

## II. ГЕОЛОГИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 551.263

### ФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО МЕСТО В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Л.А. Изосов

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН,  
ул. Балтийская 43, г. Владивосток, 690041,  
e-mail: izos@poi.dvo.ru

*Формационный анализ, являющийся комплексным методом исследований, находит широкое применение в геологической науке. Несмотря на смену геотектонических гипотез: геосинклинальная – плейт-тектоническая – тектонической расслоенности литосферы и других, исследователи продолжают выделять геологические формации различного типа и на этой основе проводить геодинамические, палеотектонические и палеогеографические реконструкции, а также прогнозировать различные виды полезных ископаемых. В статье приведены примеры использования автором формационного анализа в процессе изучения Япономорской зоны перехода континент – океан.*

**Ключевые слова:** геологическая формация, парагенез, тектоническая классификация формаций, рудоносные формации, перспективы алмазности Япономорской зоны перехода континент–океан.

*Как прекрасно почувствовать  
общность целого ряда явлений,  
которые при непосредственном  
восприятии казались разрозненными.*

А. Эйнштейн

#### Введение

Формационный анализ является одним из главных и прогрессивных методов в геологической науке. Н.А. Штрейс считал, что формации – это «мясо» тектоники [37]. Большинство исследователей (вслед за основоположником учения о геологических формациях Н.С. Шатским [46]) они рассматриваются как выделенные эмпирически парагенетические ассоциации горных пород и сопутствующих им минеральных ассоциаций, образовавшиеся в определённой тектонической обстановке. При этом выделение парагенезов пород основывается на их совместном нахождении, а не на их общем генезисе, который может быть неопределённым или дискуссионным. Н.С. Шатский подчеркивал, что если минерал представляет парагенез элементов, а горная порода – парагенез минералов, то и формация соответственно является парагенезом горных пород. Таким образом, понятие парагенеза служит базовым в учении о геологических формациях, которое было в значительной мере расширено и детализировано Ю.А. Кузнецовым [24], Е.К. Устиевым [40], Н.П. Херасковым [42], Ю.А. Косыгиным [23], Т.Н. Херасковой [43, 44] и др. Есть и другие подходы к выделению геологических формаций, разрабатываемые рядом известных исследователей [3]: 1) по В.И. Попову – это ассоциации горных пород, генетически связанных и сопряженных друг с другом во времени и пространстве; 2) Н.Б. Вассоевич рекомендует выделять геологические формации по геотектоническим и палеогеографическим признакам, то есть практически на генетической основе; 3) генетический аспект в выделении геологических формаций поддерживали также М.А. Усов

и М.В. Муратов, указывая на их связь с тектоническими фазами или с этапами геотектонического развития [23].

Понятие геологической формации как конкретной совокупности парагенетически связанных горных пород, по-видимому, впервые было сформулировано в 1762 г. Г. Фюкселем, когда в Тюрингских горах он выделил формационные единицы трех категорий: слой, залежь и формацию; А.Г. Вернер (1780 г.) также использовал понятие формация, вкладывая в него в основном петрографический смысл и рассматривая её как совокупность пород близкого состава; К. Прево (1839 г.) считал формации синхронными, но различными по условиям образования отложениями, то есть фациями, по-мнению А. Грессли [3]. Следует подчеркнуть, что формационный анализ разработан и активно применяется именно в отечественной геологической науке. В зарубежной геологии такого научного направления не существует. Известные английские термины «Formation» и «Group» имеют чисто стратиграфический смысл и соответствуют отечественным терминам «свита», «толща», «серия» и др.

#### Определение и принципы выделения геологических формаций

Наиболее полное определение формации дал последователь Н.С. Шатского – Н.П. Херасков: «Формация – это естественная ассоциация горных пород и связанных с ними минеральных образований, отдельные члены которых (породы, слои, толщи) в результате парагенетических отношений тесно связаны друг с другом как в пространственном, так и в возрастном отношении (переслаивание и другие виды чередования, некоторые направленные ряды)» [42, с. 30].

Главнейшей задачей формационных исследований является выделение конкретных формационных тел и их описание – установление точных форм, размеров, состава и структуры и вещественного состава. Известный

дальневосточный исследователь академик Ю.А. Косыгин указывал, что в геологии исследователи имеют дело с двумя уровнями организации вещества: 1) атомно-молекулярным (кристаллы, минералы) и 2) планетарным (слои, формации, оболочки Земли); причем горные породы имеют «двойственный» характер. Таким образом, понятие формация входит в ряд минерал – горная порода – формационное тело. В формационном анализе структурные исследования ведутся на уровне элементарных ячеек (элементы структуры – горнопородные тела) и на уровне собственно формационных тел. Первый уровень представляет собой аналог петрографической структуры, а второй аналог текстуры [37].

Выделить геологическую формацию – значит определить ее границы, которые пройдут между признаками соседствующих породных ассоциаций. В одних случаях это может быть перерыв (угловое несогласие), в других граница определяется количественно по процентному соотношению компонентов, входящих в формацию, то есть является постепенной. В ряде случаев возрастные границы формаций могут носить «скользящий» характер. Внутреннее строение геологической формации устанавливается с помощью выделения в ней главных – патрических (обычно не менее 10 %) и второстепенных членов. Среди геологических формаций различаются «сквозные», т.е. повторяющиеся в сходных обстановках и прослеживающиеся в различные периоды эволюции земной коры (например, риолитовая, молассовая, аспидная), и «отмирающие» – встречающиеся только в определенных структурных обстановках (джеспилитовая, гранулитовая).

Геологические формации характеризуются составом горных пород, строением и взаимоотношениями с другими формациями. Таким образом, формация выделяется на структурно-вещественной основе. Это понятие всеобъемлющее, поскольку формация включает и осадочные, и магматические образования, а также может иметь смешанный состав. Магматическая формация может быть частным случаем геологической формации или частью последней; она подразделяется на формации певого рода – интрузивные, а также нестратифицирующиеся вулканогенные ассоциации; формации второго рода – стратифицирующиеся вулканогенные образования. Среди магматических ассоциаций любого типа могут быть также намечены непрерывно дифференцированные формации (например, базальт-андезит-дацит-риолитовая) и контрастно дифференцированные формации (например, базальт-риолитовая). При этом формации, развивающиеся по гомодромному типу (основные – кислые породы), отражают наращивание континентов, а антидромная последовательность (кислые – основные породы) свидетельствует о разрушении континентальной коры, вплоть до преобразования её в океаническую. Среди осадочных отложений Н.С. Шатский [46] различал: 1) осадочные горные породы, 2) отложения (литолого-генетические комплексы) и 3) формации. Иными словами, в данном случае формация представляет собой «парагенез парагенезов». В отечественной магматической геологии широкое распространение получили

представления Е.К. Устиева [40] о комагматических вулканогенных и интрузивных сериях пород, которые выделены им в ранг вулканоплутонических формаций. При этом в их строении, как правило, различаются [27] покровные, жерловые (в том числе экструзивные), субвулканические и интрузивные фации. Особенно отчетливо устанавливается совмещение вулканических и плутонических комагматов для кислых серий (гранит-риолитовая формация).

Часто для определения геодинамической обстановки формирования той или иной магматической ассоциации как основной признак используется ее химический состав. В данном случае автор [11] солидарен с мнением В.Г. Варнавского и Г.М. Власова [37], а также Т.Н. Херасковой [44]: они считают этот признак вспомогательным в формационном анализе. Действительно, помимо условий выплавки, химизм магматитов определяется и характером дифференциации магм, контаминацией их боковыми породами, аутометаморфическими процессами, постмагматическими изменениями и т.п.

Существуют различные подходы к определению объема формации. В этом смысле показательно высказывание Г.Л. Кирилловой и М.Т. Турбина: «... каждый исследователь будет выделять формации в таком объеме, какой ему нужен и удобен для достижения своей цели» [37, с. 77]. Автору, как геологу-съемщику, в этом вопросе ближе всего подход Н.П. Хераскова и Н.Б. Вассоевича [37], которые считают, что формация – это несколько толщ или свит, свита, подсвита. Можно согласиться и с мнением Г.Л. Кирилловой, которая вводит понятие о некотором усредненном объеме формации, установленном на основе эмпирического материала.

#### **Классификации геологических формаций**

Классификация геологических формаций, как отмечают В.М. Громин и А.М. Боровиков [37], весьма сложная процедура. С одной стороны, она зависит от конкретных целей исследований: сколько целей, столько и способов классификаций. Лишь по ясно сформулированной цели можно выработать однозначный способ выделения и классификации формаций. Такой подход к данной процедуре обоснован в работе Ю.А. Воронина и Э.А. Еганова [2], в ней затрагиваются и критически рассматриваются и другие важные вопросы формационного анализа, в частности проблемы его формализации. Иначе говоря, любая классификация в данном случае является специализированной (узкоцелевой). В связи с конкретными задачами исследований в классификации концентрируется внимание на каком-то одном из многочисленных аспектов формационных единиц (литологическом, климатическом, стратиграфическом, палеогеографическом, структурном, металлогеническом). С другой стороны, при решении общих геологических вопросов может быть применен универсальный (многоцелевой) подход к выделению формаций, когда границы формационных тел практически не зависят от целей исследований. Можно полагать, что каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому они должны не противопоставляться друг другу, а использоваться с учетом конкретных обстоятельств и типов задач.

Наиболее важными в теоретическом и практическом аспектах являются классификации формаций по их тектоническим позициям, особенно по металлогеническим характеристикам. Как отмечал Н.С. Шатский, исследование формаций – это «... метод изучения и прогнозов полезных ископаемых» [46, с. 7]. Таким образом, «... изучение формаций и выяснение закономерностей размещения полезных ископаемых представляют собой общую задачу» [23, с. 339]. По мнению Н.П. Хераскова, именно через геологические формации должна устанавливаться связь месторождений полезных ископаемых с тектоническими структурами различных рангов. Это направление активно развивает В.Г. Хомич [45], который применительно к вулканоплутоническим поясам выделяет в их пределах совокупности эндогенных месторождений в качестве специфических рудно-формационных систем.

Таким образом, формационный метод имеет комплексный (многопредметный, многоплановый) характер, а сама геологическая формация, по выражению А.А. Ивакина, есть «...интегрированный результат всей геологической системы явлений» [37, с. 45]. Особо следует остановиться на образованиях, несущих то или иное оруденение и представляющих рудоносные и рудовмещающие формации [33]. Известно [42], что ведущим направлением исследований, необходимых для создания парагенетической классификации месторождений, является выделение геологических формаций и установление их связей с типами тектонических структур. Действительно, ведь «...не формации определяются месторождениями, месторождения определяются их локализацией...» [7, с. 123]. При отнесении формаций к типу рудоносных следует исходить из того, что они «... характеризуются повышенными кларками концентраций некоторых химических элементов, минералов, горных пород...» [7, с. 128]. Аналогичное толкование этого термина приводится в справочнике [33], однако там он детализирован с выделением трёх типов: 1. Собственно рудоносная продуктивная формация – содержит промышленно ценную минерализацию в качестве составной части (то есть, оруденение в данном случае пространственно и генетически связано с геологической формацией). 2. Рудоносная материнская формация – генерирует оруденение в близлежащих геологических формациях. 3. Рудовмещающая формация – залегающие в ней промышленные руды генетически не связаны с данной геологической формацией. Имеются интересные разработки, касающиеся связи металлогенической специализации структурных зон и геодинамических режимов, которые определяются процессами дивергенции и конвергенции литосферных плит, а также внутриплитной тектономагматической активностью [4]. С этих позиций главные рудоносные формации могут быть отнесены как к дивергентному, так и конвергентному классам [10, 18]. В частности, многие ранне- и среднепалеозойские формации Япономорской зоны перехода континент – океан вмещают промышленные и мелкие месторождения флюорита, редких металлов, золота, меди, полиметаллов, талька, хромита и др. Кроме того, они, вероятно, несут колчеданную минерализацию и единичные мелкие проявления

алмазов в кимберлитоидах и родственных им породах [21, 10, 11, 19, 47].

Н.С. Шатский и Н.П. Херасков [46, 42], работая в рамках геосинклинальной гипотезы, выделили три класса формаций: платформенные, геосинклинальные и орогенные. *Платформенные формации* (плитный комплекс) слагают чехол, залегающий почти горизонтально, в котором господствуют морские мелководные преимущественно хемогенные и биогенные отложения с хорошей выдержанностью фаций и мощностей. *Геосинклинальные формации* накапливались в подвижных областях и обладают складчато-надвиговой структурой. Они обычно сложены глубоководными (вплоть до абиссальных) морскими и океаническими осадками огромной мощности, зачастую имеющими резкую фациальную изменчивость. При этом развитые в них терригенные породы отличаются пестрым петрографическим составом, плохой сортировкой кластики и присутствием в ней неустойчивых минералов. В формациях этого класса отмечается обилие и разнообразие сложно дифференцированных магматических серий. А.А. Моссаковский [31] в свое время отмечал, что геосинклинали закладывались на океанической коре; А.М. Смирнов [35] выделял «энсиалические» и «энсиматические» геосинклинали. *Орогенные формации* отлагались в горных областях и характеризуются крайне неравномерным залеганием горных пород – от горизонтального до круто наклонного. В них господствуют обломочные и особенно грубообломочные континентальные отложения, которые сочетаются с мелководными морскими и лагунными фациями переменной мощности. Практически постоянными членами орогенных формаций являются субаэральные вулканические и интрузивные образования (зачастую кислого и полярного состава). Данная классификация геологических формаций была разработана, как отмечалось, в условиях господства геосинклинальной концепции, когда считалось, что смена формаций по вертикали фиксирует эволюцию той или иной достаточно крупной тектонической структуры. По-видимому, можно согласиться с Т.Н. Херасковой, что «... лучше классифицировать формации по геодинамическим обстановкам мобилистической концепции развития Земли» [44, с. 50]. При таком подходе, который поддерживается и разрабатывается в различных направлениях многими отечественными учеными, в том числе и автором [1, 4, 32, 43, 44, 38, 11], эта смена формаций может быть обусловлена различными причинами и преимущественно крупномасштабными горизонтальными перемещениями литосферных плит (и/или тектоносфер). В результате возникающих коллизийных обстановок образуется аккреционная кора и происходит пространственное совмещение в вертикальных разрезах образований, накопившихся в резко различных геодинамических условиях. Таким образом, формационный метод исследований, зародившийся и развившийся в рамках геосинклинальной гипотезы, основанный на выделении парагенетических ассоциаций пород и установлении их структурно-вещественных характеристик, является незаменимым «инструментом» при проведении палеогеодинамических реконструкций. Хотел

ся вспомнить слова Ю.А. Косыгина: «... Надлежащая классификация формаций должна быть основой тектонического районирования и сравнительного анализа тектонических районов с различными типами развития» [23, с. 338].

Итак, выделенные Н.С. Шатским и Н.П. Херасковым три основных класса формаций (с учетом идей мобилизма) могут быть, по мнению автора, в общих чертах рассмотрены в следующих аспектах. *Платформенные формации* – это отложения стабилизированных зон. Смирнов А.М. считает, что это чехлы древних и молодых платформ, остаточных массивов [35]. Магматизм – базальтоидный (трапповый), ультраосновной-щелочной, кимберлитовый. *Геосинклинальные формации* отвечают накоплениям мощных сложно развивавшихся мобильных раздвиговых (рифтогенных) зон, в которых в процессе растяжения происходит полный разрыв сиалической коры, а затем в результате коллизии и аккреции – тектоническое скупивание и образование покровно-складчатых структур. Магматизм – инициальный (офиолитовый). Поскольку геосинклинальная парадигма практически не отражается в современном научном мировоззрении [32], формации, обозначаемые как геосинклинальные, следует понимать как накопления мобильных систем и зон (с океанической корой) в океанических рифтах. *Орогенные формации* соответствуют ассоциациям, возникшим в ходе раздробления жестких консолидированных (кристаллических, покровно-складчатых) сооружений, когда активно проявились как рифтогенные, так и коллизионные процессы. При сравнительно мелкомасштабном рифтогенезе мощная континентальная кора в основном не теряла своей сплошности и была лишь растянута; образовавшиеся при этом структуры (авлакогены, рифты, грабены, молассовые прогибы и т.п.) отличаются друг от друга по присутствию или отсутствию в выполняющих их формациях магматитов и нередко связаны по латерали. В случае развития коллизионных процессов, с которыми, например, связаны окраинно-континентальные пояса [26, 18, 38], в вулканотектонических депрессиях накапливается характерная группа тесно переплетенных вулканогенно-осадочных, вулканогенных и вулканоплутонических формаций, вполне отвечающая орогенному классу в классическом понимании Н.С. Шатского и Н.П. Хераскова. Магматизм базальт-андезит-риолитовый, преимущественно – известково-щелочной, реже – субщелочной калиево-натриевой линии. Среди вулканитов иногда встречаются толеитовые породы повышенной базитовости и титанистости натриевой линии, имеющие, по-видимому, мантийное происхождение.

Особо хотелось бы остановиться на островодужных формациях, типичных для зон перехода континент – океан. Они обычно рассматривались как раннеорогенные образования и связывались с заложением геоантиклинальных поднятий в геосинклинальных бассейнах. То есть, по существу, эти ассоциации принадлежат к большой группе орогенных формаций, поскольку становление островных дуг – это, прежде всего, и есть горообразование. Магматизм – преимущественно андезитовый, а также базальтоидный толеитовый с проявлениями высо-

коальюминиевых разностей. Таким образом, островодужным формациям свойственны некоторые черты, присущие океаническим образованиям. Для обозначения первого и третьего класса формаций можно оставить их прежние названия, а употребление термина «геосинклинальная формация», по мнению автора этой статьи, следует избегать. Ещё раз отметим, что такие формации можно обозначать как образования глубоко раскрытых региональных раздвиговых (рифтогенных) систем (зон). Что касается покровно-складчатых структур, то они присущи не только «геосинклинальным», но и платформенным формациям, например, активизированному осадочному чехлу [35, 41].

Весьма часто в Япономорской зоне приходится сталкиваться с «разобщенными» формациями среднепалеозойского возраста, которые залегают в виде разновеликих аллохтонных тел (глыб, чешуй, олистоплаков и др.) в более молодом (обычно позднемезозойском) матриксе [29, 13, 30, 11]. В целом эти гетерогенные образования представляют собой олистостромы (микститовые, хаотические комплексы), развитые в аккреционных зонах. Проблема заключается в выяснении формы и первичной площади развития данной формации, фрагменты которой были «расташены» в процессе тектонической деструкции и покровообразования. Это позволит восстановить и древнюю структуру, в которой она накопилась [44].

Таким образом, разнообразные геологические формации отражают свойственные им геодинамические обстановки накопления. По существу, формация – это тектоническая категория: её образование определяется суммой характерных тектонических (в меньшей мере климатических) факторов. Они-то и придают каждой формации присущие только ей черты, на основании которых она и может быть обособлена и выделена. Каждая тектоническая структура отличается от других набором тех или иных геологических формаций – вертикальным или горизонтальным рядом.

#### **Примеры использования формационного анализа в Япономорской зоне перехода континент – океан**

В течение своей многолетней геологической деятельности в Приморье, которая протекала преимущественно в полевых условиях (начиная с 1962 г.), автор постоянно использовал формационный метод исследований.

1. В южной части хребта Синего был выделен ряд впервые палеонтологически охарактеризованных палеозойских формаций (нижний – средний кембрий, нижний силур, нижний девон, средний – верхний девон, нижний карбон, верхняя пермь); описана рудоносная Южно-Синегорская вулканотектоническая полигенная депрессия, и на этой основе определены главные металлогенические черты Вознесенского флюорит-редкометалльного и Синегорского урановорудного районов. Также впервые в регионе описаны позднекембрийская (вознесенская) рудоносная гранит-риолитовая формация и ряд среднепалеозойских ураноносных формаций [9, 21, 14, 6, 22]. 2. Намечена среднепалеозойская Западно-Тихоокеанская активная континентальная окраина [12]. 3. В Японо-

морской зоне перехода континент – океан: описаны среднепалеозойские, в том числе рудоносные формации [10, 11, 19]; впервые выделены ордовикские гранитная батолитовая и офиолитовая формации и рассмотрена раннепалеозойская тектоническая эволюция этого региона [7, 15]. 4. В вольфраморудных районах Лермонтовском и Восток-2 впервые установлены палеонтологически охарактеризованные позднеюрско-раннемеловые рудоносные олистостромовые формации и определена их позиция в разрезе мезозойских отложений Сихотэ-Алинской покровно-складчатой системы; также проведена корреляция мезозойских олистостромовых формаций Приморья и Японии [13, 48]. 5. В Центральном и Южном Приморье выделены позднеюрско-раннемеловые колчеданосные формации и намечены их связи с мезозойскими формациями Японии, вмещающие промышленные полиметаллические и медноколчеданные месторождения [16]. 6. Составлены карты алмазности и базит-гипербазитовых формаций Япономорского и Желтоморского регионов и определены их основные перспективы в отношении алмазов [17, 19]. 7. На базе палинспатических реконструкций рассмотрены палеотектоника и палеометаллогения Япономорской зоны перехода континент – океан; впервые выделен тип «разобщённых» формаций с характерными рудными образованиями [10, 47]. 8. В пределах Южного Приморья и прилегающего шельфа Японского моря (залив Петра Великого) выделены позднепермские вулканоплутоновые комплексы, представляющие габбро-базальтовую и гранит-риолитовую формации [22]. Позднепермская магматическая зона входит в состав Южного звена Западно-Сихотэ-Алинского окраинно-континентального вулканического пояса и включает многочисленные кольцевые структуры, отчетливо фиксирующиеся на космодатаснимках. Магматиты имеют пёстрый петрографический и химический состав, что объясняется сложностью геодинамических обстановок в зоне перехода континент – океан. Здесь, наряду с проявлениями окраинно-континентального магматизма, развивающегося по гомодромному типу, в местах функционирования глубинных разломов магматические породы несут некоторые следы первичных базальтовых расплавов типа MORB.

#### **Формационный анализ и оценка перспектив алмазности Япономорской зоны перехода**

Рассмотрим более подробно формационный подход, на основе которого автором впервые были рассмотрены перспективы алмазности зон перехода континент – океан на примере Желтоморского и Япономорского регионов [17, 19]. Исходя из тектонических позиций, занимаемых базит-гипербазитовыми формациями изученной территории, их можно отнести к следующим типам [19]: I. Формации зеленокаменных поясов древнейших областей Земли: 1. Метагабброидная. II. Формации зон активизации (континентальных рифтов): 2. Кимберлитовая. 3. Ультраосновная-щелочная. 4. Щелочно-базальтоидная. 5. Габбро-сиенитовая. III. Формации покровно-складчатых систем (офиолитовая группа): 6. Габбро-троктолит-кортландитовая. 7. Оливинит-верлитовая. 8. Дунит-верлит-пироксенитовая. 9. Дунит-гарцбургитовая. Фор-

мации группы II являются автохтонными образованиями; ассоциации, представляющие группы I и III, зачастую обнаруживаются в виде тектонических покровов, пластин и блоков в палеозойских и мезозойских аккреционных комплексах. При этом собрано большое количество фактов, свидетельствующих о том, что офиолитовые массивы представляют собой фрагменты океанической коры и имеют слоистую текстуру [25].

Необходимо отметить, что С.А. Щека и А.А. Вржосек в значительной мере модернизировали разработанные ранее ими и другими исследователями классификации базит-гипербазитовых формаций зоны перехода континент – океан. В частности, эти авторы (по А.А. Сясько и др., 1992 г.) выделяют следующие типы интрузивных базитов и гипербазитов: 1) троктолит-гарцбургитовый, 2) габбро-верлитовый и 3) габбро-кортландитовый. Нетрудно заметить, что во всех таких ассоциациях подчеркивается роль габброидов. Троктолит-гарцбургитовому типу соответствуют дунит-гарцбургитовая и метагабброидная формации, габбро-верлитовый тип объединяет магматиты толеитового и щелочного ряда, относящиеся, по нашему мнению, к ультраосновной-щелочной формации, а габбро-кортландитовый тип отвечает габбро-троктолит-кортландитовой формации. Дискутировать в данном случае не имеет смысла, поскольку при выделении конкретной формации авторы руководствуются прежде всего целями и масштабами исследований и вправе акцентировать внимание на определенных особенностях парагенезисов магматитов. Существенным здесь является не название той или иной магматической ассоциации, а то, что С.А. Щека и А.А. Вржосек рассматривают троктолит-гарцбургитовую формацию как образование очень объемных зон раздвижения и утонения океанической и континентальной коры, а габбро-верлитовую расчленяют на щелочной и толеитовый комплексы. При этом названные исследователи предлагают все субвулканические и вулканические аналоги верлитов и клинопироксенитов обозначать приоритетными терминами «меймечит» и «пикрит», а коматиты считать толеитовым аналогом меймечитов.

Практически все базит-гипербазитовые формации Япономорского и Желтоморского регионов, за исключением, пожалуй, метагабброидной, являются «сквозными», то есть повторяющимися во времени. Это крайне важно особенно для оценки объемов и для прогнозирования кимберлитовой промышленно-алмазносной формации. Время становления метагабброидной формации приходится на глубокий докембрий ( $AR_{1-2}$ ,  $AR_3-PR_1$ ). Остальные ассоциации, включающие кимберлитовую, а также интрузивные и вулканогенные аналоги кимберлитовой и, возможно, лампроитовой формаций [39] проявились пульсационно: кимберлитовая ( $O, S_1?, D_1, C_3, P_2-T$ ), ультраосновная-щелочная ( $J_3-K_1$ ), щелочно-базальтоидная ( $D_3, N_2, N_2-Q$ ), габбро-сиенитовая ( $O, D_1, C_{1-2}, P$ ), габбро-троктолит-кортландитовая ( $AR?, PR_1, PR_2, PZ_3, P_2, K_1$ ), оливинит-верлитовая ( $J_3-K_1$ ), дунит-верлит-пироксенитовая ( $S_1, PZ_2?, J_3-K_1, K_1$ ), дунит-гарцбургитовая ( $PR_1, PZ_3?, S_1?, P_2, J_3-K_1, K$ ). Вспышки базит-гипербазитового магматизма в Восточно-Азиатской рифтовой системе [49]

связаны с активизацией глубинных разломов в наиболее мобильные этапы геотектонических циклов Фупинь (AR-PR<sub>1</sub>), Вутай (PR<sub>1,2</sub>), Жонгтяо (PR<sub>2</sub>-R), позднебайкальской (ε-O), каледонской (S-D), варисской (C-P), индосинийской (T), яньшаньской (J-K) и гималайской (KZ).

Алмазоносными образованиями Желтоморского и Япономорского регионов являются кимберлитовая формация, несущая промышленное оруденение, и некоторые формации из офиолитовой группы (оливинит-верлитовая и дунит-гарцбургитовая), в которых пока обнаружены лишь мелкие алмазы и их минералы-индикаторы [19, 28]. Тем не менее они образуют крупнообъемные массивы и могут служить источником россыпных алмазов. По-видимому, россыпи именно такого типа распространены на Урале и Тимане, где до сих пор коренные алмазы не обнаружены. Кроме того, в Приморье с раннепалеозойскими кимберлитами связано коренное проявление алмазов [34], а ордовикские базит-гипербазиты имеют кимберлитовый петрохимический тренд [5]. Что касается ультрабазитов древнейших зеленокаменных поясов, то последние, как известно [36], являются продуктивными в отношении алмазов. В петрохимическом отношении данная базит-гипербазитовая формационная группа представляет весь ряд от океанических (высокомагнезиальных, низкощелочных, низкотитанистых, низкомарганцовистых, высокожелезистых) до типично платформенных (высокотитанистых, щелочных) образований. Наибольший интерес из них представляют кимберлитовая алмазоносная формация, а также ультраосновная-щелочная и щелочно-базальтоидная: с ними могут быть связаны кимберлиты и лампроиты. Действительно, на диаграмме главных петрохимических компонент [19] первая тяготеет к кимберлитам Якутии, вторая располагается между эволюционными трендами кимберлитовой и лампроитовой формаций, а третья – между стандартами кимберлитовой и габбро-сиенитовой формаций. Примечательно, что по соотношению кремнезёма и щелочей породы кимберлитовой формации Ханкайского массива близки к базальтовым и слюдяным кимберлитам Якутии и Южной Африки.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, формационный анализ, разработанный Н.С. Шатским, Н.П. Херасковым, Ю.А. Косыгиным, Ю.А. Кузнецовым, Е.К. Устиевым и другими отечественными исследователями, является комплексным методом и находит широкое применение в геологической науке. Несмотря на смену главных геотектонических гипотез: геосинклинальная – плейт-тектоническая – тектонической расслоенности литосферы, многие исследователи продолжают выделять геологические формации и на этой основе проводить геодинамические, палеотектонические и палеогеографические реконструкции, а также прогнозировать различные виды полезных ископаемых.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бурдэ А.И. Формационный анализ осадочных отложений при палеогеодинамических реконструкциях // Сов. геология. 1986. № 6. С. 62–74.
2. Воронин Ю.А., Еганов Э.А. Вопросы теории формационного анализа // Сравнительный анализ осадоч-

- ных формаций. М.: Наука, 1969. С. 123–145.
3. Вотях О.А. Введение в геотектонику. Новосибирск: Наука, 1985. 181 с.
4. Геологическая история территории СССР и тектоника плит. М.: Наука, 1989. 206 с.
5. Говоров И.Н., Благодарева Н.С., Журавлев Д.З. Петрогенезис флюоритовых месторождений Вознесенского рудного района (Приморье) по данным Rb-Sr изотопии магматических и метасоматических пород // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 5. С. 60–69.
6. Горошко М.В., Изосов Л.А. Особенности металлогении Южно-Синегорской впадины Ханкайского массива (Приморье) // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 63–71.
7. Драгунов В.И., Айнемер А.И., Васильев В.И. Основы анализа осадочных формаций. Л.: Недра, 1974. 159 с.
8. Емельянова Т.А., Изосов Л.А. Ордовикская батолитовая формация Япономорской окраины Азии: петрохимические особенности и геодинамические типы пород // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 85–92.
9. Изосов Л.А. Палеозойские формации и геологическое развитие Юго-Западного Синегорья (Приморье): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Владивосток, 1981. 33 с.
10. Изосов Л.А. Среднепалеозойские формации и тектоника Япономорского региона. Владивосток: Дальнаука, 2002. 278 с.
11. Изосов Л.А. Геологические формации и среднепалеозойская эволюция Япономорской окраины Азии: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Хабаровск, 2003. 42 с.
12. Изосов Л.А. Вопросы палеогеографии и палеотектоники Западно-Тихоокеанской среднепалеозойской активной континентальной окраины // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 44–51.
13. Изосов Л.А., Василенко Н.Г., Мельников Н.Г., Петрищевский А.М. Вольфрамоносная олистострома Центрального Сихотэ-Алиня // Геотектоника. 1988. № 3. С. 76–87.
14. Изосов Л.А., Горошко М.В. Южно-Синегорская впадина Приморья: геологическое строение и развитие // Тихоокеан. геология. 2006. № 3. С. 33–41.
15. Изосов Л.А., Емельянова Т.А. Ордовикская офиолитовая формация Япономорской зоны перехода континент – океан: проблемы корреляции // Региональные проблемы. 2008. № 10. С. 44–54.
16. Изосов Л.А., Левашев Г.Б., Зарубина Н.В., Волосов А.Г. Вольфрамоносные пояса Сихотэ-Алиня. Препринт. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 73 с.
17. Изосов Л.А., Лю Зин Му, Син Ен У, Пэк Рен Чун. Геотектонические и структурные предпосылки прогнозирования алмазов в зоне перехода континент – океан (Япономорский и Желтоморский регионы). Препринт. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 1995. 84 с.
18. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И. Западно-Сихотэ-Алинский окраинно-континентальный вулканический

- пояс и его тектоническая позиция в Западно-Тихоокеанской зоне перехода континент – океан. Владивосток: Дальнаука, 2005. 315 с.
19. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И., Емельянова Т.А. Проблемы геологии и алмазности зоны перехода континент – океан (Япономорский и Желтоморский регионы). Владивосток: Дальнаука, 2000. 326 с.
  20. Изосов Л.А., Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Кононец С.Н., Валитов М.Г., Крамчанин К.Ю. Новые данные по магматическим комплексам острова Попова и некоторые проблемы геологии залива Петра Великого // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря. М.: ГЕОС, 2008. С. 355–378.
  21. Изосов Л.А., Петрищевский А.М., Бажанов В.А. Позднекембрийский вулcano-плутонический комплекс Вознесенского рудного района Приморья // Сов. геология. 1989. № 5. С. 90–95.
  22. Кононец С.Н., Валитов М.Г., Изосов Л.А. Вознесенская гранит-риолитовая формация Приморья: проблемы геологии и металлогении // Региональные проблемы. 2008. № 10. С. 55–63.
  23. Косыгин Ю.А. Тектоника. М.: Недра, 1969. 616 с.
  24. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. М.: Недра, 1964. 387 с.
  25. Магматические горные породы. Ультраосновные породы. М.: Наука, 1988. 508 с.
  26. Мазарович А.О. Тектоническое развитие Южного Приморья в палеозое и раннем мезозое. М.: Наука, 1985. 103 с.
  27. Малеев Е.Ф. Критерии диагностики фаций и генетических типов вулканитов. М.: Наука, 1975. 256 с.
  28. Мальшев Ю.Ф., Карсаков Л.П., Носырев М.Ю. Глубинное строение алмазносных районов Восточной Азии и перспективы Амурского региона // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14, № 6. С. 55–73.
  29. Мельников Н.Г., Изосов Л.А. Структурно-формационное районирование Приморья // Тихоокеан. геология. 1984. № 1. С. 53–61.
  30. Микститы Сихотэ-Алинской складчатой системы. Владивосток: ИТиГ ДВО АН СССР, 1988. 111 с.
  31. Моссаковский А.А. Орогенные структуры и вулканизм палеозой Евразии. М.: Наука, 1975. 318 с.
  32. Пуцаровский Ю.М. О трёх парадигмах в геологии // Геотектоника. 1995. № 1. С. 4–11.
  33. Рудные и рудоносные формации (терминологический справочник). М.: Недра, 1983. 174 с.
  34. Сахно В.Г., Матюнин А.П., Зимин С.С. Курханская алмазносная диатрема северной части Ханкайского массива: строение и состав пород // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 5. С. 46–59.
  35. Смирнов А.М. Сочленение Китайской платформы с Тихоокеанским складчатым поясом. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 157 с.
  36. Столбов С.М., Ермолаева Л.А., Сеницын А.В. Структурная ситуация проявлений кимберлитового магматизма и перспективы алмазности северной (советской) части Восточно-Китайской кимберлитовой провинции // Геология и геофизика. 1992. № 10. С. 123–129.
  37. Структура геологических формаций / под ред. Ю.А. Косыгина. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. 163 с.
  38. Типовые условные обозначения для геологических карт. М.: М-во природных ресурсов РФ, 1997. 151 с.
  39. Туговик Г.И. Кимберлитовый магматизм Буреинского массива и его обрамления // Магматизм и рудоносность вулканических поясов. Хабаровск: ДВО АН СССР, 1988. Ч. 2. С. 14–17.
  40. Устиев Е.К. Основные проблемы изучения вулcano-плутонических формаций и связанных с ними рудных образований // Вулканические и вулcano-плутонические формации. М.: Наука, 1966. С. 183–189.
  41. Филатова Н.И., Ким Зон Хи, Ким Хен Со. Тектоника Корейского полуострова // Изв. АН СССР. 1991. № 6. С. 131–144.
  42. Херасков Н.П. Тектоника и формации. М.: Наука, 1967. 404 с.
  43. Хераскова Т.Н. Формационный анализ покровно-складчатых областей // Геотектоника. 1991. № 3. С. 16–33.
  44. Хераскова Т.Н. Формационный анализ и современная геодинамика // Геотектоника. 1995. № 4. С. 48–60.
  45. Хомич В.Г. Структура рудно-формационных систем вулcano-плутонических поясов // Глубинное строение Тихого океана и его континентального обрамления: Тезисы междунар. симпоз. Благовещенск: ДВНЦ АН СССР, 1988. Ч. 1. С. 76–78.
  46. Шатский Н.С. Фации и формации: Избранные труды. М.: Наука, 1965. Т. 4. С. 219–232.
  47. Izosov L.A., Levashev G.B. Late Mesozoic Ore-Bearing Olistostromes of Sikhote-Alin and its Formation Equivalents in Japan Sea Region // Memories de Geologie: Lausanne, 1997. N 30. P. 191–196.
  48. Izosov L.A. Paleotectonics and paleometallogeny of Japan Sea continent – ocean Transitional zone // Metallogeny of the Pacific Northwest: Tectonics, Magmatism and Metallogeny of the Active Continental Margins. Vladivostok: Dalnauka, 2004. P. 105–107.
  49. Regional Geology of Heilongjiang province // Geological memoirs. Beijing: Geol. Publ. House, 1992. Ser. 1. № 33. 734 p.

*The Formation analysis, which is a complex research method, is being widely used in Geological science. Despite the changing Geotectonic Hypotheses of Geosynclinal – Plate-Tectonics – Tectonic Stratification of Lithosphere and others, the researchers continue allocating Geological Formations, and, on this basis, they use to make Geodynamic, Paleotectonic and Paleogeographic reconstructions and prospects of different kinds of mineral resources. In the article the author gives his examples of the Formation Analysis application, in the process of the Japan Sea Continent–Ocean Transitional Zone study.*

**Key words:** Geological Formation, paragenesis, tectonic classification of formations, ore-bearing formations, prospects of the Japan Sea Transitional Continent–Ocean Zone diamond-bearing.