

Приложение на дистанционни методи при изследване на смесено дъбово съобщество

Владимир Вълчев

Институт по ботаника, БАН

Формулирането и решаването на задачи на дистанционното изследване се основава на измерването с помощта на аеро- и космически средства на различни количествени показатели на отразената слънчева радиация или собственото излъчване на земната повърхност. Използването на получените данни позволява еднозначно да се идентифицират различни природни образувания върху нея. Това изисква прилагането на такива методи и средства, които биха дали на изследователите възможност с най-голяма достоверност да дешифрират аеро- и космически изображения. До този момент са публикувани редица работи от наши и чужди автори [1, 2].

Настоящата работа има за цел да се установят най-информативните канали от видимата и БИЧ (близка инфрачервена) област на електромагнитния спектър. Те биха позволили достоверно идентифициране на растителни обекти върху земната повърхност, получени на аеро- и космични фотоизображения.

Изследвано е издънково смесено дъбово съобщество. Дървостоят му е изграден основно от благащ и цер. Има единично участие на бряст, липа и клен. Заема площ от около 130 ha, на възраст от 20–25 години. Височината на дърветата е 6–8 m, диаметърът на гръдна обиколка – 18–22 cm. Има недобре развит подлес от клен, мукия и млади дъбчета. Тревистият етаж е много слабо развит и със сравнително много беден състав – включва 8–10 вида.

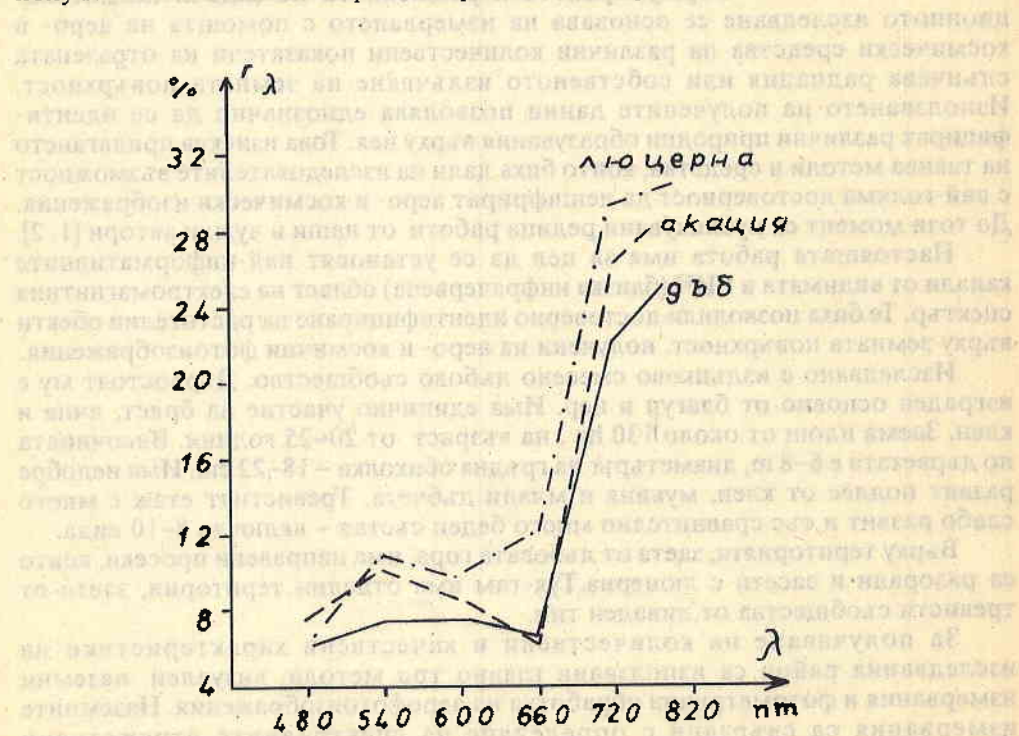
Върху територията, заета от дъбовата гора, има направени просеки, които са разорани и засети с люцерна. Тук-там има отделни територии, заети от тревисти съобщества от ливаден тип.

За получаване на количествени и качествени характеристики на изследвания район са използвани главно три метода: визуален, наземни измервания и фотометрична обработка на аерофотоизображения. Наземните измервания са свързани с определяне на спектралните отражателни характеристики (СОХ) на някои растителни видове чрез измерване на спектралния коефициент на отражение r_{λ} . При това са взети предвид методичните препоръки за повишаване достоверността на измерванията на

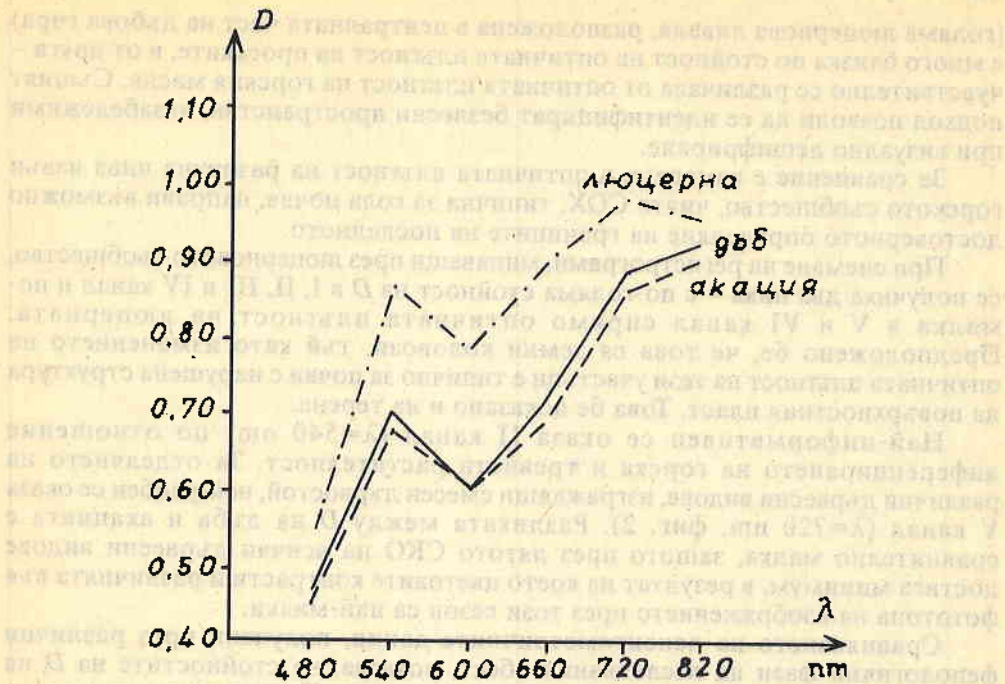
най-информативните параметри на различни растителни структури [3]. Спектрометрирани са периферни клонон от благаун и акация и част от тревостоя на люцернова ливада с помощта на прибора "ИСОХ-020", който има 20 канала. Те обхващат видимия и БИЧ диапазон на електромагнитния спектър ($\lambda=400\div 820$ nm).

Фотометричната обработка дава възможност за измерване на оптичната плътност (D) на фотонегативи. Те са получени с помощта на многозоналната аерокосмична фотокамера "МКФ-6М", монтирана на борда на самолета лаборатория АН-30. Фотокамерата работи в шест канала на видимата и БИЧ област на електромагнитния спектър ($\lambda=400\div 820$ nm), като отделните канали се характеризират със следните максимуми на спектрална чувствителност (съответно от I до VI канал): 480 nm, 540 nm, 600 nm, 660 nm, 720 nm и 820 nm. Измерването на D на негативите във всички канали е извършено с микроденситометър "MD-100" свързан с компенсационно записващо устройство "К-201", което дава възможност за графичен запис на измерваните величини – т.н. регистри. Използвано е и маршрутно обхождане на изследвания обект, за да бъде събрана априорна информация за него.

Фигура 1 илюстрира само стойностите на r_{λ} от спектрометрирането за тези дължини на вълните, които съвпадат с λ на шестте канала на камерата. Зависимостта, която съществува между D и λ при изследваните три обекта, е представена на фиг. 2. По този начин се получава съпоставимост на данните, получени от наземните и фотометричните измервания.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Зелените растения се характеризират с два максимума на отражение – първия при $\lambda=540$ nm и втория – БИЧ област на електромагнитния спектър, и минимум за $\lambda=660$ nm, което се вижда и от фиг. 1. За $\lambda=660$ nm обаче не се получава очакваният минимум на D (фиг. 2). Този факт е обусловен от започващата промяна на баграта на горската растителност, което е последвано от увеличение на отражателната способност на растителните обекти в синята и зелената област на спектъра до 3,5 пъти, а за червената – до 10 пъти. Ивицата на поглъщане на последната изчезва.

Измерванията показват, че оптичната плътност на дъба е по-голяма от оптичната плътност на акацията (фиг. 2), т.е. отражателната способност на короните на дъбовите дървета е по-голяма. Обяснение за това може да се намери ако се съпостави морфологичното и анатомичното устройство на листата на дъба и акацията (дъбовите листа са по-плътни и с по-добре развити кутикула и епидермис в сравнение с акациевите листа).

Отражателната повърхност на дървесното и на тревистото съобщество е с различна структура. Това обуславя разликите в спектралния коефициент на отражение (СКО) на двата фитоценоза (дъбова гора и люцернова ливада). Поради по-голямото поглъщане на слънчевата радиация от дървесното насаждение, r_{λ} на гората е по-малко от r_{λ} на люцерната (фиг. 1). Тази зависимост се запазва и при микроденситометрирането (фиг. 2), т.е. D на гората е по-малко от D на люцерната, като съответните стойности на r_{λ} и D имат аналогичен ход.

Регистрограмите по профили дадоха възможност да се определи, че незалесените части (просеките) са заети от тревисти съобщества. Това е направено чрез съпоставянето на оптичните плътности на обектите. От една страна, оптичната плътност на априорно познато тревисто съобщество

(голяма люцернова ливада, разположена в централната част на дъбова гора) е много близка по стойност на оптичната плътност на просеките, и от друга – чувствително се различава от оптичната плътност на горския масив. Същият подход позволи да се идентифицират безлесни пространства, незабележими при визуално дешифриране.

За сравнение е измерена и оптичната плътност на разорана нива извън горското съобщество, чиято СОХ, типична за гола почва, направи възможно достоверното определяне на границите на последното.

При снимане на регистрирами, минаващи през люцерновото съобщество, се получиха два пика – с по-голяма стойност на D в I, II, III и IV канал и по-малка в V и VI канал спрямо оптичната плътност на люцерната. Предполагано бе, че това са земни коловози, тъй като изменението на оптичната плътност на тези участъци е типично за почви с нарушена структура на повърхностния пласт. Това бе доказано и на терена.

Най-информативен се оказа II канал ($\lambda=540\text{ nm}$) по отношение диференцирането на горска и тревиста растителност. За отделянето на различни дървесни видове, изграждащи смесен дървостой, най-удобен се оказа V канал ($\lambda=720\text{ nm}$, фиг. 2). Разликата между D на дъба и акацията е сравнително малка, защото през лятото СКО на всички дървесни видове достига минимум, в резултат на което цветовете контрасти и различията във фототона на изображението през този сезон са най-малки.

Сравняването на денситометричните данни, получени през различни фенологични фази на изследвания обект, показва, че стойностите на D на гората през октомври са по-малки от тези за август. Изключения има в трети канал ($\lambda=600\text{ nm}$), в който те са почти равни. Всичко това е обусловено от различията в обагрянето на гората в два сравнително отдалечени по време момента от вегетационния сезон – през октомври има силно намаляване на хлорофилното съдържание, което понижава СКО и във втори канал не се получава характерният за зелената растителност максимум.

Изложеният до тук анализ на приложението на различни дистанционни методи за дешифриране на някои растителни обекти показва, че под влияние на баграта на оптично активната повърхност на гората настъпва промяна в отразяването в отделните части на видимата и БИЧ област на спектъра. При това съществува разлика в отразяващата способност на дървесните и на тревистите съобщества, което дава възможност стриктно да се разграничат тези два типа растителност. Различията са еднопосочни и при двата метода.

Най-информативен е втори канал ($\lambda=540\text{ nm}$) по отношение разграничаването на дървесна от тревиста растителност. За дешифриране на различни дървесни съобщества най-подходящ е пети канал ($\lambda=720\text{ nm}$). Ефективността на дешифриране се повишава при подходящо комбиниране на фотоинформация и фенологично състояние на отделните компоненти на растителността.

Литература

1. Мишев, Д. Дистанционни изследвания на Земята от Космоса. С., БАН, 1981. 320 с.
2. Толчельников, Ю. Оптические свойства ландшафта. М., Наука, 1974. 189 с.
3. Мишев, Д., Г. Мардиросян. Комплексные синхронные и квазисинхронные измерения и наблюдения при дистанционном аэрокосмическом исследовании Земли. - Аэрокосмически изследвания в България, 1991, №7, 31 - 38.

Постъпила на 3. I. 1997 г.

Application of remote sensing for investigation of a mixed oak community

Vladimir Vulchev

(Summary)

Mixed oak and herb ecosystems have been studied aiming at the establishment of the most informative channels for identification of different plant objects. The results achieved show that there are differences in the reflecting ability of the tree and herb ecosystems. The differences provide the possibility for reliable distinguishing between the two types of vegetation in the channel with $\lambda=540$ nm. For the differentiation of different tree ecosystems the most suitable proved to be the channel with $\lambda=720$ nm. The efficiency of the differentiation increases when the period of study and the phenological state of the studied vegetation are combined properly.

1. Introduction

The way the energy of light is used to identify objects in an increase in their effectiveness, and in some cases, in a light in an object with engine failure, directly relates to the possibility of its survival. Many of the traditional methods for control of unpowered flight are significantly deficient, which makes them suitable in a limited range of initial conditions. The total energy of an aircraft would be effectively used only through implementation of optimal control strategies in their close approximations.

Methods for trajectory optimization are under constant development. A recent example is the attempt for direct trajectory optimization via representation of the dynamical system in differential inclusion form [1]. Nevertheless, more successful solutions of the problem are reached through numerical optimization of the Pontryagin's minimum principle. Unfortunately, many of the solutions are based on a rough assumption of trajectory segments in the vertical light path [2, 3], fixed light time [2] and definite arbitrary definition of boundary conditions [2, 3].

In the current paper, the optimal control problem is solved via Pontryagin's minimum principle. The light time is not fixed. The boundary conditions are physical regarding the problem of optimal control of unpowered flight. It is solved according to three criteria:

- Maximum light range;
 - Maximum kinetic energy at the point of impact with the Earth surface;
 - Optimal conditions for surface penetration in the point of impact.
- A generally known approach is used to account for end-state constraints. The two-point boundary value problem is solved numerically. The same procedure is used for the three criteria. The differences are in the formulas for the end values of the control variables.

This paper was presented at the programme of the 1st European School of Aeronautics, 1973, Rome, Italy.