
doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.11.059>

УДК 551.243.8:52.852. (100)

Н.Н. Шаталов

ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли
Института геологических наук НАН Украины”, Киев
E-mail: shatalov@casre.kiev.ua

Облачные “автографы” земных глубинных разломов

Представлено академиком НАН Украины В.И. Лялько

Приведены результаты исследования взаимосвязи облачных линеаментов с активизированными зонами глубинных разломов Земли по аэрокосмическим данным. Подчеркнуто, что дистанционные методы исследования позволяют в конкретных частях Земли изучить взаимосвязь различных геодинамических, гидродинамических, тектонических, геофизических и других процессов, протекающих в литосфере, гидросфере и воздушной оболочке планеты. Отмечено, что существующие лито-гидро-атмосферные связи определяются геодинамикой эндогенных частей планеты и постоянно изменяющимися энергетическими состояниями системы “Космос — атмосфера — гидросфера — литосфера — ядро Земли”. Именно они являются главными движущими факторами геодинамики Земли, обуславливающими струйную миграцию энергии, газов, тепла, радиации и флюидов из глубинных оболочек планеты в ионосферу и атмосферу, где и формируются облачные “автографы” земных глубинных разломов.

Ключевые слова: тектоника, геодинамика, разломы, облачные линеаменты, лито-гидро-атмосферные связи, струйная энергия.

К началу XXI столетия на стыке трех наук — геологии, океанологии и метеорологии, фактически зародилось новое научное направление, изучающее взаимосвязь различных геодинамических, гидродинамических, тектонических, геофизических и других процессов, протекающих в литосфере, гидросфере и воздушной оболочке нашей планеты [1–8]. В настоящей работе приводятся сведения о “живых” глубинных разломных зонах Земли — своеобразных “трансферах”, где наиболее быстро и ярко протекают современные процессы в геосферах планеты — литосфере, гидросфере и облачном слое атмосферы [2–6].

В первой четверти XX века выдающиеся русские геологи И.В. Мушкетов, Д.И. Мушкетов и французский геолог А. Шлюмберже, пользуясь лишь визуальными наблюдениями, указали на возможную связь облаков с разломами. Однако поднятая более 100 лет назад в их трудах проблема не получила дальнейшего развития, поскольку была дискуссионной. Достоверные же данные о взаимосвязи облаков с разломами были получены лишь на протяжении последних 50 лет — после запуска космических летательных аппаратов. Именно

© Н.Н. Шаталов, 2017

ISSN 1025-6415. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2017. № 11

59

благодаря дистанционным методам исследования актуальная проблема гидро- и лито-атмосферных связей и явлений привлекла к себе повышенное внимание исследователей как в странах бывшего СССР, так и за рубежом [2–8].

В последние десятилетия при анализе изображений Земли из космоса обнаружилось, что глубинные разломы и другие крупные тектонические структуры (платформы, плиты, мегаблоки, горные системы и др.) активно влияют на формирование, строение и рисунок ионосферы и облачного покрова атмосферы Земли. С другой стороны, анализируя космические снимки и выявляя характерные связи облачности с разломами, можно в режиме “онлайн” решать обратную задачу, т. е. судить о глубинном строении литосферы и современных геодинамических, гидродинамических, тектонических, геохимических и других процессах, там протекающих. Несомненно, эти данные важны также при изучении приповерхностных частей планеты, в частности гидрогеологических и ландшафтно-геоморфологических особенностей земной коры и происходящих здесь процессах. Эти связи можно использовать и при исследовании процессов тепло- и массопереноса, закономерностей размещения месторождений нефти, газа и газово-жидких флюидов, рудоносных структурно-тектонических зон, узлов, полей и конкретных месторождений твердых полезных ископаемых. Подобного рода наблюдения следует учитывать также при строительстве зданий и сооружений, линий электропередач, газо- и нефтепроводов и других наземных и подземных народнохозяйственных объектов. Наблюдаемые дистанционными методами связи между облаками и глубинными разломами Земли, по мнению автора, обязывают геологов, вулканологов и сейсмологов использовать их для выявления в литосфере геодинамически активных, т. е. “живых” глубинных разломов и связанных с ними современных сейсмотектонических, вулканических, оползневых и многих других катастрофических геологических процессов. Кроме того, метеорологам постоянно необходимо иметь в виду, что глубинные разломы и отдельные крупные тектонические сегменты литосферы нередко четко определяют отдельные аномалии в ионосфере и облачных полях атмосферы.

Следовательно, при детальном анализе изображений Земли из космоса довольно часто можно обнаружить тесную связь между глубинными разломами Земли и линейными элементами облачного покрова — “облачными линейными элементами”. Облака при этом выступают в роли феноменальных индикаторов, или “автографов” глубинных разломов, их пространственной ориентировки и строения, т. е. “трассируют” крупные неоднородности в литосфере. Как известно, облачные поля расположены обычно на разных высотах от земной поверхности — от 1 до 20 км и, в свою очередь, являются своеобразными показателями динамики ионосферных и атмосферных процессов. Особо следует подчеркнуть, что своим расположением цепочки облаков или просветы (облачные каньоны) среди них указывают только на те глубинные разломы, системы разломов или их фрагменты, которые геодинамически активны лишь в настоящее время, а именно в период съемки Земли из космоса. Поскольку время съемки Земли с летательных аппаратов нередко фиксируется с точностью до дней, минут и секунд, то полученные материалы позволяют проследить в пространстве и во времени активизированные, т. е. “живые” глубинные разломы нашей планеты. Такой “космический мониторинг” важен потому, что зоны глубинных разломов Земли являются долгоживущими (многие миллионы лет) тектоническими структурами и движения по ним то затухают, то активизируются. Таким образом, в будущем, когда объем и скорость полу-

чения информации из космоса значительно возрастет, появится возможность в режиме онлайн “следить” за “живыми” глубинными разломами и прогнозировать в различных регионах планеты связанные с ними катастрофические природные процессы — извержения вулканов, землетрясения, цунами, оползни, сели, подтопления, затопления, смерчи и прочее.

В связи с изменением ротационного режима Земли и постоянно изменяющимися условиями тектоники, геодинамики, тепло- и массообмена в литосфере, гидросфере и атмосфере нашей планеты возникают, по мнению автора, три основных типа связи облачности с глубинными разломами, а именно:

1 — линейные цепочки, гряды и полосы облаков на фоне безоблачного пространства концентрируются и ориентируются по простирацию глубинных разломных зон или их фрагментов (рис. 1);

2 — над некоторыми глубинными разломами, наоборот, формируются полосы безоблачных — “темных каньонов” в облачных полях, т. е. происходит как бы “просвечивание” (“размывание”) разломных тектонических зон в облачном покрове (рис. 2);

3 — глубинные разломы служат резкой границей распространения облачных полей или границей смены форм облачности, т. е. возникают резкие линейные границы облачных и безоблачных массивов (рис. 3).

Тектоно-геодинамические, геофизические и геохимические причины возникновения именно таких связей глубинных разломов с облаками до настоящего времени окончательно не выяснены. Это свидетельствует о сложности рассматриваемой проблемы и многообразии путей ее решения. Однако очевидно, что формирование облачных полей в целом и линейных элементов облачных покровов над разломными зонами в частности предопределено суммарным и очень сложным эффектом многих тепло-, массо- и энергетических процессов, происходящих в системе “Космос — атмосфера — гидросфера — литосфера — ядро Земли”.

В данной работе мы ограничимся лишь характеристикой общих закономерностей лито-гидро-атмосферных связей. Главные из них таковы:

1 — линейные элементы облачного покрова на космических снимках выделяются над всеми активизированными, т. е. “живыми” глубинными разломными зонами (или их фрагментами) ортогональной (по меридианам и широтам) и диагональной (северо-запад и северо-восток) систем планеты [1, 7]. Системы “облачных линеаментов” при этом соответствуют сетке планетарной трещиноватости Земли [7];

2 — являясь отражением глубинных неоднородностей, т. е. производных современной геодинамики Земли, “облачные линеаменты” наблюдаются как над очень древними, докембрийскими, так и сравнительно молодыми глубинными разломами независимо от того, где они закартированы, — в пределах суши, моря или океана. Следовательно, если такой геодинамически активный, т. е. “оживший” глубинный разлом простирается на суше, а затем прослежен на глубинах моря или океана, то линейные элементы облачного покрова будут “трассировать” его и над сушей и над водными просторами Земли;

3 — чаще всего “облачные линеаменты” проявляются над активизированными глубинными разломами (или их фрагментами) планетарного ранга, разграничивающими главнейшие тектонические сегменты литосферы нашей планеты, например древние докембрийские платформенные структуры от более молодых платформ, древние и молодые платформы от складчатых и разновозрастных горных сооружений и т. д. Нередко облачные линеаменты



Рис. 1. Линейные цепочки облаков над фрагментами активизированных глубинных разломов в аризонской пустыне, США. Снимок выполнен с борта Международной космической станции в августе 2016 г. с высоты 350 км из итальянского обзорного модуля “Купол”. Фото: Jeff Williams/NASA

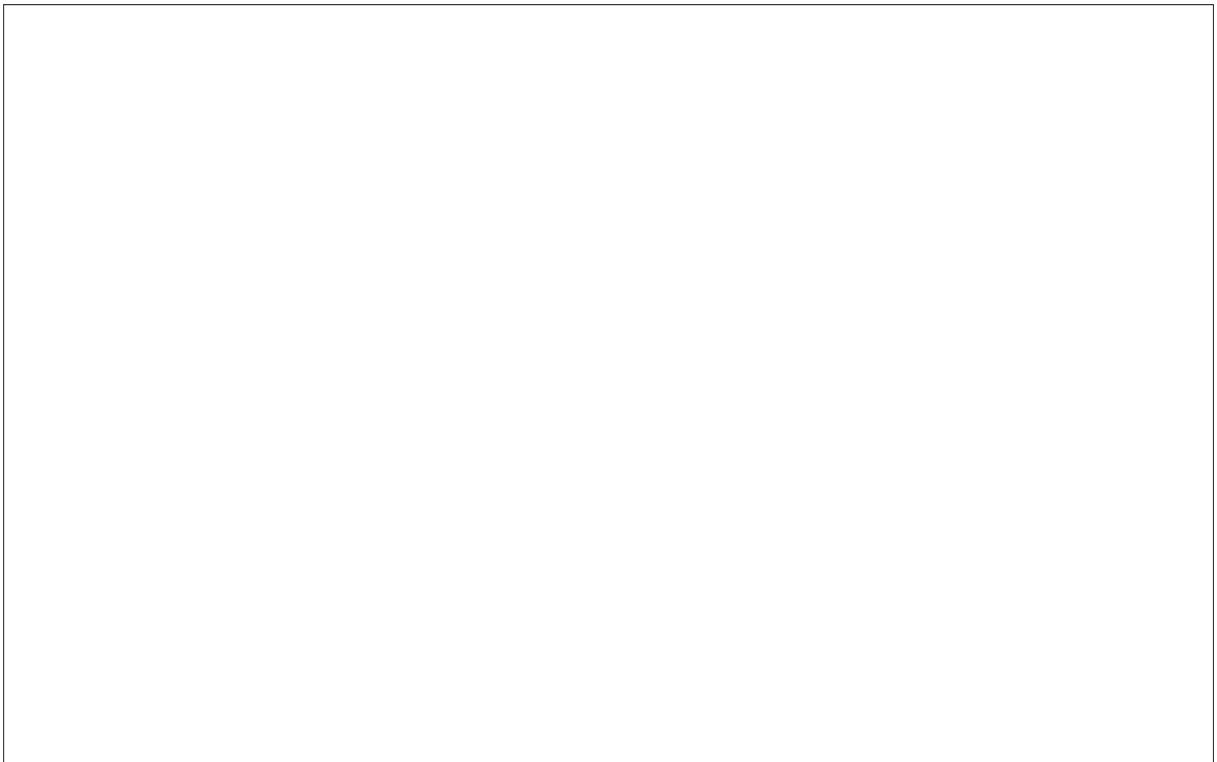


Рис. 2. Линейные облачные аномалии в районе Египта, Суэцкого залива, Южного Синая и Саудовской Аравии. Снимок выполнен с борта Международной космической станции в августе 2016 г. Фото космонавта О. Скрипочки (Роскосмос) с высоты 350 км из итальянского обзорного модуля “Купол”

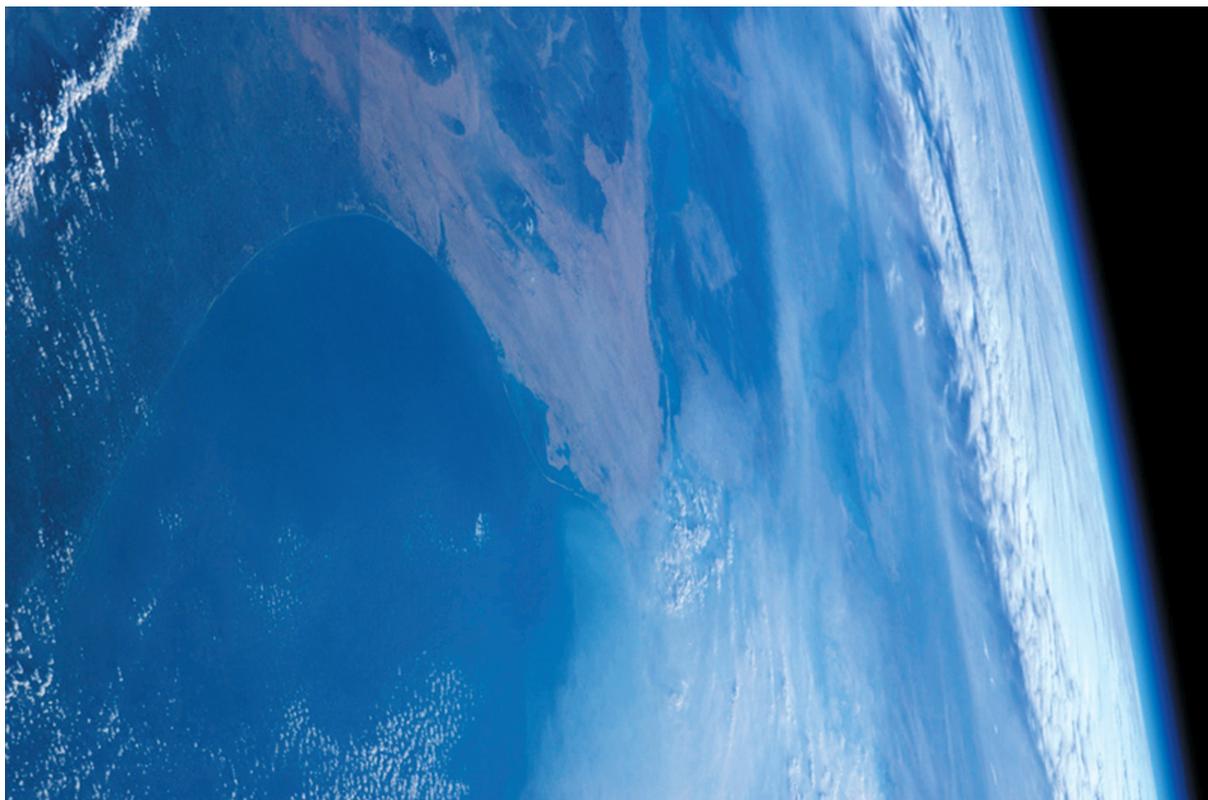


Рис. 3. Вид Земли с Международной космической станции, 23 апреля 2011 г. На снимке отлично видны безоблачные участки: Израиль и Египет, Суэцкий канал, Большое Горькое озеро и северная оконечность Красного моря. Четкая граница между облаками и безоблачными частями планеты, по мнению автора, совпадает здесь с активизированным и весьма крупным глубинным разломом планеты. В левом углу снимка под острым углом друг к другу наблюдаются “облачные линеаменты” над системами более мелких геодинамически активных разломов. Фото сделано с высоты 350 км из итальянского обзорного модуля “Купол”. NASA/Astronaut Ron Garan, США

“трассируют” внутриплатформенные разломы, которые отделяют крупные (с различным строением) мегаблоки и геоблоки друг от друга, древние докембрийские платформы от более молодых горных систем и т. д. Несомненно, что облака “трассируют” также глубинные разломы, по которым образовались крупнейшие (тысячи километров в длину и сотни — в ширину) расщелины в литосфере планеты — древние авлакогены, палеорифты, рифты. Облачные линеаменты “трассируют” еще и долгоживущие, “сквозные”, тектонически активные глубинные разломные зоны планетарного ранга. Сквозными они названы потому, что одновременно пересекают древние и молодые платформы, разновозрастные авлакогены и рифты, предгорные прогибы и молодые горные сооружения. При этом установлено, что на земной поверхности сквозные глубинные разломы нередко выражены неотчетливо и фрагментарно, т. е. имеют скрытый, как бы завуалированный характер;

4 — зоны сгущения облачных линеаментов, дешифрируемых на космических снимках высокого уровня генерализации, чаще всего наблюдаются не над древними платформами, а над более молодыми, энергоактивными горными сооружениями нашей планеты: Анды и

Кордильеры в Америке; Альпы, Карпаты, Крым, Кавказ в Европе; Гималаи, Памир, Тяньшань, Гиндукуш и многие другие в Азии. Это свидетельствует о том, что энергетическое обеспечение воздействия литосферы на атмосферу и гидросферу в пределах преимущественно молодых, т. е. в “альпийских”, горных регионах несравнимо выше, чем на древних докембрийских платформах. Известно также, что в альпийских горно-складчатых областях планеты наблюдаются значительные площадные неоднородности мантии и литосферы, многочисленные и различно ориентированные глубинные разломы, а также системы разломов и геодинамически активные узлы их пересечения. По глубинным разломам из недр Земли в гидро-, лито- и атмосферу постоянно (а периодически очень интенсивно) выбрасывается огромное количество гравитационной, электромагнитной, радиоактивной и другой “струиной” энергии и происходят значительные тепло- и массообменные процессы между литосферой, гидросферой и атмосферой [1–4]. В связи с этим преимущественно в “растущих” вверх горных регионах в настоящее время происходят интенсивные землетрясения [6], извержения вулканов, оползневые, селевые, карстовые и многие другие катастрофические геологические процессы;

5 — протяженность облачных линеаментов в атмосфере обычно достигает сотен, иногда тысяч километров, а ширина — до первых десятков километров. Облачные аномалии в атмосфере фиксируются на высотах от 1 до 20 км. Обнаружение облачных “автографов” земных глубинных разломов на больших высотах, несомненно, свидетельствует о значительном влиянии глубинной тектоники на ионосферу и атмосферу Земли. При этом очевидно, что облака, при изменении геодинамических и энергетических условий в тектоносфере планеты, довольно быстро смещаются как относительно глубинных разломов, так и относительно земной поверхности в целом. Следовательно, ранее “сформированные” над глубинными разломами их облачные “автографы” в этом случае быстро исчезают.

О возможных геодинамических, физико-химических и других причинных связях “облачных линеаментов” с глубинными разломами Земли у исследователей до настоящего времени еще не сложилось единого мнения. И хотя природа необычного и феноменального явления пока неясна, однако накопленная информация позволяет использовать его на практике преимущественно для выявления геодинамической активности сейсмоактивных регионов [2, 5, 6]. По мнению автора, существующие лито-гидро-атмосферные связи определяются геодинамикой внутренних, т. е. эндогенных частей нашей планеты и постоянно изменяющимися энергетическими состояниями системы “Космос — атмосфера — гидросфера — литосфера — ядро Земли”. В числе главных космических факторов, определяющих современную геодинамику атмосферы, гидросферы и литосферы планеты, следует назвать комплексное энергетическое (гравитационное, магнитное, электромагнитное и др.) влияние на Землю и ее сферы в первую очередь Солнца, во вторую — планет Солнечной системы и в третью — космических Галактик.

Итак, в результате неравномерно ротационного вращения Земли вокруг своей оси, вокруг Солнца, а вместе с Солнечной системой в Галактике и указанного выше энергетического влияния Космоса на Землю в ядре нашей планеты и ее оболочках (тектоносфере, гидросфере и атмосфере) постоянно возникают интенсивные геодинамические напряжения и энерго-массо-тепловые преобразования, вследствие чего внутренняя энергия планеты, газы и тепло из глубин Земли периодически и очень интенсивно “вытескиваются” в

литосферу, гидросферу и атмосферу. Очевидно также, что подводящими каналами для миграции струйной энергии, исходящей из недр Земли, являются ортогональные и диагональные системы (или их фрагменты) глубинных разломов планеты. Главными движущими факторами геодинамики Земли, обуславливающими струйную миграцию энергии, газов, тепла, радиации и жидких флюидов из глубинных оболочек планеты в лито-, гидро-, и атмосферу, несомненно являются механические и физико-химические формы движения материи, а именно постоянное взаимодействие (“борьба”) сил гравитационного сжатия и теплового расширения, а также процессы физико-химического преобразования вещества — фазовые, полиморфные, ядерные и другие.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарчук В.Г. Основные вопросы тектоорогении. Киев: Изд-во АН УССР, 1961. 381 с.
2. Бондур В.Г., Зверев А.Т., Гапонова Е.В. Предвестниковая изменчивость линеаментных систем, выявляемых по космическим изображениям, в период сильных землетрясений. *Исследование Земли из космоса*. 2016. № 3. С. 3–12.
3. Воробийов А.І., Лялько В.І., Мельниченко Т.А., Подорван В.М. Прояви аномалій хмарності на супутникових зображеннях перед сильними землетрусами. *Укр. журн. дистанційного зондування Землі*. 2016. № 10. С. 21–25.
4. Лялько В.И. Тепломассоперенос в литосфере. Киев: Наук. думка, 1985. 260 с.
5. Морозова Л.И. Облачные индикаторы геодинамики земной коры. *Изв. АН СССР. Физика Земли*. 1993. № 10. С. 108–112.
6. Морозова Л.И. Особенности проявления лито-атмосферных связей в периоды сильных землетрясений Азии. *Изв. РАН. Физика Земли*. 1996. № 5. С. 63–68.
7. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры. Киев: Наук. думка, 1977. 83 с.
8. Shou Z. Precursor of the largest earthquake of the last forty years. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*. 2006. № 41. P. 6–15.

Поступило в редакцию 29.05.2017

REFERENCES

1. Bondarchuk, V. G. (1961). Basic questions tektooroheny. Kiev: Izd-vo AN USSR (in Russian).
2. Bondur, V. G., Zverev, A. T. & Gaponova, E. V. (2016). Predvestnykovaya variability lyneamentns systems vyavlyaenih on kosmycheskym Picture in sylnih zemletryaseny period. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*, No. 3, pp. 3-12 (in Russian).
3. Vorobiev, A. I, Ljalko, V. I., Melnichenko, T. A. & Podorvan, V. M. (2016). Displays of clouds anomalies on the satellite images before strong earthquakes. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*, No. 10, pp. 21-25 (in Ukrainian).
4. Lyalko, V. I. (1985). Heatmass transfer in the lithosphere. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
5. Morozova, L. I. (1993). Cloud indicators of geodynamics of the earth’s crust. *Izvestiya AN SSSR. Fizika Zemli*, No. 10, pp. 108-112 (in Russian).
6. Morozova, L. I. (1996). Features of the manifestation of litho-atmospheric relations during the periods of strong earthquakes in Asia. *Izvestiya RAN. Fizika Zemli*, No. 5, pp. 63-68 (in Russian).
7. Chebanenko, I. I. (1977). Theoretical aspects of tectonic divisibility of the Earth’s crust. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
8. Shou, Z. (2006). Precursor of the largest earthquake of the last forty years. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, No. 41, pp. 6-15.

Received 29.05.2017

М.М. Шаталов

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України”, Київ
E-mail: shatalov@casre.kiev.ua

ХМАРНІ “АВТОГРАФИ” ЗЕМНИХ ГЛИБИННИХ РОЗЛОМІВ

Наведено результати дослідження взаємозв'язку хмарних лінементів з активізованими зонами глибинних розломів Землі за аерокосмічними даними. Підкреслено, що дистанційні методи дослідження дають можливість у конкретних частинах Землі вивчити взаємозв'язок різних геодинамічних, гідродинамічних, тектонічних, геофізичних та інших процесів, що відбуваються в літосфері, гідросфері і повітряній оболонці планети. Відзначено, що існуючі літо-гідро-атмосферні зв'язки визначаються геодинамікою ендегенних частин планети і енергетичними станами системи “Космос — атмосфера — гідросфера — літосфера — ядро Землі”, що постійно змінюються. Саме вони є головними рушійними факторами геодинаміки Землі, що зумовлюють струминну міграцію енергії, газів, тепла, радіації і флюїдів з глибинних оболонок планети в іоносферу та атмосферу, де і формуються хмарні “автографи” земних глибинних розломів.

Ключові слова: *тектоніка, геодинаміка, розломи, хмарні лінементи, літо-гідро-атмосферні зв'язки, струменева енергія.*

М.М. Shatalov

Scientific Center for Aerospace Research of the Earth of
the Institute of Geological Science of the NAS of Ukraine, Kiev
E-mail: shatalov@casre.kiev.ua

CLOUDY “AUTOGRAPHS” OF THE EARTH’S DEEP FAULTS

The results of the investigation of the interrelation of cloud lineaments with the activated zones of deep faults of the Earth by aerospace data are presented. It is emphasized that remote methods of research allow studying the interrelation of various geodynamic, hydrodynamic, tectonic, geophysical, and other processes occurring in the lithosphere, hydrosphere, and air envelope of our planet in specific parts of the Earth. It is noted that the existing litho-hydro-atmospheric relationships are determined by the geodynamics of the endogenous parts of our planet and the constantly changing energy states of the system “Cosmos — atmosphere — hydrosphere — lithosphere — the core of the Earth”. They are the main driving factors of the Earth’s geodynamics, which cause the jet migration of energy, gases, heat, radiation and fluids from the deep shells of the planet to the atmosphere, where the cloud “autographs” of earth deep faults are formed.

Keywords: *tectonics, geodynamics, faults, cloud lineaments, litho-hydro-atmospheric connections, jet energy.*