

UDC 631:502:528.8

<https://doi.org/10.31713/vs120197>

Bulakevych S. V., Applicant (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

USING THE LANDSAT SATELLITE SYSTEM FOR WINTER WHEAT MONITORING IN THE WESTERN UKRAINE TERRITORY

Today, there are many ways to monitor crops throughout the season. Among them – the use of satellites and drones, sheet diagnostics, analysis of soil samples. This article discusses the technology of using Landsat remote sensing data for solving problems of monitoring the state of winter wheat in Western Ukraine. The issues of yield forecasting were also considered. The studies were conducted on one of the fields of the agro-farm. Volovikov using Landsat remote sensing imagery for 2010-2011. (August, April, July). The technology of creating geo-information models of the main indices is described, namely: the distribution models of the NDVI index – and the distribution models of the GVI index (Green Vegetation Index). These models were indicators of the vegetation of green plants. On their basis, a quantitative assessment of the ascent and growth of winter wheat was carried out.

Also in this study, the integration of digital elevation models and Landsat remote sensing materials was carried out, using the tools of cartographic algebra, problem areas were identified in which a decrease in the yield of winter wheat was observed. The reasons for this state were established, and decisions were made to correct the structure of the crop rotation (for the future), and the coordinates of sites that need special agronomic support with further integration of this geospatial information into the system of precision farming were determined. Studies show that after geoinformational analysis of cartographic materials of agrochemical indicators, topography, remote sensing data for different periods of plant vegetation, it is possible to obtain an up-to-date informational picture of the state of the study area and effectively implement land management and agrotechnical measures, namely: correct the structure of crop rotation, fertilize , detect areas affected by pests and diseases, process well-defined problems areas, and to make informed management decisions.

Keywords : Satellite monitoring, remote sensing LANDSAT, agro-monitoring.

Introduction

Important moments in the implementation of land management design are the application of modern geoinformation technologies in conjunction with remote sensing data. They allow to get an important initial basis – an integrated model of the territory – which is a prerequisite for making well-founded management decisions. The main task when creating integrated models of territories is the definition of the elemental composition and structure of the system [3].

The indisputable fact of the present is that it is possible to implement the most effective land management measures, using the modern GIS-technologies, which are necessary for the rational organization of the territory of agricultural lands. The use of satellite observation to determine the space-time allocation of sites with different contents of nutrients, agrochemical studies of soils in real time makes it possible to use geoinformation systems as a special tool for managing agricultural areas.

The topics of monitoring of agricultural lands using remote sensing data were highlighted in their works by such Ukrainian scientists as G. Zholobak, V. Antonenko, M. Kobets, N. Kussul, S. Skakun, V. Lyalko and others. Among the foreign authors on this topic are the following scientists: Vermote E., Roger J., Franch B., Gao F., Anderson M., Zhang X., and others.

A detailed analysis of the scientific works of the aforementioned scientists indicates that the task of monitoring the condition of winter wheat agricultural land using remote sensing data has many alternative methods of implementation, these methods have their advantages and disadvantages.

In this article one of the possible methods of monitoring research of agricultural lands occupied by winter wheat with the use of open data of the Landsat satellites is proposed.

Materials and methods

Most often, the farms do not have information about the exact size of their acreage, which is due to their constant change, due to various kinds of natural and technogenic processes. In addition, soil characteristics and vegetation cover vegetation periods vary in different fields. And all this can be taken into account using a modern geo-information resource, otherwise it is impossible to avoid unnecessary, quite significant costs. However, in modern conditions, accurate actual cartographic material of agricultural land is not available and remote monitoring of lands is also

available. Abroad, many problems are successfully solved through the use of remote sensing data (RS), which are obtained with the help of space systems or unmanned aerial vehicles, as well as the extensive use of geospatial information gathering tools during agricultural operations [3].

Results and Discussion

At the moment in Ukraine, agricultural enterprises are gradually moving to the technology of precision farming – harvesting equipment equipped with GNSS receivers and on-board computers is increasingly appearing on Ukrainian fields. Figure 1 shows a fragment of the map of the yield of winter wheat obtained as a result of harvesting of modern agricultural machinery in the farm “Volovikova” on one of the fields of the Goshchansky district of the Rivne region.

The cartogram displays yield variations within one of the fields.

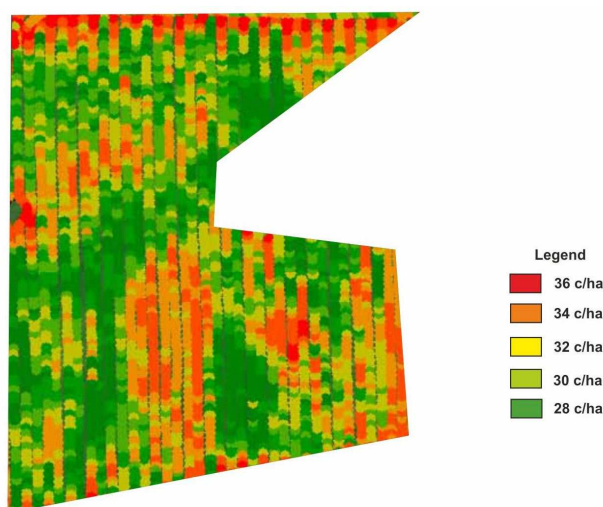


Figure 1. Map of the yield of winter wheat

After interpolation using geostatistical point data of agrochemical survey of fields provided by the Rivne branch of the State Enterprise "Institute for Soil Protection of Ukraine" of each selected sample, grid models of the contents of the main nutrients and soil acidity for a specific field were constructed (Figures 2, 3, 4). Such digital geospatial models built for each field of the economy serve as an information basis for the creation of a detailed land management plan [4].

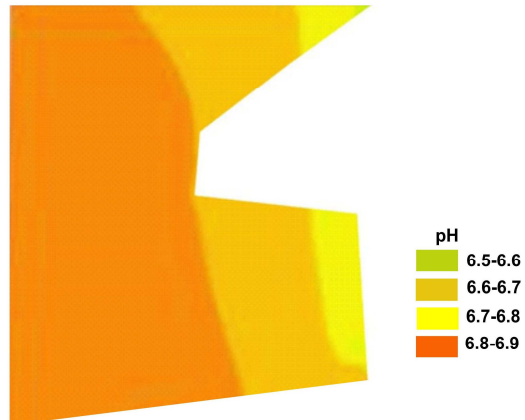


Figure 2. Grid-model of soil acidity (pH)

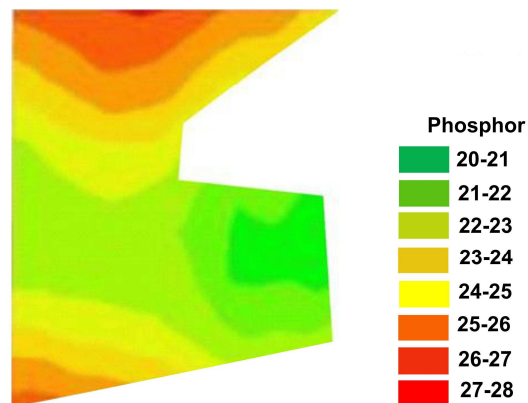


Figure 3. Grid-model of phosphorus in the soil (mg / kg)

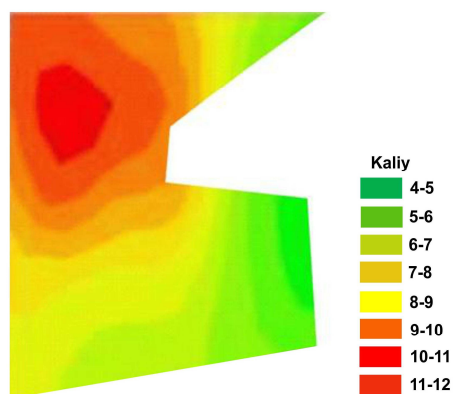


Figure 4. Grid model of exchangeable potassium in soil (mg/kg)

The relief data SRTM (figure 5) was also used with an accuracy of up to 3 meters.

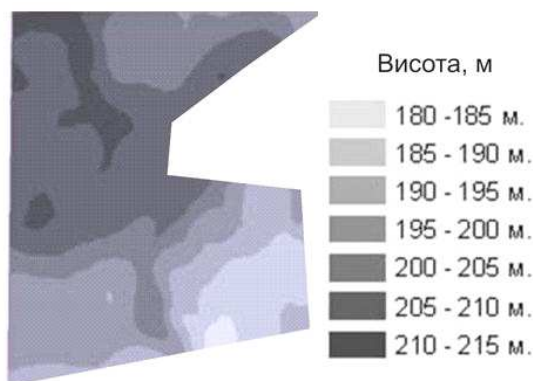
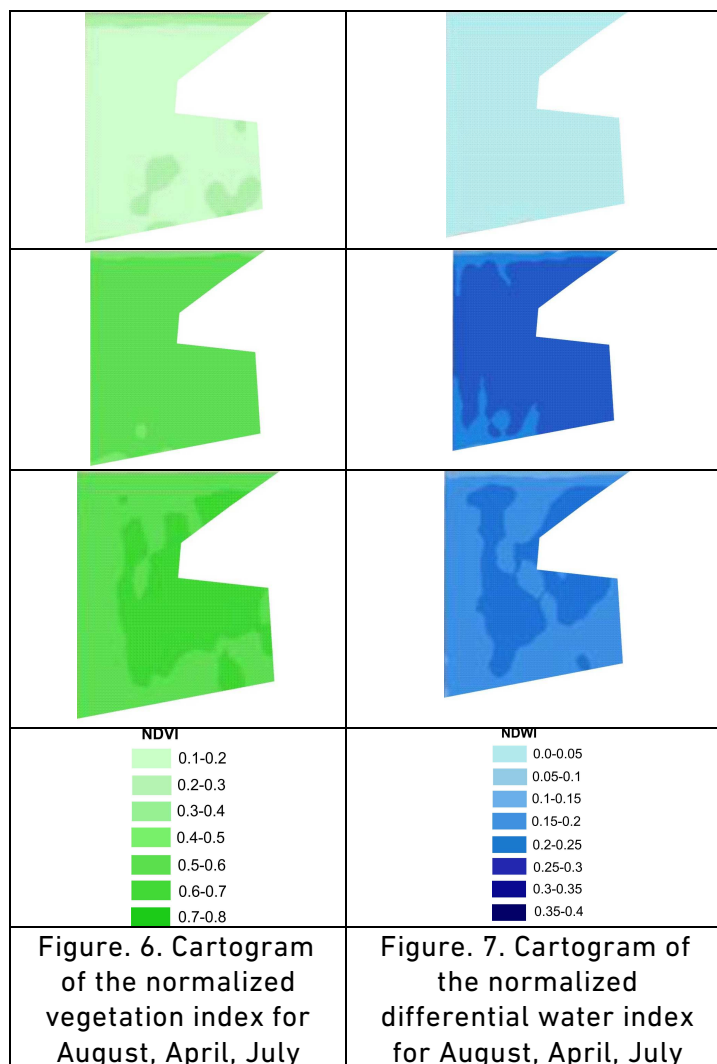


Figure 5. Model of the field relief (SRTM height matrix)

For the analysis of the forecast of the productivity of winter wheat in one of the fields of the agronomical farming them. Volovikova used the images for 2010-2011 (August, April, July) from ShS Landsat. For the processing of space images, the following channels were used: 3, 2, 1 – a combination of natural colors. In this combination, channels of the visible range are used, so the objects of the earth's surface look like what they perceive by the human eye. Ordinary vegetation looks green, sloping fields – light green, weed vegetation has a brown color. Also a combination of the 5th, 4th and 3rd channels was used. This combination provided an opportunity to analyze agricultural land. In this case, the usual healthy vegetation has a bright green color, and the open soil is pink-blue.

After calibrating and accurately linking Landsat satellite imagery to the terrain, in the software complex "Erdas Imagine", we constructed thematic maps of the main indices for the possibility of forecasting the crop, namely:

1. The map of the distribution of the index NDVI - (Normalized Difference Vegetation Index) – the normalized relative index of vegetation – the quantitative indicator of active biomass (allowed to calculate the density of vegetation).



2. The cartogram of distribution of index GVI (Green Vegetation Index) – an indicator of vegetation of green plants – allows to estimate quantitatively an ascent and growth of plants.

Conclusion

The processed remote sensing materials indicate that wheat has not yet disappeared at the end of August, and with the help of the vegetation index charts for April and July areas were revealed on which the crop is the best. After combining relief cartograms with Landsat remote sensing materials, using the cartographic algebra tools, problem areas were identified, where the yield of winter wheat was reduced. The reasons for this state were established, and decisions were taken to correct the structure of the

crop rotation (for the future), and the coordinates of the sites that needed special feeding with further introduction of this geospatial information into the system of precise farming were determined. After all, the conducted studies show that after geoinformation analysis of cartographic materials of agrochemical indicators, relief, remote sensing data for different vegetation periods, it is possible to obtain an actual information picture about the state of the investigated territory and effectively implement land management and agrotechnical measures, namely: to adjust the crop rotation structure, to make fertilizer, to detect areas affected by pests and diseases, to handle accurately installed s problem areas, to predict the harvest.

1. Булакевич С., Качановский О. Использование спутниковой системы LANDSAT для мониторинга сельскохозяйственных угодий на территории Ровенской области. *Актуальные научные исследования в современном мире – 2018*. Том 1 (33). Ч. 5. С. 121–127. 2. Булакевич С. В., Німкович Р. С. Геоінформаційне забезпечення проектів землеустрою з еколого-економічним обґрунтуванням сівозмін та впорядкуванням угідь на локальному рівні. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів, 2014 р. Вип. I(27). С. 121–125. 3. Черняга П. Г., Булакевич С. В., Голубінка Ю. І. Моделювання природноландшафтних характеристик сільськогосподарських угідь у проектах землевпровадження. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Львів, 2010 р. Вип. I (19). С. 238–241. 4. Towards a set of agrosystem-specific cropland mapping methods to address the global cropland diversity / F. Waldner, M. Lavreniuk, S. Skakun, N. Kussul, P. Defourny. *International Journal of Remote Sensing*. 2016. Vol. 37, no. 14. P. 3196–3231. 5. Waldner F., Fritz S., Di Gregorio A., Defourny P. Mapping priorities to focus cropland mapping activities. *Fitness assessment of existing global, regional and national cropland maps*. *Remote Sens*. 2015, 7. P. 7959–7986. 6. Improving the timeliness of winter wheat production forecast in the United States of America, Ukraine and China using MODIS data and NCAR Growing Degree Day information / Franch B., Vermote E. F., Becker-Reshef I. et al. (2015). *Remote Sens Environ* 161. P. 131–148. 7. Matton, N.; Canto, G. S.; Waldner, F.; Valero, S.; Morin, D.; Inglada, J.; Arias, M.; Bontemps, S.; Koetz, B.; Defourny, P. An Automated Method for Annual Cropland Mapping along the Season for Various Globally-Distributed Agrosystems Using High Spatial and Temporal Resolution Time Series. *Remote Sens*. 2015, 7, P. 13208–13232. 8. Waldner, F., Fritz, S., Di Gregorio, A., Defourny, P. Mapping priorities to focus cropland mapping activities: Gong, P.; Wang, J.; Yu, L.; Zhao, Y.; Zhao, Y.; Liang, L.; Niu, Z.; Huang, X.; Fu, H.; Liu, S.; et al. *Finer resolution observation and monitoring of global land cover: first mapping*

results with Landsat TM and ETM+ data. Int. J. Remote Sens. 2013, 34, P. 2607–2654. **9.** F. Rembold, J. Delincé, H. Boogard, and A. Burger. Spatial information systems in crop monitoring: Developing new global models and sharing the data, in: Proc. Conf. GSDI-9, Santiago, Chile (2006). **10.** Jamali, S.; Jönsson, P.; Eklundh, L.; Ardö, J.; Seaquist, J. Detecting changes in vegetation trends using time series segmentation. *Remote Sens. Environ.* 2015, 156, P. 182–195.

REFERENCES:

1. Bulakevich S., Kachanovskii O. Ispolzovanie sputnikovoi sistemy LANDSAT dlia monitorinha selskokhoziaistvennykh uhodii na territorii Rovenskoii oblasti. Aktualnye nauchnye issledovaniia v sovremennom myre – 2018. Tom 1 (33). Ch. 5. S. 121–127. **2.** Bulakevych S. V., Nimkovych R. S. Heoinformatsiine zabezpechennia proektiv zemleustroiu z ekoloheo-ekonomichnym obgruntuvanniam sivozmin ta vporiadkuvanniam uhid na lokalnomu rivni. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*. Lviv, 2014 r. Vyp. I(27). S. 121–125. **3.** Cherniaha P. H., Bulakevych S. V., Holubinka Yu. I. Modeliuvannia pryrodnolandshaftnykh kharakterystyk silskohospodarskykh uhid u proektakh zemlevprovadzhenia. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*. Lviv, 2010 r. Vyp. I (19). S. 238–241. **4.** Towards a set of agrosystem-specific cropland mapping methods to address the global cropland diversity / F. Waldner, M. Lavreniuk, S. Skakun, N. Kussul, P. Defourny. *International Journal of Remote Sensing*. 2016. Vol. 37, no. 14. P. 3196–3231. **5.** Waldner F., Fritz S., Di Gregorio A., Defourny P. Mapping priorities to focus cropland mapping activities. *Fitness assessment of existing global, regional and national cropland maps*. *Remote Sens.* 2015, 7. R. 7959–7986. **6.** Improving the timeliness of winter wheat production forecast in the United States of America, Ukraine and China using MODIS data and NCAR Growing Degree Day information / Franch B., Vermote E. F., Becker-Reshef I. et al. (2015). *Remote Sens Environ* 161. R. 131–148. **7.** Matton, N.; Canto, G. S.; Waldner, F.; Valero, S.; Morin, D.; Inglada, J.; Arias, M.; Bontemps, S.; Koetz, B.; Defourny, P. An Automated Method for Annual Cropland Mapping along the Season for Various Globally-Distributed Agrosystems Using High Spatial and Temporal Resolution Time Series. *Remote Sens.* 2015, 7, R. 13208–13232. **8.** Waldner, F., Fritz, S., Di Gregorio, A., Defourny, P. Mapping priorities to focus cropland mapping activities: Gong, P.; Wang, J.; Yu, L.; Zhao, Y.; Zhao, Y.; Liang, L.; Niu, Z.; Huang, X.; Fu, H.; Liu, S.; et al. *Finer resolution observation and monitoring of global land cover: first mapping results with Landsat TM and ETM+ data. Int. J. Remote Sens.* 2013, 34, R. 2607–2654. **9.** F. Rembold, J. Delincé, H. Boogard, and A. Burger. Spatial information systems in crop monitoring: Developing new global models and sharing the data, in: Proc. Conf. GSDI-9, Santiago, Chile (2006). **10.** Jamali, S.; Jönsson, P.; Eklundh, L.; Ardö, J.;

Seaquist, J. Detecting changes in vegetation trends using time series segmentation. *Remote Sens. Environ.* 2015, 156, R. 182–195.

Булакевич С. В., здобувач (Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне)

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ LANDSAT ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

Сьогодні існують різноманітні варіанти проведення моніторингу посівів сільськогосподарських культур протягом сезону. Серед них – застосування супутників і дронів, проведення листової діагностики, відбір та аналіз проб ґрунту, тощо. У даній статті розглянуті технології використання даних ДЗЗ Landsat для вирішення завдань моніторингу стану озимої пшениці в умовах Західної України. Також розглянуті питання прогнозування врожайності. Дослідження проводилися на одному з полів агрогосподарства ім. Воловікова з використанням знімків системи дистанційного зондування Landsat за 2010-2011 рр. (серпень, квітень, липень). Описано технологію створення геоінформаційних моделей основних індексів, а саме: моделей розподілу індексу NDVI та моделей розподілу індексу GVI (Green Vegetation Index). Ці моделі виступали показниками вегетації озимої пшениці. На цій підставі проводилася кількісна оцінка сходу та вегетації цієї сільськогосподарської культури.

Також в даному дослідженні проводилася інтеграція цифрових моделей рельєфу і матеріалів дистанційного зондування Landsat, використовуючи інструментарій картографічної алгебри були визначені проблемні ділянки, на яких спостерігається зниження врожайності озимої пшениці. Встановлено причини такого стану, і прийняті рішення про коригування структури сівозміни (на майбутнє) а також визначені координати ділянок, які потребують особливого агрономічного забезпечення з подальшим імпортом цієї геопросторової інформації в систему точного землеробства. Проведені дослідження доводять, що після геоінформаційного аналізу картографічних матеріалів агрохімічних показників, рельєфу, даних дистанційного зондування за різні періоди вегетації рослин, можливо отримувати актуальну інформаційну модель досліджуваної території і ефективно впроваджувати землевпорядні та агротехнічні заходи, а саме:

коригувати структуру сівозмін, вносити добрива, виявляти ділянки уражені шкідниками і хворобами, обробляти точно встановлені проблемні ділянки, а також приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Ключові слова: супутниковий моніторинг, дистанційне зондування LANDSAT, агромоніторинг.

Булакевич С. В., соискатель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ LANDSAT ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ УКРАИНЫ

Сегодня существует множество способов мониторинга посевов на протяжении сезона. Среди них – применение спутников и дронов, листовая диагностика, анализ проб почвы. В данной статье рассмотрены технологии использования данных ДЗЗ Landsat для решения задач мониторинга состояния озимой пшеницы в условиях Западной Украины. Также рассмотрены вопросы прогнозирования урожайности. Исследования проводились на территории агрохозяйства им. Воловикова с использованием снимков системы дистанционного зондирования Landsat за 2010–2011 гг. (август, апрель, июль). Описана технология создания геоинформационных моделей основных индексов, а именно: моделей распределения индекса NDVI – и моделей распределения индекса GVI (Green Vegetation Index). Эти модели выступали показателями вегетации зеленых растений. На их основании проводилась количественная оценка восхождения и роста озимой пшеницы.

Также в этом исследовании проводилась интеграция цифровых моделей рельефа и материалов дистанционного зондирования Landsat, используя инструментарий картографической алгебры были определены проблемные участки, на которых наблюдается снижение урожайности озимой пшеницы. Установлены причины такого состояния, и приняты решения о корректировании структуры севооборота (на будущее), а также определены координаты участков, которые нуждаются в особом агрономиче-

ском обеспечении с дальнейшим внесением этой геопространственной информации в систему точного земледелия. Проведенные исследования показывают, что после геоинформационного анализа картографических материалов агрохимических показателей, рельефа, данных дистанционного зондирования за разные периоды вегетации растений, возможно получать актуальную информационную модель исследуемой территории и эффективно внедрять землеустроительные и агротехнические мероприятия, а именно: корректировать структуру севооборотов, вносить удобрения, обнаруживать участки пораженные вредителями и болезнями, обрабатывать точно установленные проблемные участки, а также принимать обоснованные управленческие решения.

***Ключевые слова:* спутниковый мониторинг, дистанционное зондирование LANDSAT, агромониторинг.**
