УДК 550.8.053:519.2 (470.21)

*Ю.Л.Войтеховский*

# О СТРУКТУРЕ ПЛАТИНОНОСНОГО ФЕДОРОВО-ПАНСКОГО ИНТРУЗИВА (К МЕТОДИКЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ)*

*Обращено внимание на согласованный характер дифференциации вещества в Федорово-Панском интрузиве сразу на нескольких иерархических уровнях: геохимическом, минеральном, петрографическом и геолого-структурном. Для систематики петрографических структур использован новый подход, основанный на алгебраической теории квадратичных форм. Высказано предположение о том, что указанное структурирование вещества обусловлено формированием пород интрузива в условиях термодинамически открытой системы.*

*Obtained results have shown rather comparable character of substance differentiation within Fedorovo-Pansky intrusion even on several hierarchical levels: geochemical, mineralogical, petrographical and geostructural. The new approach, based on the algebraical Quadratic Form theory, was used for systematic of petrographical textures. Supposedly, such a kind of the structurizing process took place under conditions of an open thermodynamic system.*

Федорово-Панский интрузив (Кольский п-ов) вызывает сегодня огромный интерес у геологов, занятых изучением месторождений цветных и благородных металлов, ввиду того, что с ним связаны основные перспективы обнаружения платинометальных руд на северо-западе России. Кроме того, бо́льшая часть посвященных этому объекту исследований опубликована в местных изданиях. Поэтому мы остановимся на истории его изучения несколько подробнее, чем, быть может, того требует тема статьи.

## Исторический обзор

Систематическое изучение Федорово-Панского интрузива - в современном понимании этого геолого-географического объекта - началось в 1933 г. с находки Ф.П.Харченко (Харченко, 1935) в Федоровой тундре сульфидного медно-никелевого оруденения. Первый итог был подведен Д.Ф.Мурашовым и другими исследователями (1958), отметившими, что проведенные поисковые работы не увенчались успехом. Однако уже в 1957-1961 годах С.М.Чихачевым (Чихачев, 1963) при геохимических поисках по первичным ореолам рассеяния в норитах лежачего бока интрузии было установлено типичное для региона вкрапленное медно-никелевое оруденение, прослеженное дискретно на протяжении нескольких километров. Это дало основание не только охарактеризовать Панский массив как потенциально никеленосный объект, но и прозорливо связать с ним новый для Кольского п-ова тип никеленосных интрузий. Последующие комплексные исследования, проведенные СЗГУ в 1961-1963 годах, значительно дополнили представление о геологическом строении (Проскуряков, 1967). Генезис интрузии связывался с одноактным внедрением магмы и ее последующей гравитационно-кинетической кристаллизационной дифференциацией.

В 1973 г. на основании всей совокупности данных Е.К.Козлов (1973) указал на сульфидную медно-никелевую и оксидную железо-титановую специализацию интрузива, но при этом дал отрицательное заключение о его промышленном потенциале по крайней мере до глубины 500 м. Им же была обоснована гипотеза многофазного формирования интрузива, впервые высказанная гораздо ранее (Козлов, 1961). Всего через два года В.А.Гореловым с соавторами (1975) были опубликованы новые данные о сульфидном медно-никелевом оруденении Федоровых тундр, убеждавшие в необходимости дальнейшего исследования объекта.

* Исследования выполнены по программе 96-05-64203 РФ ФИ.

Новая руководящая идея вскоре была предложена В.А.Тельновым (1985, 1990). Исходя из благоприятного среднего состава магмы, отвечающего высокоглиноземистому оливиновому толеиту и обогащенного никелем, медью, кобальтом и серой, а также из установленных в разрезе интрузива зон выноса указанных элементов, он предсказал промышленные придонные залежи сульфидных медно-никелевых руд. Идея поиска таких залежей, но в связи с возможными ультраосновными дифференциатами интрузии ранее высказывалась Е.К.Козловым (1973). Прогноз пока не оправдался.

В это же время случилось нечто важное, в корне изменившее взгляд на металлогеническую специализацию интрузива. Исследованиями Н.Н.Веселовского с соавторами (1990) было установлено широкое распространение элементов платиновой группы (ЭПГ) во всех сульфидоносных, а иногда - и в бессульфидных породах и сделан вывод о том, что специализация интрузива на ЭПГ является основной, а на никель и медь - второстепенной. Заметим, что об отдельных находках минералов ЭПГ в интрузиве сообщалось и ранее (Докучаева и др., 1980). С одной стороны, новая постановка проблемы вызвала необходимость более тонких минералогических и геохимических исследований с целью поиска минералов - носителей ЭПГ. Результаты уже опубликованы в ряде статей. Обратим внимание на работу Р.М.Латыпова, И.И.Веселовского (1993), в которой обосновывается выделение вторичного богатого ЭПГ оруденения в кварцевых габброидах, происхождение которых связывается с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами. Ранее (Старицина, 1958) эти образования типизировались как габбро-пегматиты, подвергшиеся частичному автометаморфизму. С другой стороны, новый ракурс проблемы впервые высветил сходство Федорово-Панского интрузива и таких крупных мировых объектов, как Бушвельд, Стиллуотер, Великая дайка Зимбабве. Комплекс геотектонических, геохронологических и минералого-геохимических исследований, выполненных в последние годы по программе "Платина России", позволил обосновать выделение на Кольском п-ове платиноносной провинции [5], в которой Федорово-Панский интрузив является наиболее перспективным объектом. Последняя работа синтезирует современные представления о его строении.

Приведенный обзор характеризует акценты в геологическом изучении и экономической оценке Федорово-Панского интрузива - как мы их себе представляем. Существует целый ряд содержательных работ, подтверждающих или оспаривающих те или иные из указанных концепций. Из них упомянем лишь геофизические исследавания В.А.Тюремнова с соавторами (1969), И.И.Бермана (1972), Б.М.Гринченко с соавторами (1973), М.Е.Меламуда (1976), в целом прояснившие не только морфологию и внутреннее строение интрузива, но и послужившие идее объединения массивов Федоровой и Панских тундр, а также массива Ластъявр в единый Федорово-Панский интрузив (Соколова, 1979). Заметим, что этой же идее в целом соответствуют результаты А.Ю.Одинец с соавторами (1970), показывающие отсутствие значимых различий между средними составами пород указанных массивов при наличии более тонких расхождений в межэлементных парных корреляциях, хотя сами авторы эту идею не обсуждают. В то же время В.С.Докучаева с соавторами (1980) акцентируют внимание на различиях геологических разрезов тех же массивов, химических составов однотипных пород и минералов в них и считают их объединение в единый интрузив преждевременным. Они предполагают, что магма могла внедряться в самостоятельные камеры, образуя генетически родственные, но пространственно разобщенные массивы. Это вариант обоснованной ранее Е.К.Козловым (1961, 1973) идеи пульсационного поступления магмы по Цагинскому глубинному разлому. В целом приведенный исторический обзор свидетельствует, что при всей дискуссионности достигнутых результатов, пожалуй, почти нет не затронутых исследованиями проблем, касающихся строения, рудоносности и генезиса Федорово-Панского интрузива. И все же есть аспект, никогда ранее не обсуждавшийся. Это вопрос о структурировании вещества интрузива. Чтобы быть правильно понятым, автор вынужден начать с обсуждения некоторых понятий.

## К определению понятия структуры

Трудно найти более распространенное в естественных науках понятие, чем понятие структуры. В геологических дисциплинах оно столь же употребительно, сколь и неконкретно. Попытки согласовать строгость определения, отвечающую целям построения некоторой общей теории геологических структур, и пригодность его к любой области геологии в лучшем случае приводят к вариантам типа: геологическая структура - любая совокупность геометрических свойств составных частей и (или) геометрических отношений между составными частями геологического объекта [9]. В результате понятие структуры ничем не отличается от таких нейтральных понятий, как строение, организация, устройство и т.п. Нам ближе строгий математический подход, формализм которого, как ни странно, компенсируется возможностью прогнозирования свойств геологического объекта. Дело здесь вот в чем.

Алгебраическое понятие структуры употребляется для множеств, между элементами которого заданы некоторые отношения. Чем они разнообразнее, тем потенциально интереснее может проявлять себя множество как структура. Геологические объекты изобилуют всевозможными отношениями между образующими их элементами и в этом смысле очень благоприятны для анализа. Но в создании структуры в некотором наделенном отношениями исходном множестве участвуют лишь те из них, которые являются отношениями порядка: нестрогого, строгого, совершенного нестрогого, совершенного строгого или, наконец, квазипорядка. Заинтересованного в нюансах читателя мы отсылаем к работам Л.А.Скорнякова [8] и Ю.А.Шрейдера [10].

В работе Ф.А.Усманова [9] можно найти геологические иллюстрации ко всем, за исключением последнего, названным порядкам. Мы же только укажем, что их объединяет одна черта - транзитивность. Это означает, что если (*) - некоторое отношение на множестве $\{e_1, e_2, e_3, \ldots\}$, то из существования отношений $e_1 * e_2$ и $e_2 * e_3$ следует отношение $e_1 * e_3$, т. е. благодаря свойству транзитивности бинарные межэлементные отношения объединяются в логические цепи, именно и выявляющие в множестве его часть, являющуюся структурой. В некотором объекте можно искать структуру лишь тогда, когда в нем уже зафиксировано некоторое транзитивное межэлементное отношение. А если есть транзитивность - есть основание для транслирования, прогнозирования. Таким образом, есть структура - есть основания для прогнозирования. Нет транзитивного отношения в объекте - нет структуры и нет оснований для прогнозирования.

Заметим, что распространенный в геологии эмпирический метод аналогий именно и выражает стремление вставить данный объект в многообразие по ряду признаков сходных объектов, в структурном характере которого мы почему-либо уже убеждены. Если это удается, то объект становится частью структуры и через него в полной мере транслируются связывающие ее отношения, в том числе и характеризующие перспективы его рудоносности. Неудачи метода аналогий обычно связаны с тем, что аналогия оказывается не отношением порядка, а отношением толерантности, т.е. частичного сходства, не транслируемым за пределы бинарных отношений [10]. В этом случае иногда говорят, что аналогия проведена неверно. Следовало бы говорить, что аналогия оказалась не упорядоченностью, а всего лишь толерантностью. Заметим, наконец, что прогнозирование бывает основано и на коррелируемости свойств. Это тема для самостоятельного обсуждения. Но и здесь в завуалированном виде присутствует идея транзитивности, отягощенной вероятностной природой отношений. Природа структурирования вещества представляется нам сегодня более проясненной, чем вероятностная природа корреляции, и потому основанный на фактах структурирования прогноз - более достоверным.

Повторяемость, периодичность, ритмичность в строении геологических объектов есть проявления все той же транзитивности и всегда привлекали внимание геологов. Из множества посвященных этому вопросу работ отметим лишь две: о периодическом распределении рудолокализующих структур в магнетитовых месторождениях на Сибирской платформе [1] и рудных узлов медно-никелевых месторождений в поясе Коталахти, Финляндия [13]. Эти работы посвящены структурам объектов, находящихся на различных уровнях иерархии

природы. Укажем теперь работу [12], использующую теорию фракталов для доказательства транзитивности частотного распределения золоторудных объектов на древнем кратоне Зимбабве сразу в широком иерархическом диапазоне: от мелких рудопроявлений до крупных месторождений. Можно сказать, что сама теория фракталов потому привлекает столь пристальное внимание естествоиспытателей, что является методом выявления транзитивности некоторого отношения и потому - некоторой структуры в, как правило, иерархически построенных природных объектах. Теперь мы можем более точно определить предмет данной статьи. Вспомним, что еще до определения структуры на множестве элементов должно существовать их видовое разнообразие, нетождественность, дифференциация. Вместе с разнообразием отношений дифференциация элементов служит предпосылкой к проявлению множества как структуры. Мы хотим предъявить далее свидетельства того, что в Федорово-Панском интрузиве комплексное ЭПГ и медно-никелевое оруденение, представленное богатым набором минеральных видов, локализовано в наиболее дифференцированной на петрографические типы пород части разреза, а сами породы максимально дифференцированы на структурные разновидности. Тем самым мы хотим показать для этого объекта наличие структурирования вещества как согласованной между различными уровнями иерархии (геохимическим, минеральным, петрографическим и геолого-структурным) тенденции, выраженной в его интенсивной дифференциации на нетождественные элементарные типы, безотносительно к конкретным механизмам такой дифференциации. Если мы не ошибаемся, то установление этого факта при картировании интрузива на геолого-структурном и петрографическом уровнях дает основание для прогнозирования оруденения в геохимической и минеральной формах.

## О структуре Федорово-Панского интрузива

Федорово-Панский интрузив имеет форму лополита (Гринченко и др., 1973) либо пласта (Меламуд, 1976),погружающегося под углом 30-35° к юго-юго-западу под отложения серии имандра-варзуга. По данным гравиразведки (Берман, 1972) установлено выполаживание дна массива с глубиной. Его сводный разрез, при указанной выше спорности корреляций между Федоровотундровской и Панскотундровской частями, а также отдельными тектоническими блоками последней, по данным [11],выглядит следующим образом (рис.1). Самая нижняя зона, тектонически контактирующая со щелочными гранитами, сложена такситовыми норитами, габбро-норитами и габбро с преобладанием первых. Среди них часты пегмато-

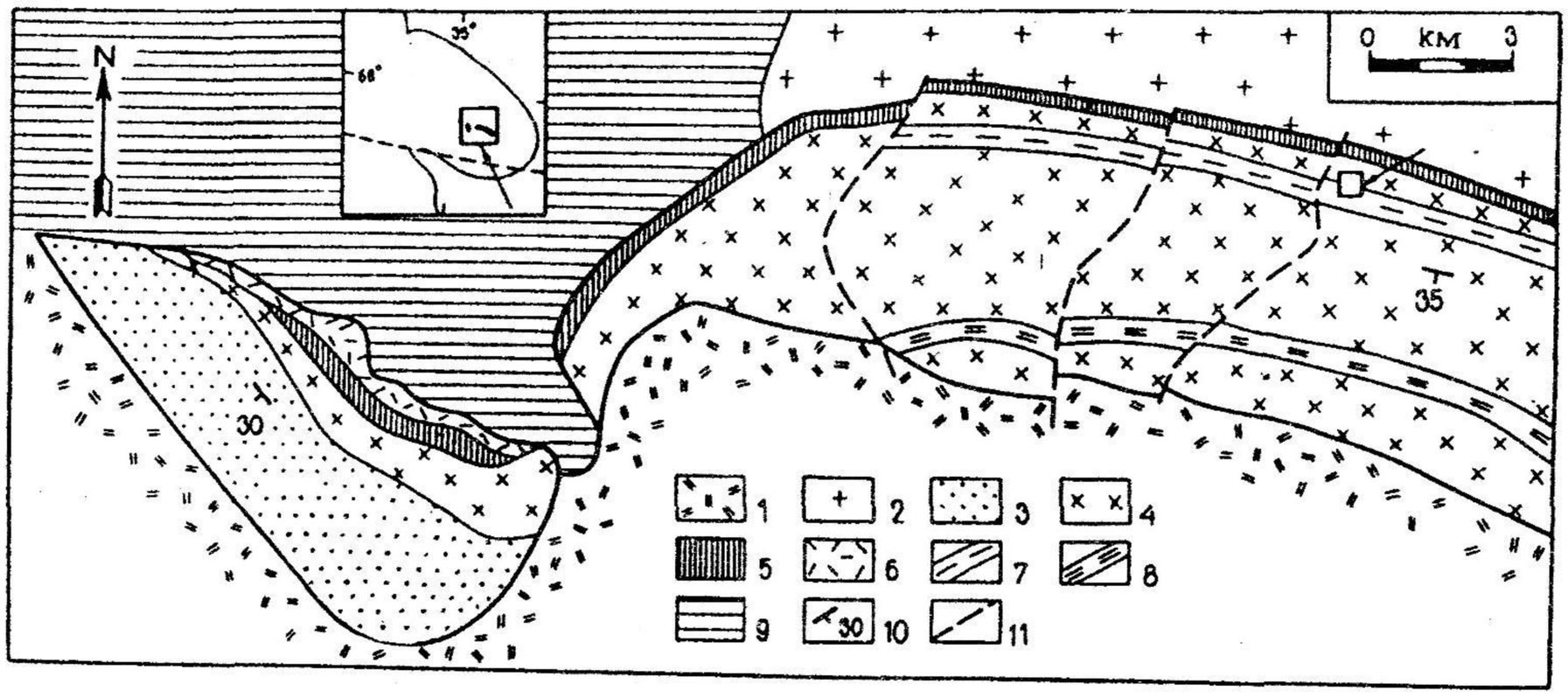



Рис.1. Схематическая геологическая карта Федорово-Панского инструзива (по [11])
1 - породы серии имандра-варзуга; 2 - раннепротерозойские щелочные граниты; 3-8 - породы интрузива: 3 - габбро Федоровских тундр, 4 - габбро-нориты Панских тундр, 5 - нориты, 6 - такситовые габбро-нориты,7 - НРГ, 8 - ВРГ; 9 - архейские гранитоиды; 10 - элементы залегания расслоенности; 11 - разрывные нарушения

идные разновидности и ксенолиты боковых пород. Мощность этой зоны варьирует от 50 до 150 м. На участке Ластъявр, в западной части Панских тундр, в ней установлена ЭПГ и медно-никелевая минерализация (Веселовский и др., 1990). Выше следует зона плагиопироксенитов мощностью до 300 м с тонкими (1-5 м) прослоями меланократовых норитов. Еще выше залегают мезократовые нориты мощностью 50-300 м с редкими прослоями и линзами плагиопироксенитов. Ее перекрывает мощная - до 300 м - зона кварцсодержащих габброноритов, сложенная массивными, трахитоидными и другими текстурными разновидностями пород. Именно к ней приурочены два известных горизонта расслоенных пород с ЭПГ и медно-никелевой минерализацией. Первый из них - нижний расслоенный горизонт (НРГ) мощностью 50-200 м - расположен в нижней части зоны на удалении 500-1000 м от нижнего контакта интрузии. Его строение подчеркивается частыми прослоями и линзами всевозможных структурных и текстурных разновидностей габбро, норитов и габбро-норитов. Второй - верхний расслоенный горизонт (ВРГ) мощностью 150-250 м - расположен в верхней части зоны. Для него также характерно частое чередование слоев и линз габбро-норитов, плагиоклазитов и троктолитов с очень переменной - от нескольких сантиметров до нескольких метров - мощностью. Разрез интрузива завершается зоной крупнозернистых габбро мощностью до 1300 м, в нижней части которой находится горизонт измененных габбро и габбро-норитов, как правило, оливинсодержащих.

Для целей настоящей статьи важно подчеркнуть следующее. НРГ и ВРГ выделяются в разрезе интрузива как интервалы наиболее частой перемежаемости слоев и линз, сложенных различными петрографическими разновидностями пород. Но практически для каждого из них характерно максимальное структурное разнообразие. Это верно и для эндоконтактовых пород интрузива. Наконец, в них же установлено ЭПГ и медно-никелевое оруденение, которое можно рассматривать как на минеральном, так и на геохимическом уровне. Уточним лишь, что при имеющем место крайне неравномерном распределении оруденения максимумы концентрации ЭПГ, меди и никеля не всегда совпадают. Сказанное и позволило нам высказать гипотезу о том, что согласованная дифференцированность вещества сразу на четырех иерархических уровнях выступает признаком потенциальной рудоносности интрузива. Далее мы коротко рассмотрим каждый из уровней в отдельности. Главное, с чем сталкиваешься при этом, - это проблема геологических границ или, иначе, проблема выделения нетождественных типов элементарных объектов. Ю.В.Забродин [4] верно замечает, что она состоит в корректном соотнесении непрерывности и дискретности как атрибутов организации вещества и на каждом иерархическом уровне разрешается по-разному.

С макроскопической точки зрения оруденение вместе с вмещающими его породами представляет собой непрерывное геохимическое поле или, если угодно, суперпозицию таких полей, поскольку здесь изначально существует (и оно единственно) различие качественного, фундаментального порядка - видовая нетождественность химических элементов. Результаты опробования по скважинам показывают, что в НРГ в Панскотундровской части интрузива содержания ЭПГ в 100-200 раз, меди - в 80-100 раз, никеля - 10-20 раз выше, чем во вмещающих безрудных породах (Веселовский и др., 1990). Вспомним здесь же данные В.А.Тельнова с соавторами (1990) о том, что в расслоенных породах Федоровотундровской части интрузива установлены как зоны выноса, так и зоны накопления никеля, меди, кобальта. Таким образом, неоднородность, дифференцированность, возмущения геохимического поля в расслоенных сериях Федорово-Панской интрузии проявляются с очевидностью, что само по себе уже является предпосылкой его рудоносности [6]. Вычтем мысленно из реального геохимического поля интрузии ее собственный фон и получим в пределах расслоенных горизонтов и эндоконтактовых пород пестрое пространственное распределение положительных и отрицательных аномалий. Таким образом, и непрерывность, и дискретность в геохимической дифференциации вещества выявляются здесь просто. Пространственное распределение аномалий несложно охарактеризовать количественно, введя здесь некоторую меру сложности. Но это не входит в нашу задачу.

На минеральном уровне имеет место следующее. Список породообразующих минералов для пород интрузива невелик и включает ромбический и моноклинный пироксены, плагиоклаз, оливин и кварц. Они образуют общий фон, на котором в пределах расслоенных

горизонтов и эндоконтактовых пород контрастно выделяется многообразие рудных минералов. Медно-никелевая минерализация представлена пирротин-халькопирит-пентландитовой и халькопирит-миллерит-борнитовой ассоциациями с подчиненными количествами пирита, магнетита и ильменита. Здесь же установлено около 45 минералов - носителей ЭПГ и других редких минералов [5, 14], и их дальнейшие находки, ввиду существования недиагностированных фаз, вероятно, будут продолжаться.

Наиболее интересен для анализа следующий уровень организации вещества, для которого следует различать структурные разновидности в пределах одного петрографического типа горной породы. Сложность состоит в том, что принципы различия горных пород не очевидны. Некогда это дало основание А.Харкеру заявить, что ни одна классификация петрографических структур не может истинно представлять факты природы, поскольку между любыми из них существуют непрерывные переходы. Нужной теории нет до сих пор. Однако нам представляется, что для построения развитой систематики петрографических структур достаточно очевидного представления о том, что горная порода есть статистическая совокупность минеральных зерен в общем случае различных видов. Необходимый алгебраический аппарат развит нами в работах [2, 3]. Основная идея метода состоит в следующем.

Пусть $m_1, \ldots, m_n$ - список слагающих породу минералов, а $P_{ij}$ - вероятность межзернового контакта $i$-го и $j$-го из них, который обозначим $m_i m_j$. Тогда уравнение

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} p_{ij} m_i m_j = 1$$

означает, с одной стороны, тот тривиальный факт, что сумма всех вероятностей $P_{ij}$ равняется единице независимо от характера их распределения, а с другой стороны - задает в пространстве переменных ( $m_1, \ldots, m_n$) квадратичную поверхность, топологический тип которой именно и определяется указанным распределением вероятностей. Тем самым устанавливается однозначное отображение из множества петрографических структур в множество квадратичных поверхностей. Вероятностный смысл коэффициентов $P_{ij}$ (например, их неотрицательность) налагает ряд ограничений, что сужает для наших целей общую теорию алгебраических квадратичных поверхностей и, по-видимому, обеспечивает взаимную однозначность указанного отображения. А это позволяет перенести в многообразие петрографических структур известные границы классификации квадратичных поверхностей.

Заметим, что статистика коэффициентов $P_{ij}$ изменяется непрерывно от породы к породе. Однако это совсем не противоречит тому факту, что на определенных рубежах топологический тип поверхности, определяемой этой статистикой согласно приведенному уравнению, изменяется скачком. Исследование таких рубежей применительно к горным породам показало, что здесь достигаются неустойчивые балансы между вероятностями различных мономинеральных и полиминеральных межзерновых контактов. Пересекая такую границу в мысленном эксперименте или реальном геологическом процессе, порода незаметно превращается, например, из массивной в немассивную: такситовую, полосчатую и т.п. Макроскопически этот переход трудно уловим, но предложенный метод анализа в принципе фиксирует такое превращение однозначно. Исследования наиболее распространенных в пределах НРГ пород - норитов и габбро-норитов - выявило все их возможные в предложенной классификации структурные разновидности (рис.2). К сожалению, неясно, насколько систематика структур по их плоским сечениям передает реальную ситуацию. Однако заметим, что в направлении от $S_2^1$ к $S_2^2$ и от $S_3^1$ к $S_3^3$ породы становятся все более массивными, а тенденция к образованию мономинеральных агрегатов в них ослабевает. По-видимому, это наблюдение верно передает ситуацию. Главный вывод, который мы делаем на основании этих результатов, состоит в том, что в пределах НРГ и, вероятно, ВРГ и эндоконтактовых пород имеет место интенсивная дифференциация вещества на петрографическом уровне иерархии.

Наконец, рассмотрим последний член иерархического ряда - петрографические разновидности пород в разрезе Федорово-Панского интрузива. Их фундаментальная нетождественность конструируется проще, чем в предыдущем случае. Именно, как это и принято, тип горной породы дискретно меняется при появлении в ней нового минерала. Список

породообразующих минералов приведен выше. В пределах расслоенных горизонтов и эндоконтактов они создают следующее разнообразие сложным образом перемежающихся пород: существенно мономинеральные - пироксениты, плагиоклазиты, оливиниты; биминеральные - нориты, габбро, троктолиты, перидотиты; триминеральные - оливинсодержащие и кварцсодержащие габбро и нориты, плагиопироксениты двупироксеновые; тетраминеральные - оливинсодержащие и кварцсодержащие габбро-нориты. Правда, не всегда ясно, нужно ли выделять при картировании в качестве самостоятельных геологических тел некоторые из разновидностей габброидов, например содержащие несколько объемных процентов кварца. Современная номенклатура пород устанавливает в этих случаях иногда весьма условные границы. И все же эта оговорка не вносит существенных корректив. Частая перемежаемость пород из приведенного списка столь характерна для НРГ и ВРГ, что эта их особенность на фоне монотонного разреза интрузива представляет интенсивную дифференциацию вещества явным образом.

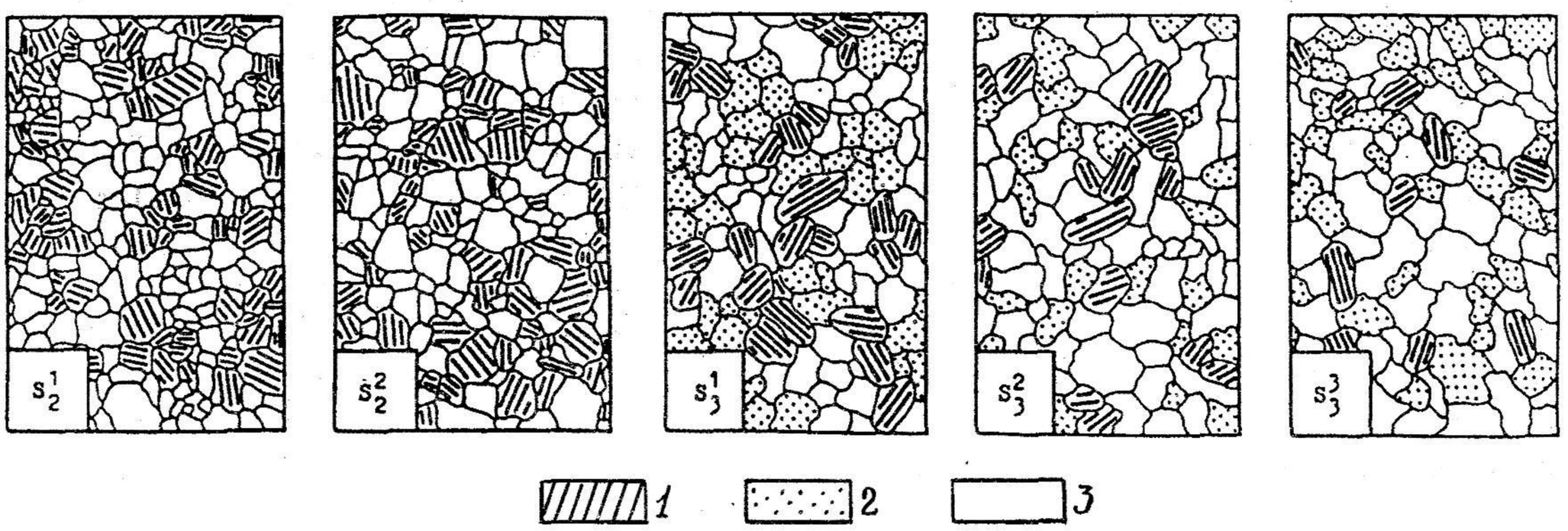



Рис.2. Структурные разновидности норитов ($S_2^1$ и $S_2^2$) и габбро-норитов ($S_3^1, S_3^2$ и $S_3^3$) из НРГ Федорово-Панского интрузива, участок Сулейпахк - Киевей, х25
1 - ромбический пироксен; 2 - моноклинный пироксен; 3 - плагиоклаз

Подведем итоги. Локальное повышение концентраций ЭПГ, меди и никеля, рассматриваемое нами как проявление дифференциации вещества на геохимическом уровне, происходит на фоне значительного увеличения числа минеральных видов и дифференциации петрографических типов пород на структурные разновидности в пределах наиболее расслоенных частей разреза (НРГ и ВРГ) и эндоконтактов интрузива. Закономерность пока не имеет исключений - оруденение никогда не было встречено в массивных породах в монотонной части разреза. Это и позволяет нам рекомендовать для использования в пределах Федорово-Панского интрузива и проверки на других объектах факт структурирования вещества в качестве признака потенциальной рудоносности. Подчеркнем еще раз, что под структурированием здесь понимается согласованное проявление некоторой тенденции на нескольких иерархических уровнях. Указанная же тенденция в нашем случае состоит в интенсивной дифференциации вещества на качественно различные элементарные типы.

## О механизме структурирования

Анализ геологического объекта всегда начинается с его структурного рассмотрения. Представляется, что структурным же осмыслением, уяснением данного нам в восприятии звена иерархии природы он должен и завершаться. Столь распространенные в геологии генетические гипотезы призваны прояснять упорядоченность объектов там, где она не явлена нам естественным образом. В "Философии природы" Гегель писал, что "у процесса нет другого содержания кроме его продукта. Смысл и дух процесса составляет внутренняя связь,

необходимое соотношение образований, к которому временная смена ничего не прибавляет. Требуется познать всеобщий закон этой последовательности, для чего нет надобности в форме истории. Внутренняя связь существует в настоящем как рядоположность. Весь интерес заключается в том, что дано, - в наличной системе различенных образований" (Гегель, 1934). Иначе говоря, прогнозировать следует, исходя из наблюдаемых структурных соотношений. Этим принципом мы и руководствовались в данном исследовании. Следующая генетическая гипотеза приводится лишь для пояснения установленных структурных отношений.

Структурирование вещества в Федорово-Панском интрузиве логично объясняется в свете общих принципов синергетики [7] - как реакция на упорядочивающий приток негэнтропии в термодинамически открытую систему. Но соответствует ли это предположение реальности? Утвердительно можно сразу ответить лишь в отношении эндоконтактовых пород интрузива, активно взаимодействовавших с боковыми породами, - вспомним о ксенолитах последних в зоне такситовых норитов [11] - к тому же впоследствии метаморфизованных. Но об автолитах плагиоклазитов в НРГ в западной части Панских тундр сообщает В.В.Проскуряков (1967), а об обломках плагиобронзититов и перидотитов в норитах и габбро-норитах нижней части разреза массива Федоровской тундры - М.К.Радченко (1978). Это заставляет вспомнить идею Е.К.Козлова о многофазном формировании Федорово-Панского интрузива. Она поддержана в последние годы Р.М.Латыповым, выделившим в самостоятельную интрузивную субфазу платиноносные анортозиты [5, 11]. Заметим также, что Е.К.Козлов (1973) выделял породы габбро-норитовой зоны в западной части массива Панских тундр в отдельный тип, кристаллизовавшийся в неравновесных условиях. Таким образом, действительно есть основания предполагать формирование комплексного оруденения Федорово-Панского интрузива в условиях термодинамически открытой системы, что несколько проясняет механизм его согласованной дифференциации сразу на нескольких иерархических уровнях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Богацкий В.В.* Волновой механизм формирования рудолокализующих структур магнетитовых месторождений Сибирской платформы // Геол. рудн. месторождений. 1977. № 3. С.3-19.

2. *Войтеховский Ю.Л.* О принципах организации горных пород и инвариантах квадратичных форм // ДАН. 1994. Т. 338. № 3. С.355-357.

3. *Войтеховский Ю.Л.* Приложение теории квадратичных форм к проблеме классификации структур полиминеральных горных пород // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1995. № 1. С.32-42.

4. *Забродин В.Ю.* Классификация геологических границ // Отечеств. геол. 1993. № 12. С.63-66.

5. Кольская платиноносная провинция / Ф.П.Митрофанов, Ю.Н. Яковлев, Н.Л.Балабонин и др. // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО "Геоинформмарк", 1994. С.66-77.

6. *Кривцов А.И.* Количественные аспекты проблемы источников вещества рудных месторождений // Геол. рудн. месторождений. 1981. Т. 23. № 5. С.3-18.

7. *Летников Ф.А.* Синергетика геологических систем. Новосибирск: Наука, 1992. 230 с.

8. *Скорняков Л.А.* Элементы теории структур. М.: Наука, 1970. 148 с.

9. *Усманов Ф.А.* Основы математического анализа геологических структур. Ташкент: Фан, 1977. 206 с.

10. *Шрейдер Ю.А.* Равенство, сходство, порядок. М.: Наука, 1971. 256 с.

11. *Balabonin N.L., Korchagin A.U., Latypov R.M. et al.* Fedorovo-Pansky intrusion // Kola belt of layered intrusions. Apatity: Kola Science Centre of RAS, 1994. P.9-41.

12. *Blenkinsop T.G.* The fractal distribution of gold deposits: two examples from the Zimbabwe archaean craton // Fractals and dynamic systems in geoscience. Ed. J.H.Kruhl. Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. P.247-258.

13. *Gaal G., Koistinen E., Lehtonen M. et al.* Deposit modeling of a nickel belt in Finland // Math. Geol. 1978. V.10. N 5. P.543-554.

14. *Yakovlev Yu.N., Distler V.V., Mitrofanov F.P. et al.* Mineralogy of PGE in the mafic-ultramafic massifs of the Kola region // Mineral. and Petrol . 1991. V.43. P.181-192.