализа связи гравитационного и магнитного полей [4]. Для практического применения метода разработан оригинальный математический аппарат, базирующийся на теории фракталов, который позволяет количественно оценивать сложность геометрических фигур с учетом масштабности природных явлений.

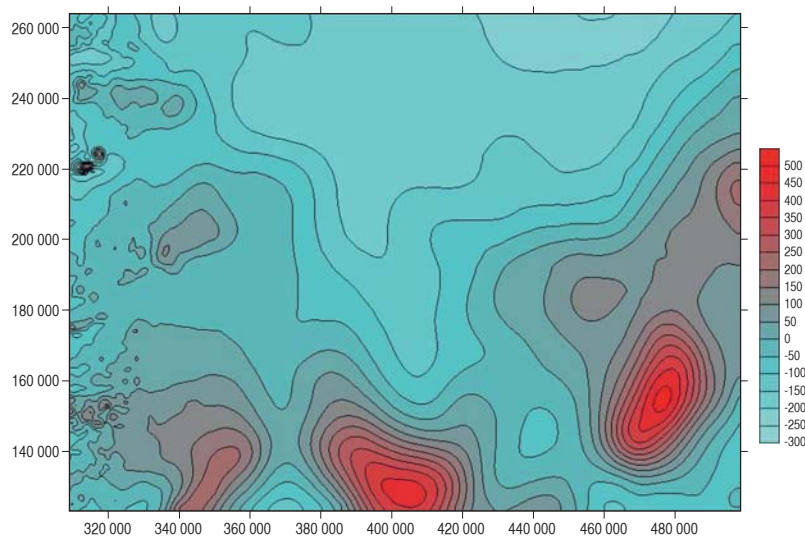
Ниже рассматривается эффективность этого метода оценки территорий на примере месторождений нефти.

Как было отмечено, признаком проявления энергии в земной коре является нарушение связи гравитационного и магнитного полей. Полученные результаты при оценке территорий на различные виды полезных ископаемых свидетельствуют об особенностях проявления энергетических процессов, связанных, в том числе, с нефтеобразованием. Нефтяные месторождения в большинстве случаев приурочены к отрицательным значениям коэффициента связи гравитационного и магнитного полей.

Совместный анализ свойств гравитационного и магнитного полей позволил разработать параметр нефтеносности, который представляет собой синтез фрактального коэффициента связи гравитационного и магнитного полей и суммарной характеристики этих

геофизических полей, свидетельствующей о максимальном энерго-массопереносе.

В качестве примера оценки нефтеносности рассматриваются результаты обработки гравитационного и магнитного полей шельфа Северного моря (Норвегия). На **рис. 1 и 2** представлены карты изолиний этих полей по данным съемки масштаба 1:1 000 000, а на

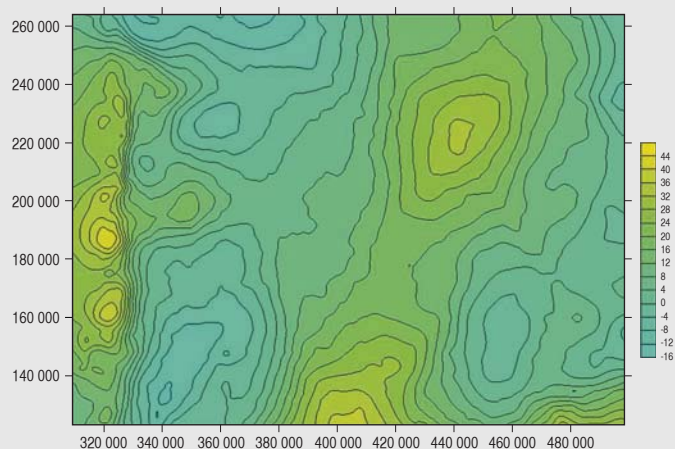


**рис. 3** – собственно результаты обработки полей с расчетом параметра нефтеносности уровня нефтяного района. Известный нефтяной район (группа месторождений Тролль в красном контуре) четко проявлен в значениях параметра нефтеносности.

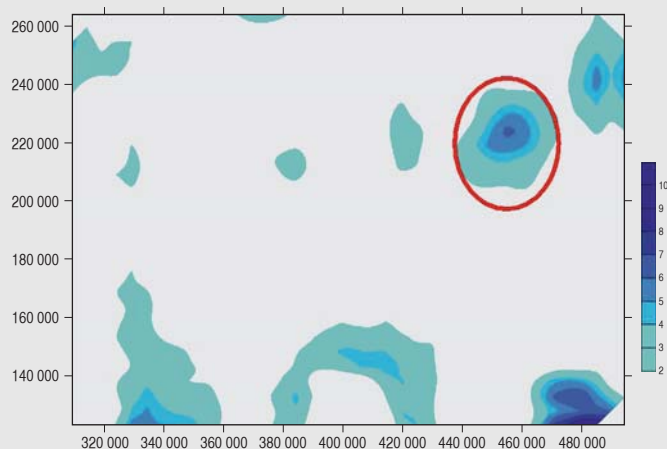
Другим примером оценки нефтеносности территорий служат результаты комплексной обработки результатов гравиметрической и магнитометрической съемок масштаба 1:200 000 по Юрубчено-Тахомскому месторождению. Итоговая карта параметра нефтеносности с продуктивными скважинами представлена на **рис. 4**. Интересен тот факт, что указанное месторождение относится к трещинному типу и располагается в венд-рифейском фундаменте. Это позволяет сделать вывод об инвариантности предлагаемого способа оценки территорий относительно генезиса нефти.

Следующим примером комплексной оценки территорий на нефтеносность являются результаты обработки данных по геофизическим полям по шельфу Каспийского моря (участок «Курмангазы»). На **рис. 5** представлена карта изолиний параметра нефтеносности, полученная по данным геофизических съемок масштаба 1:200 000. В пределах участка была пробурена скважина с отрицательным результатом.

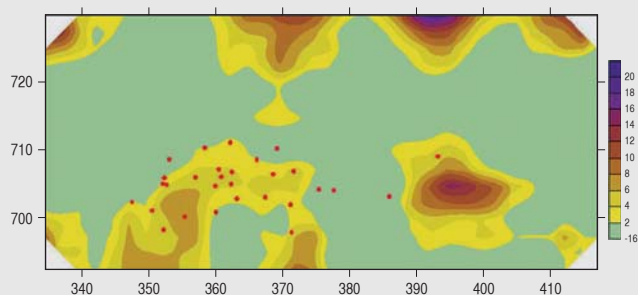
**Рис. 1.** Карта изолиний магнитного поля по результатам съемки масштаба 1:1 000 000 (шельф Норвегии)/\*



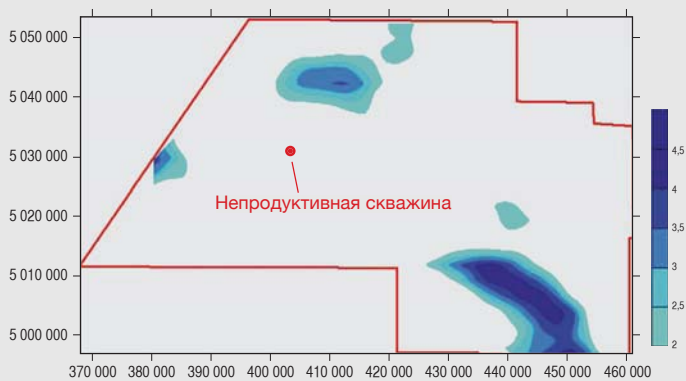
**Рис. 2.**  
Карта изолиний гравитационного поля по результатам съемки масштаба 1:1 000 000 (шельф Норвегии) /\*



**Рис. 3.**  
Карта параметра нефтеносности (шельф Норвегии) /\*



**Рис. 4.**  
Карта параметра нефтеносности (Юрубчено-Тахомское месторождение) /\*



**Рис. 5.**  
Карта параметра нефтеносности (участок Курмангазы) /\*



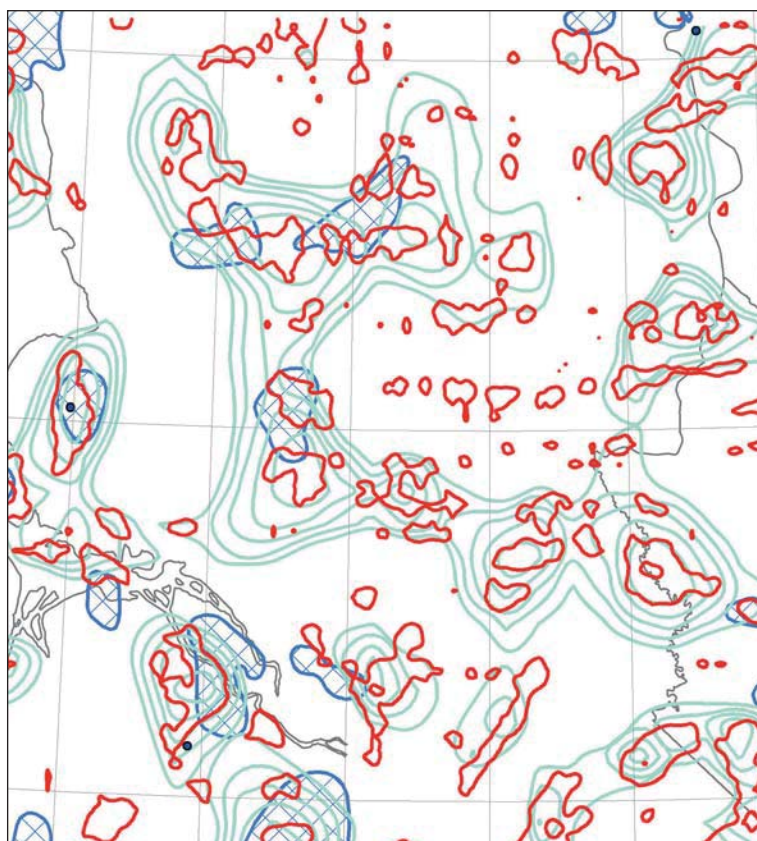
**Рис. 6.**  
Карта участков максимального энерго-массопереноса (западная часть Западно-Сибирской низменности) /\*

Исходя из результатов обработки геофизических полей, скважина расположена за пределами потенциально нефтеносных площадей.

Анализ перспективности территорий проведен также на основе оценки дифференциации вещества и выделения площадей, характеризующихся максимальным энерго-массопереносом. Для этого использованы результаты обработки материалов космической съемки сканером Modis по территории Западной Сибири (рис. 6). Обработка заключалась в расчете Хаусдорф-метрики по всем спектральным диапазонам и всем статистическим характеристикам яркости в статистических окнах уровня строения месторождения с последующим выделением наиболее дифференцированных (сложных) площадей. Как следует из рисунка, известные нефтяные месторождения выделяются в пределах участков максимального энерго-массопереноса.

Если для прогноза нефтяных месторождений достаточно четко прослеживается связь с энергией, то для газовых месторождений наличие энергетического фактора не является главным. Определяющим фактором для оценки положения газовых месторождений является наличие большого объема пород с высокой эффективной пористостью. Выявление таких пород основано на анализе их магнитных свойств, поскольку увеличение эффективной пористости горных пород приводит к уменьшению их магнитной восприимчивости [4]. В качестве количественного параметра пористости использована Хаусдорф-метрика магнитного поля.

Примером прогноза газовых месторождений служат результаты обработки съемок магнитного поля масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000 по Больше-Хетской впадине (рис. 7). На рисунке синими участками обозначены известные месторождения газа (Надеждинское, Западно-, Восточно- и Южно-Мессояхские), зеленые изолинии – изолинии параметра потенциальной пористости по данным съемок масштаба 1:1 000 000, участки в красном контуре – потенциально газоносные, выделенные по данным съемок масштаба 1:200 000.



**Рис. 7.**  
Карта потенциальной газоносности  
(Больше-Хетская впадина) /\*

/\* шкала в условных единицах

Сопоставление с известными газовыми месторождениями свидетельствует о высоком (более 80%) совпадении. Помимо известных на представленных материалах выделяются потенциальные участки под поиски новых газовых месторождений.

Приведенные примеры показывают, что анализ первичной геологической информации средствами информационных технологий, базирующийся на общих закономерностях эволюции вещества земной коры, позволяет решать задачу эффективного прогноза месторождений углеводородного сырья. ■

#### Литература

1. Баласанян С. Ю. Динамическая геоэлектрика. Новосибирск, Наука. 1990 г.
2. Боровко Н.Н. Оптимизация геофизических исследований при поисках рудных месторождений. Л., Недра. 1979 г.
3. Калашников А.О. Прогноз и поиск месторождений по степени структурно-вещественной упорядоченности участков земной коры / Разведка и охрана недр, 2, 2008 г.
4. Пахомов В.И., Пахомов М.И. Петрофизический метод выделения и оценки метасоматитов. М., Недра. 1988 г.
5. Смыслов А.А. и др. Геохимический способ оценки прогнозных запасов руд. - В кн.: «Количественное прогнозирование при региональных металлогенических исследованиях». Л., 1979 г.
6. Griffiths J.C., Watson A.T., Menzie W.D. Relationship between mineral resource and geological diversity. Facts and principles of world petroleum occurrence / Canadian Society of Petroleum Geologists Memoirs, 5, 1980, 329-341.