

ДОБРИ ПРАКТИКИ В БЪЛГАРИЯ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА СПЪТНИКОВИ ДАННИ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО И ЛАНДШАФТНО- ЕКОЛОГИЧНИЯ МОНИТОРИНГ

**Георги Желев, Лъчезар Филчев, Ваня Стаменова, Васил Василев,
Петър Димитров, Александър Гиков, Евгения Руменина, Стефан Стаменов**

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: gjelev@space.bas.bg*

Ключови думи: спътникови данни, земеделие, екологичния мониторинг

Резюме: *Работата е посветена на някои от основните изследвания в областта на приложението на аерокосмически данни в земеделието и ландшафтно-екологичния мониторинг на територията на България, проведени от членовете на Секция „Дистанционни изследвания и ГИС“ към Институт за космически изследвания и технологии – БАН.*

BEST PRACTICES IN SATELLITE DATA APPLICATIONS FOR AGRICULTURE AND LANDSCAPE-ECOLOGICAL MONITORING IN BULGARIA

**Georgi Jeleu, Lachezar Filchev, Vanya Stamenova, Vassil Vassilev,
Petar Dimitrov, Aleksandar Gikov, Eugenia Roumenina, Stefan Stamenov**

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: gjelev@space.bas.bg*

Keywords: *satellite data, agriculture, environmental monitoring*

Abstract: *The work is dedicated to some of the basic research in the application of aerospace data in agriculture and landscape-ecological monitoring on the territory of Bulgaria, carried out by members of the Section "Remote Sensing and GIS" at the Space Research and Technologies Institute - BAS.*

Въведение

Аерокосмически изследвания в България се провеждат върху цялата територия на страната или на отделни тестови участъци, наречени аерокосмическите полигони. Това са аерокосмически полигони (АПК): „Рила“, „Плевен“, „Пловдив“, „Шумен“, „Източни Родопи“, „Пчелина“ и „Нови Искър“ (Фиг. 1.) (Roumenina et al. 2008, 2009). Те са определени за различни изследвания в областта на селското и горско стопанство, екологията, геологията и др.

Полигоните в северна България са предназначени за дистанционни изследвания, най-вече в областта на селското стопанство, мониторинг на антропогенните изменения на околната среда както и валидиране на дистанционни данни.

Полигоните в Южна България са ориентирани към приложение на дистанционни изследвания при търсене и проучване на полезни изкопаеми, локализиране на сеизмотектонски зони и явления, при изследване на редица неотектонски и палеотектонски морфоструктури, както и при определяне на геоложката опасност.

Спътников мониторинг на земеделски култури и растителна покривка

На АПК „Плевен“, „Пловдив“ и „Шумен“ се тестват и валидират спътникови данни за изследване развитието на земеделски култури и растителната покривка.

Един основен източник на данни за растителната покривка е Европейската SPOT VEGETATION програма, която сега продължава с мисията PROBA-V (Фиг. 2.). По-високата

пространствена разделителна способност (ПРС) на данните от PROBA-V (300 m и 100 m) дават възможност да се проследи развитието и оцени състоянието на посевите. В случая на Фиг. 3. – оценка на развитието и състоянието на зимната пшеница в района на с. Лозен, община Добрич. (Craciunescu et al. 2012, Kazandjiev et al. 2012, Roumenina et al., 2012a, 2012b, 20123c)

Общата Селскостопанска Политика (ОСП) на Европейския Съюз (ЕС) изисква информация за коректното изпълнение на поетите ангажименти на земеделските стопани. Един такъв надежден и достоверен източник на информация са спътниковите изображения. Чрез автоматизирана класификация надеждно се разпознават земеделските култури. На Фиг. 4а. са показани спътниково изображение от SPOT 5 и резултат от автоматизираната класификация, при което ясно се отделят засетите култури – зимна пшеница и зимна рапица. Състоянието на засетите култури надеждно се определя по спътникови изображения с по-висока ПРС (QUICKBIRD, Фиг. 4б.).

По-големия пространствен обхват или обзор на спътниковите изображения с по-ниска ПРС, каквито са тези от NOAA AVHRR, дават възможност за определяне на състоянието на растителната покривка и регистрират аномалии в него за цялата територия на страната. На (Фиг. 5а.) ясно се вижда аномалното състояние на растителната покривка 2007 година - показани в тъмножълто и кафяво докато през 2008 г. състоянието на растителната покривка е нормално (Фиг. 5б.) (Roumenina et al., 2010). За подобни изследвания служат спътниковите данни от SPOT VEGETATION. Добре се отличава аномалното състояние на селскостопанските култури през 2007 г. и по техните времеви профили на развитие. Докато за 2011 г. развитието е напълно нормално (Фиг. 6.) (Roumenina et al., 2012d, 2013a, 2013b).

Ландшафтно-екологичен мониторинг. Нарушени земи, природни и културно-исторически забележителности, гори, природни бедствия и градски зелени площи

АКП „Нови Искър“ е основният за тестване на дистанционни данни при провеждане на ландшафтно-екологичен мониторинг. При него основен проблем са нарушените земи. Тяхното определяне е възможно по сателитни изображения с висока пространствена разделителна способност. А с използване на обектно-ориентирана класификация се определят класовете земно покритие, както и тяхното разпределение (Фиг. 7.) (цитат).

Благодарение на използването на архивни данни – аерофото снимки от 40^{-те} години - може да се проследят промени в развитието на даден район и да се анализират причините за тези промени. Така например една природна забележителност край гр. Нови Искър - Кътинските пирамиди деградират в резултат от променен ерозионен базис в следствие на възгледобив в района (Фиг. 8.) (Naydenova, Roumenina 2009; Naydenova, Roumenina, Kanev, Filchev, Stefanov 2007; Naydenova 2012; Naydenova 2009). За района на Нови Искър е разработена концептуална методика за приложението на дистанционните методи, ГИС и GPS технологии за опазване на природно и културно-историческо наследство, и възможностите за развитие на туризъм. Картографирани са наличните културно-исторически обекти и са направени пространствени анализи за определяне на потенциални туристически маршрути (Фиг. 9.) (Найденова, Стаменов 2012; Найденова, Стаменов 2014).

Важен фактор за екологичната оценка е състоянието на горите, чието определяне се провежда на АКП „Нови Искър“ и „Рила“. Като надежден и достоверен източник на информация са отново спътниковите изображения. По спътниково изображение от Landsat е определен здравният статус на буковите и смърчови гори в биосферния резерват „Чупрене“ (Фиг. 10.) (Руменина, Е., В. Димитров. 2003). Изследвани са пораженията причинени от бръмбар корояд на територията на биосферен резерват „Бистришко бранище“ с помощта на спътникови данни от CHRIS-PROBA (Filchev et al. 2013). С използване на изображения с висока спектрална разделителна способност, в случая от спътника Earth Observing-1 (EO-1), Hyperion с 242 спектрални канала здравия статус на горите може да се определи много по-детайлно (в десетостепенна скала) по примера на горите във водосборния басейн на р. Тайна, в района на гр. Нови Искър (Фиг. 11.) (Filchev, 2013). Спътниковите изображения дават възможност за изчисляване на надземната биомаса в горските масиви (Dimitrov 2012b). На Фиг. 12. е показано пространственото разпределение на количеството надземна биомаса, в тонове на хектар, на иглолистните гори в Северозападна Рила, изчислени на базата на спътниково изображение с висока пространствена разделителна способност от спътника SPOT 5 (Dimitrov 2012a; Dimitrov and Roumenina 2012).

Друга област, в която дистанционните данни са полезни е проследяването на последствията от горски пожари. Такова изследване е проведено за пожара от 2000 г. близо до х. Мальовица, Рила. Засегнатата площ може да бъде ясно идентифицирана върху изображения със средна (Landsat) висока ПРС (QuickBird), което позволява картографирането ѝ. (Фиг. 13а.) (Gikov and Dimitrov 2010, Dimitrov and Gikov, 2010). С цел идентифициране на засегнати от

горски пожар площи в биосферния резерват „Бистришко бранище“, Витоша са прилагани данни от PROBA/CHIRIS и Landsat (Фиг. 13б.) (Filchev and Dimitrov, 2013).

Спътниковите изображения успешно се прилагат при моделите за оценка на геоложката опасност. Това успешно се извършва върху АКП „Източни Родопи“. В случая, показан на Фиг. 14., са използвани данни със средна пространствена разделителна способност от спътниците Landsat и Terra/ASTER в модела за определяне на геоложката опасност в Източни Родопи (Jelev, 2012; Jelev, 2013). Като краен продукт е създадена карта на степента на геоложка опасност за изследвания район (Jelev, 2013).

Един пример в този аспект е използването на дистанционни данни за определяне активността на свлачището при с. Ген. Гешево (Фиг. 15а.), което силно се активира през 2000 г. (Gikov, 2011; Гиков, и др., 2011). С помощта на архивна аерофото снимка и спътниково изображение с подобна пространствена разделителна способност (в случая от спътника WORLDVIEW) се установи ареала и посоката на свличане на земните маси. Като краен продукт е съставена карта на посоката и преместване на свлачището в метри (Фиг. 15б.) (Gikov, 2011). Най-големите премествания са от порядъка на 35-40 м.

По спътниково изображение от IKONOS са определени зоните изложени на риск и са разпознати типове сгради и съоръжения в зависимост на тяхната уязвимост от високи вълни по Черноморското ни крайбрежие в района на гр. Балчик (Фиг. 16.) (Ranguelov, et al. 2009, Ranguelov, et al. 2010).

Иновативно приложение на геоинформационните технологии е разработването на пространствен модел за картографиране, документиране и опазване на Външния град на първата българска столица Плиска с интегрираното използване на спътникови изображения, GPS технологии и ГИС (Фиг. 17.) (Stamenov 2012; Stamenov, Naydenova, Aladzhov 2012; Stamenov, Aladzhov 2014).

Данните от спътници се използват за определяне на последствията от друг рисков фактор какъвто са наводненията. По спътниково изображение с висока ПРС от IKONOS (Фиг. 18.) се определени наводнените площи от наводнението в района на гр. Нови Искър от 2005 г. На изображението от QUICKBIRD две години по-късно може да се види промяната на земеползването на наводнените площи (Roumenina et al. 2010). От обработваеми земи са се превърнали в ливади и пустеещи земи. Освен определяне на залетите площи интерес представлява и проследяването на динамиката им във времето, което става по спътникови изображения с висока времева разделителна способност (веднъж на ден), каквито са тези от спътниците TERRA и AQUA. На Фиг. 19. е показано такова проследяване на наводнения по поречието на р. Дунав и долното течение на р. Марица.

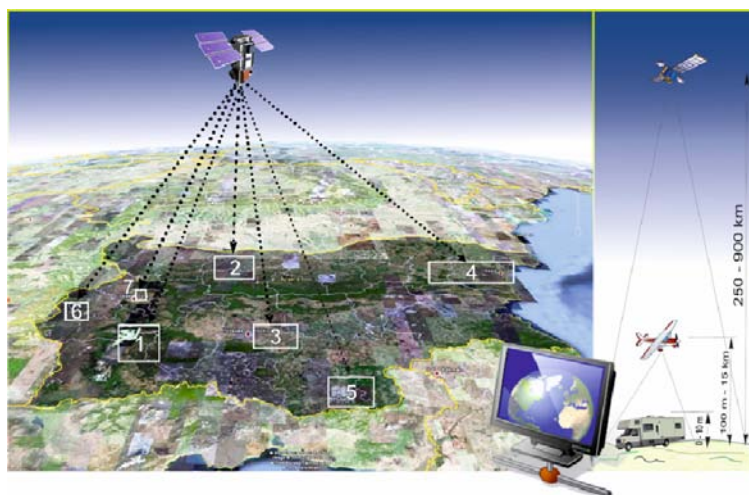
Един интересен пример е използването на спътникови изображения с висока ПРС при определяне на електромагнитното замърсяване на околната среда (Фиг. 20.). С помощта на такова изображение от спътника QUICKBIRD в с. Чепинци са локализираните ретранслаторните антени и е изградена мрежа за наземно опробване. Като резултат е съставена карта на електромагнитното замърсяване (Getsov et al. 2008, 2009; Teodosiev et al. 2009a, 2009b).

Развитието на зелената система в населените места е важен фактор за тяхното екологично развитие. При съпоставка на архивни данни и актуални спътникови изображения, каквито в случая са аерофото снимка от 1982 г. и изображение от спътника QUICKBIRD за гр. Пловдив, се вижда разрастването на район Тракия (Фиг. 21а.) (Nedkov et al. 2005a, 2005b, Roumenina et al. 2007b). От съставените карти се вижда, че в района са обособени и нови зелени площи – паркове, градинки и др. Крайният резултат от интерпретиране на спътниковото изображение е създадената карта на зелената система на гр. Пловдив (Фиг. 21б.).

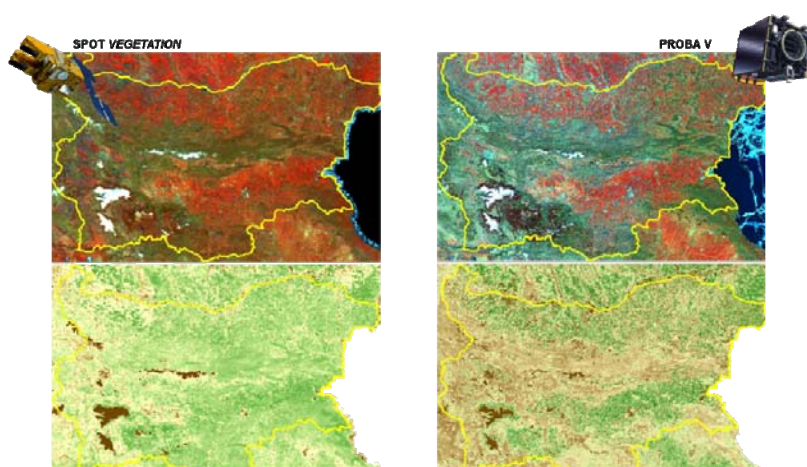
Заклучение

Всички представени в този доклад резултати са от екипната работа на колегите от секция „Дистанционни изследвания и ГИС“, като повечето от тях са резултати от изпълнението на национални и международни проекти. Постигнатите резултати са представени в десетки публикации в списания и доклади на национални и международни форуми, представени в литературата.

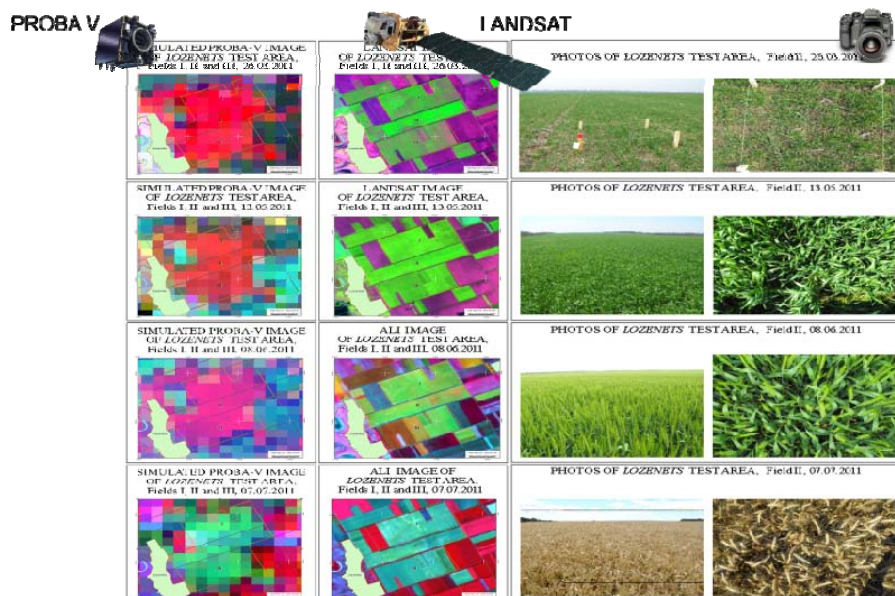
Ползването на данни от новото поколение спътници ще бъде приоритет при провеждане на изследвания в земеделието и ландшафтно-екологичния мониторинг на територията на България. Космически компонент на Европейската програма „Коперник“ е изстрелването на 7 спътника от семейството SENTINEL за изследване и изучаване на природната среда. Очакваме първите многоканални изображения с висока и средна пространствена разделителна способност от спътниците SENTINEL-2 и SENTINEL-3 предвидени за изследване на земната повърхност.



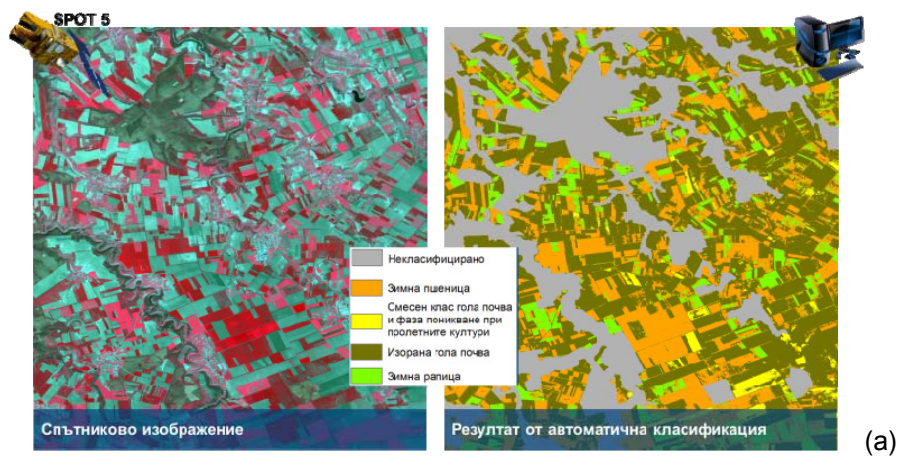
Фиг. 1. Местоположение на аерокосмическите полигони на територията на Р. България; 1 Рила, 2 Плевен, 3 Пловдив, 4 Шумен, 5 Източни Родопи, 6 Пчелина, 7 Нови Искър



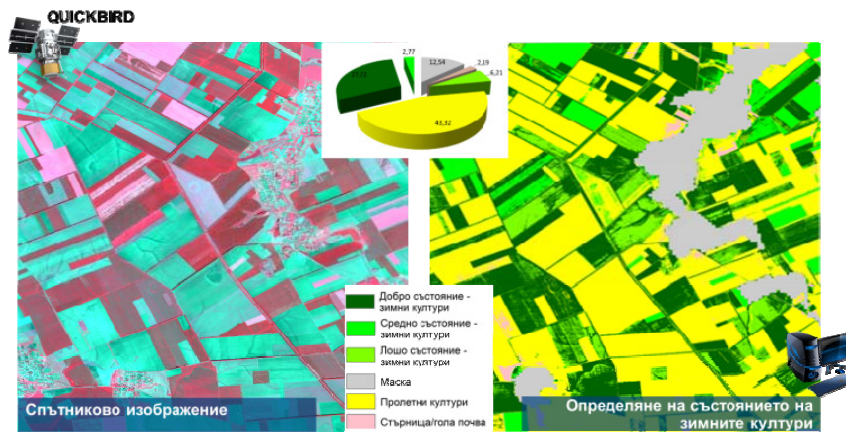
Фиг. 2. Псевдо цветно и индексно (NDVI) изображение от SPOT VEGETATION и PROBA V (добавете датите на заснемане на изображенията, като а) и б) защото излиза, че са две различни от различни дати или две изображения от една и съща дата)



Фиг. 3. Развитието и състоянието на зимната пшеница в района на с. Лозен, община Добрич по спътникови и наземни данни

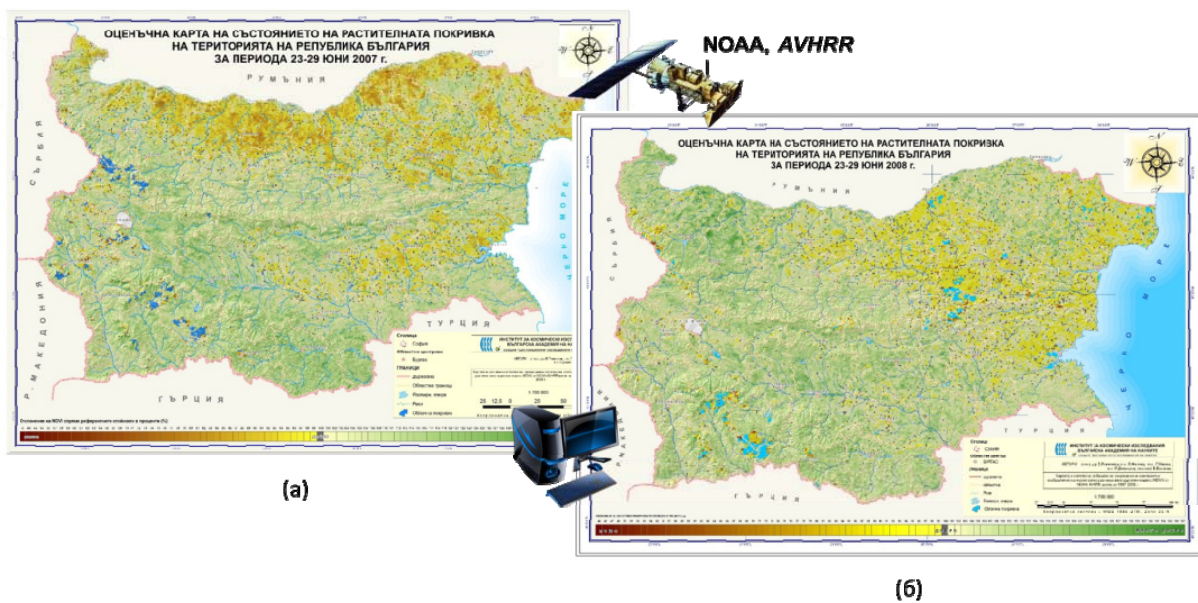


(a)



(б)

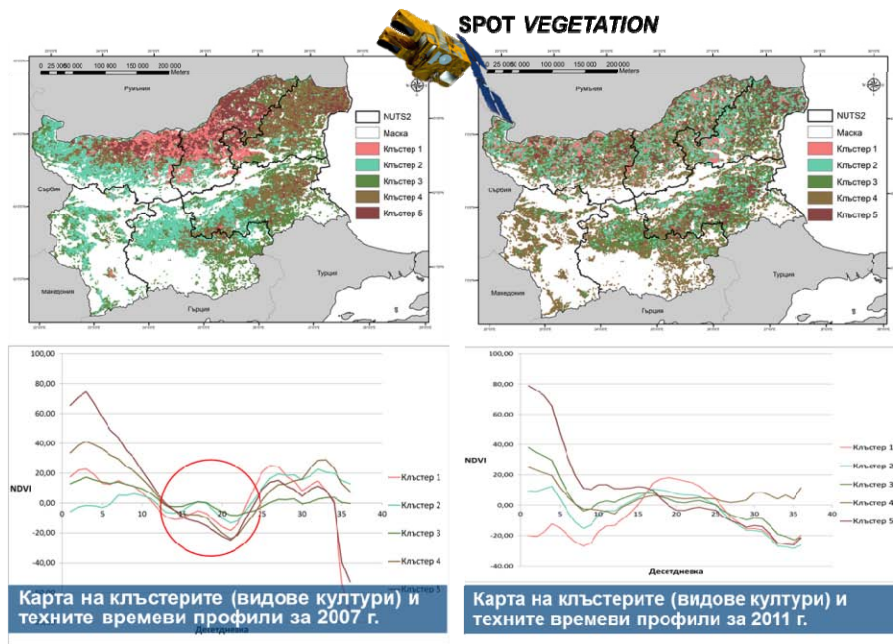
Фиг. 4. Разпознаване (а) и оценка на състоянието (б) на земеделски култури по спътникови изображения в района на с. Житен, обл. Добрич



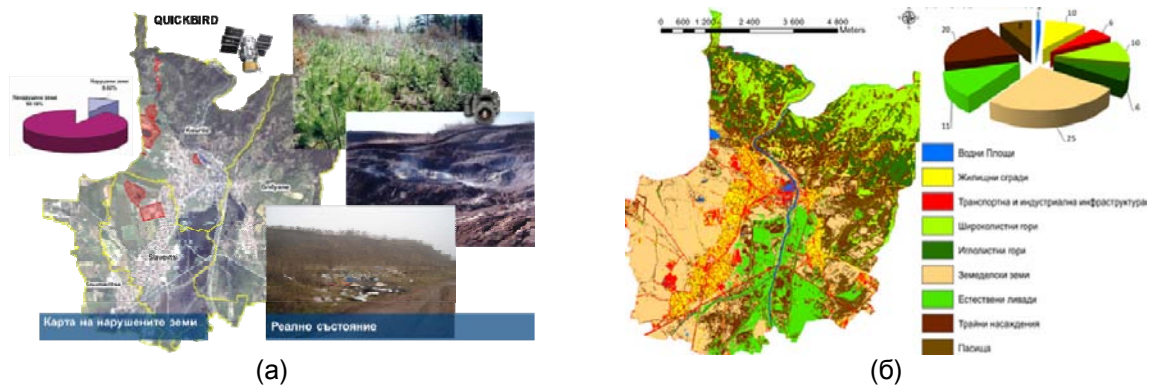
(a)

(б)

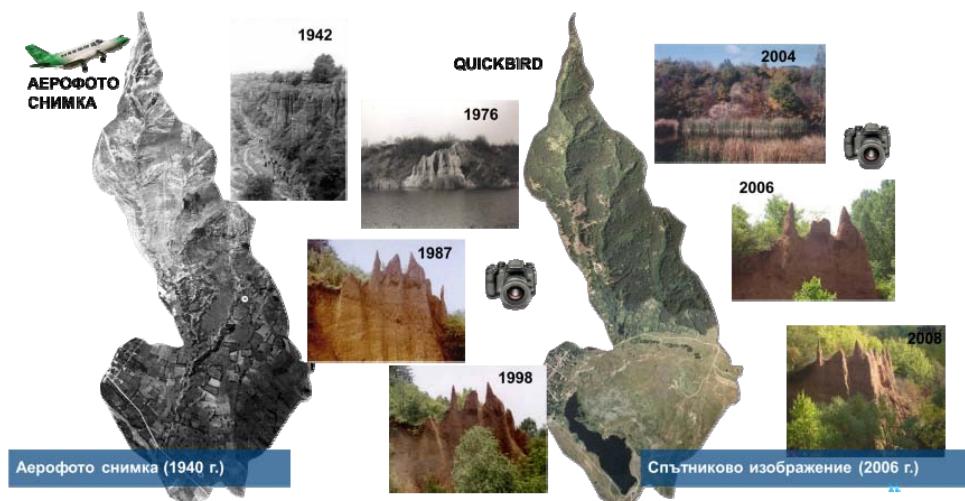
Фиг. 5. Оценъчни карти на състоянието на растителната покривка



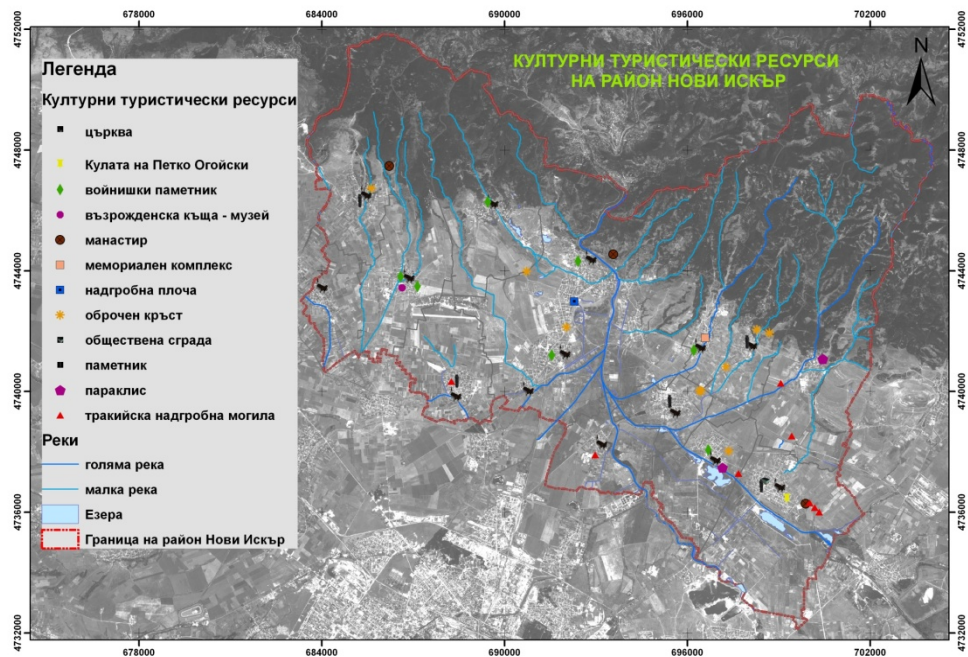
Фиг. 6. Разпознаване на земеделски култури по спътникови данни от SPOT VEGETATION



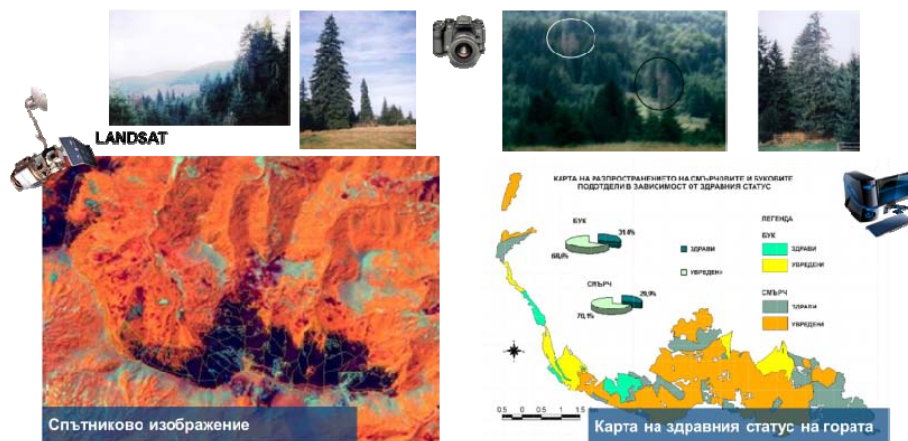
Фиг. 7. Нарушени земи (а) в гр. Нови Искър и обектно-ориентирана класификация (б) на QUICKBIRD изображение, заснето на 30.05.2008 г.



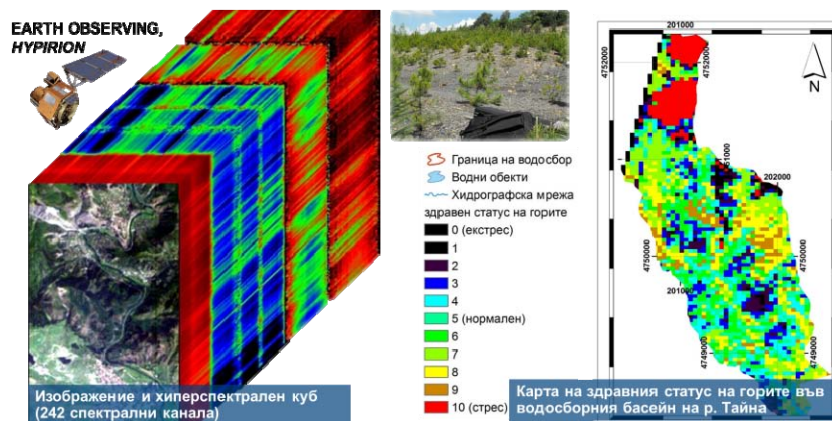
Фиг. 8. Природна забележителност Кътински пирамиди, гр. Нови Искър



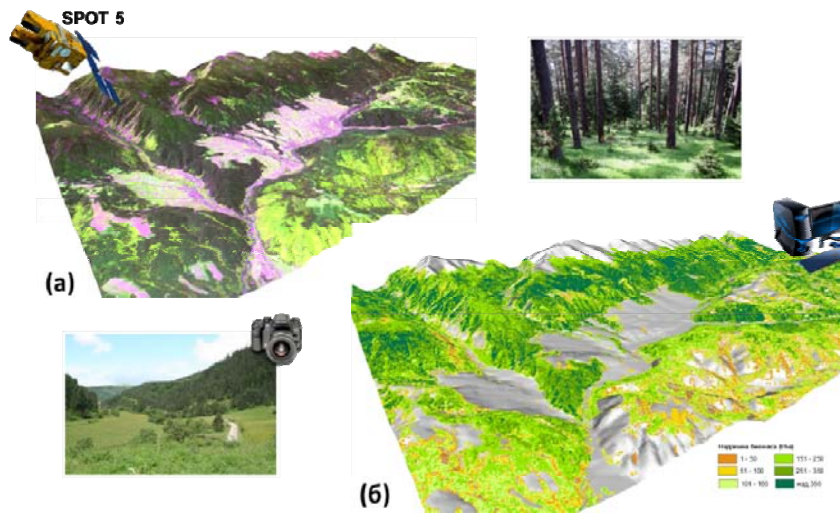
Фиг. 9. Карта на културно-историческите обекти на територията на гр. Нови Искър



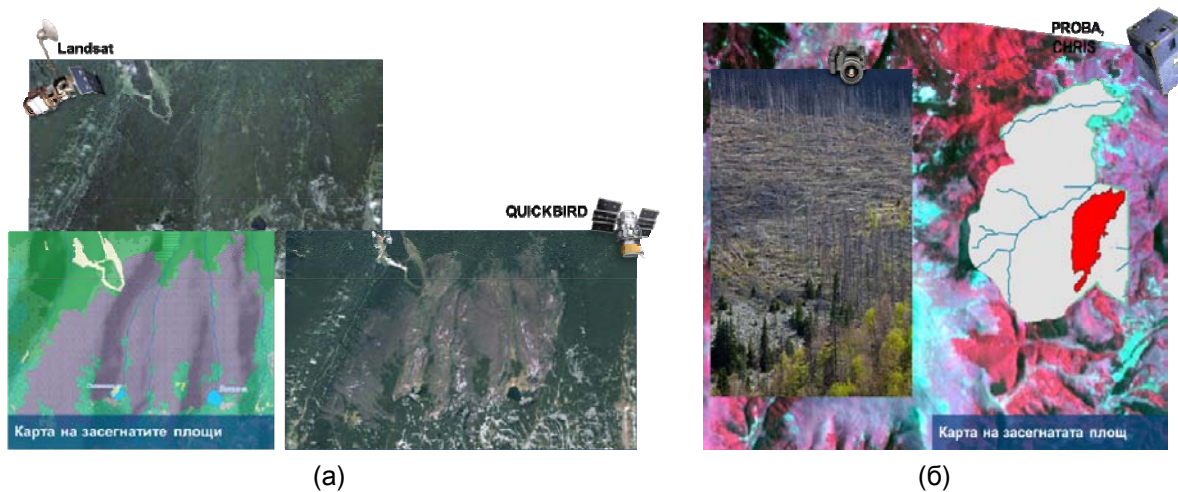
Фиг. 10. Екологична оценка на състоянието на смърчови и букови формации в биосферния резерват „Чупрене“ по спътнични данни



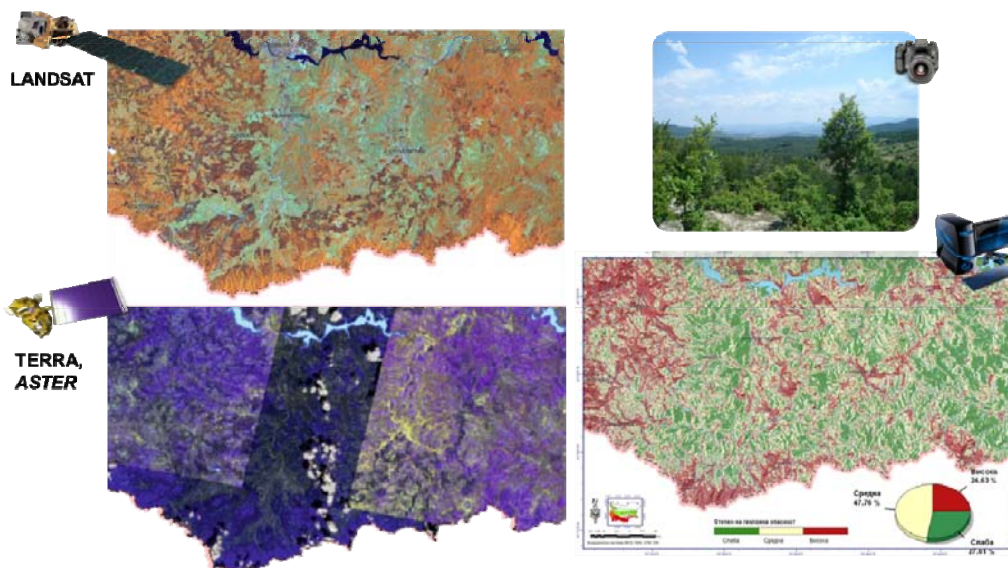
Фиг. 11. Определяне на здравния статус на гори по спътникови изображения



Фиг. 12. Спътниково изображение (SPOT 5) с висока пространствена разделителна способност (а) и изчислена биомаса (б) на иглолистните гори в северозападна Рила



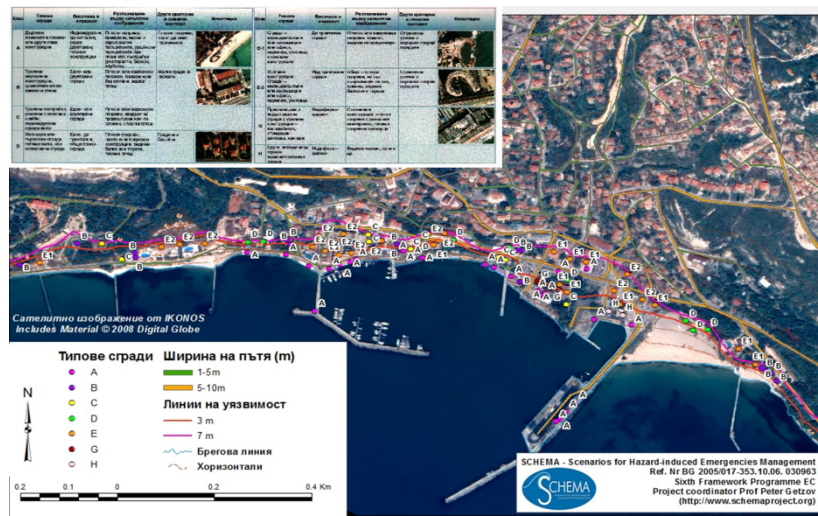
Фиг. 13. Последствията от горски пожар в Рила, близо до х. Мальовица, 2000 г. по данни от Landsat и QUICKBIRD (а) и биосферен резерват „Бистришко бранище“, Витоша, 2012 г. по данни от PROBA,CHRIS (б)



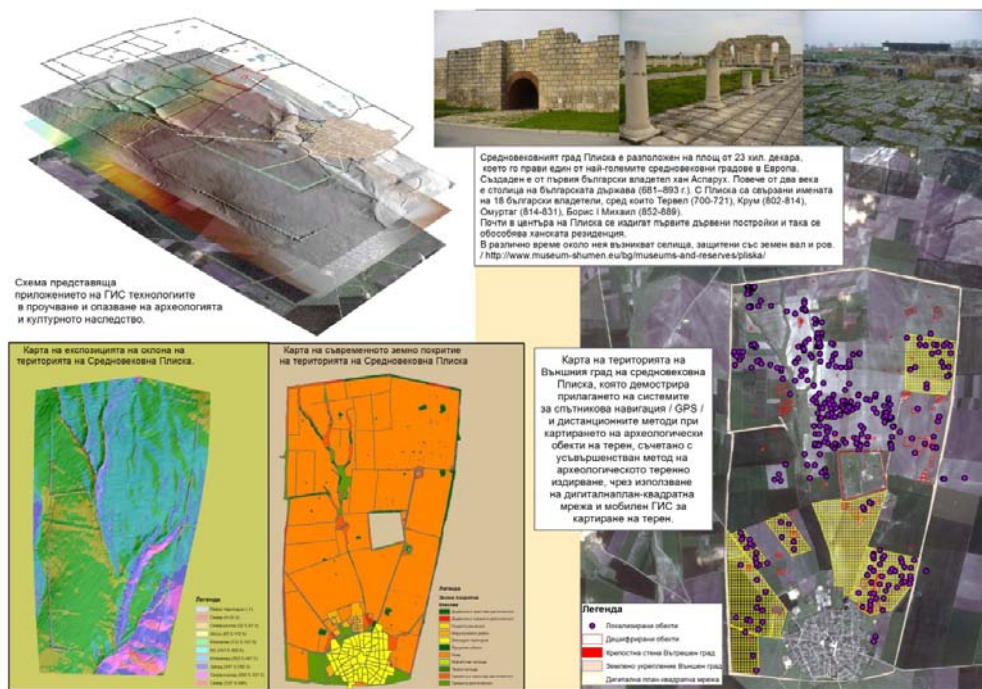
Фиг. 14. Определяне на степента на геоложка опасност в Източни Родопи



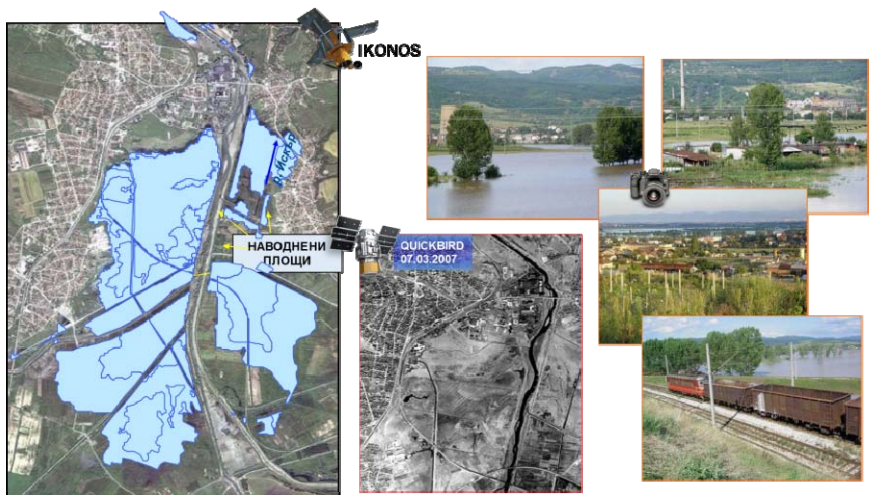
Фиг. 15. Мониторинг на активността на свлачището (а) при с. Генерал Гешево в Източни Родопи и карта на посоката на преместване в метри (б)



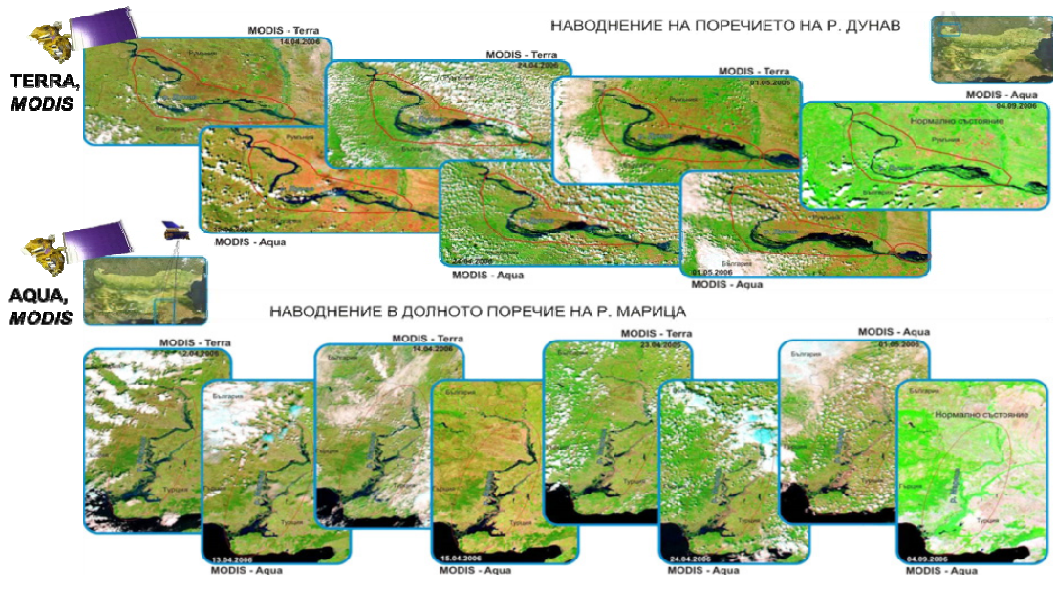
Фиг. 16. Зони изложени на риск от цунами по черноморското ни крайбрежие и класификация на типовете сгради и съоръжения в зависимост от класовете уязвимост, гр. Балчик



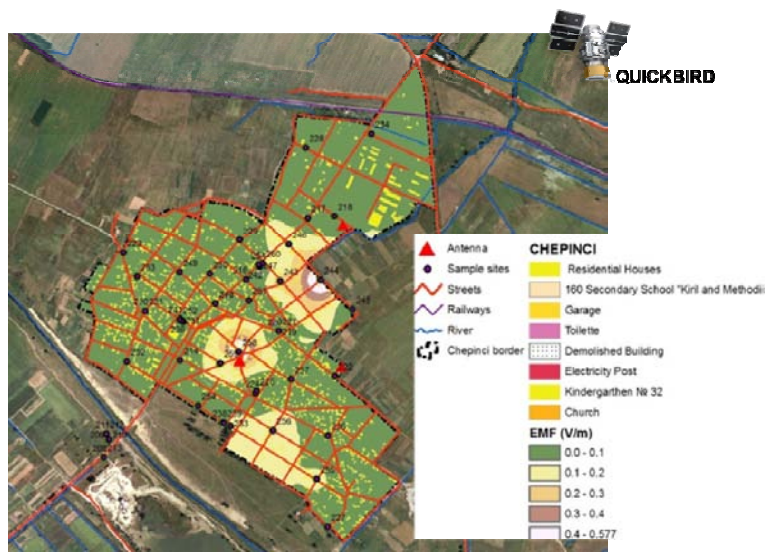
Фиг. 17. Пространствен модел на Външния град на средновековната българска столица Плиска



Фиг. 18. Проследяване на последствия от наводнението на 09.06.2005 в района на гр. Нови Искър



Фиг. 19. Локализиране на наводнения и проследяване на зоните на заливане



Фиг. 20. Стратегия за мониторинг на електромагнитното замърсяване на околната среда



Фиг. 21. Изследване на динамиката на зелените площи на територията на гр. Пловдив на базата на аерокосмически данни в периода от 80^{-те} години до сега (а) и съставяне на карта на зелената система на града (б)

Литература

1. Гиков, А., Х. Спиридонов, Г. Желев, 2011. Изследване на свлачищните процеси между селата Устрен и Генерал Гешево, източни Родопи, Proceedings of Sixth Scientific Conference with International Participation "Space, Ecology and Safety" SES 2010, 2-4 November 2010, Sofia, Bulgaria, pp. 373-380, ISSN 1313-3888. http://www.space.bas.bg/SENS/ses2010/4_ERM/12.pdf
2. Найденова, В., Ст. Стаменов. 2012. Картографиране на туристическите ресурси на район Нови Искър на базата на спътникови данни и ГИС. Седма научна конференция с международно участие "Космос, Екология, Сигурност" – SES 2011, София, България, стр. 229-235. ISSN 1313-3888.
3. Найденова, В., Ст. Стаменов. 2014. Ролята на географските информационни системи за развитие на културния туризъм. Сб.: България в световното културно наследство - Материали от Трета национална конференция по история, археология, и културен туризъм Пътуване към България - Шумен 17–19 май, 2012 г., Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“ - Шумен, стр. 1166-1174.
4. Руменина, Е., В. Димитров. 2003. Пространствен модел за оценка на динамиката на земното покритие в биосферен резерват "Чупрене". сб. Доклади от Юбилейна научна конференция "100 години от полета на братя Райт". ВНБВУ "Г. Бенковски", Плевен. стр. 413-418
5. Craciunescu, V, G Stancalie, E Roumenina, V Kazandjiev, G Jelev, L Filchev, E Savin, S Catana, 2012. Interactive Web-Mapping System for Satellite Based Agricultural Applications in Bulgaria and Romania. In: Proceedings of 4th International Conference on Cartography and GIS, Vol. 1, edited by Bandrova T, M Konecny & G Zhelezov (Bulgarian Cartographic Association, Albena), pp. 429–439.
6. Dimitrov, P., A. Gikov. 2010. Identification and assessment of fire scars in Rila mountain using spectral indexes of Landsat data. In: Proceedings of the 5th Scientific Conference with International Participation "Space, Ecology, Nanotechnology, Safety – SENS` 2009", November 2009, Sofia, Bulgaria. SRI-BAS, pp. 142-149, ISSN 1313-3888 (in Bulgarian) URL: <http://www.space.bas.bg/SENS2009/6-R.pdf>
7. Dimitrov, P. 2012. Estimation and mapping of structural attributes of coniferous forests by multispectral satellite images. PhD Thesis, Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 103 pp.
8. Dimitrov, P. 2012a. Mapping of coniferous forests' structural attributes in Rila Mountain, Bulgaria by satellite data. In: Proceedings of 1st European SCGIS Conference with International Participation "Best practices: Application of GIS technologies for conservation of natural and cultural heritage sites", 21-23 May 2012, Sofia, Bulgaria, pp. 44–52. URL: http://proc.scgis.scgisbg.org/S1-7_Dimitrov.pdf (date of last access: 12/03/2013)
9. Dimitrov, P. 2012b. Using of multispectral satellite images for estimation and mapping of coniferous forest aboveground tree biomass. Problems of Geography, 1-2, pp. 90–104.
10. Dimitrov, P., E. Roumenina. 2012. Studying the relationship between some attributes of coniferous forests and spectral data from the ASTER satellite sensor. Aerospace Research in Bulgaria, 24, pp.116–128. <http://www.space.bas.bg/Eng/magasin.html>
11. Dimitrov, P., E. Roumenina. 2013. Combining SPOT 5 imagery with plotwise and standwise forest data to estimate volume and biomass in mountainous coniferous site. Central European Journal of Geosciences. 5(2). pp. 208-222. ISSN:2081-9900. DOI 10.2478s13533-012-0124-9. Published by Versita. (electronic version <http://www.versita.com/science/geosciences/cejg/>)
12. Filchev, L. 2013. Detection and Assessment of Abiotic Stress of Coniferous Landscapes Caused by Uranium Mining (Using Hyperspectral EO-1/Hyperion Data). Aerospace Research in Bulgaria, No 25, pp. 138–153. Publisher: SRTI-BAS, ISSN 1313 0927. (URL: <http://www.space.bas.bg/Aerospace%20research/25/8.pdf>)

13. Filchev, L. and P. Dimitrov. 2013. Fire Scars Area Estimation Using CHRIS-Proba Satellite Data. In: CD Proceedings of the ESA Living Planet Symposium, 9–13 September, 2013, Edinburgh, United Kingdom (UK), ESA, SP-722, 163 p. Publisher: ESA Communications, ISSN 1609-042X. ISBN: 9292212869/978-92-9221-286-5
14. Filchev, L., M. Panayotov, and F. Ling. 2013. A Study of Ips Typhographus Pest Infestation with the Use of Multi-Angular CHRIS-Proba Data. In: CD Proceedings of the ESA Living Planet Symposium, 9–13 September, 2013, Edinburgh, United Kingdom (UK), ESA, SP-722, 259 p. Publisher: ESA Communications, ISSN: 1609-042X. ISBN 9292212869/978-92-9221-286-5
15. Filchev, L. 2012. Model for detection of stress situations in coniferous landscapes with the use of multispectral and hyperspectral satellite data, PhD Thesis, (SRTI-BAS), 163 p.
16. Filchev, L., E. Roumenina, 2012. Detection and assessment of abiotic stress of coniferous landscapes caused by uranium mining (using multitemporal high resolution Landsat data). *Geography, Environment, Sustainability*, 5(1), pp. 52–67. http://int.rgo.ru/wpcontent/uploads/2012/03/GES_01_2012.pdf (date of last access: 26/04/2013)
17. Filchev, L. 2011. Land Use Classification of Taina River Watershed Using Automated Feature Extraction (AFE) Algorithms. In: Proceedings of 6th Scientific Conference with International Participation „Space, Ecology, Safety“(SES), 2010, Sofia, Bulgaria, pp. 270-275.2011. Publisher: SSTRIBAS, ISSN: 1313-3888.
18. Gikov, A., P. Dimitrov. 2010. Applying geoinformation technologies to assess the damages and effects of the great fire in the area of the Malyovitsa hut, Rila mountain. In: Proceedings of the 5th Scientific Conference with International Participation “Space, Ecology, Nanotechnology, Safety – SENS’ 2009”, November 2009, Sofia, Bulgaria. SRI-BAS, pp. 150-159, ISSN 1313-3888 (in Bulgarian) URL: <http://www.space.bas.bg/SENS2009/7-R.pdf>
19. Getsov, P., D. Teodosiev, E. Roumenina, M. Israel, G. Mardirossian, G. Sotirov, S. Velkoski, P. Gajeshek, D. Simunic, K. Iliev. 2009. Development of a Strategy and Methods for Monitoring of Electromagnetic Pollution in the Environment of the Western Balkans. Scientific results of the SEE-ERA.NET Pilot Joint Call. Edited by J. Macháčová, K.Rohsman. pp. 95-101. Published by Centre for Social Innovation (ZSI), Vienna, Austria.
20. Getsov, P., G. Mardirossian, E. Roumenina, G. Sotirov, D. Teodosiev, B. Srebrov, M. Israel, D. Simunic, P. Gajesek, S. Velkoski. 2008. Development of Strategy and Methods for Monitoring of Electromagnetic Pollution in the Western Balkan Environment. In: Proceedings of the 3rd Scientific Conference with International Participation “Space, Ecology, Nanotechnology Safety – SENS’2007”. Varna, Bulgaria. pp. 209-213. Published by SRTI-BAS.
21. Gikov, A. 2011. Assessment of Horizontal Displacement in Landslide Close to General Geshevo Village (Eastern Rhodope Mountain) Using Aerial and Satellite Images. In: Proceedings of 6th International Science Conference on the International Day of Earth and Day of Geology-Geography Faculty “Global changes and regional challenges”, Sofia, 16-17 April 2010, 2011. pp 18-23 ISBN: 978-954-07-3200-8
22. Jele v, G. 2012. Fuzzy Logic Based Method for Assessment of Geological Hazards in the Eastern Rhodope Mountains. In: Proceedings of 8th Scientific Conference with International Participation - SES 2012, Sofia, Bulgaria, pp 328-339. <http://www.space.bas.bg/SES2012/R-5.pdf>.
23. Jele v, G. 2013. Study of the Volcanic Structures in the Area of the Eastern Rhodopes through Remote Sensing and GIS, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House. PhD Thesis, (SRTI-BAS), 120 p., ISBN 978-954-322-633-7.
24. Kazandjiev, V., E. Roumenina, V. Georgieva, P. Dimitrov, G. Jele v. 2012. Comparative Study of Some Features of winter Wheat Crops by Applying Ground Based Measurements and Satellite Images with Different Resolution. (965) BALWOIS 2012 Proceedings of International Scientific Conference on Water, Climate and Environment 28 May - 2 June 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia. pp. 1-15.
25. Naydenova, V. 2009. Geographic information system for remote sensing and ground-based monitoring of anthropogenic impact in the drainage basin of the Kutinska river. PhD Thesis, (SRTI-BAS). 172 p.
26. Naydenova, V. 2012. The Kutina Pyramids natural landmark – its degradation and disappearance. In: Proceedings of the 1st European SCGIS conference “Best practices: Application of GIS technologies for conservation of natural and cultural heritage sites”. 2012, pp. 23-30. Publisher: SRTI-BAS, ISSN 1314-7749.
27. Naydenova, V., E. Roumenina, G. Kanev, L. Filchev, K. Stefanov. 2007. Investigating the Stream Network Changes and Landslide Processes in Open Coal Mining Areas Using Remote Sensing Methods. In: Proceedings of 3rd International Conference on Recent Advances in Space Technologies. Istanbul, Turkey. pp. 242-246. Published by IEEE.
28. Naydenova, V., E. Roumenina. 2009. Monitoring the Mining Effect at Drainage Basin Level using geoinformation technologies. *Central European Journal of Geosciences*.1(3). pp 318-339. Published by Versita. (electronic version <http://www.versita.com/science/geosciences/cejg/>)
29. Naydenova, V., G. Jele v, 2009. Forest Dynamics Study Using Aerial Photos and Satellite Images with Very High Spatial Resolution. In: Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies “Space in the Service of Society”–RAST 2009, Istanbul, Turkey. Published by IEEE, ISBN: 978-1-4244-3628-6. pp 344-348.

30. Naydenova, V., P. Dimitrov, G. Jelev, E. Roumenina. 2010. Analysis of the Dynamics of Vegetation Parameters LAI, EVI and FPAR for Forest Areas using MODIS Data. In: Proceedings of 30th EARSeL Symposium - Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage, UNESCO Headquarters, Paris, France. pp. 357–364, Published by EARSeL.
31. Nedkov, R., E. Roumenina, G. Jelev. 2005a. Monitoring of green areas in Plovdiv city with High Resolution Satellite Data. Poster Proceedings of International Conference on Recent Advances in Space Technologies. Istanbul, Turkey. pp. 57-59. Published by IEEE.
32. Nedkov, R., E. Roumenina, G. Jelev. 2005b. Monitoring of Green Urban Areas in the Central Part of Plovdiv City with High Resolution Satellite Data. Aerospace Research in Bulgaria. № 19. pp 91-94. Published by SRTI-BAS. <http://www.space.bas.bg/Eng/magasin.html>
33. Ranguelov, B., G. Mardirossian, E. Roumenina, G. Jelev, A. Gikov, V. Naidenova. 2009. DEM and vulnerability classifications about Balchik test site according EU SCHEMA Project. In: Proceedings online of the International Conference Fundamental Space Research, Sofia, Bulgaria. pp 13-16. Published by STIL-BAS.
34. Ranguelov, B., G. Jelev, T. Novikova, G. Mardirossian, G. Papadopoulou, A. Fokaefs, V. Naydenova, E. Roumenina, A. Gikov, Y. Kroumova. 2010. ATLAS of the tsunami-risk-susceptible areas along the Northern Bulgarian Black sea coast, Balchik site. 6th EU Framework Programme, SCHEMA Project, Sofia.
35. Roumenina, E, A Gikov, H Lukarski, V Naydenova, G Sotirov, G Jelev, L Filchev, L Krалеva, S Fotev, M Cherveniyashka, P Dimitrov, V Kazandzhiev, N Valkov, 2008. Establishment of a scientific-information complex for aerospace test sites on the territory of the republic of Bulgaria. In: Proceedings of 4th Scientific Conference with International Participation 'Space, Ecology, Nanotechnology, Safety' (SENS) 2008, (SRTI-BAS, Varna), pp. 108-113. URL: <http://www.space.bas.bg/SENS2008/3-GIS.pdf>
36. Roumenina, E, L Filchev, G Jelev, P Dimitrov, H Lukarski, V Kazandjiev and V Georgiev, 2012a. Determination of Wheat Crop Status after Winter Using Simulated Proba-V and Ground-Based Data. In: Proceedings of 7th Scientific Conference with International Participation 'Space, Ecology, Safety' (SES) 2011, (SRTI-BAS, Sofia), pp. 197–207 <http://www.space.bas.bg/SES2011/R-1.pdf>.
37. Roumenina, E, L Filchev, P Dimitrov, G Jelev, V Kazandjiev, V Georgieva, D Joleva, 2011. Monitoring of Winter Wheat of the Enola Variety on the Lozenets Reference Area Using Satellite and Ground-Based Data. Field Crops Studies, Cereals Breeding, 2, pp. 221–232, http://daigt.org/fcs/bg/pdf/fulltext_VII_2_2.pdf
38. Roumenina, E, L Filchev, V Vassilev, P Dimitrov, G Jelev, G Stancalie, E Savin, D Mihailescu, 2012b. Comparative analysis of crop maps for chosen test areas on the territory of Bulgaria and Romania using simulated PROBA-V and SPOT Vegetation data. EARSeL eProceedings, 11(2), pp. 155–160. URL: http://www.e proceedings.org/static/vol11_2/11_2_roumenina1.pdf (last date accessed: 26/04/2013).
39. Roumenina, E, L Filchev, V Vassilev, P Dimitrov, G Jelev, G Stancalie, E Savin, D Mihailescu, 2013a. Comparative analysis of land-use/land-cover maps for chosen test areas on the territory of Bulgaria and Romania using simulated PROBA-V and SPOT Vegetation data. In: 32nd EARSeL Symposium Proceedings "Advances in Geosciences", 1st EARSeL Workshop on Temporal Analysis of Satellite Images, edited by Perakis K & A Moysiadis (EARSeL, Mykonos), 430-435 http://www.earsel.org/symposia/2012-symposium-Mykonos/Proceedings/14-02_EARSeLSymposium-2012.pdf (last date accessed: 26/04/2013)
40. Roumenina, E, V Kazandjiev, G Stancalie (Eds.), 2012c. Methodological Requirements for Testing PROBA-V and VEGETATION data for agricultural applications in Bulgaria and Romania, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 148 pp. (In Eng. and Bulg.) <http://www.baspress.com/pic/mp3/bMETHODOLOGICAL%20REQUIREMENTS%20Eng-Bg.pdf>
41. Roumenina, E, V Kazandjiev, P Dimitrov, L Filchev, V Vassilev, G Jelev, V Georgieva, H Lukarski. 2013d. Validation of LAI and assessment of winter wheat status using spectral data and vegetation indices from SPOT VEGETATION and simulated PROBA-V images. International Journal of Remote Sensing, 34(8): 2888-2904. DOI: 10.1080/01431161.2012.755276.
42. Roumenina, E., G. Jelev, R. Nedkov, V. Naydenova, G. Kanev. 2007a. Spatial Model for Evaluate Man-Induced Transformation Using Geoinformation Technologies. Aerospace Research in Bulgaria. № 21. pp. 35-47. Published by SRTI-BAS. <http://www.space.bas.bg/Eng/magasin.html>
43. Roumenina, E., G. Jelev, R. Nedkov, V. Naydenova. 2007b. Mapping Green Urban Space Using High Spatial Resolution Images. In: Proceedings of 4th International Conference Recent Problems in Geodesy and Related Fields with International Importance (INTERGEO EAST). Inter Expo Centre, Sofia, Bulgaria. pp. 222-228.
44. Roumenina, E., L. Filchev, V. Naydenova, G. Jelev, P. Dimitrov, V. Vassilev, L. Krалеva. 2010. Monitoring of Winter Crop Status in Bulgaria Using a Series of NOAA AVHRR NDVI Images. Canadian Journal of Remote Sensing. Vol. 36, Suppl. 2. pp. S224-S230. DOI 10.5589/m10-057. ISSN: 1712-7971. Published on the web: 05 April 2011. Published by Canadian Aeronautics and Space Institute (CASI).
45. Roumenina, E., L. Filchev, V. Naydenova, G. Kanev. 2007c. A Model for Geodatabase Organization for Purposes of Large scale Mapping of Land-Use Conflicts. In:

- Proceedings of 4th International Conference Recent Problems in Geodesy and Related Fields with International Importance (INTERGEO EAST). Inter Expo Centre, Sofia, Bulgaria. pp. 180-189.
46. Roumenina, E., L. Filchev, V. Naydenova, P. Dimitrov, G. Jelelev. 2010a. Landscape Planning of Land-Use Using High Resolution Satellite Images and Ground-Based Data. In: Proceedings of 30th EARSeL Symposium - Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage, UNESCO Headquarters, Paris, France. pp. 215–222.
 47. Roumenina, E., N. Silleos, G. Jelelev, L. Filchev, L. Krалеva. 2008. Designing a Spatial Model of Land-Use Impact Dynamics Caused by Uranium Mining Using Remote Sensing and Ground-Based Methods. In: Proceedings of the 3rd Scientific Conference with International Participation “Space, Ecology, Nanotechnology Safety – SENS’2007”. Varna, Bulgaria. pp. 179-184, Published by SRTI-BAS.
 48. Roumenina, E., V. Naydenova, G. Jelelev, V. Vassilev, L. Krалеva. 2009. Aerospace Test Sites in Bulgaria - State and Prospects. Aerospace Research in Bulgaria. 23. pp. 59-69. Published by SRTI-BAS, <http://www.space.bas.bg/Eng/magasin.html>
 49. Roumenina, E., V. Vassilev, K. Ruskov. 2009. Large scale cartography and analyses of man-induced transformation in an urban area using satellite imagery with very high resolution. In: Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies–RAST 2009. Istanbul, Turkey. pp. 313-316. Published by IEEE
 50. Roumenina, E., V. Vassilev, V. Naydenova, G. Jelelev, P. Dimitrov, K. Ruskov. 2010. Land Use Dynamics of Areas Threatened with Floods Using Object-Oriented Classification of Very High Resolution Imagery. In: Proceedings of the 5th Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Nanotechnology, Safety–SENS’09, Sofia, Bulgaria. pp. 116-124. Published by SRTI-BAS.
 51. Stamenov, St, A Aladzhev. 2014. Application of geographic information system for survey of archaeological site Pliska. In: Bulgaria in the World Cultural Heritage – Papers from the 3rd National Conference on Archeology, History and Cultural Tourism - Journey to Bulgaria 3rd, Shoumen, 17 – 19 May 2012, Published by “Konstantin Preslavski” University of Shoumen, pp. 675-692 (in Bulgarian)
 52. Stamenov, St, V. Naydenova, A Aladzhev. 2012. GIS-based concept for conservation of the archaeological site of Pliska. In: Proceedings of the 1st European SCGIS conference “Best practices: Application of GIS technologies for conservation of natural and cultural heritage sites”, (SRTI-BAS, Sofia), 63-71 http://proc.scgis.scgisbg.org/S2-3_Stamenov.pdf (last date accessed: 26/04/2013)
 53. Stamenov, St. 2012. Modern land cover and land use of the outer town of the medieval Bulgarian capital Pliska using satellite images with high spatial resolution. In: Proceedings of 7th Scientific Conference with international participation ‘Space, Ecology and Safety’ (SES) 2011, (SRTI-BAS, Sofia), 236-240 <http://www.space.bas.bg/SES2011/R-6.pdf> (last date accessed: 26/04/2013)
 54. Teodosiev, D., G. Mardirossian, B. Srebrov, L. Filchev and Ts. Srebrova. 2009a. Mapping of Electromagnetic Pollution in Urban Territories–First Results. In: Proceedings of 5th Scientific Conference with international participation „Space, Ecology, Nanotechnologies, Safety” (SENS) 2009, 2–4 November, 2009, Sofia, Bulgaria. Publisher: Space Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences (SRI-BAS). ISSN 1313-3888, pp. 246–251. (URL: <http://www.space.bas.bg/SENS2009/8-E.pdf>)
 55. Teodosiev, D., G., Mardirossian, L., Filchev, R., Gurov, B., Srebrov, P. Dimitrov, and Ts. Srebrova. 2009b. Results from the pilot monitoring research of the characteristics and distribution of the electromagnetic fields in urbanized territory in the range 800 – 2200 MHz. In: Proceedings of Annual scientific conference „Ecologization 2009”, 28-29 May 2009. NBU, SRI-BAS, USB, SD „RAO”. Ecological Engineering and Environment Protection (EEEP). No 3-4, pp. 74–81. (URL: http://www.nbu.bg/PUBLIC/IMAGES/File/departamenti/nauki%20za%20zemiata%20i%20okolnata%20sreda/ecologizatzia_posl_statia_teodosiev_garo_RG_drugi.pdf)
 56. Vassilev, V. 2009. Accuracy assessment of an object-oriented classification for transport and industrial infrastructure, residential homes and water bodies on a QuickBird image. In: Proceedings of the 5th Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Nanotechnology, Safety–SENS’09, Sofia, Bulgaria. pp. 130-134. Published by SRI-BAS. ISSN: 1313-3888;
 57. Vassilev, V. 2010. An approach for accuracy assessment comparison between perpixel supervised and object-oriented classifications on a QuickBird image. In: Proceedings of 30th EARSeL Symposium - Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage, UNESCO Headquarters, Paris, France. pp. 357-364, Published by EARSeL. ISBN 978-3-00-033435-1.
 58. Vassilev, V. 2013. Crop identification using satellite images and vegetation products. Prof. Marin Drinov Academic Publishing House. PhD Thesis, (SRTI-BAS), 152 p.
 59. Vassilev, V., E. Roumenina. 2011. Accuracy assessment comparison of per-pixel supervised and object-oriented land-cover classifications on a QuickBird image. In: Proceedings of 6th Scientific Conference with International Participation “Space, Ecology and Safety” – SES 2010, Sofia, Bulgaria. pp. 276-283. Published by SSTR I-BAS.