

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-4-336-343

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРАХОВАНИИ

И.Ю.Савин<sup>1</sup>, И.С.Козубенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Агроинженерный департамент Аграрно-технологического института  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, г. Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Министерство сельского хозяйства РФ  
Орликов пер., 1, г. Москва, Россия, 107078  
savin\_iyu@pfur.ru

Проведен анализ возможности использования спутниковых данных для страхования посевов. Установлены особенности и основные направления использования спутниковых данных при сельскохозяйственном страховании. Показано, что спутниковые данные могут быть использованы для мониторинга состояния культур, оценки страховых рисков, оценки потерь урожая, а также для контроля состояния пастбищной растительности. Отмечена перспективность использования при страховании посевов наряду с космическими изображениями данных, получаемых с беспилотных летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** спутниковые данные, мониторинг земель, состояние посевов, страхование урожая, БПЛА

Страховая индустрия представляет собой крупный рынок в размере 4,3 трлн долларов США, или 6,4 процента от мирового ВВП [1], в то время как на мировых рынках сельскохозяйственного страхования имеется коллективный страховой фонд в размере 12,5 млрд евро [2]. Из-за размера этих рынков страхование может стать важной областью применения для дистанционного зондирования.

Первые попытки использования данных дистанционного зондирования (ДДЗ) для целей страхования появились в 1975 году, когда Toweу описал потенциал аэрофотосъемки и дистанционного зондирования в оценке ущерба для урожая от града [3, 4]. В литературе по дистанционному зондированию содержится множество других примеров, в которых демонстрируются возможности использования ДДЗ, например, при оценке ущерба от пожара [5], града [6] и засухи [7].

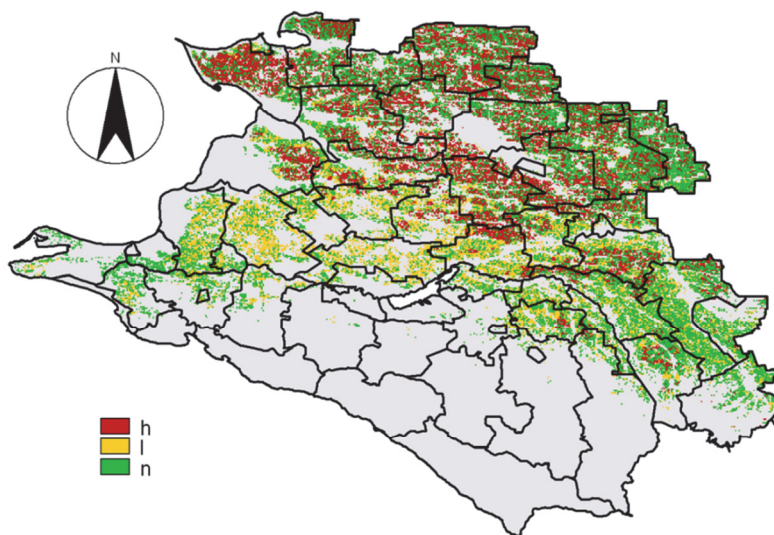
Но до сих пор ДДЗ так и не стали надежным орудием в сельскохозяйственном страховании. Одной из причин этого является опосредованность индикации ущерба по ДДЗ, а также отсутствие достаточно длинных временных рядов данных с высокой периодичностью съемки.

Как известно, в сельском хозяйстве существует два типа страхования: классическое, когда страхуется реальных ущерб, а также индексное, при котором страховой случай наступает при достижении выбранным показателем некой фиксированной величины (например, количества атмосферных осадков или критической температуры воздуха), независимо от реальных потерь. В обоих случаях на всех основных этапах страхования использование ДДЗ потенциально возможно.

Так, при определении страхового риска в большинстве случаев реальных данных недостаточно, поэтому использование ДДЗ потенциально должно являться достаточно эффективным [8]. Например, в регионах, где нет постоянного мониторинга засух, оценить их риск можно по данным многолетнего архива ДДЗ [9]. Но при этом существуют некоторые неопределенности с точностью информации, получаемой по ДДЗ [10], и, кроме того, оценки рисков, получаемые по ДДЗ, должны быть как-то пересчитаны на экономические потери. Несмотря на это, имеются публикации, демонстрирующие возможности использования ДДЗ для оценки рисков воздействия на посевы наводнений [11, 12].

Достаточно обширная научная литература существует в области использования ДДЗ для оценки непосредственно ущерба в результате гибели посевов от засухи, пожаров, града, морозов, болезней и вредителей. Аналогичным образом существует богатая литература, описывающая применение дистанционного зондирования для оценки ущерба, нанесенного строениям и инфраструктуре. Но действующей оперативной технологии так до сих пор и не разработано. Так, например, сообщаются противоположные выводы относительно возможности использования ДДЗ для поддержки страховой отрасли в оценке ущерба от града. Petersetal [13] показал пригодность многоспектральных изображений Landsat TM для оценки влияния искусственно вызванного повреждения града в кукурузе и сое. Напротив, более грубое разрешение спутниковых данных MERIS не дало надежной оценки площади повреждения урожая, основанного на снимках, полученных за несколько дней до и после града в Альберте, Канада [14].

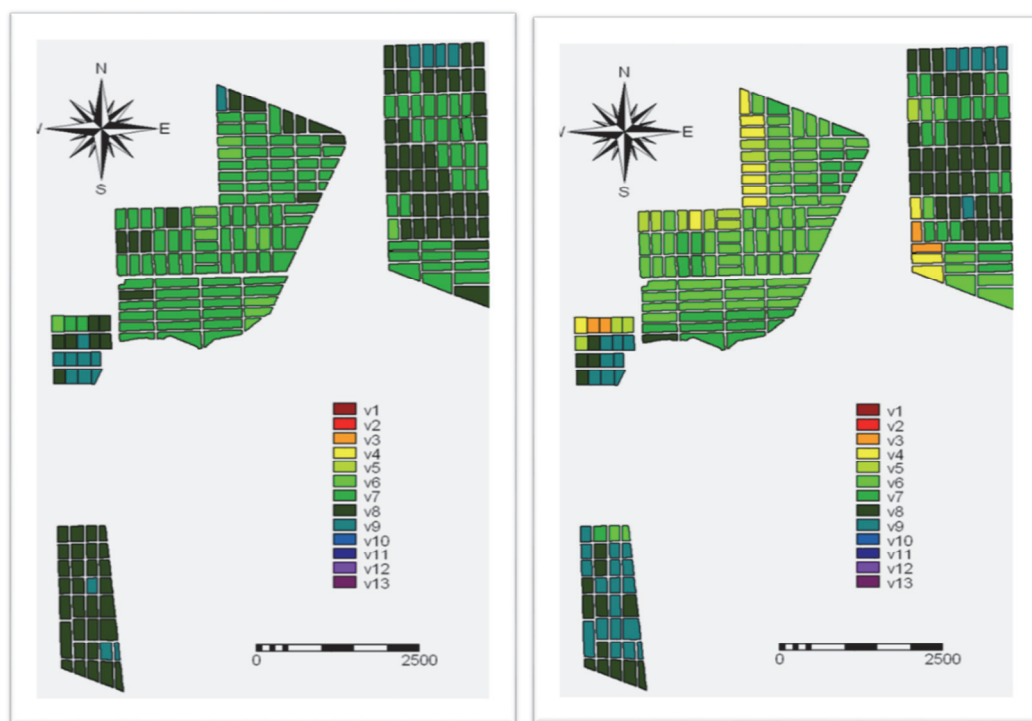
Arap et al. [15] отмечают, что, несмотря на то, что ДДЗ обладает потенциалом для выделения участков с измененной фитомассой посевов, по-прежнему трудно отнести такие потери к ущербу, поскольку наблюдаемое изменение может быть вызвано и другими факторами, не связанными со страховым случаем. Однако в отдельных регионах подобные оценки вполне возможны (рис. 1).



**Рис. 1.** Пример спутниковой оценки посевов, пострадавших от весенних заморозков в Краснодарском крае в 2009 году:

h — уничтоженные посевы, l — пострадавшие посевы, n — не пострадавшие посевы

Необходимо отметить, что успешность использования ДДЗ сильно зависит от типа используемых данных: их пространственного разрешения, периодичности съемки, типа съемки, а также от экранирующего влияния облачности. Так, без сомнения, чем выше пространственное разрешение изображений, тем точнее можно детектировать изменение состояния посевов. Но для оценки воздействия неблагоприятных факторов важно иметь изображения, полученные непосредственно до и после события (рис. 2).



**Рис. 2.** Спутниковая оценка изменения фитомассы посевов риса до (слева) и после (справа) урагана в 2010 году (Краснодарский край) (чем выше число в легенда — тем больше надземная фитомасса)

И это накладывает очень большие ограничения. Так, наиболее доступные и распространенные снимки Landsat имеют периодичность съемки 15 дней, что делает их малоприспособленными для этих целей. Более пригодны изображения, получаемые со спутников RapidEyeAG (частота съемки — раз в 2—3 дня с пространственным разрешением около 3—5 метров) [16], WorldView-2 и Pleiades (многоканальные, высокого разрешения и такой же частотой съемки). Для оценки ущерба на отдельных полях лучше, чем спутниковые изображения, можно использовать данные, получаемые с беспилотных летательных аппаратов [17].

При индексном страховании ДДЗ позволяют получать оценки состояния растительности сельскохозяйственных угодий с различным пространственным разрешением и достаточно часто. Благодаря этим преимуществам неудивительно, что индексы дистанционного зондирования нашли свой путь в индексном страховании. Одним из примеров применения индексов дистанционного зондирования

является страхование, которое покрывает риск нехватки корма на пастбищных угодьях. Сильные корреляции NDVI и продуктивности были продемонстрированы для пастбищ Центральной Австралии [18], Северной Америки [19], Ближнего Востока [20] и Африки [21—23].

Агентство по управлению рисками Министерства сельского хозяйства США (RMA) предлагает страхование пастбищ и пастбищных угодий, основанное на временных рядах осадков и NDVI [24]. Страхование предназначено для защиты фермеров от сокращения кормов. Выплаты возмещения определяются на основе отклонения от нормы комбинированного показателя NDVI и количества осадков.

В Кении частными страховыми компаниями предлагается схема страхования для животноводов, основанная на специальных индексах IBLI, которые основаны на сезонных и пространственно-агрегированных данных NDVI, полученных со спутника MODIS [25]. Страхование предлагается два раза в год, за месяц до наступления сезона дождей (март—май) и во время кратковременных дождей (октябрь—декабрь). Выплата производится, когда совокупный индекс NDVI падает ниже порогового значения, соответствующего прогнозируемой смертности домашнего скота в 15%.

До сих пор не создано ни одной системы индексного спутникового страхования для посевов сельскохозяйственных культур, но разработки в этом направлении активно ведутся в нескольких странах (в Индии [26], в Казахстане [27], в Сирии [28]). Pantakar et al. [29] описали пилотное исследование в штатах Чхаттисгарх и Андхра-Прадеш в Индии, где был разработан и предложен фермерам комплексный индекс страхового продукта на основе NDVI и осадков.

Анализ связи между индексом осадков и индексом NDVI с данными по урожайности кукурузы и хлопчатника из девяти районов Зимбабве [30] позволил сделать вывод о том, что NDVI был лучшим показателем, поскольку он выявил более высокие корреляции с урожаем, чем показатель осадков. С.G. Turvey и М.К. McLaurin [31] исследовали потенциал NDVI как показателя для индексного страхования урожая. Они сообщили, что взаимосвязь между NDVI, осадками, экстремальным теплом и урожайностью очень варьирует и зависит от местоположения, и сделали вывод о том, что применение NDVI для индексации конструкции страховой продукции требует калибровки по месту.

Кроме использования спутникового индекса NDVI для индексного страхования, исследователи отмечают большой потенциал спутниковых индексов осадков [32]. L. Johnson [33] описывает, что автоматизированные метеорологические станции, составляющие основу страхования погодных индексов в Кении и Уганде, слишком дорогостоящие для содержания, и именно по этой причине были начаты исследования по расследованию возможности оценки количества атмосферных осадков со спутника. Поскольку осадки имеют высокую пространственную изменчивость, особенно для коротких временных масштабов, для создания эффективного пространственного представления дождя необходимы достаточно плотные сети метеостанций. Когда такие сети не существуют или не обеспечивают надежную доставку данных, спутниковые данные могут частично восполнить этот пробел. Они состоят из тепловизионных наблюдений, в основном

с геостационарных спутников, а также активных и пассивных СВЧ наблюдений с полярно-орбитальных спутников. Существует много спутниковых продуктов, которые объединяют комбинирование данных об осадках из различных ДДЗ [34].

Все вышеупомянутые примеры индексационного страхования с ДДЗ представляют продукты микрострахования, ориентированные на конкретные домохозяйства. В последнее время растет интерес к страховым продуктам на мезо- и макроуровне. Эти продукты не нацелены на отдельных фермеров. Они нацелены на агентства по оказанию помощи и региональные и национальные правительства, которые заинтересованы в финансовой поддержке фермеров, пострадавших от стихийных бедствий. Например, в Аргентине и Уругвае были проведены технико-экономические исследования мезострахования, основанные на показателях отслеживания индексов NDVI для пастбищ [35, 36], предназначенных для страхования потери домашнего скота. Это мезострахование, если оно будет реализовано, позволит правительству своевременно выплачивать средства на поддержку владельцев скота для поддержания их стад в случае сильной засухи.

Потенциально индексное спутниковое страхование может также применяться и к многолетним культурам. Например, Lou et al. [37] описывают применение теплового дистанционного зондирования при контроле за воздействием заморозков на плантации чая.

Несмотря на большие перспективы спутникового индексного страхования, существует ряд технических проблем.

Первая — это непрерывность данных нужного пространственного разрешения и временной периодичности получения, что обеспечить в настоящее время достаточно затратно.

Вторая проблема связана с качеством данных, их сильной зашумленностью, влиянием облачности и состоянием атмосферы. Эта проблема в настоящее время достаточно успешно решается [38].

Еще одна проблема связана с выбором индекса, который бы показывал высокую корреляцию с реальными потерями, понесенными землевладельцами.

Спутниковые данные имеют большой потенциал для использования в сельскохозяйственном страховании. Они позволяют оценивать риски воздействия того или иного неблагоприятного фактора, оценивать потери урожая, а также осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов. Для небольших участков более эффективным является использование данных, получаемых с беспилотных летательных аппаратов.

Наиболее эффективным является использование спутниковых данных при индексном страховании посевов и пастбищной растительности.

Практическая реализация имеющегося потенциала затруднена как техническими возможностями получения данных в нужное время и нужного качества, так и их все еще высокой стоимостью.

Перспективным направлением дальнейших исследований является поиск новых спутниковых индексов, которые наиболее полно бы отражали состояние посевов и пастбищ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Wikipedia Insurance. Available from: <http://en.wikipedia.org/wiki/Insurance> [Accessed 15th April 2017].
2. *Herbold J.* New approaches to agricultural insurance in developing economies // *Finance for Food*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014. P. 199—217.
3. *Towery N.G., Eyton J.R., Changnon Jr S.A., Dailey C.L.* Remote sensing of crop hail damage. Illinois State Water Survey, 1975.
4. *Towery N.G.* Some applications of remote sensing of crop-hail damage in the insurance industry. Circular 143/80 of the Illinois State Water Survey. Urbana, USA: Illinois Institute of Natural Resources, 1980.
5. *Alexander D., Smith K.* Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster // *Progress in Physical Geography*. 1993. Vol. 17. P. 504—504.
6. *Young F.R., Apan A., Chandler O.* Crop hail damage: insurance loss assessment using remote sensing // *Mapping and resource management: proceedings of RSPSoc2004*. 2004.
7. *Rojas O., Vrieling A., Rembold F.* Assessing drought probability for agricultural areas in Africa with coarse resolution remote sensing imagery // *Remote sensing of Environment*. 2011. Vol. 115. № 2. P. 343—352.
8. *Mathieu P.P.* Space for Insurance. *Environmental Finance*. Available from: [http://www.comd.esa.int/files/document/131-176-149-30\\_200562910165.pdf](http://www.comd.esa.int/files/document/131-176-149-30_200562910165.pdf) [Accessed 15th April 2017].
9. *Савин И.Ю. и др.* Спутниковый мониторинг воздействия засухи на растительность (на примере засухи 2010 года в России) // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2011. Т. 8. №. 1. С. 150—162.
10. *Tapiador F.J., Turk F.J., Petersen W., Hou A.Y., Garcia-Ortega E., Machado L.A. et al.* Global precipitation measurement: Methods, datasets and applications // *Atmospheric Research*. 2012. Vol. 104. P. 70—97.
11. *Damron J.J.* Comparing Digital Flood Insurance Rate Maps (DFIRMS) to Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR) Products. No. ERDC/TEC-TR-01-1. Engineer research and development center Alexandria VA topographic engineering center, 2000.
12. *Sanders R., Shaw F., MacKay H., Galy H., Foote M.* National flood modelling for insurance purposes: using IFSAR for flood risk estimation in Europe // *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. 2005. Vol. 9. № 4. P. 449—456.
13. *Peters A.J., Griffin S.C., Viña A., Ji L.* Use of remotely sensed data for assessing crop hail damage // *PE&RS, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 2000. Vol. 66. № 11. P. 1349—1355.
14. *Smith A.M., Daub N., Nadeau C.* Assessing hail damage in agricultural crops using MERIS data // *Proceedings of the 26th Canadian Symposium on Remote Sensing*, 14—16 June 2005, Wolfville, Canada. 2005. P. 365—371.
15. *Apan A., Chandle, O., Young F., Maraseni T.* Opportunities and limitations of remote sensing for crop loss (hail damage) assessment in the insurance industry // *Proceedings of the Spatial Sciences Institute Biennial Conference: Spatial Intelligence, Innovation and Praxis (SSC2005)*, 14—16 September 2005, Melbourne, Australia. 2005. P. 19—28.
16. *Capellades M.A., Reigber S., Kunze M.* Storm damage assessment support service in the US Corn belt using RapidEye satellite imagery // *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XI*. International Society for Optics and Photonics. 2009. Vol. 7472. P. 747208.
17. *Савин И.Ю., Вернюк Ю.И., Фараслис И.* Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга продуктивности почв // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2015. №. 80.
18. *Hobbs T.J.* The use of NOAA-AVHRR NDVI data to assess herbage production in the arid rangelands of Central Australia // *International Journal of Remote Sensing*. 1995. Vol. 16. № 7. P. 1289—1302.

19. *Goward S.N., Tucker C.J., Dye D.G.* North American vegetation patterns observed with the NOAA-7 advanced very high resolution radiometer // *Vegetatio*. 1985. Vol. 64. № 1. P. 3—14.
20. *Al-Bakri J.T., Taylo, J.C.* Application of NOAA AVHRR for monitoring vegetation conditions and biomass in Jordan // *Journal of Arid Environments*. 2003. Vol. 54. № 3. P. 579—593.
21. *Fuller D.O.* Trends in NDVI time series and their relation to rangeland and crop production in Senegal, 1987—1993 // *International Journal of Remote Sensing*. 1998. Vol. 19. № 10. P. 2013—2018.
22. *Prince S.D.* Satellite remote sensing of primary production: comparison of results for Sahelian grasslands 1981—1988 // *International Journal of Remote Sensing*. 1991. Vol. 12. № 6. P. 1301—1311.
23. *Tucker C.J., Vanpraet C.L., Sharman M.J., Van Ittersum G.* Satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel: 1980—1984 // *Remote sensing of environment*. 1985. Vol. 17. № 3. P. 233—249.
24. *Hellmuth M.E., Osgood D.E., Hess U., Moorhead A., Bhojwani H.* Index insurance and climate risk: Prospects for development and disaster management. New York, USA: International Research Institute for Climate and Society (IRI), 2009.
25. *Chantararat S., Mude A.G., Barrett C.B., Carter M.R.* Designing index-based livestock insurance for managing asset risk in northern Kenya // *Journal of Risk and Insurance*. 2013. Vol. 80. № 1. P. 205—237.
26. *Rao K.N.* Index based crop insurance // *Agriculture and agricultural science procedia*. 2010. Vol. 1. P. 193—203.
27. *Bokusheva R., Spivak L., Vitkovskaya I., Kogan F., Batyrbayeva M.* Application of remote-sensing data in the index-based insurance design // *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE International*. 2012. P. 5311—5314.
28. *Bobojonov I., Aw-Hassan A., Sommer R.* Index-based insurance for climate risk management and rural development in Syria // *Climate and Development*. 2014. Vol. 6. № 2. P. 166—178.
29. *Patankar M.* Comprehensive risk cover through remote sensing techniques in agriculture insurance for developing countries: A pilot project // *ILO Microinsurance Innovation Facility Research Paper*. 2011. № 6.
30. *Makaudze E.M., Miranda M.J.* Catastrophic drought insurance based on the remotely sensed normalised difference vegetation index for smallholder farmers in Zimbabwe // *Agrekon*. 2010. Vol. 49. № 4. P. 418—432.
31. *Turvey C.G., Mclaurin M.K.* Applicability of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in index-based crop insurance design // *Weather, Climate, and Society*. 2012. Vol. 4. № 4. P. 271—284.
32. World Bank. *Managing Agricultural Production Risk*. The World Bank, Agriculture and Rural Development Department: Washington, USA, 2005.
33. *Johnson L.* Agricultural index insurance through remote sensing: Experiences from east Africa // *Remote Sensing Beyond Images*; 2013. Available online: <http://www.slideshare.net/CIMMYT/l-johnson-sfsa-remote-sensing-public> [Accessed 5th April 2017].
34. *Kidd C., Levizzani V.* Status of satellite precipitation retrievals // *Hydrology and Earth System Sciences*. 2011. Vol. 15. № 4. P. 1109—1116.
35. World Bank. *NDVI Pasture Index-Based Insurance for Livestock Producers in South West Buenos Aires Province. Feasibility Study: Final Report*. World Bank: Washington, USA, 2012.
36. World Bank. *NDVI Pasture Index-Based Insurance for Livestock Producers in URUGUAY. Feasibility Study: Final Report*. World Bank: Washington, USA, 2013.
37. *Lou W., Ji Z., Sun K., Zhou J.* Application of remote sensing and GIS for assessing economic loss caused by frost damage to tea plantations. *Precision agriculture*. 2013. Vol. 14. № 6. P. 606—620.
38. *Лулян Е.А., Барталев С.А., Савин И.Ю.* Технологии спутникового мониторинга в сельском хозяйстве России // *Аэрокосмический курьер*. 2009. №. 6. С. 47—49.

**Сведения об авторах:**

*Савин Игорь Юрьевич* — член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Агроинженерного департамента Российского университета дружбы народов. E-mail: savin\_iyu@pfur.ru.

*Козубенко Игорь Сергеевич* — директор Департамента развития и управления государственными информационными ресурсами АПК. E-mail: dit@mcx.ru.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-4-336-343

**POSSIBILITIES OF SATELLITE DATA USAGE  
IN AGRICULTURAL INSURANCES**

**I.Yu. Savin<sup>1</sup>, I.S. Kozubenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia, Agrarian-Technological Institute  
*Moscow, 117198, Russian Federation*

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture of Russia  
*Moscow, 107078, Russian Federation*

savin\_iyu@pfur.ru

**Abstract.** Analysis of usage of satellite data in agricultural insurance was conducted. Main peculiarities and ways of potential usage were listed. It was highlighted that satellite data can be successfully used for crop monitoring, risks and damages assessment, as well as for pastures monitoring. The perspectives of usage of UAV images instead of satellite data for small areas were noted.

**Keywords:** satellite data, land monitoring, crop status monitoring, crop insurance, UAV