

## ГЕНЕЗИС ЛИНЕАМЕНТОВ И ИХ СВЯЗЬ С КАРСТОВЫМ ПРОЦЕССОМ

**Золотарев Д.Р.**

*Лаборатория прогнозного моделирования в геосистемах Научно-исследовательской части ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь*

**Аннотация.** На современном этапе линеаментной тектоники в различных масштабных рангах повсеместно выявлены линеаменты, тесно связанные с регматической сетью глубинных разломов земной коры, планетарной и тектонической трещиноватостью, что обуславливает их применение в карстологических целях.

**Ключевые слова:** линеаменты, трещиноватость, карст.

К основным результатам современного этапа теории линеаментной тектоники следует отнести выявленные в планетарном масштабе повсеместно развитые линеаментные сети с определенными глобальными ориентировками, механизм формирования линеаментов в земной коре и усовершенствование методологии их выделения.

В качестве одной из причин формирования глобальной линеаментной сети называют ротационные процессы, обусловленные вращением планеты вокруг своей оси, колебаниями в скорости ее вращения, и, возможно вращениями более высокого порядка. Последние десятилетия ротационная теория набирает обороты вплоть до возникновения соответствующей области знаний – ротационной тектоники. Знаковыми сборниками трудов специалистов широкого спектра, посвященных проблемам ротационной тектоники, являются «Вихри в геологических процессах» [2], «Ротационные процессы в геологии и физике» [9], объединивших проблемы и новые фактические исследования, объяснимые с позиции ротационного воздействия.

В общем случае предполагается, что скорость вращения планеты относительно непостоянна и подвержена временным флуктуациям. Комплекс ротационных сил и их колебания являются причиной возникновения напряжений в оболочках Земли с примерно постоянной пространственной ориентировкой. А.В. Долицким получены следующие результаты при моделировании: четыре системы прогибов, относящиеся к первичным тектоническим структурам мантии, симметричны осям вращения планеты. Долицкий приходит к выводам, что разломы, относящиеся к первичным, при утере совпадения с направлением ротационного поля напряжений, начинают закрываться [3].

С формированием литосферы, сопровождающейся хрупкими деформациями, возникает устойчивая сеть разломов, планетарной трещиноватости, линеаментных сообществ. Ротационный режим планеты поддерживает постоянство напряжений, обуславливающих консерватизм линеаментной конфигурации.

Установлено, что в пределах разломных зон земной коры происходят высокоамплитудные деформационные процессы и практические данные показывают, что в качестве источников зон разломов выступают процессы, протекающие в самих разломных зонах. Таким образом, предполагается, что генерация интенсивных деформаций в разломных зонах обусловлена несколькими причинами. Интенсивные деформации разломных поясов образованы совместным действием глобальных и региональных полей напряжений, приливами, неравномерностью вращения планеты и сейсмическими событиями. Впоследствии все эти интенсивные деформации разломных зон образуют в структуре земной коры линеаменты и их соответствующие индикаторы в ландшафте земной поверхности.

Геодинамические и геолого-геофизические исследования нескольких регионов выявили, что источники деформаций расположены в диапазоне от первых десятков метров до первых километров. Сами источники в разрезе приобретают форму протяженных, субвертикально ориентированных прямоугольников, приуроченных к зонам залегания флюидонасыщенных, трещиноватых пород [1]. Газово-флюидный режим, влияющий на изменение структур земной коры, также находит свое отражение в виде линеаментов.

Линеамент логичней всего принимать за вышележащий над дизъюнктивной структурой элемент, несущий в себе отпечаток самого нарушения в виде аномалий физического поля Земли, поля вторичных деформаций в виде зон линейно ориентированной трещиноватости, трещинно-разрывными структурами в толще осадочного чехла.

Адаптацию линеаментов в практику карстоведения должным образом необходимо обосновывать теоретическими воззрениями на возможность непосредственного или косвенного их воздействия на динамику карстового процесса. Связующими звеньями между линеаментами и карстом являются разломная тектоника, планетарная трещиноватость, тектоническая трещиноватость горных пород. В практическом плане привлечение карт по показателям линеаментного рисунка имеет огромное прикладное значение, поскольку полевое картирование трещиноватости в горных породах представляет собой весьма трудоемкую задачу и не позволяет охватывать большие территории.

В облике земной поверхности линеаменты зачастую трассируют ориентированные системы трещин и разрывных нарушений, однако линеаменты вполне могут быть выражены пликативными структурами, например флексурными зонами с трещиноватостью. Сопоставление линеаментного рисунка с сетью трещиноватости различного типа освещено во многих работах и дает различные результаты. К основным выводам можно отнести большое совпадение в ориентировке линеаментов с трещиноватостью и меньшее совпадение в их количественном выражении. Наилучшими районами для сопоставления трещиноватости и линеаментов являются территории с минимальной толщиной осадочных отложений (щиты, горноскладчатые области).

На примере восточной части Балтийского щита А.И. Петров установил следующие закономерности [10]:

- территории с максимальными плотностями пересечений линеаментов пространственно совпадают с местами пересечения зон разломов;
- отдельные разломы не приводят к значительному увеличению плотности узлов линеаментов;
- направление простираения региональных зон разломов подчеркивается конфигурацией изолиний количества линеаментных узлов.

Проницаемость карстового массива выражается в основном через трещиноватость горных пород, являющейся одним из четырех необходимых условий карстообразования. При этом тектоническая трещиноватость обладает исключительной ролью, обладая наибольшей раскрытостью среди всех остальных генетических групп. Трещиноватость обеспечивает внутримассивную циркуляцию подземных вод и принимает на себя около половины поверхностного стока, что обеспечивает тяготение подземных карстовых форм к таким участкам [8].

Справедливо будет указать на усиление трещиноватости в горных породах в линеаментных зонах, ведущих к повышенной проницаемости карстового массива. Это во многом обусловлено тем, что разломы, трассируемые линеаментами, редко представлены единичной трещиной, чаще в поверхностной части выражены разрывами, повышенным фоном трещиноватости карстующихся отложений [4]. В таких зонах предполагается более ослабленное состояние карстующейся толщи, чистота растворимых пород ниже в зонах линеаментов, чем в центральных частях массива, так называемых «целиковых» участках, не осложненных линеаментами, за счет привноса материала через трещины [5]. Приведем пример из практики В.Н. Катаева [7], где по изучению трещиноватости антиклинали Алек, относящейся к складчатой системе Большого Кавказа, выявлено, что на одном из участков антиклинали все 13 карстовых полостей оказались приуроченными к зонам тектонических нарушений, относящихся к разломам третьего порядка. Конечно, пространственная избирательность карста, выраженного в виде своих типичных форм, дифференцируется в зависимости от типа структуры, этапа ее формирования и множества других карстогенетических факторов, однако линеаменты не тяготеют к каким-либо структурам и распространены в структуре земной коры достаточно нормально.

Из вышеприведенного важнейшим выводом является то, что в теоретическом плане линеаментный анализ применительно к закарстованным территориям важно совмещать с результатами структурно-тектонического анализа, включая и анализ воздействия трещиноватости на карстообразование, а все практические результаты линеаментного анализа применительно к выявлению закономерностей пространственного распределения карстовых форм следует обосновывать прежде всего с позиций разрывной тектоники и трещиноватости.

Выявлены закономерности распределения карстовых форм и их морфометрических показателей в зависимости от особенностей поля линеаментов, представленных в виде числовых характеристик.

Сопоставление линеаментных показателей с пространственным распределением поверхностных и подземных карстовых форм определило хорошую пространственную сходимость расположения форм карста относительно линеаментов. Наиболее применимыми явились показатели линейной плотности линеаментов и удаленности от линеаментов [6].

#### *Литература*

1. Бондур В.Г., Зверев А.Т. Физическая природа линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий. Москва. 2005.
2. Вихри в геологических процессах. Петропавловск-Камчатский: КГПУ, 2004. 297 с.
3. Долицкий А.В. Земная кора: образование, деформация, развитие. Тектоническое вращение мантии. Ротационные процессы в геологии и физике. 2006.
4. Золотарев Д.Р. Исследование линеаментов на закарстованных территориях // Материалы докладов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2010» / Отв. ред. И.А. Алешковский, П.Н. Костылев, А.И. Андреев, А.В. Андриянов. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2010. Интернет: [http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2010/06.htm](http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2010/06.htm).
5. Золотарев Д.Р. Некоторые методические аспекты структурно-тектонического анализа в карстологических целях // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы регион. науч.-практ. конф. Перм. ун-т. – Пермь, 2010. С. 164-167.
6. Золотарев Д.Р. Результаты линеаментного анализа на закарстованных территориях Пермского края // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. <http://www.science-education.ru/105-7233>.
7. Катаев В.Н., Печеркин А.И., Махорин А.А. Изучение закарстованных и трещиноватых зон в инженерном карстоведении (на примере горно-складчатых областей). Уч. пособие по спецкурсу. ПГУ, Пермь, 1987. 88 с.
8. Кочарян Г.Г. и др. Влияние геодинамических факторов на механическую устойчивость протяжённых инженерных сооружений. Геоэкология. Инженерная геология. Геокриология. 2001. № 6. с.489-500.
9. Ротационные процессы в геологии и физике. Отв. ред. Е.Е. Милановский. М.: КомКнига, 2007. 528 с.
10. Шульц С.С. Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов. Ленинград. Изд-во Ленингр. ун-та. 1977. 136 с.