

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2026, Том 18, № 3 / 2026, Vol. 18, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2026.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/24NZVN326.pdf>

DOI: 10.15862/24NZVN326 (<https://doi.org/10.15862/24NZVN326>)

1.6.21. Геоэкология (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Арутюнян, Н. В. Линеаментный анализ космических изображений как метод прогнозирования землетрясений: теоретические основы, закономерности и перспективы / Н. В. Арутюнян, В. В. Симонян // Вестник евразийской науки. — 2026. — Т. 18. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/24NZVN326.pdf>. DOI: 10.15862/24NZVN326.

For citation:

Harutyunyan N.V., Simonyan V.V. Lineament analysis of space images as a method for earthquake prediction: theoretical foundations, patterns and prospects. *The Eurasian Scientific Journal*. 2026;18(3): 24NZVN326. Available at: <https://esj.today/PDF/24NZVN326.pdf>. DOI: 10.15862/24NZVN326. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 502.58

Арутюнян Нарине Вагановна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
Преподаватель
Кандидат технических наук, доцент

Симонян Владимир Викторович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
Заведующий кафедрой «Инженерных изысканий и геоэкологии»
Доктор технических наук, доцент
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3224-9500>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=646817

Линеаментный анализ космических изображений как метод прогнозирования землетрясений: теоретические основы, закономерности и перспективы

Аннотация. В статье рассматривается линеаментный анализ космических изображений как метод прогнозирования землетрясений и оценки геоэкологических рисков. Анализируются теоретические основы метода, связывающие динамику линеаментов с изменением напряженно-деформированного состояния земной коры в периоды подготовки сейсмических событий. На основе данных по землетрясениям в разных регионах мира выявлены устойчивые закономерности предвестниковой динамики: активизация линеаментов начинается за 2–3 месяца, достигает пика за 20 дней до события, а период восстановления составляет 2–3 месяца; амплитуда изменений достигает 7–10 раз. В геоэкологическом контексте рассмотрены возможности метода для зонирования территорий по степени геодинамической активности, оценки влияния техногенных факторов (крупные водохранилища), прогноза миграции подземных вод и загрязнений, а также анализа воздействия сейсмических событий на биоту и ландшафты. Обозначены перспективы развития автоматизированного линеаментного анализа, включая его интеграцию с гидрогеологическими и геохимическими методами, для создания систем мониторинга сейсмоопасных и экологически напряженных территорий. Доказано, что линеаментный анализ является не только методом краткосрочного прогноза землетрясений, но и универсальным инструментом геоэкологической оценки территорий, позволяющим выявлять скрытые геодинамические риски на ранних стадиях и минимизировать экологические

последствия техногенных катастроф. Перспективы метода связаны с созданием постоянно действующих геоэкологических ситуационных центров на основе спутниковых данных.

Ключевые слова: линеаментный анализ; космические изображения; прогнозирование землетрясений; геоэкологические риски; напряжённо-деформированное состояние земной коры; геодинамическая активность; автоматизированный анализ

Изучение геодинамики земной коры представляет собой актуальную задачу современной науки, поскольку непосредственно связано с прогнозированием опасных геологических процессов, включая природные и техногенные землетрясения. А так же имеет фундаментальное значение для геоэкологии, поскольку именно динамические процессы определяют устойчивость ландшафтов, миграцию подземных вод, газов и загрязнителей, а также частоту опасных природно-техногенных явлений. Фундаментальной особенностью строения земной коры является её блочность: участки со значительной тектонической нарушенностью перемежаются с относительно однородными блоками. Такая структура характерна для объектов разного масштаба — от крупных платформ до локальных участков размером в шахтное поле. Общность глобальных тектонических и локальных геомеханических процессов проявляется в том, что в обоих случаях массив горных пород достигает предельно напряженного состояния. Границами блоков различного строения служат тектонические разломы. Деформационный процесс в разломной зоне реализуется за счет упругой и пластической деформации самих блоков, а также их взаимных перемещений по системам разломов. Изменение внешних условий приводит к тому, что степень активности движения блоков меняется во времени. При активизации тектонических нарушений на границах неоднородных блоков возникают значительные напряжения. Когда они достигают предельных значений, происходит сдвигание блоков, и формируется геодинамическая зона. Её отличительные черты — интенсивно проявленная разрывная тектоника, пониженная прочность пород, их повышенная трещиноватость и проницаемость. Закономерным следствием такого развития участка земной коры становится проявление сейсмичности и других геодинамических процессов. Научно-методической основой изучения структуры и геодинамики земной коры на разных масштабных уровнях служит технология дистанционного зондирования Земли по космическим снимкам [1; 2].

Применение космических методов и их сочетание с наземными позволяет существенно повысить эффективность прогнозирования значительных сейсмических событий. Линеаментный анализ космических изображений базируется на выявлении и изучении линейных элементов земной коры (линеаментов), которые отражают зоны разрывных нарушений, трещиноватости и дробления горных пород. Физическая основа метода заключается в том, что в период подготовки землетрясения изменяется рисунок поля напряжений и, соответственно, обусловленный им рисунок проявленных на поверхности систем линеаментов. Таким образом открывается принципиальная возможность осуществления прогноза землетрясений по предвестниковым закономерностям, проявляющимся в динамике линеаментов [3; 4].

Методология автоматизированного линеаментного анализа

Для автоматизированного линеаментного анализа наиболее широко применяется программное обеспечение LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis), разработанное и модернизированное в ЦПAM «Аэрокосмос». Программа позволяет в автоматизированном режиме получать схемы линеаментов, строить розы-диаграммы и рассчитывать временные изменения общего количества линеаментов, их суммарной длины и соотношения систем линеаментов разной направленности.

В качестве исходных данных используются космические изображения, полученные со спутников TERRA и AQUA (аппаратура MODIS, спектральный диапазон 620–670 нм, пространственное разрешение 250 м), а также данные других спутниковых систем. В последние годы все большее применение находят цифровые модели рельефа (ЦМР), позволяющие извлекать линеаменты с помощью специализированных программных пакетов в ГИС-среде (ArcGIS). В качестве основных показателей предвестниковых изменений систем линеаментов используются следующие статистические характеристики: плотность линеаментов, суммарная длина линеаментов, отношения линеаментов разных направлений, розы-диаграммы, линии вытянутости роз-диаграмм.

Комплексный анализ этих показателей позволяет выявлять закономерные изменения в системах линеаментов, происходящие в периоды подготовки землетрясений [5; 6].

Закономерности предвестниковой динамики линеаментов

Линеаменты на космических изображениях представляют собой линейно-полосчатые текстуры, которые на местности отражают особенности геологической структуры. В контексте прогнозирования землетрясений важны линеаменты двух типов. Первый тип связан с линейными элементами ландшафтов, второй — с зонами растяжения и сжатия поля напряжения земной коры. Именно второй тип линеаментов имеет ключевое значение для прогноза сейсмических событий.

Проявленность линеаментов второго рода обусловлена изменением физико-химических и спектральных характеристик земной поверхности, а также прозрачности атмосферы в разных зонах электромагнитного излучения. Эти изменения связаны с тепломассопереносом в виде газовой и жидкой фаз, который наиболее интенсивно осуществляется в зонах растяжения.

При подготовке к землетрясениям возрастает количество секущих и поперечных линеаментов, а после завершения землетрясения их количество уменьшается. Это является геодинамическим предвестником землетрясений.

Данная закономерность позволяет проследить предвестниковую цикличность в динамике этих линеаментов в период подготовки и свершения землетрясения и после него, когда напряженно-деформированное состояние возвращается в исходное [7–9].

Многолетние исследования, выполненные под руководством В. Г. Бондура, охватили значительные сейсмические события, произошедшие за последние 15–20 лет в различных регионах мира: Калифорнии (США), Перу, Иране, Турции, Киргизии, Мексике, Забайкалье, Камчатке и др. Анализ этих событий позволил выявить устойчивые закономерности предвестниковой динамики линеаментов.

Начальная стадия (за 2–3 месяца до землетрясения). Перестройка плана систем линеаментов начинается примерно за 2–3 месяца до землетрясения. На этой стадии происходит постепенное увеличение плотности линеаментов, регистрируемых по космическим изображениям. В сопряженных диагональных системах первоначально наиболее быстро растет количество согласных (продольных) линеаментов.

Максимальная стадия (за 20 дней до — 20 дней после землетрясения). Максимальная выраженность линеаментов достигается в период, начинающийся примерно за 20 дней до землетрясения и заканчивающийся через 20 дней после него. Примерно за месяц до события начинает очень быстро увеличиваться количество поперечных линеаментов (секущих по отношению к главным тектоническим структурам), которые по численности быстро догоняют, а нередко и обгоняют продольные (рис. 1).

Стадия затухания (2–3 месяца после землетрясения). Системы линеаментов возвращаются в первоначальное состояние в течение 2–3 месяцев после землетрясений. Период успокоения по продолжительности примерно равен периоду возбуждения сейсмической активности при подготовке сильного землетрясения.

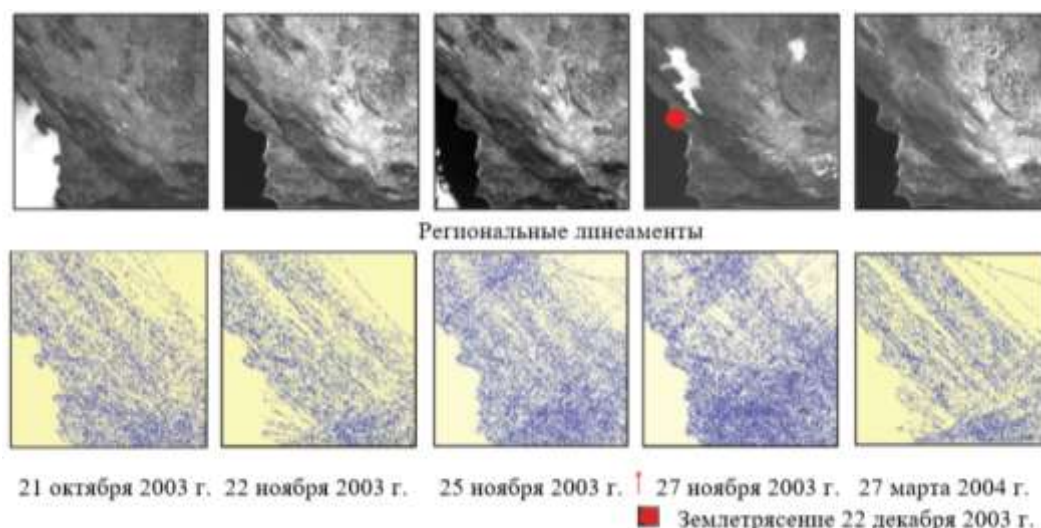


Рисунок 1. Динамики систем региональных линеаментов, выявленных по космическим изображениям в период землетрясения 22 декабря 2003 г. вблизи г. Сан-Симеон [11]

Для всех исследованных территорий характерна цикличность развития линеаментов, проявляющаяся в изменении их количества и соотношения разной ориентировки в 7–10 раз [10–12]. Столь значительная амплитуда изменений делает метод линеаментного анализа высокочувствительным инструментом обнаружения предвестниковых явлений.

Использование землетрясений разной силы в качестве эталонов позволило установить наличие прямой зависимости интенсивности перестройки структурного плана линеаментов от времени, места и силы землетрясения. Это доказывает принципиальную возможность прогноза места, времени и силы землетрясения с использованием линеаментного анализа космических изображений.

Геоэкологические аспекты линеаментного анализа: оценка рисков и техногенных воздействий

Помимо прогнозирования сейсмических событий, линеаментный анализ космических снимков является эффективным инструментом для решения широкого круга геоэкологических задач. Динамика линеаментов, отражая напряженно-деформированное состояние блоков земной коры, напрямую связана с миграцией флюидов, устойчивостью склонов и пространственным распространением загрязнителей. Интеграция структурно-геоморфологических, гидрогеологических и геохимических методов с линеаментным анализом позволяет создавать комплексные геодинамические модели для оценки геоэкологических рисков.

Зоны повышенной плотности линеаментов, как правило, соответствуют участкам растяжения земной коры и характеризуются пониженной прочностью пород, повышенной трещиноватостью и проницаемостью [13; 14]. Выделение таких геодинамически активных зон критически важно при проектировании ответственных инженерных сооружений (АЭС, магистральные трубопроводы, тоннели), выборе участков под захоронение отходов и оценке геологических рисков урбанизированных территорий. Например, исследования в сейсмоактивных регионах Кавказа показывают прямую корреляцию между зонами пересечения линеаментов и очагами активизации оползневых процессов.

Сейсмические события, прогнозируемые через линеаменты, вызывают каскадные экологические эффекты. Интенсивные землетрясения (магнитудой 7,0–7,5) приводят к активизации оползней, селей и обвалов, нанося прямой ущерб экосистемам [15; 16]. Изменение проницаемости разломов после землетрясений влияет на газовый и гидрохимический режим почв, что подтверждается спутниковыми данными об изменении состояния растительности в зонах активизации линеаментов. Например, на территориях с высокой плотностью секущих линеаментов зафиксирована перестройка древесных сообществ из-за изменения условий увлажнения корнеобитаемого слоя.

Региональные особенности проявления линеаментов и перспективы развития метода

Исследования различных регионов Земли показали наличие в них закономерно ориентированных систем линеаментов, обусловленных регионально-планетарными особенностями напряженно-деформированного состояния земной коры.

На платформенных территориях (Калифорния, Иран, Кавказ) преобладают две сопряженные системы линеаментов, диагонально ориентированных по отношению к оси вращения Земли — северо-западного и северо-восточного простирания. В горно-складчатых областях (Алтай, Перу, Турция) системы линеаментов в основном совпадают с зонами глубинных разломов, рассекающих горные сооружения.

В сопряженных диагональных системах линеаментов различных регионов наиболее динамичной обычно является система линеаментов, секущих (поперечных) по отношению к главным тектоническим структурам. Это отчетливо проявляется, например, в зоне разлома Сан-Андреас (Калифорния), а также в зонах Северо и Восточно-Анатолийских разломов (Турция). Накопленный большой эмпирический материал позволяет в настоящее время сделать определенные выводы о целесообразности применения автоматизированного линеаментного анализа космических изображений в целях среднесрочного и краткосрочного прогноза землетрясений.

Наиболее перспективными направлениями развития метода являются:

1. **Совершенствование программных средств** автоматизированного выделения и анализа линеаментов, повышение достоверности распознавания линеаментов различной природы.
2. **Интеграция с другими методами прогноза** — выявленная цикличность линеаментов сходна с цикличностью других предвестников землетрясений: гидрогеодинамических, геохимических, геодезических, геофизических. Комплексный анализ разнотипных предвестников позволит повысить надежность прогноза.
3. **Использование данных различных спутниковых систем** с разным пространственным и спектральным разрешением для повышения информативности анализа.
4. **Разработка методик учета региональных особенностей** проявления предвестниковой динамики линеаментов для различных сеймотектонических обстановок.
5. **Создание систем оперативного мониторинга** сеймоопасных территорий на основе непрерывного поступления и обработки спутниковых данных [17; 18].

Заключение

Линеаментный анализ космических изображений представляет собой эффективный метод обнаружения предвестников землетрясений, основанный на регистрации изменений в системах линеаментов, отражающих динамику напряженно-деформированного состояния земной коры.

Линеаментный анализ даёт возможность выявлять и картографировать зоны повышенной геодинамической активности — области растяжения, зоны пересечения разломов, флюидопроводящие каналы. Эти зоны являются естественными «слабыми местами» литосферы, где техногенные воздействия (строительство водохранилищ, закачка флюидов, горные работы) провоцируют необратимые изменения: просадки, активизацию оползней, ускоренную миграцию загрязнителей. Без учёта линеаментной структуры территории любые проекты долговременного природопользования (захоронение отходов, прокладка трубопроводов, подземное строительство) содержат неприемлемые экологические риски. Многолетние исследования, выполненные на обширном фактическом материале по различным сейсмоактивным регионам мира, выявили устойчивые закономерности предвестниковой динамики линеаментов: начало изменений за 2–3 месяца до события, достижение максимума за 20 дней до и сохранение повышенной активности в течение 20 дней после, возвращение к фоновому состоянию через 2–3 месяца.

Количественные изменения плотности и ориентировки линеаментов достигают 7–10 кратных значений, что обеспечивает высокую чувствительность метода. Установлена прямая зависимость интенсивности перестройки линеаментных систем от параметров готовящегося землетрясения, что открывает возможность прогноза не только времени, но также места и силы события [19; 20]. Дальнейшее развитие метода автоматизированного линеаментного анализа, совершенствование программных средств и интеграция с другими методами прогноза позволят повысить достоверность прогнозирования землетрясений и создать эффективные системы оперативного мониторинга сейсмоопасных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адушкин В. В., Родин Р. С., Спивак А. А. Геодинамические процессы в земной коре и их экологические последствия // Физика Земли. 2017. № 4. С. 112–125. <https://cyberleninka.ru/article/n/geodinamicheskie-protsessy-v-zemnoy-kore-i-vozmuscheniya-elektromagnitnogo-polya-pri-obrazovanii-razlomov/viewer>.
2. Arellano-Baeza A.A., Zverev A.T., Malinnikov V.A. Study of changes in the lineament structure, caused by earthquakes in South America by applying the lineament analysis to the Aster (Terra) satellite data // Advances in Space Research. 2006. Vol. 37. № 4. P. 690–697. DOI: 10.1016/j.asr.2005.07.068 EDN: LJNHQX.
3. Бондур В. Г., Чимитдоржиев Т. Н., Дмитриев А. В. Аномальная геодинамика перед землетрясением 2023 г. в Турции по данным спутниковый радарной интерферометрии 2018–2023 гг. // Исследование Земли из космоса. 2023. № 3. С.3–12. DOI: 10.31857/S0205961423030090 EDN: RCCNQC.
4. Бондур В. Г., Зверев А. Т. Метод прогнозирования землетрясений на основе линеаментного анализа космических изображений // Доклады Академии наук. 2005. Т. 402. № 1. С. 98–105. http://www.aerocosmos.info/pdf/2006/Bon_kuz_2005.pdf. EDN: HSFROX.
5. Строкова Л. А., Ежкова А. В., Леонова А. В. Применение линеаментного анализа для оценки карстоопасности при проектировании магистрального газопровода в Южной Якутии // Известия Томского политехнического университета. 2020. Т. 331, № 11. С. 117–126. https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/63882/1/bulletin_tpu-2020-v331-i11-11.pdf. DOI: 10.18799/24131830/2020/11/2891 EDN: NVSMXY.

6. Бондур В. Г., Зверев А. Т., Булатова А. Л., Гапонова Е. В., Цидилина, М. Н. Автоматизированная обработка временных рядов космических изображений для исследования динамики линейментов с целью прогноза землетрясений // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2010. № 4. С. 69–77.
<http://www.aerocosmos.info/pdf/2010/%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%80%D0%97%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%91%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%B2%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2.pdf>. EDN: UYVGSZ.
7. Бондур В., Кузнецова Л. Космический мониторинг геодинамики сейсмоопасных территорий с использованием метода линейментного анализа // 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, June 20–24, 2005, Saint Petersburg, Russian Federation http://www.aerocosmos.info/pdf/bondur_kuz.pdf.
8. Бондур В. Г., Зверев А. Т., Зима А. Л., Гапонова Е. В. Выявление деформационных волн-предвестников землетрясений путем линейментного анализа разновременных космических изображений // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 5. С. 34–41. <http://www.aerocosmos.info/pdf/ZIMA.pdf>. EDN: UXQGER.
9. Бондур В. Г., Зверев А. Т. Космический метод прогноза землетрясений на основе анализа динамики систем линейментов // Исследование Земли из космоса. 2005. № 3. С. 37–52. http://www.aerocosmos.info/pdf/2006/Bon_zver_2_2005.pdf. EDN: HRZZPP.
10. Parcharidis I., Fomelis M. Earthquake precursory phenomena detected by satellite remote sensing techniques: A review of the last two decades // Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). — IEEE, 2019. — P. 4567–4570
DOI: 10.1109/IGARSS.2019.8898713.
11. Зверев А. В., Зверев А. Т. Применение автоматизированного линейментного анализа космических снимков при поисках нефтегазовых месторождений, прогнозе землетрясений, склоновых процессов и путей миграции подземной воды // Известия вузов. Геология и разведка. 2015. № 6. С. 14–20. <https://www.geology-mgri.ru/jour/article/view/84/85>.
12. Bondur V.G., Zverev A.T., Gaponova E.V. Precursor Variability of Lineament Systems Detected Using Satellite Images during Strong Earthquakes // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2019. Vol. 55. № 9. P. 1283–1291. <https://link.springer.com/article/>. DOI: 10.1134/S0001433819090123 EDN: CHPIRI.
13. Мавлянова Н. Г. Оценка сейсмического риска для городов центральной азии // Геоэкология. инженерная геология. гидрогеология. геокриология, 2020, № 1, с. 52–56 <https://sciencejournals.ru/cgi/getPDF.pl?jid=geoekol&year=2020&vol=2020&iss=1&file=GeoEkol2001011Mavlyanova.pdf>. DOI: 10.31857/S0869780920010111 EDN: CQEQSK.
14. Лаптёнок С. А. Оценка геоэкологических рисков в зонах линейментов и кольцевых структур литосферы Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. (17–20 апреля 2012 г.). — Минск: БНТУ, 2012. — С. 340–344. <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/33344/340-344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
15. Копылов И. С., Ликutow Е. Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 602–606. <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30318>. EDN: NOSQZQ.

16. Трифонов В. Г. Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии: Тектоническое значение геодинамических процессов в ядре и мантии Земли // Геотектоника. 2018. Том 2. С. 279–282.
<http://atlantic.ginras.ru/download/papers/Trifonov-Sokolov-2018-MTK.pdf>.
17. Бондур В. Г., Зверев А. Т., Гапонова Е. В., Зима А. Л. Исследование из космоса деформационных волн — предвестников землетрясений, проявляющихся в динамике линеаментных систем. // Исследование Земли из космоса — 2012, — № 1, с. 3–20.
http://www.aerocosmos.info/pdf/2012/%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%80_%D0%97%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2_%D0%93%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%97%D0%B8%D0%BC%D0%B0_%D0%98%D0%97%D0%9A%201%202012.PDF. EDN: OPTFAV.
18. Sichugova L., Fazilova D. Study of the seismic activity of the Almalyk-Angren industrial zone based on lineament analysis // International Journal of Engineering and Geosciences. 2024. Vol. 9. № 1. P. 1–11. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2720768>. DOI: 10.26833/ijeg.1192118 EDN: XTWPGF.
19. Волкова Т. П. Особенности строения и методы определения зон геодинамического влияния разломов // Труды РАНМИ, № 3(41), Том 2, 2024 С. 139–153.
<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stroeniya-i-metody-opredeleniya-zon-geodinamicheskogo-vliyaniya-razlomov/viewer>. DOI: 10.24412/2519-2418-2024-341-139-153 EDN: FUJBPU.
20. Application of automated lineament analysis of satellite images in modern geodynamics research: A case study / V.N. Zakharov, A.V. Zverev, A.T. Zverev [et al.] // Russian Journal of Earth Sciences. — 2017. — Vol. 17, No. 3. — P. ES3001-15. DOI: 10.2205/2017ES000599 EDN: YMUXGO.

Harutyunyan Narine Vahan

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Simonyan Vladimir Viktorovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3224-9500>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=646817

Lineament analysis of space images as a method for earthquake prediction: theoretical foundations, patterns and prospects

Abstract. The article considers the linear analysis of satellite images as a method of earthquake forecasting and assessment of geocological risks. The theoretical foundations of the method are analyzed, linking the dynamics of lineaments with changes in the stress-strain state of the Earth's crust during the preparation of seismic events. Stable patterns of precursor dynamics have been identified based on earthquake data in different regions of the world. The activation of the lineaments begins 2–3 months in advance, reaches its peak 20 days before the event, and the recovery period is 2–3 months.; the amplitude of the changes reaches 7–10 times. In the geocological context, the possibilities of the method for zoning territories according to the degree of geodynamic activity, assessing the impact of man-made factors (large reservoirs), predicting groundwater migration and pollution, as well as analyzing the impact of seismic events on biota and landscapes are considered. The prospects for the development of automated lineament analysis, including its integration with hydrogeological and geochemical methods, for the creation of monitoring systems for earthquake-prone and ecologically stressed areas are outlined. It is proved that lineament analysis is not only a method of short-term earthquake forecasting, but also a universal tool for geocological assessment of territories, which makes it possible to identify hidden geodynamic risks at an early stage and minimize the environmental consequences of man-made disasters. The prospects of the method are related to the creation of permanent geocological situational centers based on satellite data.

Keywords: lineament analysis; satellite images; earthquake forecasting; geocological risks; stress-strain state of the Earth's crust; geodynamic activity; automated analysis