

УДК 519.254; 551.24; 551.439

А.В. Михеева

Южно-Азиатская мегаструктура по данным геоинформационной системы GIS-ENDDB

Рецензент: Пиманова Н.Н., кандидат технических наук.

Геоинформационная программная система изучения природных катастроф Земли GIS-ENDDB ориентирована на изучение катастрофических событий, влияющих на региональную геодинамику Земли. Информационная база системы содержит данные о геотектонике, сейсмической активности планеты, тепловом потоке, детальном рельефе, аномалиях гравитационного поля и распределении космогенных и вулканогенных структур Земли. Для исследования глубинных сейсмогенных структур в GIS-ENDDB включены данные глубинной сейсмотомографии и процедуры визуализации этих данных на картах и в разрезах. По данным томографии выявлено, что наиболее типичным структурным образованием на глубинах верхней мантии (достигающим глубин до 400-700 км) являются глубинные «каналы», иногда совпадающие с каналообразными структурами сейсмичности – «сейсмическими гвоздями». Регулярное пространственное распределение «каналов» по периметру W-образной Южно-Азиатской структуры, другие признаки билатеральной симметрии позволяют предположить ее единую геодинамическую природу.

Ключевые слова: морфоструктурные элементы, геофизические аномалии, каталоги импактных структур и сейсмических событий.

Mikheeva A.V. South Asian megastructure according to the data of GIS-ENDDB.

The geographical information system for studying the Earth's natural disasters (GIS-ENDDB) is focused on the research into the catastrophic events affecting the regional geodynamics of the Earth. Information base of the system contains data on geotectonics, seismic activity of the Earth, heat flows, detailed relief, and anomalies of the gravitational field as well as on the distribution of cosmogenic and volcanogenic structures. To study deep seismogenic structures the deep seismic tomography data and procedures for visualization of these data on the maps and its sections are included into GIS-ENDDB. According to the tomography data, it is revealed that the most typical structural elements at the depths of the upper mantle (reaching depths of up to 400-700 km) is the deep «canals», sometimes coinciding with the channel-like structures of seismicity – «seismic nails». The regular spatial distribution of channels along the perimeter of the W-shaped South Asian structure, other signs of the bilateral symmetry allow one to assume its single geodynamic nature.

Keywords: morphostructural elements, geophysical anomalies, impact structures and seismological catalogs.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С., Петренко В.Е. Примеры численного моделирования процессов высокоскоростного соударения твердых тел в гидродинамическом приближении // Отчет о НИР : по теме «Сияние-2» / ВЦ СО АН СССР, Книга 5: Исследование отражательно-излучательных характеристик космических обломков в различных диапазонах. Разработка моделей образования и эволюции космических объектов и техногенных частиц в околоземном космическом пространстве. – Новосибирск, 1992. – 191 с.
2. Вишневский С.А. Флюидалные тонко-полосчатые импактные стекла в зовитах некоторых астроблем (и среди некоторых тектитов): аккреционно-смесительная модель образования во взрывном облаке крупных импактных событий / С.А. Вишневский, Л.Н. Гишинская, С.М. Лебедева, Н.А. Пальчик, Л.Н. Поспелова // Урал. минерал. сб. – 2002. – № 12. – С. 234-310.
3. Владковский В.Н. Субвертикальные скопления гипоцентров землетрясений – сейсмические «гвозди» // Вестник ОНЗ РАН. – 2012. – № 4. – NZ1001.
4. Высокоскоростное ударное взаимодействие твердых микрочастиц с подложкой / С.Ю. Ганигин, В.В. Калашников, И.Д. Ибатуллин, А.Ю. Мурзин, О.Ю. Глазунова, А.А. Григорьев // Общие проблемы машиностроения : Известия Самарского НЦ РАН. □□□□ № 4 (2). – С. 339-342.
5. Добрецов Н.Л., Кидряшкин А.Г., Кидряшкин А.А. Глубинная геодинамика. – 2-изд., доп. и перераб. – Новосибирск : Изд-во СО РАН : Филиал «Гео», 2001. – 409 с.
6. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). – М. : Геоинформ, 1978. – 58 с.
7. Зоткин И.Т., Цветков В.И. О поисках метеоритных кратеров на Земле // Астрономический вестник. – 1970. – № 1. – Вып. 4. – С. 5-65.
8. Макаров П.В. Модель сверхглубокого проникания твердых частиц в металлы // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 3. – С. 61-70.
9. Мелош Г. Образование ударных кратеров: геологический процесс. – М. : Мир, 1994. – 336 с.
10. Михеева А.В. Геоструктурные элементы, выявляемые математическими алгоритмами и цифровыми моделями геоинформационно-вычислительной системы GIS-ENDDDB. – Новосибирск : Омега Принт, 2016. – 300 с.
11. Михеева А.В., Дядьков П.Г., Марчук Ан.Г. Геоинформационная система GIS-EEDB и методы пространственно-временного анализа сейсмологических данных // Геоинформатика. – 2013. – № 2. – С. 58-65.
12. Нигматзянов Р.С. Галактическая первопричина границ в истории земли // Отечественная геология. – 2015. – № 3. – С. 70-83.
13. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара : учебное пособие для вузов. – М. : Физматлит, 2006. – 304 с.
14. Русаков М.М. Опытное моделирование метеоритного удара // Журнал ПМТФ. – 1966. – № 4. – С. 167-169.
15. Свифт Х.Ф. Механика соударения со сверхвысокими скоростями // Динамика удара. – М. : Мир, 1985. – С. 173-197.
16. Трифонов В.Г. Живая тектоника голоцена // Вестник АН СССР. – 1987. – № 4. – С. 99-112.
17. Ударные кратеры на Луне и планетах / Базилевский А.Т., Иванов Б.А., Флоренский К.П. [и др.]. – М. : Наука, 1983. – 200 с.
18. Хомская И.В. Взаимодействие ускоренных взрывом порошковых частиц с металлическими преградами / И.В. Хомская, В.И. Зельдович, Н.Ю. Фролова, А.Э. Хейфец, С.М. Ушеренко // Физика экстремальных состояний вещества – 2002. – ИПХФ РАН, 2002. – С. 78-80.
19. Шевченко В.И., Арефьев С.С., Лукк А.А. Близвертикальные скопления очагов землетрясений, не связанные с тектонической структурой земной коры // Физика земли. – 2011. – № 4. – С. 16-38.
20. Constraints on the tectonic setting of the Andaman ophiolites, Bay of Bengal, India, from SHRIMP U-Pb zircon geochronology of plagiogranite / D. Srinivasa Sarma [et al.] // J. Geol. – 2010. – V. 118, No. 6. – P. 691-697.
21. Flood deposits penecontemporaneous with ~0.8 Ma tektite fall in NE Thailand: impact-induced environmental effects? / Peter W. Haines, Kieren T. Howard, Jason R. Ali, Clive F. Burrett, Sangad Bunopas // Earth and Planet. Sci. Lett. – 2004. – V. 225, No. 1. – P. 19-28.
22. Ford Ramsay J. An empirical model for the Australasian tektite field // Austral. J. Earth Sci. – 1988. – V. 35, No. 4. – P. 483-490.
23. Greeley R. Impact basins: Implications for formations from experiments / R. Greeley [et al.] // LPI Contributions. – 1980. – No. 414. – P. 18.

24. Irvine T.N. Global convection and Hawaiian upper mantle structure // *Carnegie Inst. Washington Year Book*. –1991. – V. 90. – P. 3-11.
25. Mikheeva A.V. The new data of «Catalogue of the Earth's impact structures» // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2008. Suppl. 1. S19 (July 2008). 72 (12): A627-A627. DOI: 10.1016/j.gca.2008.05.016. – URL: <http://labmpg.sssc.ru/> (date of access: 28.06.2018).
26. Mikheeva A.V. The Central and South-East Asian geodynamic structures manifested in the seismicity and tomography data // *Bulletin of the Novosibirsk Computing Center. Series: Math. Model. in Geophys.* – 2017. – V. 20. – P. 4-55.
27. Nishimura S., Harjono H., Suparka S. The Krakatau Islands: the geotectonic setting // *Geo Journal*. – 1992. – V. 28, No. 2. – P. 87-98.
28. Patriat P., Achache J. India driving mechanism of plates // *Nature*. – 1984. – V. 311 (5987). – P. 615-621.
29. Remarques sur la repartition du volcanisme potassique quaternaire de Java (Indonesie) / Rubini Soeria-Atmadja [et al.] // *C. R. Acad. Sci. Ser. 2*. – 1988. – V. 2, No. 6. – P. 635-641.
30. Sandwell D.T. W.H.F. Smith Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge segmentation versus spreading rate // *J. Geophys. Res.* – 2009. – V. 114. P. B01411.
31. Schaeffer A.J., Lebedev S.I. Global shear speed structure of the upper mantle and transition zone // *Geophysical Journal International*. – 2013. – V. 194. – P. 417-449. DOI: 10.1093/gji/ggt095.
32. Sunardi E., Kimura J. Temporal chemical variations in late Cenozoic volcanic rocks around the Bandung Basin, West Java, Indonesia // *Ganko*. – 1998. – V. 93, No. 4. – P. 103-128.
33. The global heat flow database of the international heat flow commission : Site Provided by the University of North Dakota, 2015. – URL: www.heatflow.und.edu/index2.html (date of access: 28.06.2018).
34. Vedder J.F., Mandeville J.-C. Microcraters formed in glass by projectiles of various densities // *Journal of Geophysical Research*. – 1974. – V. 79, No. 23. – P. 3247-3256.

□ Euras

REFERENCES

1. Alekseev A.S., Petrenko V.E. Examples of numerical simulation of high-speed collision of solid bodies in the hydrodynamic approximation // *Report / USSR Academy of Sciences. Computing Center; Theme «Light-2», Book 5: Research reflective-radiative characteristics of space debris in various ranges. Developing formation models and the evolution of cosmic objects and synthetic particles in near-Earth space. Novosibirsk, 1992. 191 p.*
2. Vishnevsky S.A. Fluid thin-banded impact glasses in the suvits of some astroblemes (and among some tektites): accretion-mixing model of the formation of large impact events in the explosive cloud / S.A. Vishnevsky, L.N. Gilinskaya, S.M. Lebedeva, N.A. Palchik, L.N. Pospelov // *Ural. mineral. coll.* 2002. No 12. P. 234-310.
3. Vladkovsky V.N. Subvertical accumulation of earthquake hypocenters – seismic «nails» // *Vestnik ONZ RAS*. 2012. No. 4. NZ1001.
4. High-speed shock interaction of solid microparticles with a substrate / S.Yu. Ganigin, V.V. Kalashnikov, I.D. Ibatullin, A.Yu. Murzin, O.Yu. Glazunov, A.A. Grigoriev // *General Problems of Mechanical Engineering : Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2013. V. 15, No. 4 (2). P. 339-342.
5. Dobretsov N.L., Kidryashkin A.G., Kidryashkin A.A. Deep geodynamics. Novosibirsk Publishing House of the SB RAS. Branch «Geo», 2001. 409 p.
6. Zeilik B.S. Shock-Explosive Tectonics and a Plate Tectonic Synopsis. AlmaAta : Gylym, 1991. 58 p.
7. Zotkin I.T., Tsvetkov V.I. Search for meteorite craters on the Earth // *Solar System Research*. 1970. No. 1, Iss. 4. P. 5-65.
8. Makarov P.V. Model of ultra-deep penetration of solid particles into metals // *Physical mesomechanics*. 2006. V. 9, No. 3. P. 61-70.
9. Melosh H.J. Impact Cratering: A Geologic Process. M. : Mir, 1994. 245 p.
10. Mikheeva A.V. The geostructural elements revealed by mathematical algorithms and digital models of the geo-information-computational system GISENDDB. Novosibirsk : IPGG, 2016. 300 p.
11. Mikheeva A.V., Dyadkov P.G., Marchuk An.G. Geographic information system GIS-EEDB and methods of spatial-temporal analysis of seismological data // *Geoinformatics*. 2013. No. 2. P. 58-65.
12. Nigmatzyanov R.S. Galactic prime cause of boundaries in the history of the earth // *Domestic geology*. 2015. No. 3. P. 70-83.
13. Orlenko L.P. Physics of explosion and impact: a textbook for universities. M. : Fizmatlit, 2006. 304 p.

14. Rusakov M.M. Experimental modeling of meteorite impact // Journal AMTP. 1966. No. 4. P. 167-169.
15. Swift H.F. The mechanics of collisions with ultra-high speeds // The dynamics of impact. – M. : Mir, 1985. P. 173-197.
16. Trifonov V.G. Living Tectonics of the Holocene // Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR. 1987. No. 4. P. 99-112.
17. Impact craters on the Moon and planets / A.T. Bazilevsky, B.A. Ivanov, K.P. Florensky [et al]. – M. : Science, 1983. 200 p.
18. Chomskaya I.V. Interaction of accelerated by an explosion powder particles with metal barriers / I.V. Chomskaya, V.I. Zeldovich, N.Yu. Frolova, A.E. Heifetz, S.M. Usherenko // Physics of Extreme States of Matter. IPCP RAS, 2002. P.78-80.
19. Shevchenko V.I., Arefjev S.S., Lukk A.A. Near-vertical clusters of earthquake sources not related to the tectonic structure of the Earth crust // Physics. 2011. No. 4. P. 16-38.
20. Constraints on the tectonic setting of the Andaman ophiolites, Bay of Bengal, India, from SHRIMP U-Pb zircon geochronology of plagiogranite / D. Srinivasa Sarma [et al.] // J. Geol. 2010. V. 118, No. 6. P. 691-697.
21. Flood deposits penecontemporaneous with ~0.8 Ma tektite fall in NE Thailand: impact-induced environmental effects? / Peter W. Haines, Kieren T. Howard, Jason R. Ali, Clive F. Burrett, Sangad Bunopas // Earth and Planet. Sci. Lett. 2004. V. 225, No. 1. P. 19-28
22. Ford Ramsay J. An empirical model for the Australasian tektite field // Austral. J. Earth Sci. 1988. V. 35, No. 4. P. 483-490.
23. Greeley R. Impact basins: Implications for formations from experiments / R. Greeley [et al.] // LPI Contributions. 1980. No. 414. P. 18.
24. Irvine T.N. Global convection and Hawaiian upper mantle structure // Carnegie Inst. Washington Year Book, 1991. V. 90. P. 3-11.
25. Mikheeva A.V. The new data of «Catalogue of the Earth's impact structures» // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2008. Suppl. 1. S19 (July 2008). 72 (12): A627-A627. DOI: 10.1016/j.gca.2008.05.016. URL: <http://labmpg.sccc.ru/> (date of access: 28.06.2018).
26. Mikheeva A.V. The Central and South-East Asian geodynamic structures manifested in the seismicity and tomography data // Bulletin of the Novosibirsk Computing Center, Series: Math. Model. in Geophys. 2017. Vol. 20. P. 4-55.
27. Nishimura S., Harjono H., Suparka S. The Krakatau Islands: the geotectonic setting // Geo Journal. 1992. V. 28, No. 2. P. 87-98.
28. Patriat P., Achache J. India–Eurasia collision chronology has implications for crustal shortening and driving mechanism of plates // Nature. 1984. V. 311 (5987). P. 615-621.
29. Remarques sur la repartition du volcanisme potassique quaternaire de Java (Indonesie) / Rubini Soeria-Atmadja [et al.] // C. R. Acad. Sci. Ser. 2. 1988. V. 2. No. 6. P. 635-641.
30. Sandwell D.T., Smith W.H.F. Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge segmentation versus spreading rate // J. Geophys. Res. 2009. V.114. P. B01411.
31. Schaeffer A.J., Lebedev S.I. Global shear speed structure of the upper mantle and transition zone // Geophysical Journal International. 2013. V. 194. P. 417-449. DOI: 10.1093/gji/ggt095.
32. Sunardi E., Kimura J. Temporal chemical variations in late Cenozoic volcanic rocks around the Bandung Basin, West Java, Indonesia // Ganko. 1998. V. 93, No. 4. P. 103-128.
33. The global heat flow database of the international heat flow commission. Site Provided by the University of North Dakota, 2015. URL: www.heatflow.und.edu/index2.html (date of access: 28.06.2018).
34. Vedder J.F., Mandeville J.-C. Microcraters formed in glass by projectiles of various densities // Journal of Geophysical Research. 1974. V. 79, No. 23. P. 3247-3256.

Михеева Анна Владленовна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории математических задач геофизики ИВМиМГ СО РАН. 630090, г. Новосибирск, проспект Ак. Лаврентьева, д. 6. E-mail: Anna@omzg.sccc.ru.

Mikheeva Anna Vladlenovna, PhD of Physical and Mathematical Sciences, researcher of the Mathematical Geophysics Problems Laboratory of ICM&MG SB RAS. Prospect Akademika Lavrentjeva, 6, Novosibirsk, 630090, Russia. E-mail: Anna@omzg.sccc.ru.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0009).

**Торговкин Я.И., Шестакова А.А.
ГИС «Аласы Мегино-Кангаласского района (улуса)».**

Рецензент: Любимова А.В., кандидат технических наук.

Создан ГИС-проект в формате ArcGIS. Проведен пространственный географический анализ с применением ГИС-технологий. Результаты пространственного анализа отражены в виде карты районирования аласности. Дана количественная характеристика аласов. Выявлено, что аласы составляют 7,04% от общей территории Мегино-Кангаласского улуса. При анализе распространения аласов по наследам оказалось, что более всего они распространены в Догдогинском наслеге (48,5% от общей территории). Менее всего, около 1%, аласы встречаются в Чыамайыкинском наслеге. Составлена карта распространения булгунняхов на территории Мегино-Кангаласского улуса. Характерно то, что чаще всего булгунняхы встречаются в центральной и северной части улуса.

Ключевые слова: Центральная Якутская низменность, алас, площади, ГИС, аласность, ледовый комплекс, районирование, булгуннях, термокарст, анализ.

Torgovkin Y.I., Shestakova A.A. GIS «Alas of the Megino-Kangalassky region (ulus)».

A GIS project was created in ArcGIS format. Spatial geographical analysis using GIS-technologies was carried out. The results of the spatial analysis are reflected in the form of a map of the zoning of the alas. The quantitative characteristic of alas is given. It was revealed that the alas are 7,04 percent of the total area of the Megino-Kangalassky ulus. When analyzing the distribution of alas by heritage, it turned out that they are most common in the Dogdoginsky heritage (48,5 percent of the total territory). Less than all, about 1 percent, alas are found in the Chyamayykinsky heritage. A map of the distribution of bulgunnyakhs on the territory of the Megino-Kangalassky ulus was compiled. It is characteristic that most often bulgunnyakhs are found in the central and northern parts of the ulus.

Keywords: Central Yakut lowland, alas, area, GIS, ice complex, zoning, bulgunnyakh, thermokarst, analysis.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Мегино-Кангаласского улуса (района) Республики Саха (Якутия) / А.Н. Андреева и др. ; под науч. ред. проф. О.М. Кривошапкиной. – Якутск, 2013. – 92 с. ; ил. карт.
2. Босиков Н.П. Аласность Центральной Якутии // Геокриологические условия в горах и на равнинах Азии. – Якутск : Изд-во ИМЗ СО РАН, 1978. – С. 113-118.
3. Геокриологический словарь / под ред. В.В. Баулина, В.Э. Мурзаевой – М. : Геос, 2003. – 139 с.
4. Stuart A.H. Causes and consequences of rapid thermokarst development in permafrost or glacial terrain // Permafrost Periglac. Process. – 2002. – V. 13. – P. 237-242.
5. Agafonov L., Strunk H., Nuber T. Thermokarst dynamics in western Siberia: insights from dendrochronological research // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2004. – V. 209. – P. 183-196.
6. Soare R.J. Thermokarst processes and the origin of crater-rim gullies in Utopia and western Elysium Planitia // Icarus. – 2007. – V. 191. – P. 95-112.
7. Саввинов Д.Д. Почвы Якутии: Проблемы рационального использования почвенных ресурсов, их мелиорация и охрана. – Якутск : Кн. изд-во, 1989. – 152 с.
8. Десяткин Р.В. Почвы аласов Лено-Амгинского междуречья. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1984. – 168 с.

9. Пучинин А.Н., Якутин М.В. Изменения климата Центральной Якутии в XX веке и эволюция аласных экосистем // ГЕО-Сибирь-2008 : IV Междунар. науч. конгр., Новосибирск, 22-24 апреля 2008 г. : сб. материалов в 5 т. – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 3, ч. 2. – С. 114-118.
10. Аласные экосистемы: структура, функционирование, динамика : монография / Д.Д. Саввинов, С.И. Миронова, Н.П. Босиков и др. ; отв. ред. Ю.В. Ревин – Новосибирск : Наука, 2005. – 264 с.
11. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М. : Техносфера, 2008. – 312 с.
12. Соловьев П.А. Путеводитель. Аласный термокарстовый рельеф Центральной Якутии // II Международная конференция по мерзлотоведению Якутск, 13-28 июля 1973. Якутск, 1973. – 47 с.

REFERENCES

1. Atlas of the Megino-Kangalassky ulus (region) of the Republic of Sakha (Yakutia) / A.N. Andreeva et al. ; Under the scientific editorship of the Ph.D., prof. O.M. Krivoshapkina. Yakutsk, 2013. 92 p.; yл. kart.
2. Bosikov N.P. Alas of the Central Yakutia // Geocryological conditions in the mountains and on the plains of Asia. Yakutsk : Publishing House of the Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1978. P. 113-118.
3. Geocryological dictionary / eds. V.V. Baulina, V.E. Murzaeva. Moscow : Geos, 2003. 139 p.
4. Stuart A.H. Causes and consequences of rapid thermokarst development in permafrost or glacial terrain // Permafrost Periglac. Process. 2002. V. 13. P. 237-242.
5. Agafonov L., Strunk H., Nuber T. Thermokarst dynamics in western Siberia: insights from Dendrochronological research // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2004. V. 209. P. 183-196.
6. Soare R.J., Kargel J.S., Osinski G.R., Costard F. Thermokarst processes and the origin of crater-rim gullies in Utopia and western Elysium Planitia // Icarus. 2007. V. 191. P. 95-112.
7. Savvinov D.D. Soil of Yakutia: Problems of rational use of soil resources, their melioration and protection. – Yakutsk : Book Publishing House, 1989. 152 p.
8. Desyatkin R.V. Soil of the Alas of the Leno-Amginsky Interfluve. Yakutsk : YF SB AS USSR, 1984. 168 p.
9. Puchinin A.N., Yakutin M.V. Climate change in Central Yakutia in the XX century and the evolution of alas ecosystems // GEO-Siberia-2008 : IV Intern. sci. Congress : Materials in 5 Vol. (Novosibirsk, April 22-24, 2008). Novosibirsk : SGGА, 2008. V. 3, Part 2. P. 114-118.
10. Alas ecosystems: structure, functioning, dynamics / D.D. Savvinov, S.I. Mironova, N.P. Bosikov and et al. ; ed. Y.V. Revin. Novosibirsk : Nauka, 2005. 264 p.
11. Chandra A.M., Ghosh S.K. Remote sensing and geographic information systems. Moscow : Technosphere, 2008. 312 p.
12. Soloviev P.A. Alas thermokarst relief of Central Yakutia : Guidebook // II International Conference on Permafrost, Yakutsk, 13-28 July 1973. Yakutsk, 1973. 47 p.

Торговкин Ярослав Ильич, кандидат географических наук, руководитель группы геоинформатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук. 677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36, ИМЗ СО РАН. E-mail: torgovkin@mpi.ysn.ru.

Torgovkin Yaroslav Ilyich, PhD, Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Head of the Geoinformatics group. 677010, Yakutsk, Merzlotnaya St., 36. E-mail: torgovkin@mpi.ysn.ru.

Шестакова Алена Алексеевна, кандидат географических наук, научный сотрудник группы геоинформатики Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук. 677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36, ИМЗ СО РАН. E-mail: aashest@mail.ru.

Shestakova Aliona Alexeevna, PhD, Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Research scientist of the Geoinformatics group. 677010, Yakutsk, Merzlotnaya St., 36. E-mail: aashest@mail.ru.mailto:torgovkin@mpi.ysn.ru.

УДК 681.518

Еремеев С.В., Андрианов Д.Е., Ковалев Ю.А.

Алгоритм идентификации временных эволюций пространственно-распределенных объектов на основе Баркодов.

Рецензент: Деев Кирилл Валерьевич, кандидат технических наук.

В статье разработан алгоритм, который строит пространственные объекты на основе Баркода. Алгоритм поиска различий у пространственных объектов, изменяемых во времени, на основе Баркода позволяет установить топологическую связь между точками, так как она зависит от параметров. В отличие от геометрических, топологические характеристики не зависят от расположения объектов. Основу алгоритма составляют методы компьютерной топологии с использованием комплекса Чеха. В качестве результата реализации алгоритма приводятся Баркоды пространственных объектов и построенные объекты на основе данного алгоритма. Также построены графики данных Баркодов, на которых отражены их отличия в разные промежутки времени. Работа тестировалась в среде ГИС ИНГЕО. Разработанный алгоритм позволит обращаться к одним и тем же объектам при их изменении в разные временные промежутки, а также при обращении к ним на разных масштабах.

Ключевые слова: классификация пространственных объектов, топология, геоинформатика, Баркод.

Eremeev S.V., Andrianov D.E., Kovalev Yu.A. Algorithm for the identification of time evolutions of spatially distributed objects based on Barcodes.

The article develops an algorithm that builds spatial objects based on Barcode. The algorithm for finding differences among time-varying spatial objects, based on Barcode, allows us to establish a topological connection between points, since it depends on the parameters. Unlike geometric, topological characteristics do not depend on the location of objects. The basis of the algorithm is the methods of computer topology, consisting of the Cech complex. As a result of the implementation of the algorithm, Barcodes of spatial objects and constructed objects are given on the basis of this algorithm. Also, graphs of Barcode data are plotted on which their differences are reflected at different time intervals. The work was tested in the GIS INGEO environment. The developed algorithm will allow to address to the same objects at their change in different time intervals, and also at the reference to them on different scales.

Keywords: classification of spatial objects, topology, geoinformatics, Barcode.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-47-330387)

Еремеев Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». 602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23, каф. «Информационные системы». E-mail: sv-eremeev@yandex.ru.

Eremeev Sergey Vladimirovich, PhD, associate Professor of Information systems dep. of the Murom institute (branch) of Vladimir State University. Dep. «Information Systems», 23 Orlova st, Murom, Vladimirskaya reg, 602264. E-mail: sv-eremeev@yandex.ru.

Андрианов Дмитрий Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». 602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23, каф. «Информационные системы». E-mail: AndrianovDE@inbox.ru.
Andrianov Dmitry Evgenjevich, doctor degree in science, the senior lecturer, Managing chair of Information systems dep. of the Murom institute (branch) of Vladimir State University. Dep. «Information Systems», 23 Orlova str., Murom, Vladimirskaya reg, 602264. E-mail: AndrianovDE@inbox.ru.

Ковалев Юрий Анатольевич, аспирант кафедры информационных систем Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». 602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23, каф. «Информационные системы». E-mail: AndrianovDE@inbox.ru.
Kovalev Yuri Anatolevich, graduate student of the Murom institute (branch) of Vladimir State University. Dep. «Information Systems», 23 Orlova st, Murom, Vladimirskaya reg, 602264. E-mail: AndrianovDE@inbox.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Herbei M.V., Herbei R.C., Radulov H.I. Topology of spatial data // SGEM 2015 : 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, June 18-24 : Conference Proceedings. – Book 2, V. 2. – P. 87-94. – ISBN 978-619-7105-35-3. – ISSN 1314-2704.
2. Федосеев В.А., Чупшев Н.В. Исследование методов выявления антропогенных изменений на земной поверхности по последовательности космических снимков высокого разрешения // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 2. – С. 279-288.
3. Zhang Lu. Change Detection in Remotely Sensed Imagery Using Multivariate Statistical Analysis : Ph.D. Diss. – China : Wuhan University, 2004.
4. Shyam Boriah. Time Series Change Detection: Algorithms for Land Cover Change : Ph.D. Diss. : Major: Computer science. – USA : University of Minnesota, 2010. – 146 p.
5. Edelsbrunner H. and Mücke E.P. Three-dimensional alpha shapes // ACM Trans. Comput. Graphics. – 1994. – 13. – P. 43-72.
6. Еремеев С.В., Филимонов М.М. Алгоритм кодирования пространственных идентификаторов в иерархических топологических системах // Алгоритмы, методы и системы обработки данных : электронный научный журнал. – 2014. – № 4 (29). – С. 50-58.
7. Ковалев Ю.А., Еремеев С.В. Алгоритм классификации пространственных объектов на основе модели Random forest // Алгоритмы, методы и системы обработки данных : электронный научный журнал. – 2017. – № 2 (35). – С. 15-21.
8. Ковалев Ю.А., Еремеев С.В. Алгоритм поиска пространственных объектов по заданным критериям на основе буферных зон в многомасштабных ГИС // ГРАФИКОН'2016 : труды 26-й Международной научной конференции, 2016. – С. 414-416.
9. Zhilin Li, Qi Zhou. Integration of linear and areal hierarchies for continuous multi-scale representation of road networks // Intern. J. of Geographical Information Science. – 2012. – V. 26. – P. 855-880.
10. Boissonnat J-D., Karthik C.S., Sébastien Tavenas. Building Efficient and Compact Data Structures for Simplicial Complexes : an extended abstract // Symposium on Computational Geometry : Proceedings of SoCG, 2015. P. 642-656.
11. Brassel K.E., Weibel R. A review and conceptual framework of automated map generalization // International Journal of Geographical Information System. – 1988. – V. 2, No. 3. – P. 229-244.
12. Barrault M. et al. Integrating multi-agent, object-oriented, and algorithmic techniques for improved automated map generalization // Proceedings 20th International Cartographic Conference, 2001. – P. 2110-2116.
13. Steiniger S., Weibel R. Relations among map objects in cartographic generalization // Cartography and Geographical Information Science. – 2007. – V. 34, No. 3. – P. 175-197.

14. Mackaness W.A. An algorithm for conflict identification and feature displacement in automated map generalization // *Cartography and Geographic Information Systems*. – 1994. – V. 21, No. 4. – P. 219-232.

REFERENCES

1. Herbei M.V., Herbei R.C., Radulov H.I. Topology of spatial data // *SGEM 2015 : 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*, June 18-24 : Conference Proceedings. Book 2, V. 2. P. 87-94. ISBN 978-619-7105-35-3. ISSN 1314-2704.
2. Fedoseev V.A., Chupshev N.V. Investigation of methods for detecting anthropogenic changes on the earth's surface using a sequence of high-resolution satellite images // *Computer optics*. 2012. V. 36 (2). P. 279-288.
3. Zhang Lu. Change Detection in Remotely Sensed Imagery Using Multivariate Statistical Analysis : Ph.D. Diss. China : Wuhan University, 2004.
4. Shyam Boriah. Time Series Change Detection: Algorithms for Land Cover Change : Ph.D. Diss. : Major: Computer science. USA : University of Minnesota, 2010. 146 p.
5. Edelsbrunner H. and Mücke E.P. Three-dimensional alpha shapes // *ACM Trans. Comput. Graphics*. 1994. 13. P. 43-72.
6. Ereemeev S.V., Filimonov M.M. Coding Algorithm of Spatial Identifiers in Hierarchical Topological Systems // *Algorithms, Methods and Data Processing Systems : Electronic scientific journal*. 2014. V. 4 (29). P. 50-58.
7. Kovalev Y.A., Ereemeev S.V. Algorithm for classification of spatial objects based on the Random forest model // *Algorithms, Methods and Data Processing Systems : Electronic scientific journal*. 2017. V. 2 (35). P. 15-21.
8. Kovalev Y.A., Ereemeev S.V. Algorithm of searching for spatial objects by specified criteria based on buffer zones in multiscale GIS // *GRAPHICON'2016 : Works of the 26th International Scientific Conference*. P. 414-416.
9. Zhilin Li, Qi Zhou. Integration of linear and areal hierarchies for continuous multi-scale representation of road networks // *Intern. J. of Geographical Information Science*. 2012. V. 26. P. 855-880.
10. Boissonnat J-D., Karthik C.S., Sébastien Tavenas. Building Efficient and Compact Data Structures for Simplicial Complexes : an extended abstract // *Symposium on Computational Geometry : Proceedings of SoCG*, 2015. P. 642-656.
11. Brassel K.E., Weibel R. A review and conceptual framework of automated map generalization // *International Journal of Geographical Information System*. 1988. V. 3. P. 229-244.
12. Barrault M. et al. Integrating multi-agent, object-oriented, and algorithmic techniques for improved automated map generalization // *Proceedings 20th International Cartographic Conference*. 2001. P. 2110-2116.
13. Steiniger S., Weibel R. Relations among map objects in cartographic generalization // *Cartography and Geographic Information Science*. 2007. V. 3. P. 175-197.
14. Mackaness W. A. An algorithm for conflict identification and feature displacement in automated map generalization // *Cartography and Geographic Information Systems*. 1994. V. 4. P. 219-232.

Константинов К.М., Забелин А.В., Зайцевский Ф.К., Константинов И.К., Киргуев А.А., Хороших М.С.

Структура и функции петромагнитной базы данных «RSEARCH» Якутской кимберлитовой провинции.

Рецензент: Малинина С.С., кандидат технических наук.

В статье приведена информация о структуре и функциях первого в мире петрофизического блока базы данных «RSEARCH», «Litoteka» с пакетом программ «PetroStat» для статистического анализа геоинформации по Якутской кимберлитовой провинции. Блок включает в себя разделы: петрофизика, магнитная минералогия, палеомагнетизм и физмех. База данных «RSEARCH» и пакет программ «PetroStat» позволяют быстро выбирать геологические объекты и получать по ним средние скалярные и векторные характеристики физических параметров с целью повышения качества интерпретации геолого-геофизических данных при прогнозе и поиске коренных месторождений алмазов (кимберлитовые трубки, поля), палеомагнитного датирования немых геологических процессов, геодинамических реконструкциях и т.д. Блок «Litoteka» устанавливает последнее местонахождение архивных образцов.

Ключевые слова: Якутская кимберлитовая провинция, геоинформация, петрофизика, палеомагнетизм, база данных, статистический анализ.

Konstantinov K.M., Zabelin A.V., Zaitsevskiy F.K., Konstantinov I.K., Kirguyev A.A., Khoroshikh M.S. Structure and functions of the petromagnetic «RSEARCH» database of the Yakut kimberlite province.

Information on structure and functions of the first-ever petrophysical block of the database «RSEARCH», «Litoteka» with the software package of «PetroStat» for a statistical analysis of geoinformation on the Yakut kimberlite province is provided in article. The block includes sections: petrophysics, magnetic mineralogy, paleomagnetism and physical fur. The «RSEARCH» database and the software package of «PetroStat» allow to choose quickly geological objects and to receive on them average scalar and vector characteristics of physical properties for the purpose of upgrading of interpretation of geologic-geophysical data at the forecast and searching of radical diamond fields (kimberlite tubes, fields), thermomagnetic dating of mute geological processes, geodynamic reconstruction etc. The «Litoteka» block establishes the last location of archival exemplars.

Keywords: Yakut kimberlite province, geoinformation, petrophysic, paleomagnetic, database, statistical analysis.

Константинов Константин Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 678174, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16, Институт земной коры СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128. E-mail: KonstantinovKM@alrosa.ru.

Konstantinov, Konstantin M., Doctor of Geology and Mineralogy, Head of Laboratory Geological Enterprise of Exploration, Public Joint Stock Company «ALROSA». 678174, Yakutia, Sakha Republic, Mirny, Chernychevskoe highway, 16. Institute of the Earth's Crust,

Siberian Branch of RAS, 128 Lermontov street, Institute of the Earth's Crust, Irkutsk 664033, Russia. E-mail: KonstantinovKM@alrosa.ru.

Забелин Андрей Викторович, ведущий инженер-программист НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 678174, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16. E-mail: ZabelinAV@alrosa.ru.

Zabelin Andrei, Leading Software Engineer, Geological Enterprise of Exploration, Public Joint Stock Company «ALROSA». 678174, Yakutia, Sakha Republic, Mirny, Chernychevskoe highway, 16. E-mail: ZabelinAV@alrosa.ru.

Зайцевский Федор Константинович, зав. лабораторией НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 678174, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16. E-mail: ZaitsevskiyFK@alrosa.ru.

Zaitsevskiy Fedor, Head of Laboratory, Geological Enterprise of Exploration, Public Joint Stock Company «ALROSA». 678174, Yakutia, Sakha Republic, Mirny, Chernychevskoe highway, 16. E-mail: ZaitsevskiyFK@alrosa.ru.

Константинов Иннокентий Константинович, старший лаборант Института земной коры СО РАН. 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128. E-mail: geologiaforever@mail.ru.
Konstantinov, Innokentiy K., senior laboratory assistant, Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS 128 Lermontov street, Institute of the Earth's Crust, Irkutsk 664033, Russia. E-mail: geologiaforever@mail.ru.

Киргуев Александр Альбертович, младший научный сотрудник НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 678174, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16. E-mail: KirguyevAIA@alrosa.ru.

Kirguyev, Alexander Alb., junior researcher, Geological Enterprise of Exploration, Public Joint Stock Company «ALROSA». 678174, Yakutia, Sakha Republic, Mirny, Chernychevskoe highway, 16. E-mail: KirguyevAIA@alrosa.ru.

Хороших Максим Сергеевич, младший научный сотрудник НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 678174, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16. E-mail: KhoroshikhMS@alrosa.ru.

Khoroshikh, Maksim S., junior researcher, Geological Enterprise of Exploration, Public Joint Stock Company «ALROSA» 678174, Yakutia, Sakha Republic, Mirny, Chernychevskoe highway, 16. E-mail: KhoroshikhMS@alrosa.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков В.П. СТАТИСТИКА. Искусство анализа данных на компьютере. – СПб. : Питер, 2001. – 658 с. – (Для профессионалов).
2. Винарский Я.С., Житков А.Н., Кравчинский А.Я. Автоматизированная система обработки палеомагнитных данных ОПАЛ // Алгоритмы и программы / ВНИИ экон. минер. сырья и геологоразвед. работ. – М. : ВИЭМС, 1987. – Вып. 10 (99). – 86 с.
3. Константинов К.М. Магнетизм кимберлитов и траппов зоны сочленения Вилюйской и Тунгусской синеклиз Сибирской платформы : автореф. дисс. д-ра геол.-минерал. наук. – Иркутск : ИГУ, 2014. – 34 с.
4. Fisher R.A. Dispersion on a Sphere // Proceedings of the Royal Society of London. – Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. – 1953. – 217 (1130). – P. 295-305. – URL: <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1953.0064> (date of access: 12.04.2018).
5. Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Courtillot V., Savrasov J.I., Valet J-P., Cherniy S.D., Mishenin S.G., Parasotka B.S. Paleomagnetism of East Siberian traps and kimberlites: two new poles and paleogeographic reconstructions at about 360 and 250 Ma // Geophys. J. Int. – 2002. – No. 48. – P. 1-33.

6. Macmillan S., Maus S., Bondar T., Chambodut A., Golovkov V., Holme R., Langlais B., Lesur V., Lowes F., Lühr H., Mai W., Manda M., Olsen N., Rother M., Sabaka T., Thomson A., Wardinski I. The 9th Generation International Geomagnetic Reference Field // *Geophysical Journal International*. – 2003. – V. 155, Issue 3. – P. 1051-1056. – URL: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.2003.02102.x> (date of access: 12.04.2018).
7. Tarling D.H., Hrouda F. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. – London : Chapman & Hall, 1993. – 217 p.

REFERENCES

1. Borovikov V.P. *STATISTICA. The Art of Data Analysis by Computer*. St. Petersburg : Piter, 2001. 658 p. (For Professionals).
2. Vinarsky Ya.S., Zhitkov A.N., Kravchinsky A.Ya. Automated Paleomagnetic Data Processing System OPAL // *Algorithms and Software*. Moscow : VIEMS, 1987. Issue 10 (99). 86 p.
3. Konstantinov K.M., 2014. Magnetism of Kimberlites and Trappes in the Junction Zone of the Vilyui and Tunguska Synclines in the Siberian Platform. PhD Thesis (Geology and Mineralogy). Irkutsk : Irkutsk State University. 34 p.
4. Fisher R.A. Dispersion on a Sphere // *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 1953. 217 (1130). P. 295-305. URL: <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1953.0064> (date of access: 12.04.2018).
5. Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Courtillot V., Savrasov J.I., Valet J-P., Cherniy S.D., Mishenin S.G., Parasotka B.S. Paleomagnetism of East Siberian traps and kimberlites: two new poles and paleogeographic reconstructions at about 360 and 250 Ma // *Geophys. J. Int.* 2002. No. 48. P. 1-33.
6. Macmillan S., Maus S., Bondar T., Chambodut A., Golovkov V., Holme R., Langlais B., Lesur V., Lowes F., Lühr H., Mai W., Manda M., Olsen N., Rother M., Sabaka T., Thomson A., Wardinski I. The 9th Generation International Geomagnetic Reference Field // *Geophysical Journal International*. 2003. V. 155, Issue 3. P. 1051-1056. URL: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.2003.02102.x> (date of access: 12.04.2018).
7. Tarling D.H., Hrouda F. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. London : Chapman & Hall, 1993. 217 p.

**Минаев В.А., Нафигин И.О., Петров В.А., Полуэктов В.В.
Трехмерное моделирование структуры трещинно-порового пространства в
гранитоидном массиве молибден-уранового месторождения Антей (ЮВ Забайкалье).**

Рецензент: Пиманова Н.Н., кандидат технических наук.

Рассмотрены результаты комплексных структурно-петрофизических исследований вмещающих гранитоидов с глубоких горизонтов крупнейшего в России молибден-уранового месторождения Антей (Стрельцовское рудное поле, ЮВ Забайкалье). Изучение упругих параметров (скорости продольных и поперечных ультразвуковых волн) ориентированных образцов в сухом и водонасыщенном состояниях помогает понять структуру трещинно-порового пространства породы, сделать предположения о механизме миграции рудоносных растворов и динамике минералообразования в зоне рудоотложения. Данная информация, подкрепленная натурным и статистическим изучением макротрещиноватости, необходима для поисков скрытых рудных тел в целях определения перспектив месторождения.

Установлено, что общие ориентировки систем макротрещин в целом совпадают с направлениями максимального увеличения в горизонтальной плоскости скоростей ультразвуковых волн после насыщения водой. Наряду с этим выявлена выраженная директивность скоростей ультразвуковых волн для образцов, отобранных из развитых в гранитоидном массиве жилообразных тел калишпатитов и альбититов. Результаты с помощью ГИС технологий визуализированы в виде трехмерных моделей геологического пространства.

Ключевые слова: гранитоиды, уран-молиб-деновое месторождение, петрофизические параметры, ультразвук, трещинно-поровое пространство, фильтрационные характеристики, ГИС проект, трехмерная модель.

Minaev V.A., Nafigin I.O., Petrov V.A., Poluektov V.V. Three-dimensional modeling of the structure of the fractured-pore space in the granitoid massif of the molybdenum-uranium Antei deposit (SE Transbaikalia).

The results of complex structural-petrophysical studies of host granitoids from deep horizons of the largest in Russia molybdenum-uranium Antei deposit (Streltsovskoe ore field, SE Transbaikalia) are considered. The study of elastic parameters (velocities of longitudinal and transverse ultrasonic waves) of oriented samples in dry and water saturated states helps to understand the structure of the fractured pore space of the rock, to make assumptions about the mechanism of migration of ore-bearing solutions and the dynamics of mineral formation in the ore deposition zone. This information, supported by full-scale and statistical study of macrofracture, is necessary for searching for hidden ore bodies in order to determine the prospects of the deposit.

It is established that the general orientations of macrocrack systems as a whole coincide with the directions of the maximum increase in the horizontal plane of ultrasonic wave velocities after saturation with water. Along with this, a pronounced directivity of the ultrasonic wave velocities for the samples taken from the vein-like bodies of feldspar granites and albitites developed in the granitoid massif was revealed. Results using GIS technologies are visualized in the form of three-dimensional models of geological space.

Keywords: granitoids, uranium-molybdenum deposit, petrophysical parameters, ultrasound, fissure-pore space, filtration characteristics, GIS project, three-dimensional model.

Работа выполнена в рамках темы 0136-2018-0016 государственного задания ИГЕМ РАН «Развитие интегрированной информационной системы для пространственно-временного моделирования рудообразующих систем месторождений стратегических металлов на основе ГИС технологий».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А.Г., Вольфсон Ф.И., Заварицкий А.Н., Коржинский Д.С., Левицкий О.Д., Николаев В.А. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 615 с.
2. Бурмистров А.А., Старостин В.И., Дергачев А.Л., Петров В.А. Структурно-петрофизический анализ месторождений полезных ископаемых. – М. : Изд-во МАКС Пресс, 2009. – 408 с.
3. Ищукова Л.П., Модников И.С., Сычев И.В. Урановые месторождения Стрельцовского рудного поля в Забайкалье. – Иркутск : Типография «Глазовская», 2007. – 260 с.
4. Минаев В.А., Петров В.А., Полуэктов В.В. Напряженно-деформированное состояние и вариации значений упругих параметров вмещающих гранитоидов молибден-уранового месторождения Антей (Восточное Забайкалье) на разных глубинах // Геофизические исследования. – 2016. – Т. 17, № 2. – С. 19-31.
5. Минаев В.А. Структурно-петрофизические условия локализации урановых руд в фундаменте Стрельцовской кальдеры (на примере месторождения Антей) : дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.11. – М. : ИГЕМ РАН, 2016. – 135 с.
6. Петров В.А., Минаев В.А., Устинов С.А., Полуэктов В.В., Андреева О.В. Оценка путей и флюидодинамических условий миграции рудоносных растворов методами структурной петрофизики и микроструктурного анализа // Разведка и охрана недр. – 2017. – № 12. – С. 17-23.

REFERENCES

1. Betekhtin A.G., Volfson F.I., Zavaritsky A.N., Korzhinsky D.S., Levitsky O.D., Nikolaev V.A. The main problems in the study of magmatic ore deposits. Moscow : Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1953. 615 p.
2. Burmistrov A.A., Starostin V.I., Dergachev A.L., Petrov V.A. Structural-petrophysical analysis of mineral deposits. Moscow : MAKS Press, 2009. 408 p.
3. Ishukova L.P., Modnikov I.S., Sychev I.V. Uranium deposits of the Streltsovskoe ore field in Transbaikalia. Irkutsk : Printing house Glazovskaya, 2007. 260 p.
4. Minaev V.A., Petrov V.A., Poluektov V.V. Stress-strain state and variations in the elastic parameters of the host granitoids of the molybdenum-uranium Antei deposit (Eastern Transbaikalia) at different depths // Geophysical Investigations. 2016. V. 17., No. 2. P. 19-31.
5. Minaev V.A. Structural-petrophysical conditions of localization of uranium ores in the basement of the Streltsov caldera (on the example of the Antei deposit) : Thesis for a scientific degree of the candidate of geological and mineralogical sciences (PhD degree). Moscow : IGEM RAS, 2016. 135 p.
6. Petrov V.A., Minaev V.A., Ustinov S.A., Poluektov V.V., Andreeva O.V. Evaluation of the ways and fluid-dynamic conditions for the migration of ore-bearing solutions by the methods of structural petrophysics and microstructural analysis // Exploration and conservation of mineral resources. 2017. No. 12. P. 17-23.

Минаев Василий Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН). 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 35. E-mail: minaev2403@mail.ru.

Minaev Vasily, PhD, Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), Researcher. E-mail: minaev2403@mail.ru.

Нафигин Игорь Олегович, младший научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН). 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 35. E-mail: estera-st@mail.ru.

Nafigin Igor, Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), Junior Researcher. E-mail: estera-st@mail.ru.

Петров Владислав Александрович, чл.-корр. РАН, доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией Геоинформатики Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН). 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 35. E-mail: vlad243@igem.ru.

Petrov Vladislav, Corr. RAS, PhD, Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), Deputy Director for Research, Head of the Laboratory of Geoinformatics. E-mail: vlad243@igem.ru.

Полуэктов Валерий Викторович, старший научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН). 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 35. E-mail: vapol@igem.ru.

Poluektov Valeriy, Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences (IGEM RAS), Senior Researcher. E-mail: vapol@igem.ru.

УДК 504.058:004.9

Архипова О.Е., Магаева А.А.

Современные методы мониторинга экологического состояния территорий (на примере данных об идентификации объектов хранения отходов).

Рецензент: Любимова А.В., кандидат технических наук.

В статье дается описание основных методов исследования экологического состояния территорий Ростовской области на примере данных о размещении объектов хранения отходов. Приводятся методы использования данных космического мониторинга, основанные на визуальном и полуавтоматическом дешифрировании объектов. Методы бесконтактного мониторинга предполагается совмещать с данными полевых исследований, съемками территорий, подверженных возникновению стихийных свалок с беспилотных летательных аппаратов, а также использованием методов краудсорсинга, на основе данных, выкладываемых при помощи веб-приложения «Кадастр отходов Ростовской области» активными пользователями сети.

Ключевые слова: экологическое состояние, мониторинг, несанкционированные свалки, веб-приложение.

Arkhipova O.E., Magaeva A.A. Modern monitoring methods of ecological condition of the territory (for example of data on identification of waste storage objects).

The article gives a description of the main methods of studying the ecological state of the territories of the Rostov Region using the example of data on the location of waste storage facilities.

Methods of using space monitoring data based on visual and semi-automatic interpretation of objects are presented. Methods of contactless monitoring are supposed to be combined with field research data, surveys of territories subject to emergence of spontaneous landfills, from unmanned aerial vehicles, and also using crowdsourcing methods, based on data provided by the web application by the active users of the network.

Keywords: ecological condition, monitoring, illegal dumps, web-application.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 01201363188.

Архипова Ольга Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры ГИС Южного федерального университета, ведущий научный сотрудник отдела информационных технологий и математического моделирования Южного научного центра Российской академии наук. 344006, г. Ростов-на-Дону, пр-кт Чехова, д. 41. E-mail: olga_arkhipov@mail.ru.

Arkhipova Olga E., PhD, associate professor of the GIS department, Southern federal university, Leading researcher, Department of Information technology & Mathematic Modelling, Southern Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Chekhova av. 41, Rostov-on-Don, 344006. E-mail: olga_arkhipov@mail.ru.

Магаева Анастасия Алексеевна, аспирант кафедры Океанологии Южного федерального университета, младший научный сотрудник отдела информационных технологий и математического моделирования Южного научного центра Российской академии наук. 344006, г. Ростов-на-Дону, пр-кт Чехова, д. 41. E-mail: a.magaeva@mail.ru.

Magaeva Anastasiia A., graduate student of the Oceanology Department, Southern federal university, Junior researcher, Department of Information technology & Mathematic Modelling, Southern Scientific Centre of Russian Academy of Sciences. Chekhova av. 41, Rostov-on-Don, 344006. E-mail: a.magaeva@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов А.В. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов // Геоматика. – 2013. – № 1. – С. 68-74.
2. Архипова О.Е., Качалина Н.А., Тютюнов Ю.В., Ковалев О.В. Оценка засоренности антропогенных фитоценозов на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере амброзии полыннолистной) // Исследования Земли из космоса. – 2014. – № 6. – С. 15-26.
3. Архипова О.Е., Герасюк В.С. Оценка состояния рекреационной зоны Таганрогского залива на основе анализа мультиспектральных данных (LandSat) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 65-74.
4. Батракова Г.С., Ивенских И.О., Пономарчук А.И. Применение дистанционного зондирования Земли для экологической оценки территорий складирования отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2012. – № 4 (8). – С. 73-83.
5. Возможности картографии для эффективности полевых сотрудников [Электронный ресурс]. – URL: <http://doc.arcgis.com/ru/collector/> (дата обращения 05.05.2016).
6. Гарифзянов Р.Д., Батракова Г.М. Идентификация и оценка экологического состояния территории размещения отходов методом дешифрирования космических снимков // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 3. – С. 86-95.
7. Использование ArcGIS в сети Интернет [Электронный ресурс]. – URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000016000000.htm> (дата обращения: 26.05.2016).
8. ИТЦ «Сканекс» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.scanex.ru/> (дата обращения: 17.08.2017).
9. Качалина Н.А., Гречищев А.В., Архипова О.Е. Оценка засоренности агрофитоценозов Ростовской области с использованием гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли // Информация и космос. – 2016. – № 1. – С. 131-136.
10. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 30.10.2017) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/cca05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/ (дата обращения: 28.11.2017).
11. Новый взгляд на мир [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения: 28.11.2017).
12. ООО «Компания СОВЗОНД» [Электронный ресурс]. – URL: <http://sovzond.ru/> (дата обращения: 10.08.2017).
13. Проект РИАМО [Электронный ресурс]. – URL: <http://svaloknet.riamo.ru/> (дата обращения: 15.04.2017).
14. Уфимцев А.Е., Ермак А.А. Использование данных дистанционного зондирования Земли при организации рационального землепользования // Вестник Югорского государственного университета. – 2014. – № 3 (34). – С. 70-73.
15. Экологическая карта России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecokarta.ru> (дата обращения: 25.11.2017).
16. About ArcGIS [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis> (дата обращения: 28.11.2017).
17. SAS. Планета [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 28.11.2017).
18. Trash-карта, [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.trashout.ngo/?hl=ru> (дата обращения: 25.04.2016).

19. ZMapujTo [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zmapujto.cz> (дата обращения: 25.05.2016).
20. U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения: 15.04.2016).

REFERENCES

1. Abrosimov A.V. Ispol'zovaniye kosmicheskikh snimkov i geoinformatsionnykh tekhnologiy dlya monitoringa mest skladirovaniya otkhodov [The use of satellite imagery and geo-information technologies for monitoring waste storage sites] // Geomatika. 2013. No. 1. P. 68-74.
2. Arkhipova O.Ye., Kachalina N.A., Tyutyunov Yu.V., Kovalev O.V. Otsenka zasorennosti antropogennykh fitotsenozov na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli (na primere ambrozii polynolistnoy) [Assessment of weed infestation of anthropogenic phytocenoses based on the data of remote sensing of the Earth (using the example of ambrosia wormwood)] // Issledovaniya Zemli iz kosmosa. 2014. No. 6. P. 15-26.
3. Arkhipova O.Ye., Gerasyuk V.S. Otsenka sostoyaniya rekreatsionnoy zony Taganrogskego zaliva na osnove analiza mul'tispektral'nykh dannykh (LandSat) [Assessment of the state of the recreational zone of the Taganrog Bay based on the analysis of multispectral data (LandSat)] // Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2018. V. 15. No. 2. P. 65-74.
4. Batrakova G.S., Ivenskikh I.O., Ponomarchuk A.I. Primeneniye distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya ekologicheskoy otsenki territoriy skladirovaniya otkhodov [The use of Earth remote sensing for the environmental assessment of waste storage areas] // Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2012. No. 4 (8). P. 73-83.
5. Vozmozhnosti kartografii dlya effektivnosti polevykh sotrudnikov. URL: <http://doc.arcgis.com/ru/collector/> (date of access: 05.05.2016).
6. Garifzyanov R.D., Batrakova G.M. Identifikatsiya i otsenka ekologicheskogo sostoyaniya territorii razmeshcheniya otkhodov metodov deshifrirovaniya kosmicheskikh snimkov [Identification and assessment of the ecological state of the waste disposal area of methods for the interpretation of satellite images] // Vestnik PNIPU. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2014. No 3. P. 86-95.
7. Use ArcGIS on the Internet. URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000016000000.htm> (date of access: 26.05.2016).
8. ScanEx 2017. URL: <http://www.scanex.ru/> (date of access: 17.08.2017)
9. Kachalina N.A., Grechishchev A.V., Arkhipova O.Ye. Otsenka zasorennosti agrofitotsenozov Rostovskoy oblasti s ispol'zovaniyem giperspektral'nykh dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Assessment of debris in agrophytocenosis of the Rostov region using hyperspectral data of Earth remote sensing] // Informatsiya i kosmos. 2016. No. 1. P. 131-136.
10. Kodeks Rossiyskoy Federatsii ob administrativnykh pravonarusheniyakh [Russian Federation Code of Administrative Offenses]. 30.12.2001. No. 195-FZ (ed. 30.10.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/cca05db11a87bb3ab6d7f241c59ce1a1a4a981f9/ (date of access: 28.11.2017).
11. Novyy vzglyad na mir [New world view]. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (date of access: 28.11.2017).
12. SOVZOND. URL: <http://sovzond.ru/> (date of access: 10.08.2017).
13. RIAMO. URL: <http://svaloknet.riamo.ru/> (date of access: 15.04.2017).
14. Ufimtsev A.Ye., Yermak A.A. Ispol'zovaniye dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli pri organizatsii ratsional'nogo zemlepol'zovaniya [The use of Earth remote sensing data in the organization of rational land use] // Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. No. 3 (34). P. 70-73.
15. Ekologicheskaya karta Rossii [Ecological map of Russia]. URL: <http://www.ecokarta.ru> (date of access: 25.11.2017).
16. About ArcGIS. URL: <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis> (date of access: 28.11.2017).
17. SAS.Planeta. URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (date of access: 28.11.2017).
18. Trush-karta.[Trush map]. URL: <http://www.trashout.ngo/?hl=ru> (date of access: 25.04.2016).
19. ZMapujTo. URL:<http://www.zmapujto.cz> (date of access: 25.05.2016).
20. U.S. Geological Survey. URL: <https://www.usgs.gov/> (date of access: 15.04.2016).

УДК 551.4.042

Вожик А.А., Шамурзаева Д.А.

Оперативное региональное прогнозирование активности оползневой активности оползневой процесса на примере Сочинского полигона.

Рецензент: Чесалов Л.Е., доктор технических наук.

В статье рассматривается методика оперативного регионального прогноза оползневой активности, в основе которой лежит районирование территории по степени оползневой опасности и контроль пороговых (триггерных) значений метеорологических факторов, в том числе на основе оперативной обработки данных дистанционного зондирования Земли. В качестве основных метеорологических факторов активизации или стабилизации оползневой активности используется интенсивность жидких атмосферных осадков и температура воздуха.

Ключевые слова: Сочинский полигон, оползневой процесс, прогноз, метеорологические факторы активизации, оползневая опасность.

Vozhik A.A., Shamurzaeva D.A. Operative regional prediction activity of landslide process on the example of Sochi polygon.

This paper presents a methodology operative regional prediction of landslide process, based on landslide hazard zonation of the study area and monitoring rainfall-trigger including an intensity-duration rainfall threshold with satellite rainfall data. As the main meteorological factors of activation or stabilization of landslide, the intensity of rainfall and air temperature are used.

Keywords: Sochi polygon, landslide process, prediction, meteorological factors of activation, landslide hazard.

Вожик Алексей Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела мониторинга экзогенных геологических процессов Центра ГМСН и региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология». 123060, Москва, ул. Рыбалко, д. 4. E-mail: alex_vozhik@mail.ru.

Vozhik Alexey Alexandrovich, PhD, Head. Department of monitoring of exogenous geological processes. Center of state monitoring of condition subsoil and regional works. FSBI «Hydrospetzgeologiya». 123060, Moscow, Rybalko str., 4. E-mail: alex_vozhik@mail.ru.

Шамурзаева Диана Анурбековна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий специалист отдела мониторинга экзогенных геологических процессов Центра ГМСН и региональных работ, ФГБУ «Гидроспецгеология». 123060, Москва, ул. Рыбалко, д. 4. E-mail: diana-m21@yandex.ru.

Shamurzaeva Diana Anurbekovna, PhD, Leading specialist. Department of monitoring of exogenous geological processes. Center of state monitoring of condition subsoil and regional works. FSBI «Hydrospetzgeologiya». 123060, Moscow, Rybalko str., 4. E-mail: diana-m21@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулакян К.А., Кунтцель В.В., Постоев Г.П. Прогнозирование оползневых процессов. – М. : Недра, 1977. – 135 с.
2. Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.Л. и др. Опасные экзогенные процессы. – М. : ГЕОС, 1999. – 290 с.
3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
4. Guzzetti F., Peruccacci S., Rossi M., Stark C.P. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in Central and Southern Europe // *Meteorology and Atmospheric Physics*. – 2007. – No. 98 (3). – P. 239-267.
5. Köppen W. Das geographische System der Klimate (The geographic system of climates) // *Handbuch der Klimatologie : in fünf Bänden*. – Bd. 1, Teil C / Edited by Köppen W., Geiger R. – Berlin, 1936. – P. 110-152.

REFERENCES

1. Gulakyan K.A., Kuntsel V.V., Postoev G.P. Prediction of landslide processes. M. : Nedra, 1977. 135 p.
2. Osipov V.I., Kutepov V.M., Zverev V.L. and other. Hazard exogenous processes. M. : GEOS, 1999. 290 p.
3. Shitikov V.K., Rosenberg G.S., Zinchenko T.D. Quantitative hydroecology: system identification methods. Tolyatti : IEVB RAS, 2003. 463 p.
4. Guzzetti F., Peruccacci S., Rossi M., Stark C.P. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in Central and Southern Europe // *Meteorology and Atmospheric Physics*. 2007. No. 98 (3). P. 239-267.
5. Köppen W. The geographic system of climates // *Handbook of climatology : in five volumes*. Bd. 1, Part C / Edited by Köppen W., Geiger R. Berlin, 1936. P. 110-152.