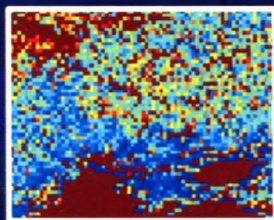
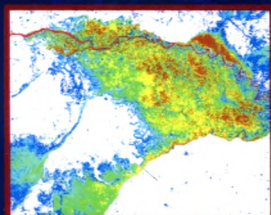


Н.М. Куссуль
С.В. Скакун
А.Ю. Шелестов



ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ РИЗИКІВ СТИХІЙНИХ ЛИХ

**Н.М. КУССУЛЬ
С.В. СКАКУН
А.Ю. ШЕЛЕСТОВ**

ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ РИЗИКІВ СТИХІЙНИХ ЛИХ

**КИЇВ
НАУКОВА ДУМКА
2014**

УДК 004.932, 528.854

Куссульт Н.М., Скакун С.В., Шелестов А.Ю.

Геопросторовий аналіз ризиків стихійних лих. — К: Наукова думка, 2014. — 260 с.

ISBN 978-966-00-1207-3

Монографію присвячено розробленню методів та технологій геопросторового аналізу ризиків стихійних лих. Пропонується постановка задачі геопросторової оцінки ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, та методологія її розв'язання на основі різномірної інформації (супутникових та наземних даних, а також даних моделювання). Обґрунтовуються етапи розв'язання задачі оцінки ризиків та ансамблевий підхід до обробки даних різної природи, розглядаються приклади практичного застосування розроблених методів та інформаційних технологій для оцінки ризику затоплень та посух.

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту
космічних досліджень НАН України та ДКА України
(протокол № 6 від 06.10.2013 р.)*

Рецензенти:

О.П. Федоров, д.ф.-м.н., директор Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

О.В. Палагін, академік НАН України, заступник директора Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, лауреат Державної премії УРСР в галузі науки і техніки

П.І. Бідюк, д.т.н., професор кафедри математичних методів системного аналізу ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ»

ISBN 978-966-00-1207-3

**© Н.М. Куссульт, С.В. Скакун,
А.Ю. Шелестов, 2014**

Передмова

В останні роки у зв'язку з глобальними кліматичними змінами та бурхливим розвитком людського суспільства науковці все більше уваги приділяють проблемі аналізу ризиків різної природи. В класичній літературі під ризиком розуміють можливу небезпеку втрат, які спричиняються небезпечними явищами природи і видами людської діяльності.

В російськомовній та україномовній науковій літературі задачу аналізу ризиків зазвичай розглядають в контексті управління проектами і пов'язують з інвестиційними та фінансовими операціями, досліджуючи ризики капіталовкладень. В англomовній літературі крім фінансових досліджують ризики, пов'язані з надзвичайними ситуаціями природного та техногенного характеру. Міжнародне товариство з аналізу ризиків понад 30 років видає науковий журнал "Risk analysis", який має високий імпакт-фактор та публікує результати досліджень в області оцінки ризиків, зокрема, пов'язаних зі змінами клімату та несприятливими обставинами техногенного характеру.

В математичному сенсі ризик розглядається як функція від імовірності настання несприятливої ситуації та спричинених нею збитків. Математичний апарат аналізу і оцінки ризиків включає прогнозне моделювання та сценарний аналіз, а також імовірнісні оцінки.

Бурхливий розвиток інформаційних технологій та лавиноподібне збільшення об'ємів доступних даних різної природи, зокрема супутникових, спричинили активізацію досліджень в області геопросторового аналізу ризиків надзвичайних ситуацій. Оскільки геопросторовий аналіз ризиків передбачає обробку великих об'ємів даних із різних джерел та побудову складних просторових моделей, розв'язання цієї задачі потребує створення відповідних інформаційних технологій на базі міжнародних стандартів обміну геопросторовою інформацією.

В контексті наукових досліджень та виконання міжнародних проектів автори розробили методи та інформаційні технології аналізу ризиків, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями природного характеру, а також брали участь у розробці

міжнародних систем аналізу ризиків на основі супутникової інформації.

Дана монографія узагальнює дослідження авторів в сфері геопросторового аналізу ризиків. Пропонується постановка задачі геопросторової оцінки ризиків, пов'язаних зі стихійними лихами, та методологія її розв'язання на основі різномірної інформації (супутникових та наземних даних, а також даних моделювання). Обґрунтовуються етапи розв'язання задачі оцінки ризиків та ансамблевий підхід до обробки даних різної природи, розглядаються приклади практичного застосування розроблених методів та інформаційних технологій для оцінки ризику затоплень та посух.

Книга складається з двох частин. Перша частина включає розділи 1-5 та містить опис загального підходу до геопросторової оцінки ризиків на основі злиття різномірних даних, а також конкретні моделі і методи аналізу ризиків паводків та посух за супутниковими та наземними даними. Друга частина (розділи 6-9) присвячена інформаційним технологіям моніторингу та оцінки ризиків надзвичайних ситуацій, що ґрунтуються на використанні міжнародних стандартів обміну геопросторовою інформацією.

Запропоновані підходи та рішення успішно апробовані в процесі виконання конкурсних проектів та міжнародних грантів, використовуються в регіональному центрі підтримки програми UN-SPIDER, Міжнародній хартії International Charter "Space and Major Disasters", реалізуються в межах програми GEOGLAM та проекту JECAM комітету спостереження Землі GEO. Результати, опубліковані раніше в періодичних виданнях, наводяться з посиланням на першоджерело. Практична реалізація розроблених методів підтверджує ефективність запропонованого наукового підходу, розроблених моделей та технологій.

Автори висловлюють подяку своїм колегам — співробітникам та аспірантам відділу космічних інформаційних технологій та систем Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України — за активну участь в наукових проєктах, результати яких відображено в монографії. Особлива подяка рецензентам за уважне ставлення до роботи та висловлені зауваження і побажання.

Список літератури

1. Vapnik V. Statistical Learning Theory. — New York: Wiley, 1998. — 740 p.
2. Haykin S. Neural Networks. A comprehensive Foundation. — New Jersey: Prentice Hall, 1994. — 768 p.
3. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. — New York: Springer Science+Business Media, 2006. — 738 p.
4. Schumann G., Di Baldassarre G. The direct use of radar satellites for event-specific flood risk mapping // Remote Sens. Lett. — 2010. — 1(2). — P. 75–84.
5. Kussul N.N., Sokolov B.V., Zyelyk Y.I., Zelentsov V.A., Skakun S.V., Shelestov A.Yu. Disaster Risk Assessment Based on Heterogeneous Geospatial Information // J. Autom. Inform. Sci. — 2010. — 42(12). — P. 32–45.
6. Kellens W., Terpstra T., De Maeyer P. Perception and Communication of Flood Risks: A Systematic Review of Empirical Research // Risk Anal. — 2013. — 33. — P. 24–49.
7. Taubenbock H., Post J., Roth A., Zosseder K., Strunz G., Dech S. A conceptual vulnerability and risk framework as outline to identify capabilities of remote sensing // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. — 2008. — 8. — P. 409–420.
8. Bates P.D., Horritt M.S., Smith C.N., Mason D.C. Integrating remote sensing observations of flood hydrology and hydraulic modelling // Hydrol Processes. — 1997. — 11. — P. 1777–1795.
9. Bates P.D. Invited commentary: remote sensing and flood inundation modelling // Hydrol. Processes. — 2004. — 18. — P. 2593–2597.
10. Lecca G., Petitdidier M., Hluchy L., Ivanovic M., Kussul N., Ray N., Thieron V. Grid computing technology for hydrological applications // J. Hydrol. — 2011. — 403(1–2). — P. 186–199.
11. Voigt S., Kemper T., Riedlinger T., Kiefl R., Scholte K., Mehl H. Satellite image analysis for disaster and crisis management support // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2007. — 45(6). — P. 1520–1528.
12. Schumann G., Bates P.D., Horritt M.S., Matgen P., Pappenberger F. Progress in integration of remote sensing-derived flood extent and stage data and hydraulic models // Rev. Geophys. — 2009. — 47(4). — P. RG4001.
13. Stryker T., Jones B. Disaster response and the international charter program // Photogramm. Eng. Remote Sens. — 2009. — 75(12). — P. 1342–1344.
14. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Grid and sensor web technologies for environmental monitoring // Earth Sci. Inform. — 2009. — 2(1–2). — P. 37–51.
15. Cossu R., Schoepfer E., Bally P., Fusco L. Near real-time SAR-based processing to support flood monitoring // J. Real-Time Image Proc. — 2009. — 4. — P. 205–218.
16. Guo H. Understanding global natural disasters and the role of earth observation // Intern. J. Digital Earth. — 2010. — 3(3). — P. 221–230.
17. Kussul N.N., Lupian E.A., Shelestov A.Y., Skakun S.V., Tishchenko Y.G., Hluchy L. Determination of inundated territories on the basis of

- integration of heterogeneous data // J. Autom. Inform. Sci. — 2007. — 39(12). — P. 42–51.
18. Schumann G., Di Baldassarre G., Bates P.D. The Utility of Spaceborne Radar to Render Flood Inundation Maps Based on Multialgorithm Ensembles // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2009. — 47(8). — P. 2801–2807.
19. Skakun S. A Neural Network Approach to Flood Mapping Using Satellite Imagery // Comput. Inform. — 2010. — 29(6). — P. 1013–1024.
20. Horritt M.S., Bates P.D. Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation // J. Hydrology. — 2002. — 268. — P. 87–99.
21. Di Baldassarre G., Schumann G.J.-P., Bates P.D. Near real time satellite imagery to support and verify timely flood modelling // Hydrol Processes. — 2009. — 23. — P. 799–803.
22. Di Baldassarre G., Schumann G.J.-P., Bates P.D. A technique for the calibration of hydraulic models using uncertain satellite observations of flood extent // J. Hydrology. — 2009. — 367. — P. 276–282.
23. Di Baldassarre G., Schumann G.J.-P., Brandimarte L., Bates P.D. Timely low resolution SAR imagery to support floodplain modelling: a case study review // Surv. Geophys. — 2011. — 32. — P. 255–269.
24. Khan S.I., Yang H., Wang J., Yilmaz K.K., Gourley J.J., Adler R.F., Brakenridge G.R., Policelli F., Habib S., Irwin D. Satellite Remote Sensing and Hydrologic Modeling for Flood Inundation Mapping in Lake Victoria Basin: Implications for Hydrologic Prediction in Ungauged Basins // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2011. — 49(1). — P. 85–95.
25. Horritt M.S. A methodology for the validation of uncertain flood inundation models // J. Hydrol. — 2006. — 326. — P. 153–165.
26. Schumann G., Matgen P., Pappenberger F. Conditioning water stages from satellite imagery on uncertain data points // IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. — 2008. — 5. — P. 810–813.
27. Matgen P., Schumann G., Henry J., Hoffmann L., Pfister L. Integration of SAR-derived inundation areas, high precision topographic data and a river flow model toward real-time flood management // Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. — 2009. — 3. — P. 247–263.
28. Mason D.C., Bates P.D., Dall'Amico J.T. Calibration of uncertain flood inundation models using remotely sensed water levels // J. Hydrol. — 2009. — 368. — P. 224–236.
29. Garcia-Pintado J., Neal J.C., Mason D.C., Dance S.L., Bates P.D. Scheduling satellite-based SAR acquisition for sequential assimilation of water level observations into flood modelling // J. Hydrol. — 2013. — 495. — P. 252–266.
30. Giustarini L., Matgen P., Hostache R., Montanari M., Plaza D., Pauwels V.R.N., De Lannoy G.J.M., De Keyser R., Pfister L., Hoffmann L., Savenije H.H.G. Assimilating SAR-derived water level data into a hydraulic model: a case study // Hydrol. Earth Syst. Sci. — 2011. — 15. — P. 2349–2365.
31. Qi H., Altinakar M.S. Simulation-based decision support system for flood damage assessment under uncertainty using remote sensing and census block information // Nat. Hazards. — 2011. — 59(2). — P. 1125–1143.
32. van der Sande C.J., de Jong S.M., de Roo A.P.J. A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist

Список літератури

flood risk and flood damage assessment // *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* — 2003. — 4(3). — P. 217–229.

33. Serpico S.B., Dellepiane S., Boni G., Moser G., Angiati E., Rudari R. Information Extraction From Remote Sensing Images for Flood Monitoring and Damage Evaluation // *Proc. IEEE.* — 2012. — 100(10). — P. 2946–2970.

34. Taubenbock H., Wurm M., Netzband M., Zwenzner H., Roth A., Rahman A., Dech S. Flood risks in urbanized areas – multi-sensoral approaches using remotely sensed data for risk assessment // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* — 2011. — 11. — P. 431–444.

35. Tapia-Silva F.-O., Itzerott S., Foerster S., Kuhlmann B., Kreibich H. Estimation of flood losses to agricultural crops using remote sensing // *Phys. Chem. Earth Parts A/B/C.* — 2011. — 36(7–8). — P. 253–265.

36. Dewan A.M., Kumamoto T., Nishigaki M. Flood Hazard Delineation in Greater Dhaka, Bangladesh Using an Integrated GIS and Remote Sensing Approach // *Geocarto Intern.* — 2006. — 21(2). — P. 33–38.

37. Jonkman S.N., van Gelder P.H.A.J.M., Vrijling J.K. An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage // *J. Hazard. Mater.* — 2003. — A99. — P. 1–30.

38. Bottelberghs P.H. Risk analysis and safety policy developments in The Netherlands // *J. Hazard. Mater.* — 2000. — 71. — P. 59–84.

39. TAW, Technical Advisory Committee on Water Defences, Some considerations of an acceptable level of risk in The Netherlands, TAW, 1985.

40. Institute of Chemical Engineering, Nomenclature for hazard and risk assessment in the process industries, 1985.

41. Stallen P.J.M., Geerts R., Vrijling H.K. Three conceptions of quantified societal risk // *Risk Anal.* — 1996. — 16(5). — P. 635–644.

42. Vrijling J.K., van Gelder P.H.A.J.M. Societal risk and the concept of risk aversion // In: C. Guedes Soares (Ed.) *Advances in Safety and Reliability*, vol. 1, Lissabon, 1997. — P. 45–52.

43. Bowles D.S., Anderson L.R., Evelyn J.B., Glover T.F., van Dorpe D.M. Alamo dam demonstration risk assessment, ASDSO meeting, <http://www.engineering.usu.edu/uwrl/www/faculty/DSB/alamo.html>, 1999.

44. USBR, US Department of interior Bureau of Reclamation, Guidelines for achieving public protection in dam safety decision making, 1997.

45. van Danzig D. Economic decision problems for flood prevention // *Econometrica.* — 1956. — 24. — P. 276–287.

46. Parker D.J., Green C.H., Thompson P.M. Urban Flood Protection Benefits. — Brookfield, USA: Gower Technical Press, 1987.

47. Hydropower&Dams, Risk Based Dam Safety Evaluations, Conference Report: Part 2, Hydropower&Dams, 1998.

48. Carter D.A. The Scaled Risk Integral—A Simple Numerical Representation of Case Societal Risk for Land Use Planning in the Vicinity of Major Accident Hazards, Loss Prevention in the Process Industries. — vol. II. — Amsterdam: Elsevier, 1995. — P. 219–224.

49. ESA Earth Watch, <http://earth.esa.int/ew/floods>.

50. Cunjian Y., Yiming W., Siyuan W., Zengxiang Z., Shifeng H. Extracting the flood extent from satellite SAR image with the support of topographic data //

Proc. of Intern. Conf. Inform. Techn. and Inform. Networks (ICIN 2001). — Beijing, China, 2001. — 1. — P. 87–92.

51. Frost V., Stiles J., Shanmugan K., Holtzman J. A model for radar images and its application to adaptive digital filtering of multiplicative noise // IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. — 1982. — 4(2). — P. 157–165.

52. Horritt M.S. A statistical active contour model for SAR image segmentation // Image Vision Comput. — 1999. — 17. — P. 213–224.

53. Shah-Hosseini H., Safabakhsh R. A TASOM-based algorithm for active contour modelling // Pattern Recognition Lett. — 2004. — 24. — P. 1361–1373.

54. Niedermeier A., Romaneeßen E., Lenher S. Detection of coastline in SAR images using wavelet methods // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2000. — 38(5). — P. 2270–2281.

55. Dellepiane S., De Laurentiis R., Giordano F. Coastline extraction from SAR images and a method for the evaluation of the coastline precision // Pattern Recognition Lett. — 2004. — 25. — P. 1461–1470.

56. Martinez J.M., Le Toan T. Mapping of flood dynamics and spatial distribution of vegetation in the Amazon floodplain using multitemporal SAR data // Remote Sens. Environ. — 2007. — 108. — P. 209–223.

57. Mostert E., Junier S.J. The European flood risk directive: challenges for research // Hydrology Earth Syst. Sci. Discuss. — 2009. — Vol. 6, N 4. — P. 4961–4988.

58. Hoes O., Schuurmans W. Flood standards or risk analyses for polder management in the Netherlands // Irrig. Drain. — 2006. — 55. — P. 113–119.

59. Кукуль Н.Н., Соколов Б.В., Зельк Я.И., Зеленцов В.А., Скакун С.В., Шелестов А.Ю. Оценка рисков стихийных бедствий на основе разнородной геопространственной информации // Проблемы управления и информатики. — 2010. — N 6. — С. 97–110.

60. Скакун С.В. Оценка риска наводнений на основе разнородных геопространственных данных // Наукові праці ДонНТУ Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». — 2010. — Випуск 12(165). — С. 94–98.

61. Horritt M.S. A methodology for the validation of uncertain flood inundation models // J. Hydrology. — 2006. — 326. — P. 153–165.

62. Faulkner H., Parker D., Green C., Beven K. Developing a translational discourse to communicate uncertainty in flood risk between science and the practitioner // AMBIO: A Journal of the Human Environment. — 2007. — 36(8). — P. 692–704.

63. See L., Abrahart R.J. Multi-model data fusion for hydrological forecasting // Comput. Geosci. — 2001. — Vol. 27, N 8. — P. 987–994.

64. Барталев С.А., Лупян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю. Дистанционная оценка параметров сельскохозяйственных земель по спутниковым данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды. Сборник научных статей. — М.: «GRAND polygraph», 2005. — Том 2. — С. 228–236.

65. Повх В.И., Гарбузов Г.П., Шляхова Л.А. Оценка структуры посевов подсолнечника в Ставропольском крае по данным дистанционного зондирования спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы

дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2007. — Том 2. — Вып. 4. — С. 284–288.

66. Gonzalez F., Lypez S., Cuevas J.M. Comparing Two Methodologies for Crop Area Estimation in Spain Using Landsat TM Images and Ground Gathered Data // *Remote Sens. Environ.* — 1991. — 32. — P. 29–36.

67. Hiederer R., Favard J.C., Guedes D., Sharman M. Estimating European crop surfaces from SPOT and Landsat-TM data // *Proc. Intern. Symp. Operationalization Remote Sens.* — April 19–23, 1993. — ITC Enschede, The Netherlands, Vol. 2. — P. 116–127.

68. Taylor J.C., Sannier C., Delince J., Gallego F.J. Regional Crop Inventories in Europe Assisted by Remote Sensing: 1988–1993 // *Synthesis Report. EUR 17319 EN*, Office for Publications of the EC. Luxembourg, 1997. — 71 p.

69. Taylor T.W. Agricultural analysis for a worldwide crop assessment // *Proc. SPOT Conf.* — Paris, France. — 1996. — P. 485–488.

70. Battese G.E., Harter R.M., Fuller W.A. An error-components model for prediction of county crop areas using survey and satellite data // *J. American Stat. Assoc.* — 1988. — 83. — P. 28–36.

71. Gallego F.J., Delince J., Rueda C. Crop area estimates through remote sensing: stability of the regression correction // *Intern. J. Remote Sens.* — 1993. — Vol. 14, No. 18. — P. 3433–3445.

72. Козубенко И.С., Болсуновский М.А. Государственная информационная система мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Краснодарского края // *Геоматика.* — 2011. — N 2. — С. 56–61.

73. Савин И.Ю., Лупян Е.А., Бартаев С.А. Оперативный спутниковый мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур в России // *Геоматика.* — 2011. — N 2. — С. 69–76.

74. Kravchenko A.N., Kussul N.N., Lupian E.A., Savorsky V.P., Hluchy L., Shelestov A.Yu. Water resource quality monitoring using heterogeneous data and high-performance computations // *Cybern. Syst. Anal.* — 2008. — Vol. 44, No. 4. — P. 616–624.

75. Benediktsson J.A., Swain P.H., Ersoy O.K. Neural Network Approaches versus Statistical Methods in Classification of MultiSource Remote sensing Data // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* — 1990. — Vol. 28, No. 4. — P. 540–552.

76. Decatur S.E. Applications of Neural Networks to Terrain Classification // *Proc. Intern. Joint Conf. Neural Networks.* — 1989. — Vol. 1. — P. 283–288.

77. Bischof H., Schneider W., Pinz A.J. Multispectral Classification of Landsat Images Using Neural Networks // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* — 1992. — Vol. 30, No. 3. — P. 482–490.

78. Dawson M.S., Fung A.K. Neural Networks and Their Applications to Parameter Retrieval and Classification // *IEEE Geosci. Remote Sens. Society Newsletter.* — 1993. — P. 6–14.

79. Carpenter G.A., Martens S., Ogas O.J. Self-organizing information fusion and hierarchical knowledge discovery: a new framework using ARTMAP neural network // *Neural Networks.* — 2005. — 18. — P.287–295.

80. Hwang J.N., Lay S.R., Kiang R. Robust Construction Neural Networks for Classification of Remotely Sensed Data // Proc. World Congress on Neural Networks. — 1993. — Vol. 4. — P. 580–584.
81. Foody G.M. RVM-based multi-class classification of remotely sensed data // Intern. J. Remote Sens. — 2008. — 29, N 6. — P. 1817–1823.
82. Bazi Y., Melgani F. Toward an optimal SVM classification system for hyperspectral remote sensing images // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 2006. — 44. — N 1. — P. 3374–3385.
83. De Fries R.S., Hansen M., Townshend J.R.G., Sohlberg R. Global land cover classifications at 8 km spatial resolution: the use of training data derived from Landsat imagery in decision tree classifiers // Intern. J. Remote Sens. — 1998. — 19. — P. 3141–3168.
84. Hansen M.C., Defries R.S., Townshend J.R.G., Sohlberg R. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach // Intern. J. Remote Sens. — 2000. — 21. — P. 1331–1364.
85. Becker-Reshef I., Vermote E., Lindeman M., Justice C. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data // Remote Sens. Environ. — 2010. — 114, N 6. — P. 1312–1323.
86. Boogaard H.L., Diepen C.A., Rutter R.P., Cabrera J.M.C.A., van Laar H.H. User's guide for the WOFOST 7.1 crop growth simulation model and WOFOST control center 1.5. — Wageningen, Netherlands: Winand Staring Centre, 1998. — 144 p.
87. Van Keulen H., Wolf J. Modelling of Agricultural production: weather soils and crops. — Wageningen, Netherlands: Pudoc, 1986. — 479 p.
88. Williams J.R., Jones C.A., Dyke P.T. A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity // Trans. ASAE. — 1984. — 27. — P. 129–144.
89. Ritchie J.T., Otter S. Description and performance of CERES-Wheat: A useroriented wheat yield model // ARS wheat yield project, Springfield, Virginia: USDA ARS, 1985. — P. 159–175.
90. Clevers J.G.P.W., van Leeuwen H.J.C. Combined use of optical and microwave remote sensing data for crop growth monitoring // Remote Sens. Environ. — 1996. — 56, N 1. — P. 42–51.
91. Clevers J.G.P.W., Buker C., van Leeuwen H.J.C., Bouman B.A.M. A framework for monitoring crop growth by combining directional and spectral remote sensing information // Remote Sens. Environ. — 1994. — 50, N 2. — P. 161–170.
92. Curnela Y., de Wit A.J.W., Duveiller G., Defourny P. Potential performances of remotely sensed LAI assimilation in WOFOST model based on an OSS Experiment // Agricultural and Forest Meteorology. — 2011. — 151, N 12. — P. 1843–1855.
93. de Wit A.J.W., van Diepen C.A. Crop growth modelling and crop yield forecasting using satellite-derived meteorological inputs // Intern. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. — 2008. — 10. — P. 414–425.
94. Fang H., Liang S., Hoogenboom G. Integration of MODIS LAI and vegetation index products with the CSM-CERES-Maize model for corn yield estimation // Intern. J. Remote Sens. — 2011. — 32, N 4. — P. 1039–1065.

95. Heinzel V.; Waske B., Braun M., Menz G. Remote sensing data assimilation for regional crop growth modelling in the region of Bonn (Germany) // Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2007). — Barcelona, Spain, 2007. — P. 3647–3650.
96. Maas S.J. Use of remotely-sensed information in agricultural crop growth models // Ecological Modelling. — 1988. — 41, N 3-4. — P. 247–268.
97. Kogan F., Salazar L., Roytman L. Forecasting crop production using satellite-based vegetation health indices in Kansas, USA // Intern. J. Remote Sens. — 2012. — 33, N 9. — P. 2798–2814.
98. Mkhabela M.S., Bullock P., Raj S., Wang S., Yang Y. Crop yield forecasting on the Canadian Prairies using MODIS NDVI data // Agricultural and Forest Meteorology. — 2011. — 151, N 3. — P. 385–393.
99. Ren J., Chen Z., Zhou Q., Tang H. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China // Intern. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. — 2008. — 10, N 4. — P. 403–413.
100. Salazar L., Kogan F., Roytman L. Use of remote sensing data for estimation of winter wheat yield in the United States // Intern. J. Remote Sens. — 2007. — 28. — P. 3795–3811.
101. Salazar L., Kogan F., Roytman L. Using vegetation health indices and partial least square method for estimation of corn yield // Intern. J. Rem. Sens. — 2008. — 29, N 1-2. — P. 175–189.
102. Flage R., Aven T. Expressing and communicating uncertainty in relation to quantitative risk analysis // R&ATA. — 2009. — 2(13), part 1 (Vol.2). — P. 9–18.
103. Robert C. The Bayesian Choice (2nd ed.). — New York: Springer, 2007.
104. Piers M. The Development and Application of a Method for the Assessment of Third Party Risk Due to Aircraft Accidents in the Vicinity of Airports // Proc. 19th International Council of Aeronautical Sciences Congress. — Anaheim, Calif. — 1994. — Vol. 19. — P. 507–518.
105. Mitchell H.B. Multi-sensor Data Fusion – An Introduction. — Berlin: Springer-Verlag, 2007. — 282 p.
106. Das S. High-Level Data Fusion. — Norwood, MA: Artech House Publishers, 2008. — 373 p.
107. Jaakkola T. Course materials for 6.867 Machine Learning, Fall 2006. MIT OpenCourseWare (<http://ocw.mit.edu/>), Massachusetts Institute of Technology. — 10 p.
108. Kotsiantis S., Pintelas P. Combining Bagging and Boosting // Intern. J. Comput. Intelligence. — 2004. — Vol. 1, No. 4. — P. 324–333.
109. Куссиль Н.Н., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Кравченко А.Н. Интеллектуальные вычисления в задачах обработки данных наблюдения Земли. — К.: “Наукова думка”, 2007. — 196 с.
110. Куссиль Н.Н., Шелестов А.Ю. Grid-системы для задач исследования Земли. Архитектура, модели и технологии. — К.: “Наукова думка”, 2008. — 452 с.
111. Rees W.G. Physical Principles of Remote Sensing. — Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

112. Aschbacher J., Milagro-Perez M.P. The European Earth monitoring (GMES) programme: Status and perspectives // *Remote Sens. Environ.* — 2012. — Vol. 120. — P. 3–8.
113. Christian E.J. GEOSS Architecture Principles and the GEOSS Clearinghouse // *IEEE Syst. J.* — 2008. — Vol. 2, no. 3. — P. 333–337.
114. Curlander J.C., McDonough R.N. *Synthetic Aperture Radar: Systems and Signal Processing.* — Wiley Series in Remote Sensing, 1991. — ISBN: 0-471-85770X.
115. Elachi C. *Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques.* — IEEE, 1988.
116. Kohonen T. *Self-Organizing Maps.* Series in Information Sciences. — Heidelberg: Springer, 1995.
117. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Flood Monitoring on the Basis of SAR Data // In: F. Kogan, A. Powell, O. Fedorov (Eds.), *Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability.* — Netherlands: Springer, 2011. — P. 19–29.
118. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Grid System for Flood Extent Extraction from Satellite Images // *Earth Sci. Inform.* — 2008. — Vol. 1, No. 3. — P. 105–117.
119. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Intelligent Computations for Flood Monitoring // *International Book Series «Advanced Research in Artificial Intelligence»* (ed. Markov K., Ivanova K., Mitov I.). — 2008. — 2. — P. 48–54.
120. Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Kravchenko O. Data Assimilation Technique For Flood Monitoring and Prediction // *Intern. J. Inform. Theory Appl.* — 2008. — 15(1). — P. 76–84.
121. Куcсуль Н.Н., Лупян Е.А., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Саворский В.П., Тищенко Ю.Г. Нейросетевой метод мониторинга затопленных территорий с использованием радиолокационных спутниковых данных // *Исследование Земли из космоса.* — 2008. — 4. — С. 29–35.
122. Dallemard J.F., Lichtenegger J., Raney R.K., Schumann R. *Radar imagery: theory and interpretation. Lecture notes.* — Rome: FAO/ESA, 1993.
123. *EnviSat ASAR Product Handbook.* — ESA, 2007. — http://envisat.esa.int/pub/ESA_DOC/Envisat/ASAR/asar.ProductHandbook.2_2.pdf.
124. Gonzalez R.C., Woods R.E. *Digital Image Processing.* — Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2002. — 793 p.
125. Henderson F.M., Lewis A.J. *Manual of Remote Sensing, Principles and Applications of Imaging Radar.* — Danvers, MA: John Wiley & Sons, 1998. — 745 p.
126. Sheng Y., Alsdorf D.E., Automated georeferencing and orthorectification of Amazon Basin-wide SAR Mosaics using SRTM DEM Data // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* — 2005. — 43(8). — P. 1929–1940.
127. Huang G.M., Guo J.K., Lv J.G., Xiao Z., Zhao Z., Qiu C.P. Algorithms and Experiment On Sar Image Orthorectification Based On Polynomial Rectification And Height Displacement Correction // *Proc. of Isprs.* — 2004. — Istanbul, Turkey.

128. Pierce L., Kelndorfer J., Ulaby F. Practical SAR Orthorectification // IGARSS. — 1996. — 4. — P. 2329–2331.
129. Kropatsch W.G., Strobl D. The Generation of SAR Layover and Shadow Maps From Digital Elevation Models // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. — 1990. — 28(1). — P. 98–107.
130. Richards W., Sebastian Seung H., Pickard G. Neural voting machines // Neural Networks. — 2006. — 19(8). — P. 1161–1167.
131. Zeil P. Validation of geo-information products for crisis management // Second Intern. Workshop. — JRC Ispra, 12–13 October 2010.
132. OGC KML. — <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>.
133. Solbe S., Solheim I. Towards operational flood mapping with satellite SAR // Proc. 2004 Envisat & ERS Symposium. — Salzburg, Austria. — 2004.
134. Katz R.W., Parlange M.B., Naveau P. Statistics of extremes in hydrology // Advances in Water Resources. — 2002. — 25(8). — P. 1287–1304.
135. Irish R., Barker J., Goward S., Arvidson T. Characterization of the Landsat-7 ETM+ Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm // Photogramm. Eng. Remote Sens. — 2006. — Vol. 72, N 10. — P. 1179–1188.
136. Frazier P.S., Page K.J. Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data // Photogramm. Eng. Remote Sens. — 2000. — Vol. 66, N 12. — P. 1461–1467.
137. Carfagna E., Gallego F.J. Using remote sensing for agricultural statistics // Intern. Stat. Rev. — 2005. — 73(3). — P. 389–404.
138. Галлеро Х., Кравченко А.Н., Кукуль Н.Н., Скакун С.В., Шелестов А.Ю., Грипич Ю.А. Анализ эффективности разных подходов для классификации посевов на основе спутниковой и наземной информации // Проблемы управления и информатики. — 2012. — №3. — С. 123–134.
139. Kussul N., Skakun S., Shelestov A., Kravchenko O., Gallego J.F., Kussul O. Crop area estimation in Ukraine using satellite data within the MARS project // 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2012). — Munich, Germany. — P. 3756–3759.
140. Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Kravchenko O., Moloshnii B. Crop state and area estimation in Ukraine based on remote and in-situ observations // Intern. J. Inform. Models Anal. — 2012. — Vol. 1, No. 3. — P. 251–259.
141. McKee T.B., Doesken N.J., Kliest J. Drought Monitoring with Multiple Time Scales // Proc. 9th AMS Conf. on Appl. Climatology. — 15–20 January 1995. — Dallas, Texas. — P. 233–236.
142. Guttman N.B. Comparing the palmer drought index and the standardized precipitation index // JAWRA J. American Water Resources Assoc. — 1998. — 34(1). — P. 113–121.
143. Palmer W.C. Meteorological drought // Weather Bureau Research Paper. — 1965. — No. 45. — 58 p.
144. Alley W.M. The Palmer drought severity index: limitations and assumptions // J. Climate and Appl. Meteorology. — 1984. — 23(7). — P. 1100–1109.

145. Tucker C.J., Holben B.N., Elgin J.H., McMurtrey J.E. Relationships of spectral data to grain yield variation // Photogramm. Eng. Remote Sens. — 1980. — 46. — P. 657–666.
146. Kogan F., Adamenko T., Guo W. Global and regional drought dynamics in the climate warming era // Remote Sens. Lett. — 2013. — 4(4). — P. 364–372.
147. Kogan F. Global drought watch from space // Bulletin American Meteorological Society. — 1997. — 78. — P. 621–636.
148. Kogan F. World droughts from AVHRR-based vegetation health indices // EOS, Trans. American Geophys. Union. — 2002. — 83. — P. 557–564.
149. Begueria S., Vicente-Serrano S.M. Mapping the hazard of extreme rainfall by peaks over threshold extreme value analysis and spatial regression techniques // J. Appl. Meteorology and Climatology. — 2006. — 45(1). — P. 108–124.
150. Kogan F., Guo W., Jelenak A. Global vegetation health: long-term data records // In: F. Kogan, A. Powell, O. Fedorov (Eds.), Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability. — Netherlands: Springer, 2011. — P. 247–255.
151. Gitelson A.A., Kogan F., Zakarin E., Spivak L., Lebed L. Using AVHRR data for quantitative estimation of vegetation conditions: Calibration and validation // Advances in Space Research. — 1998. — 22(5). — P. 673–676.
152. Лялько В.И., Сахацкий А.И., Жолобак Г.М., Попов М.А. Некоторые направления использования аэрокосмических методов при решении сельскохозяйственных задач в Украине // Сборник научных статей "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". — 2010. — Том 7, №1. — С. 19–28.
153. Kogan F., Menzhulin G., Shamshurina N., Pavlovsky A. New regression models for prediction of grain yield anomalies from satellite-based vegetation health indices // In: F. Kogan, A. Powell, O. Fedorov (Eds.), Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability. — Netherlands: Springer, 2011. — P. 105–112.
154. Куссуль Н.Н., Кравченко А.Н., Скакун С.В., Адаменко Т.И., Шелестов А.Ю., Колотий А.В., Грипич Ю.А. Регрессионные модели оценки урожайности сельскохозяйственных культур по данным MODIS // Сборник научных статей "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". — 2012. — Том 9, №1. — С. 95–107.
155. Куссуль Н.Н., Скакун С.В., Лавренюк А.М., Колотий А.В. Индукционный подход к прогнозированию урожайности озимой пшеницы по спутниковым данным в Украине // Материалы Пятого Белорусского космического конгресса. — Минск, 25–27 октября 2011. — Т. 2. — С. 116–120.
156. Kogan F., Kussul N., Adamenko T., Skakun S., Kravchenko O., Kryvobok O., Shelestov A., Kolotii A., Kussul O., Lavrenyuk A. Winter wheat yield forecasting in Ukraine based on Earth observation, meteorological data and biophysical models // Intern. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. — 2013. — vol. 23. — P. 192–203.

157. Kogan F., et al. Winter Wheat Yield Forecasting: a Comparative Analysis of Results of Regression and Biophysical Models // J. Autom. Inform. Sci. — 2013. — 45(6). — P. 68–81.
158. Huete A., Justice C., van Leeuwen W. MODIS Vegetation Index (MOD13) Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). — 1999. — Version 3. — Режим доступу: http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf.
159. Brockwell P.J., Davis R.A. Introduction to Time Series and Forecasting. — New York: Springer, 2nd ed., 2000. — 238 p.
160. Street J.O., Carroll R.J., Ruppert D. A Note on Computing Robust Regression Estimates via Iteratively Reweighted Least Squares // The American Statistician. — 1988. — 42. — P. 152–154.
161. Jansen M.J.W. Validation of CGMS // Workshop for Central and Eastern Europe on agrometeorological models: theory and applications in the MARS project, Ispra, Italy, 1994 (Eds.) J.F. Dallemand, P. Vossen, Luxembourg: Office for Off. Publ. of the EU, 1994. — P. 159–170.
162. Дрейпер Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Кн. 1/Пер. с англ.— 2-е изд.— М: Финансы и статистика, 1986.— 366 с., Кн. 2/ Пер. с англ.— 2-е изд.— М: Финансы и статистика, 1987. — 351 с.
163. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. — www.mcx.ru.
164. Куссуль Н.Н., Кравченко А.Н., Грилич Ю.А. Технология классификации посевных территорий и оценка риска засухи по спутниковым и наземным данным // 10th Ukrainian Conf. on Space Research. — 2010. — Yevpatoria, Crimea, Ukraine. — P. 49.
165. Kussul N., Kravchenko O., Skakun S., Shelestov A., Kolotiy A., Mironov A. Efficiency of different satellite data for crop area estimation in Ukraine // 11th Ukrainian Conf. on Space Research. — 2011. — Yevpatoria, Crimea, Ukraine.
166. Gallego F.J. Double sampling for area estimation and map accuracy assessment // Под ред. Mowrer H.T., Congalton R.G. Quantifying Spatial Uncertainty in Natural Resources: Theory and Applications for GIS and Remote Sensing. — Chelsea, Michigan, USA: Ann Arbor Press, 1999.
167. Gallego F.J. Remote sensing and land cover area estimation // Intern. J. Remote Sens. — 2004. — 25(15). — P. 3019–3047.
168. Cotter J., Tomczac C. An Image Analysis System to Develop Area Sampling Frames for Agricultural Surveys // Photogramm. Eng. Remote Sens. — 1994. — 60(3). — P. 299–306.
169. Cochran W. Sampling Technique. — New York, USA: John Wiley & Sons, 1977.
170. Hansen M.H., Hurwitz W.N., Madow W.G. Sample survey, Methods and Theory. — New York, USA: John Wiley & Sons, 1953.
171. Thompson S.K. Sampling. — New York, USA: John Wiley and Sons, 1992.
172. Kussul N. Neural Networks Learning Using Method of Fuzzy Ellipsoidal Estimates // J. Autom. Inform. Sci. — 2001. — Vol. 33, No. 3.
173. http://en.wikipedia.org/wiki/C4.5_algorithm.
174. McNairn H., Shang J., Champagne C., Jiao X. TerraSAR-X and RADARSAT-2 for crop classification and acreage estimation // In: Proc. 2009

Список літератури

IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2009). — 12-17 July 2009. — vol. 2. — P. II-898-II-901.

175. Vintrou E., Desbrosse A., Begue A., Traore S., Baron C., Lo Seen D. Crop area mapping in West Africa using landscape stratification of MODIS time series and comparison with existing global land products // Intern. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. — 2012. — vol. 14, no. 1. — P. 83-93.

176. Boryan C., Yang Z., Mueller R., Craig M. Monitoring US agriculture: the US Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service, Cropland Data Layer Program // Geocarto Intern. — 2011. — 26(5). — P. 341-358.

177. Shelestov A., Kussul N., Skakun S. Grid Technologies in Monitoring Systems Based on Satellite Data // J. Autom. Inform. Sci. — 2006. — Vol. 38, No. 3. — P. 69-80.

178. Scheuren J.-M., le Polain de Waroux O., Below R., Guha-Sapir D., Ponserre S. Annual Disaster Statistical Review – The Number and Trends 2007 // Center for Research of the Epidemiology of Disasters (CRED), Jacoffsaet Printers, Melin, Belgium. — 2008.

179. Morse A., Kramber W.J., Allen R.G. Cost Comparison for Monitoring Irrigation Water Use: Landsat Thermal Data Versus Power consumption Data // Proc. 17th William T. Pecora Memorial Remote Sensing Symposium. — 2008. — Denver, CO, USA.

180. Скакун С.В. Web-система регіонального центру підтримки програми UN-SPIDER в Україні // Наука та інновації. — 2011. — Т. 7, № 3. — С. 17-24.

181. Шелестов А.Ю., Кравченко О.М., Волошин С.В., Грипич Ю.А., Куссульт О.М., Міронов А.І., Правдюков П.М. Web-портал системи агромоніторингу // Наука та інновації. — 2011. — Т. 7, № 3. — С. 30-35.

182. Шелестов А.Ю., Куссульт Н.М., Загородній Є.В., Волошин С.В., Скакун С.В., Кравченко О.М., Колотій А.В. Геоінформаційна система фермера // Наука та інновації. — 2011. — Т. 7, № 3. — С. 25-29.

183. Moe K., Smith S., Prescott G., Sherwood R. Sensor Web Technologies for NASA Earth Science // Proc. of 2008 IEEE Aerospace Conference. — 2008. — P. 1-7.

184. Moe. K. NASA Technology for the Earth Observation Sensor Web // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2008). — 2008. — 5. — P. 128-131.

185. Mandl D., Frye S.W., Goldberg M.D., Habib S., Talabac S. Sensor Webs: Where They are Today and What are the Future Needs? // Proc. Second IEEE Workshop on Dependability and Security in Sensor Networks and Systems (DSSNS 2006). — 2006. — P. 65-70.

186. Report from the Earth Science Technology Office (ESTO) Advanced Information Systems Technology (AIST) Sensor Web Technology Meeting. — San Diego, USA. — February 13-14, 2007. — http://esto.nasa.gov/sensorwebmeeting/files/AIST_Sensor_Web_Meeting_Report_2007.pdf.

187. CEOS Working Group on Information Systems and Services (WGISS). — <http://www.ceos.org/wgiss>.

188. GEO (Group on Earth Observations). — www.earthobservations.org.

189. Kussul N., Mandl D., Moe K., Mund J.P., Post J., Shelestov A., Skakun S., Szarzynski J., Van Langenhove* G., Handy M. Interoperable Infrastructure for Flood Monitoring: SensorWeb, Grid and Cloud // IEEE J. Selected Topics Appl. Earth Observ. Remote Sens. — 2012. — Vol. 5, No. 6. — P. 1740–1745.
190. Mandl D., Frye S., Cappelaere P., Handy M., Policelli F., Katjizeu M., Van Langenhove G., Aube G., Saulnier J.-F., Sohlberg R., Silva J.A., Kussul N., Skakun S., Ungar S.G., Grossman R., Szarzynski J. Use of the Eearth Observing One (EO-1) Satellite for the Namibia SensorWeb Flood Early Warning Pilot // IEEE J. Selected Topics Appl. Earth Observ. Remote Sens. — 2013. — Vol. 6, No. 2. — P. 298–308.
191. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Системний аналіз: проблеми, методологія, приложення. — К.: Наукова думка, 2005. — 744 с.
192. Шелестов А.Ю. Структурно-функціональний аналіз компонентів Grid-систем // Проблеми управління та інформатики. — 2007. — №5. — С. 119–132.
193. НД ТЗІ 2.5-004-99 «Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу», ДСТЗІ, Київ, 1999.
194. Zadeh L. Fuzzy sets // Inform. Control. — 1965. — V.8. — 338 p.
195. Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Li G., Kussul O. The Wide Area Grid Testbed for Flood Monitoring Using Earth Observation Data // IEEE J. Selected Topics Appl. Earth Observ. Remote Sens. — 2012. — Vol. 5, No. 6. — P. 1746–1751.
196. Shelestov A., Kravchenko O., Ilin M. Geospatial data visualisation in Grid system on Ukrainian segment of GEOSS/GMES // Proc. of the V-th International Conference "Information Research&Applications". — Varna (Bulgaria). — June 26-30, 2007. — Vol. 2. — P. 422–428.
197. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Grid System for Flood Extent Extraction from Satellite Images // Earth Sci. Inform. — 2008. — 1(3-4). — P. 105–117.
198. Hluchy L., Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Kravchenko O., Gripič Y., Kopp P., Lupian E. The Data Fusion Grid Infrastructure: Project Objectives and Achievements// Comput. Inform. — 2010. — Volume 29, No. 2. — P. 319–334.
199. Foster I. Globus Toolkit Version 4: Software for Service-Oriented Systems // IFIP Intern. Conf. Network and Parallel Comput. — Springer-Verlag, LNCS 3779. — 2005. — P. 2–13.
200. Humphrey M., Wasson G., Jackson K., Boverhof J., Rodriguez M., Bester J., Gawor J., Lang S., Foster I., Meder S., Pickles S., McKeown M. State and Events for Web Services: A Comparison of Five WS-Resource Framework and WS-Notification Implementations // 4th IEEE Intern. Symp. High Performance Distributed Comput. (HPDC-14). — Research Triangle Park, NC. — 24-27 July 2005.
201. Allcock W., Bresnahan J., Kettimuthu R., Link M., Dumitrescu C., Raicu I., Foster I. The Globus Striped GridFTP Framework and Server // Proc. Super Comput. 2005 (SC05). — November 2005.

202. Welch V., Siebenlist F., Foster I., Bresnahan J., Czajkowski K., Gawor J., Kesselman C., Meder S., Pearlman L., Tuecke S. Security for Grid Services // 12th Intern. Symp. High Performance Distributed Comput. (HPDC-12). — IEEE Press, 2003.
203. Foster I., Frey J., Graham S., Tuecke S., Czajkowski K., Ferguson D., Leymann F., Nally M., Sedukhin I., Snelling D., Storey T., Vambenepe W., Weerawarana S. Modeling Stateful Resources with Web Services // <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-resource/ws-modelingresources.pdf>.
204. OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
205. Rahman A., Kogan F., Roytman L., Goldberg M., Guo W. Modelling and prediction of malaria vector distribution in Bangladesh from remote-sensing data // Intern. J. Remote Sens. — 2011. — Vol. 32, No. 5. — P. 1233–1251.
206. Rahman A., Krakauer N., Roytman L., Goldberg M., Kogan F. Application of Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)-based Vegetation Health Indices for Estimation of Malaria Cases // Am. J. Trop. Med. Hyg. — 2010. — Vol. 82, No. 6. — P. 1004–1009.
207. Kussul N., Shelestov A., Skakun S. Grid Technologies for Satellite Data Processing and Management within International Disaster Monitoring Projects // In S. Fiore, G. Aloisio, Eds. Grid and Cloud Database Management. — Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. — P. 279–306.
208. Mandl D. Experimenting with Sensor Webs Using Earth Observing 1 // Proc. IEEE Aerospace Conf. — Big Sky, MT. — March 2004.
209. Brakenridge G.R., Anderson E. MODIS-based flood detection, mapping, and measurement: the potential for operational hydrological applications // Proc. NATO Advanced Research Workshop Transboundary Floods. — Baile Felix – Oradea, Romania. — May 4–8, 2005. — 9 p.
210. Yilmaz K.K., Adler R.F., Tian Y., Hong Y., Pierce H.F. Evaluation of a satellite-based global flood monitoring system // Intern. J. Remote Sens. — 2010. — Vol. 31, No. 14. — P. 3763–3782.
211. De Groeve T., Kugler Z., Brakenridge G.R. Near Real Time Flood Alerting for the Global Disaster Alert and Coordination System // Proc. 4th Intern. ISCRAM Conf. (B. Van de Walle, P. Burghardt and C. Nieuwenhuis, eds.). — Delft, the Netherlands. — May 2007. — P. 33–40.
212. De Groeve T., Riva P. Global real-time detection of major floods using passive microwave remote sensing // Proc. 33rd Intern. Symp. Remote Sens. Environ. — Stresa, Italy. — May 2009.
213. Wang J., et al. The coupled routing and excess storage (CREST) distributed hydrological model // Hydrol. Sci. J. — 2011 Vol. 56, No. 1. — P. 84–98.

Зміст

Передмова	3
Частина I. Методи геопросторового аналізу ризиків	5
Розділ 1. Існуючі підходи до оцінювання ризику природних надзвичайних ситуацій на основі геопросторових даних	6
1.1 Поняття ризику	7
1.2 Аналіз ризиків на основі геопросторової інформації (геопросторового аналізу)	9
1.3 Огляд кількісних мір ризиків	11
Розділ 2. Інтеграція геопросторових даних в задачах оцінювання ризиків природних надзвичайних ситуацій	19
2.1 Методи аналізу ризиків надзвичайних ситуацій на основі геопросторових даних	19
2.2 Методи моніторингу та оцінювання ризику повеней на основі геопросторової інформації	19
2.3 Аналіз методів оцінювання площ сільськогосподарських культур з використанням супутникових даних	23
2.4 Аналіз методів прогнозування врожайності сільськогосподарських культур з використанням супутникових даних	24
2.5 Загальна постановка задачі оцінки ризиків на основі різномірної геопросторової інформації та метод її розв'язання	26
Розділ 3. Картографування повеней на основі радіолокаційних супутникових даних	32
3.1 Принципи радіолокаційного спостереження поверхні Землі	34

3.2 Застосування нейронних мереж до обробки цифрових зображень	37
3.3 Опис супутникових радіолокаційних даних	43
3.4 Метод картографування повеней за супутниковими радіолокаційними даними.....	46
3.5 Верифікація методу картографування повеней на незалежних даних	56
Розділ 4. Оцінювання ризику повеней на основі геопросторових даних	73
4.1 Оцінка періоду повторюваності повеней на основі наземних даних	73
4.2 Оцінка густини ймовірності повеней на основі аналізу часових рядів оптичних супутникових даних.....	76
4.3 Оцінка густини ймовірності повеней для конкретної події на основі радіолокаційних супутникових даних.....	80
Розділ 5. Оцінювання ризику посух на основі геопросторових даних	82
5.1 Загальний підхід.....	82
5.2 Визначення ймовірності посух за супутниковими даними	84
5.3 Оцінювання функції пошкодження (втрат) сільськогосподарських культур внаслідок посухи.....	90
5.4 Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур на основі супутникових даних.....	91
5.5 Оцінювання площ сільськогосподарських культур на основі супутникових даних.....	99
5.6 Оцінювання ризику посух за геопросторовими даними	121
Частина II. Геоінформаційні технології моніторингу та оцінювання ризиків надзвичайних ситуацій	123
Розділ 6. Інформаційна технологія картографування повеней за супутниковими даними	124
6.1 Загальна архітектура системи автоматичної обробки даних супутникових радіолокаційний.....	126
6.2 Високорівневі сервіси.....	130

6.3 Сервіси Grid-інфраструктури.....	131
6.4 Wide Area Grid — InterGrid-інфраструктура для моніторингу повеней.....	133
6.5 Засоби програмної реалізації.....	138
Розділ 7. Інформаційна технологія оцінювання ризиків на основі геопросторових даних та Sensor Web	171
7.1 Структурно-функціональний аналіз Sensor Web.....	171
7.2 Система Sensor Web для прогнозування та моніторингу повеней.....	182
Розділ 8. Геопортал підтримки прийняття рішень щодо моніторингу надзвичайних ситуацій	194
8.1 Основна концепція геопорталу.....	194
8.2 Архітектура системи.....	194
8.3 Клієнтська частина.....	197
8.4 Програмний інтерфейс взаємодії з сервером.....	209
8.5 Адміністративна частина.....	211
8.6 Програмний інтерфейс взаємодії адміністративної частини з сервером.....	220
8.7 База даних.....	225
8.8 Програмний інтерфейс для доступу до бази даних ..	227
8.9 Картографічний сервіс для візуалізації геопросторових даних.....	229
Розділ 9. Інформаційна технологія аналізу ризиків повеней для Намібії	233
Список літератури.....	241
Зміст.....	255

Наукове видання

**КУССУЛЬ Наталія Миколаївна
СКАКУН Сергій Васильович
ШЕЛЕСТОВ Андрій Юрійович**

ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ РИЗИКІВ СТИХІЙНИХ ЛИХ

Київ, Науково-виробниче підприємство
«Видавництво „Наукова думка” НАН України», 2014

Підп. до друку 23.12.2013. Формат 60 × 84/16. Папір офс. № 1.
Гарн. Таймс. Друк. офс. Ум. друк. арк. 16,25.
Ум. фарбо-відб. 16,76. Обл.-вид. арк. 17,13.
Наклад 300 прим. Зам. № 47-025.

НВП «Видавництво „Наукова думка” НАН України»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру ДК № 2440 від 15.03.2006 р.
01601*Київ І, вул. Терещенківська, 3

Видруковано СПД Вероцький.
Свідоцтво № 10011090 від 25.09.2002 р.
Київ, вул. Вєтрова, 13



Куcssуль Наталія Миколаївна

(нар. 1965 р.), доктор технічних наук, заступник директора, завідувач відділу інформаційних технологій та систем Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України. Професор кафедри інформаційної безпеки НТУУ "КПІ". Член робочої групи WGISS міжнародного комітету супутникових спостережень CEOS. Область наукових інтересів - інтелектуальні обчислення, методи обробки супутникових даних, інформаційні технології. Автор понад 250 наукових публікацій, в тому числі восьми монографій та двох навчальних посібників.



Скакун Сергій Васильович

(нар. 1980 р.), кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії супутникового моніторингу Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України. Лауреат премії НАН України для студентів ВНЗ, удостоєний гранту та стипендії Президента України для молодих учених. Член робочої групи WGISS міжнародного комітету супутникових спостережень CEOS. Область наукових інтересів - інтелектуальні методи обробки даних, інформаційні технології. Автор понад 80 наукових публікацій, в тому числі чотирьох монографій.



Шелестов Андрій Юрійович

(нар. 1967 р.), доктор технічних наук, завідувач кафедри технологій програмування Національного університету біоресурсів і природокористування України. Професор кафедри технологій програмування НУБіП України. Член робочої групи WGISS міжнародного комітету супутникових спостережень CEOS. Область наукових інтересів - інтелектуальні обчислення, моделювання і розроблення розподілених систем, інформаційні технології. Автор понад 150 наукових публікацій, в тому числі шести монографій та двох навчальних посібників.