

СТРУКТУРА НА СЪВМЕСТНИ АЕРОКОСМИЧЕСКИ И НАЗЕМНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПОЧВЕНИТЕ И РАСТИТЕЛНИ РЕСУРСИ В РЕКУЛТИВИРАНИ ЗОНИ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ ЗЕМИ

Никола Колев¹, Мила Илиева-Обретенова²

¹Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията
"Н. Пушкаргов"

²Минногеоложки университет „Свети Иван Рилски“
e-mail: nvkolev@abv.bg; mila.ilieva@mgu.bg

Ключови думи: аерокосмически изследвания, наземни изследвания, земеделие, рекултивирани площи

Резюме: Обсъжда се структурата за получаване на данни от аерокосмическата апаратура и от апаратните модули на мобилен измервателен комплекс за наземни изследвания на рекултивирани площи от земеделски земи и открити рудници. Предлага се система за обработка на аерокосмическата и наземна информация, която включва модули за дистанционни наблюдения и сателитни изображения и за наземни агрономически наблюдения и агрофизични измервания, която осигурява данни за специализирани карти и актуални знания за състоянието на обектите. За да има сигурност за качеството на изображенията, се предлага да се провеждат целеви синхронни и квазисинхронни наземни агрономически наблюдения и агрофизични измервания в представителни участъци от тестови полигони в земеделските площи и откритите рудници на територията на България.

STRUCTURE OF COMBINED AIRSPACE AND LAND SURFACE RESEARCHES FOR ESTIMATION OF SOIL AND PLANT RESOURCES STATUS IN RECULTIVATION ZONES OF AGRICULTURAL LANDS

Nikola Kolev¹, Mila Ilieva-Obretenova²

¹Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "N. Poushkarov"

²The University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"
e-mail: nvkolev@abv.bg; mila.ilieva@mgu.bg

Keywords: remote sensing, field measurements, agricultural fields, recultivated fields

Abstract: The objective of this paper is to present some remote sensing methods to estimate soil surface and root zone and vegetation canopies water content and temperature of agricultural fields and recultivated fields after open pit mining. These methods can be improved on the agricultural test polygons beyond what are achievable on big regions of the country. There is a discussion about an experience in development of collaborative contact electronic and remote sensing measurements on the field and in organisation of test areas for field measurements.

The results of these measurements are demonstrate as soil moisture and heat maps of pilot fields. They can be combined with simulated data from mathematical models for estimation and forecast of soil and plant water and heat balance.

Remote sensing and synchronous land surface estimation of soil moisture and temperature and plant fertility status is a new and prospective way of the practice.

Увод

Земеделските специалисти, учени и ръководители от различни нива нямат еднозначно мнение за приложението на аерокосмическите изследвания и ролята им в управлението на земеделското производство в България, особено това на рекултивирани земи. Скептически настроените не ги приемат за перспективни с твърдението, че те са лукс за нас при сегашното

състояние на земеделието в страната и са трудно приложими за малките територии, които обхващат отделните култури.

Оптимистично настроените, сред които сме и ние, намират аерокосмическите изследвания за необходими, особено за стратегическите цели на управлението на земеделието [1]. Още повече, с нашето съгласие или без него, космически станции от типа на Sentinel 2, с целево предназначение за изучаване на земното покритие, прелитат периодично над нашата територия.

В рамките на съвместни проекти с руски институти и с институти на Обединения европейски изследователски център (JRC) в ИСПРА, Италия резултатите от тези изследвания, включени в национална информационна система [9], могат да дават ценна информация за състоянието на основни агрофизични характеристики на земното покритие. Особено, когато се отнася за рекултивирани зони от земеделски земи, каквито са зоните на земите след рекултивация, последвала възледобива в агломерацията „Марица-изток“.

Интерес за земеделското управление е оценката на типа на почвената покривка, влажността и температурата на почвата и на състоянието на растителната покривка в тези зони, която се различава от почвената и растителна покривка преди организирането на открития възледобив в територията. След техническата рекултивация, която преди прехода се правеше от специализирана организация под ръководството на Министерството на земеделието, следваше биологична рекултивация под методичното ръководство на институт „Н. Пушкиров“. Променената почвена покривка и променените почвени и климатични условия налагат повече грижи и внимание към растителната покривка и към земеделското производство.

Аерокосмическата технология за оценка на ресурсите, която се използва за управление на развитието на посевите и прогнозиране на добивите от основните култури в земеделието, в териториите след рекултивация е особено ценна, защото осигурява непрекъсната оценка на състоянието на почвите и на посевите, както е в страни като Германия, Холандия, Чехия, Италия, Англия, Франция и Япония [9, 12]. В тези страни земеделските площи, заети от една култура, не са по-големи от площите в България и разнообразието на култури не е по-малко [11].

Аерокосмически и наземни методи за оценка на типа и на водоосигуреността на почвата и на състоянието на земеделските култури

Аерокосмическите изследвания за земеделски цели се основават на използването на специализирана апаратура за фотографско заснемане, радиометриране, спектрометриране и радиолокация на площите, монтирана на самолети-лаборатории и космически станции в околоземна орбита.

Основният метод, използван при аерокосмическите изследвания, се основава на пасивната радиометрия и спектрометрия, при които, топлинното излъчване на повърхността на почвата и растителността в инфрачервения диапазон и в диапазона на радиочестотите се приема, записва и обработва от спектрометрична и радиометрична системи, монтирани на борда на самолет или космически кораб, като спектрален сигнал и като радиояркостна температура на обекта. Колкото влажността на обекта е по-голяма, толкова радиояркостната му температура е по-ниска, като съществува корелативна зависимост между тази температура и влажността на почвата и водоосигуреността на културата. В Института за космически изследвания при БАН беше създадена радиометрична система тип РМ-1С с дължина на вълната 4 см, която беше монтирана на самолет-лаборатория L-410 и на космическата станция "МИР" и с която бяха проведени над 5-годишни измервания в различни краища на света [3, 11].

Друг използван метод се основава на оценка на отражателната способност на повърхността на почвата и растителността в зависимост от водното им съдържание, при който коефициентът на отражение на светлината нараства с намаление на водното съдържание на обекта [2, 3, 10]. В Института за космически изследвания и технологии при БАН беше създадена фамилия от спектрометри от типа ИСОХ и СПЕКТЪР, с която бяха проведени серии от наземни и аеродистанционни измервания за оценка на състоянието на земеделски обекти.

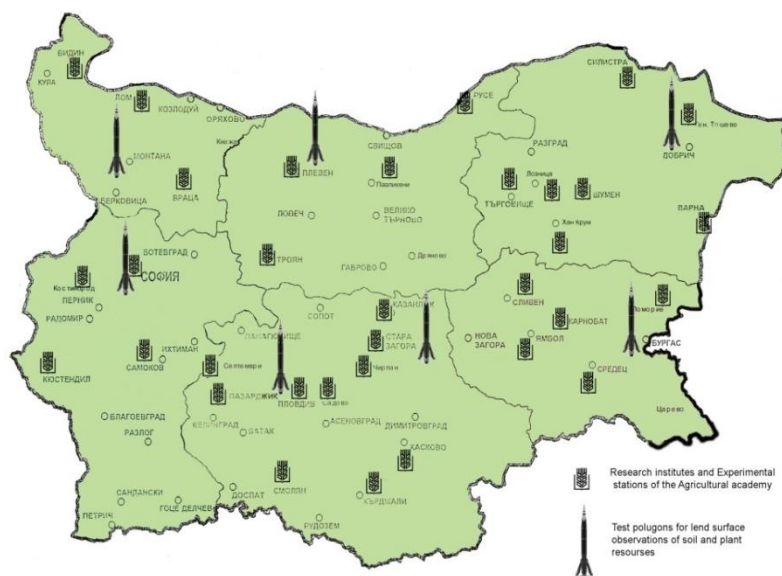
Такива и по-широки изследвания в тази област бяха проведени в Русия, САЩ, Англия, Австралия и в други развити земеделски страни. Така [8] в Австралия, [14] и [12] в Англия, предложиха модели за оценка на влажностния профил на коренообитаемия слой на почвата и по данни от аеродистанционни измервания на влажността на повърхностния почвен слой и воднобалансни изчисления с цел прогнозиране на добивите от културите.

Редица прецизни измервания с този тип апаратура в лабораторни и полски експерименти позволиха да се разкрият зависимости между коефициентите на отражение за различни честоти от слънчевия спектър и съдържанието на отделни хранителни и токсични елементи в растителността. Намерени бяха функционални връзки между спектралните характеристики и биометричните параметри на посеви от пшеница, ечемик, царевича, люцерна и др. [3, 8]. Това

позволи да се създадат диагностични критерии за оценка на храненето и на фитосанитарното състояние на растителността.

Проблем за аерокосмическите изследвания е това, че системата "почва-растителност" е сложна, динамична и представлява обект, тип "смесен клас [8, 9], което налага синхронни и квазисинхронни наземни агрофизични измервания и агрономически наблюдения за прецизна калибровка. Всяка област в дадена страна има уникален микроклимат и специфични условия за земеделско производство, които определят различни тегловни коефициенти в уравненията за връзки между измерваните параметри от аерокосмическата апаратура и контролираните характеристики на почвата и културите. Още по-отговорно е изследването на рекултивирани площи след минна дейност, каквото е положението край мини „Марица-изток“ от полигон „Стара Загора“.

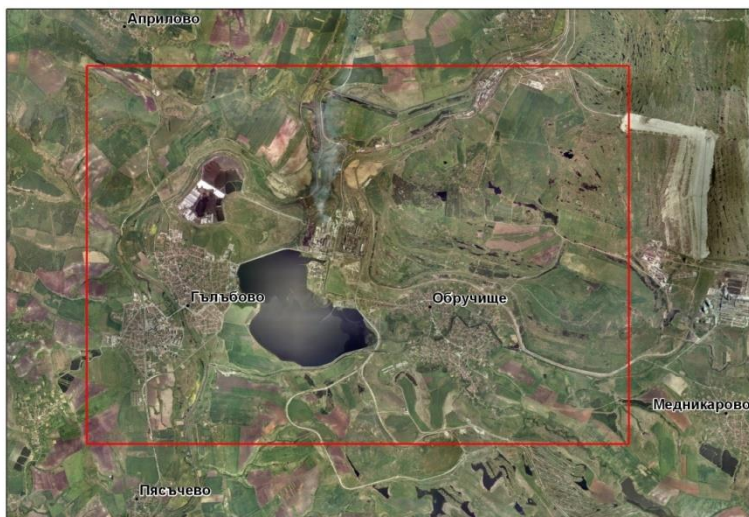
Организацията на изследванията включва определяне на териториите с рекултивирани площи, заети с основни земеделски култури, които могат да бъдат обекти на този род изследвания, в които е наложително да се изберат представителни площи, наречени тестови участъци, от които да се организират наземни измервания и наблюдения. Съгласно общата методика, използвана в страните от Европейския съюз и приложена в проекта MARS-MERA, България е включена в европейската мрежа от над 95 тестови полигона. От тях на територията на страната ни са разположени тестови полигона с размери 40 km x 40 km, в районите Плевен, Русе, Разград, София, Пловдив и Стара Загора, в близост до опитни бази на институт "Пушкаргов" и на други институти и опитни станции на Селскостопанската академия, както е показано на Фиг. 1.



Фиг. 1. Национална мрежа от тестови полигона и пространствено разпределение на научните институти и на опитните станции на ССА

Тестовите участъци в полигоните притежават пълни почвени и агрохимически характеристики на площите и микроклиматични характеристики на районите, което позволява привързване на данните от аерокосмическите изследвания към специфичните условия на средата.

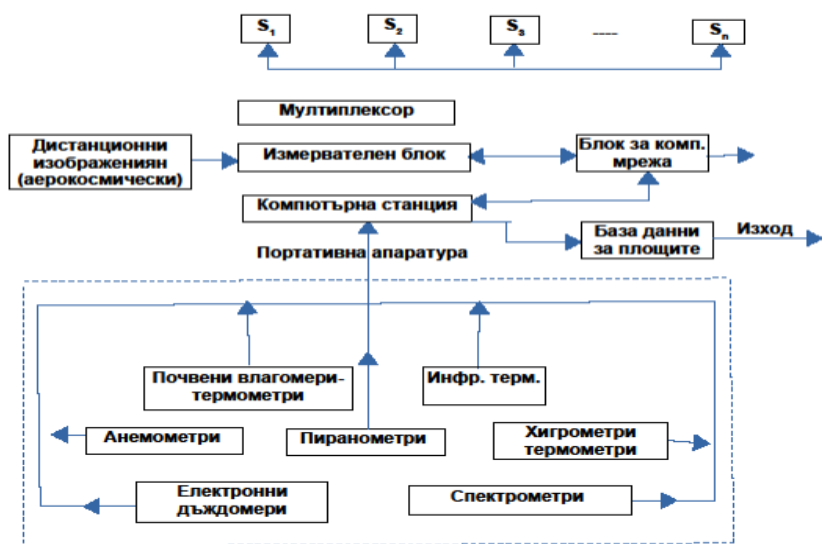
Интерес за земеделското производство представлява състоянието на рекултивирани площи след открит добив на въглища в територии със земеделски земи, какъвто е басейнът на мини «Марица –изток», в които могат да се използват аерокосмически технологии, особено сега при наличието на фамилията Sentinel. Заедно с тях се налага да се организират и провеждат синхронни и квазисинхронни наземни тестови агрономически наблюдения и агрофизични измервания на елементи на водния и топлинния баланси на системата "почва-растителност-атмосфера" в тестовите участъци. Такъв тестов участък с рекултивирани земеделски площи сме организирали в полигон Стара Загора (Фиг. 2), за верификация на космическите изображения с данните от наземните наблюдения на околната среда [5, 7, 13].



Фиг. 2. Карта на тестов участък Гълъбово в басейна на мини „Марица-изток” от полигон „Стара Загора”

Структура на мобилен измервателен комплекс за наземни изследвания, синхронни и квазисинхронни с аерокосмическите изследвания на земното покритие

В структурата на измервателния комплекс за наземни измервания, показан на Фиг. 3, са включени специализирани сензори и измервателни устройства за оценка на основни параметри на системата „почва-растителност-приземен въздух” (влажност, температура и засоленост на почвения профил, топлинен поток в почвата, температура на листата на растенията, радиационна температура на почвената и растителна повърхност, слънчева радиация (паднала, отразена и разсеяна), температура и влажност на приземния въздух, скорост на вятъра, количество и интензивност на естествения дъжд, температурен и влажностен градиент на приземния въздух, слана и поледица). Следват блокове за мултиплексиране на сигналите от сензорите и измервателен блок с аналогови и цифрови канали.



Фиг. 3. Комплекс за приемане и обработка на космически изображения и наземни електронни измервания

В компютърната станция се регистрират измерените стойности и се изчислява интензивността на евапотранспирацията в приземния въздух и на топлинния поток в почвата, които са основни елементи на водния и топлинния режими на системата „почва-растителност-приземен въздух”.

Данните от радиометрични и спектрометрични устройства за дистанционни изображения се въвеждат в компютърната станция и по специални алгоритми се сравняват със стойностите от измервателните канали на системата за наземни и приземни измервания. С тези операции се

верифицират данните от аеродистанционните изображения за оценка на състоянието на почвената и растителна покривка в тестовия участък.

В компютърната станция са въведени и данни за историята на полетата в участъка и вегетационните календари на културите, с които са заети площите.

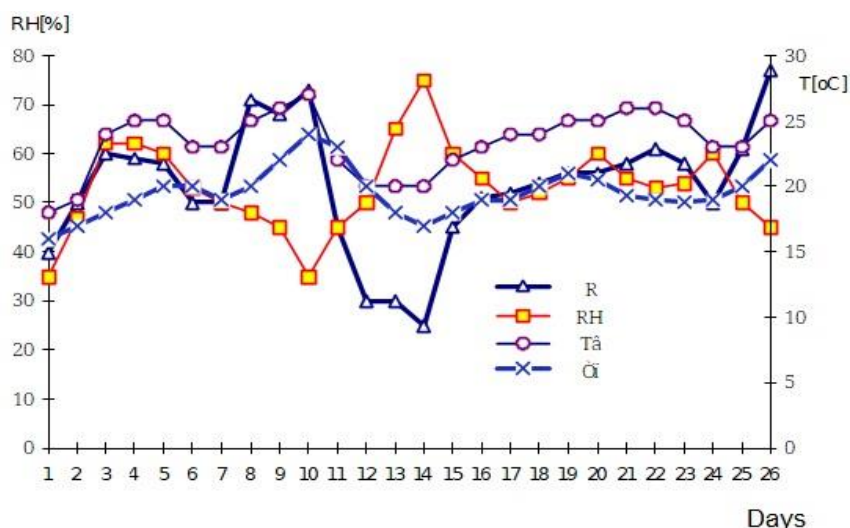
Получените данни за състоянието на влажността и температурата на приземния почвен слой имат пряко отношение към състоянието на влажността и температурата по почвения профил, което е доказано с данни от наземни измервания в представителни места на тези участъци.

Резултати от експериментални обследвания на площи

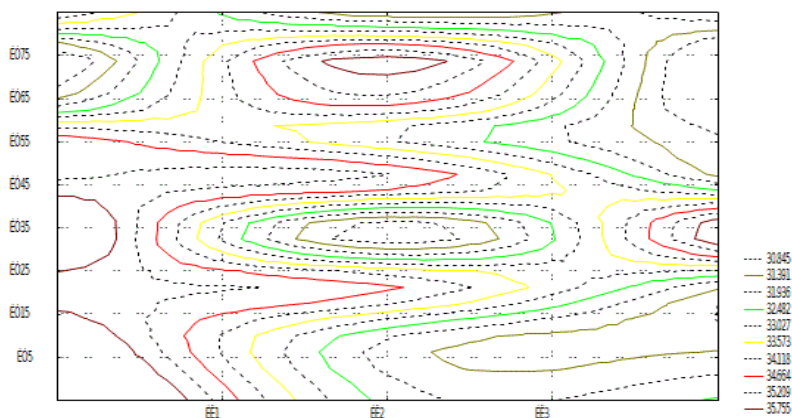
Площите в тестовите участъци притежават почвени, агрохимични и климатични характеристики, и същностни вегетационни календари на културите, с които те са заети. Блоковете в участъците, заети с еднородни култури, имат площи средно от около 500 – 700 дка.

В представителни места от участъка планираме да се проведат синхронни и квазисинхронни наземни калибровъчни измервания с този мобилен комплекс.

Ще бъдат показани само два примера на аеродистанционни изследвания на влажността и температурата на повърхността на почвата и посев, с което ще се демонстрират възможностите им за целите на земеделската практика. На Фиг. 4 е показана карта на влажността на почвата на площ с пшеница, а на Фиг. 5 – карта на топлинното поле на пшеничен посев в участък "Чирпан" от полигон Стара Загора.



Фиг. 4. Едномесечен запис на среднодневните стойности на основни елементи на топлинния и на водния режими на поле с пшеница през месец юни 2007г, където: R – радиационен баланс в полето; RH – относителна влажност на въздуха; Ta - температура на приземния въздух; Q – температура на почвената повърхност



Фиг. 5. Карта на топлинното поле на посев от пшеница на 22 юни, 2007 г в 12:00, където по оста x – измервателните линии, напряко на редовете; по оста y – измервателните линии по редовете на посева

Заклучение

В доклада се обсъждат възможностите за организиране на съвместни аерокосмически и наземни методи и средства за оценка на основни свойства на почвената и растителна покривка в рекултивирани площи, които определят водоосигуреността и храненето на посевите. Споделя се опитът, на авторите в комплексното използване на методи и специализирана електронна техника за оценка на влажността и температурата на повърхностния почвен слой и растителната покривка и на спектралните радиационни и отражателни характеристики на почвата и посевите.

Показана е националната мрежа от тестови полигони, географски разпределена из цялата страна, в които се организират наземни агрономически изследвания и агрофизични измервания, за да се получат влажностни и топлинни карти на земеделски площи.

Подчертава се, че по данни от електронноизмервателни средства и математически модели може да се определят влажностните, топлинните и солевите профили на коренообитаемия почвен слой, които обективно формират водния и топлинния режими на почвата и на хранителните режими на посевите.

Оценката на състоянието на почвените и растителни ресурси става синхронно във времето и осигурява данни и информация на заинтересовани производители, министерства и ведомства, които да им помагат при вземане на управленски решения за прецизно земеделие при отглеждането на основни земеделски култури, които заемат големи площи от територията на България.

Литература:

1. Захаринов, Б., Н. Колев, 2007. Възможности за балкански аерокосмически и наземен екологичен мониторинг на системата "почва-растителност-приземна атмосфера", Сб. Доклади на Балканска конференция, София.
2. Колев, Н., К. Каров, 1993. Електронна техника в растениевъдството. Земиздат, София, 309 стр.
3. Кънчева, Р., 1991. Спектрометрични и биометрични изследвания на зимна пшеница по време на международния експеримент "Телегео-87", Аерокосмически изследвания в България, 8, 54–59.
4. Мишев, Д., 1995. Дистанционни изследвания и приложението им в науките за земята. Списание на БАН, кн. 1, 9–55.
5. Baret, F. and Guyot, G., 1991, Potential and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, 35, 161–173.
6. Carlson, T., E. Perry and T. Schmuge, 1990. Remote estimation of soil moisture availability and fractional vegetation cover for agricultural fields. *Agric. and Forest Met.*, V. 52 (1-2), pp. 45–71.
7. Dimitrov, E., M. Kercheva. 2013. Assessment of spatial variation of soil texture fractions on field level. *Int. Soil Sci. Conference, 2013, Ulm, Germany, Book of Abstracts.* p. 283–284.
8. Foushe, P. and N. Booyesen, 1994. Moisture stress in crops evaluated with remotely piloted aircraft. *S. A. Waterbulletin*, Sept./Octob.
9. Kancheva, R., A. Krumov and V. Boycheva 1992. Crop agroecological diagnostics by remote sensing technique. *Proceedings of the Symposium of the ISYC, Munich*, 1–7.
10. Kato, Yo., 1984. A computerized soil information system for arable land in Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 30 (3), pp. 287–297.
11. Mishev, D., 1991. Spectral Characteristics of mixed classes of natural formations. *Acta Astronautica*, Vol.25, N8/9, 443–446.
12. Ragab, R., 1995. Towards a continuous operational system to estimate the root zone soil moisture from intermittent remotely sensed surface moisture. *Journal of Hydrology* 173, pp.1–25.
13. Ustin, S. L., Smith, M. O., Jacquemoud, S., Verstraete, M. and Govaerts, Y., 1999, *Geobotany: Vegetation mapping for earth sciences*. In: Rencz, A.N. (ed.) (1999), 189–248.
14. Vossen, P., 1994. An overview of methods for national crop yield forecasting. *Ispra*, 32.