

В. О. КАНЕВСЬКИЙ, О. В. МИРОЛЮБОВ, В. С. ТКАЧЕНКО,
Ю. Р. ШЕЛЯГ-СОСОНКО

УДК 626.8:581.55/621.396.96

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АКТИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ МЕЛІОРАЦІЙ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН

При дослідженні водного режиму кореневмісного шару ґрунту під тим чи іншим типом рослинності найважливіші показники — запас вологи та рівень ґрунтових вод на водозборі. Вивчення цих показників і постійний контроль за ними мають вирішальне значення для з'ясування впливу гідромеліоративних заходів на життєвість культурних рослин та для визначення основних тенденцій змін природної рослинності. Тому необхідно досліджувати вологозапаси ґрунтів на великих площах водозборів. Звичайні методи наземного визначення згаданих показників в окремих точках з подальшим усередненням даних на всю площу дуже трудомісткі, до того ж в окремих випадках не виключені значні помилки. Крім того, застосування методів математичного моделювання для вирішення таких завдань, як розрахунок стоку залежно від ступеня залісненості водозбору або міграції солей у ґрунті при вторинному засоленні, в основі яких лежить розв'язання диференціальних рівнянь, передбачає визначення конкретних граничних умов, а у випадку розв'язання нестационарних задач — початкових умов, для чого необхідно знати розподіл запасів вологи у поверхневому кореневмісному шарі ґрунту на всій площі водозбору.

У зв'язку з цим стає актуальним використання аерокосмічних методів визначення необхідних параметрів на великих площах. Зараз уже відомий ряд методів дистанційного зондування для визначення ступеня зволоженості ґрунту і рівня ґрунтових вод, що базуються на використанні аерофотозйомки, спектрометрування, теплової зйомки, гаммазйомки, радіолокаційної зйомки підстилаючої поверхні (Виноградов, Кондратьев, 1971; Bagnett, Curtis, 1976). Останнім часом у нашій країні інтенсивно проводяться роботи по застосуванню аерокосмічних методів для дослідження меліорованих земель (Головина и др.,

1979). Для вирішення цих завдань використовується відеоінформація, одержувана скануючими системами в чотирьох спектральних діапазонах видимої і ближньої інфрачервоної частини спектра: 0,4—0,45; 0,5—0,55; 0,6—0,68; 0,72—0,82 мк (Головина и др., 1979), та інформація, отримувана при радіолокаційному зондуванні підстилаючої поверхні в сантиметровому діапазоні електромагнітних хвиль (Виноградов, Кондратьев, 1971).

Можливість використання активної радіолокації дециметрового і метрового діапазонів для розв'язання меліоративних завдань досліджена ще недостатньо. Досі цей метод застосовувався в основному для визначення товщини морської криги (Финкельштейн и др., 1977). Тому для з'ясування можливості визначення середніх запасів вологи під різними типами рослинності шляхом зондування шару ґрунту, сумірного з довжиною хвилі радіолокатора (70 см), нами був проведений ряд експериментів на півдні України та в Українському Поліссі.

Для цього використовувався радіолокатор, змонтований на базі висотоміра РВТД, який працює в діапазоні 440 мгц з виведенням на самописець амплітуди відбитого від землі сигналу; час осереднення — 0,25 с. Польоти проводилися на літаку АН-2 на висоті 100—220 м.

Досліджувані полігони на півдні УРСР являли собою поля ячменю, збезводнені рисові чеки, поле пшениці на лівому березі р. Базавлук біля її впадіння в Каховське водосховище; на Поліссі — ліс у заплаві р. Уж.

При зондуванні збезводнених рисових чеків добре виділялися за зміною амплітуди відбитого сигналу ділянки перезволоженого ґрунту (рис. 1, а; відрізки АВ і CD відповідно). Аналіз амплітуди відбитого сигналу, отриманого при зондуванні двох полів ячменю, розташованих поряд на плоскій рівнинній місцевості,

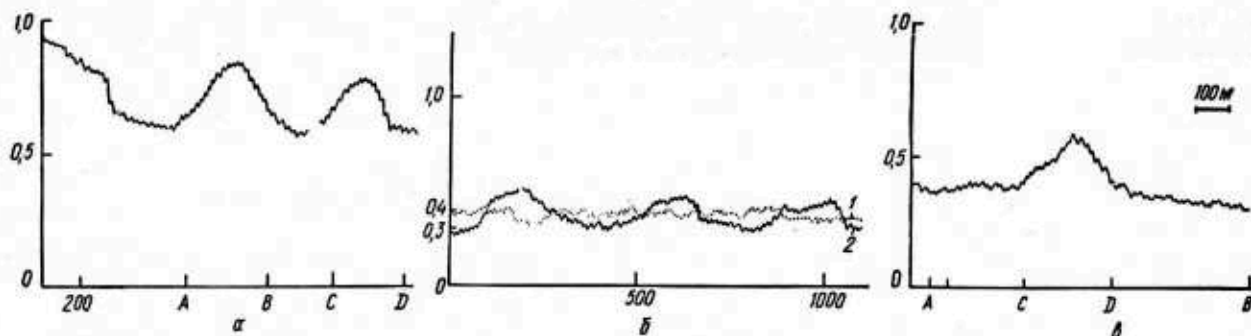


Рис. 1. Зміна амплітуди відбитого сигналу при радіолокаційному зондуванні: а — рисових чеків на півдні УРСР, б — полів ячменю на півдні УРСР (1 — поле, що має однорідну за ступенем зволоженості ґрунту просторову структуру; 2 — неоднорідну), в — засолені ділянок ґрунту на схилах р. Базавлук. Тут і на рис. 3: на осі ординат — амплітуда відбитого сигналу, долі відбиття від води; на осі абсцис — відстань, м.

показав, що перше поле (рис. 1, б, 1) має досить однорідну за ступенем зволоженості ґрунту просторову структуру, а друге (рис. 1, б, 2) — відзначається чітко вираженою її неоднорідністю. Це дає можливість зробити висновок про якісні відмінні зволоженості верхнього шару ґрунту (0—70 см) різних ділянок місцевості.

Експеримент в долині р. Базавлук у зоні прогресуючого вторинного засолення був спрямований на виділення на даній території ділянок з підвищеною вологістю, оскільки вторинне засолення має прямий зв'язок з водним режимом верхнього шару ґрунту. Досліджувана ділянка являла собою пшеничне поле на лівобережному схилі долини цієї річки. У верхній частині схилу створено озеро, вода якого використовується для зрошення поля. Внаслідок поливу та фільтрації води з озера відбулося підвищення рівня ґрунтових вод, який на час експерименту біля підніжжя схилу та в окремих місцях середньої частини схилу становив 1—2 м. Ґрунти на цих ділянках майже протягом усього вегетаційного сезону перебувають в умовах випотного режиму, внаслідок чого тут переважають висхідні токи ґрунтової вологи з розчиненими в ній солями. Аналіз зразків ґрунту показує, що в даних умовах відбувається хлоридно-сульфатне засолення (табл. 2). Переважаючим катіоном

є натрій. Загальний вміст солей у верхньому горизонті ґрунту досягає 3 %, що викликає пригнічення рослинного покриву. При радіолокаційному зондуванні досліджуваної ділянки (рис. 1, в; відрізок АВ) за зміною амплітуди відбитого сигналу чітко виділилися ділянки найбільшого засолення (рис. 1, в; відрізок CD). Одержані результати були підтвержені даними хімічного аналізу ґрунту (табл. 2). Але оскільки під час проведення зйомки на вказаній ділянці маршруту CD була значно вищою також вологість ґрунтів порівняно з навколишнім фоном, то можна припустити, що збільшення амплітуди відбитого сигналу відбулося не тільки за рахунок підвищеного вмісту іонів сольового розчину, але і за рахунок підвищеної вологості верхнього шару ґрунту на ділянці CD. Дати однозначну відповідь про відмінність різних ділянок місцевості щодо ступеня засолення, не знаючи різниці в ступенях зволоженості ґрунту, на основі даних радіолокаційного зондування нам не вдалося. Проте виявлення зон підвищеної вологості методом радіолокаційного зондування при неглибокому заляганні ґрунтових вод може бути підставою для розробки прогнозу засолення ґрунтів. Можна вважати, що застосування радіолокаційної зйомки разом із спектрометричними дослідженнями ґрунту у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах дало б можливість розв'язати задачу по визначенню ступеня засолення ґрунтів (Головина и др., 1979).

Для виявлення кількісного зв'язку між амплітудою відбитого сигналу і середнім вмістом вологи у верхньому шарі ґрунту (0—70 см) нами був проведений експеримент на Українському Поліссі. Досліджувана ділянка являла собою лісовий масив у заплаві р. Уж, оточений сільськогосподарськими угіддями, на яких проводяться осушувальні меліоративні заходи. Схема полігону представлена на рис. 2.

Таблиця 1

Середня вологість ґрунту в шарі 0—70 см та рівень ґрунтових вод у контрольних точках

Контрольні точки	Середня вологість ґрунту, %	Глибина ґрунтових вод, см
A	10,1	110
B	5,93	150
C	45,8	50
D	9,47	100
E	7,63	150

Над полігоном було здійснено п'ять маршрутних польотів у п'яти повторностях кожен. По маршруту № 1 (рис. 2) в точках, А, В, С, D, E з допомогою ґрунтового бура для визначення середньої вологості були відібрані зразки з п'яти горизонтів до рівня ґрунтових вод. Амплітуда відбитого сигналу для кожного з маршрутів представлена на рис. 3. Показники середньої вологості ґрунту в зондованому шарі для контрольних точок А, В, С, D, E та рівнів ґрунтових вод у цих же точках подані в табл. 1.

Як видно з наведених даних, амплітуда відбитого сигналу у вказаних точках корелює з показниками середнього вмісту води в досліджуваному шарі ґрунту (рис. 4). Незважаючи на те, що рослинний покрив лісів істотно не впливає на розсіювання радіохвиль довжиною порядку 70 см («Техническое описание и инструкция по эксплуатации высотомера РВТД», 1959), все ж певна частина енергії відбитого сигналу розсіюється кронами дерев. Тому амплітуда відбитого сигналу містить у собі не лише інформацію про стан ґрунту, але й про ступінь розсіювання електромагнітних хвиль кронами дерев. Отже, для усунення цього явища слід було б проводити радіолокаційне зондування в діапазоні довгих хвиль, 3—10 м і більше.

Таким чином, результати проведених в запланованій р. Уж експериментів підтверджують принципову можливість використання методу активної радіолокації для вирішення деяких

Таблиця 2
Іонний склад водної витяжки

Аніони та катіони хімічних елементів	Кількісна характеристика іонного складу водної витяжки
	0,05
CO	0,002
	0,35
HCO	0,021
	13,9
Cl	0,493
	37,65
SO	1,808
	13,22
Ca	0,265
	17,73
Mg	0,216
	20,55
Na	0,472
	0,07
K	0,003

Сума аніонів та катіонів—3,28 %.

Примітка. У чисельнику мг/екв на 100 г ґрунту, в знаменнику—%.

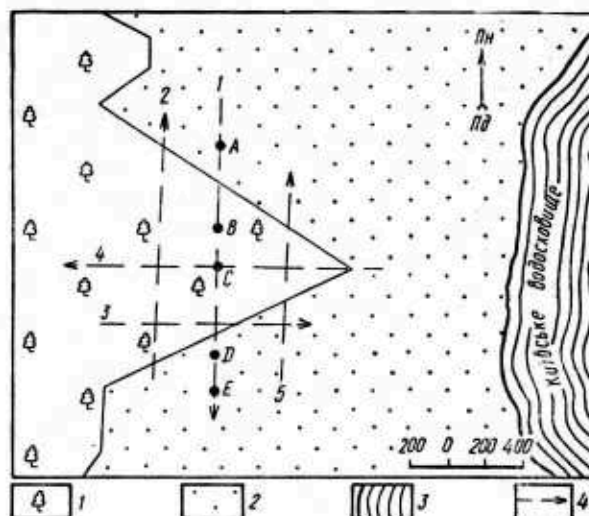


Рис. 2. Схема полігону дистанційного експерименту: 1—ліс, 2—орні землі, 3—водосховище; 4—напрямки зальотів (цифрами позначено номери маршрутів).

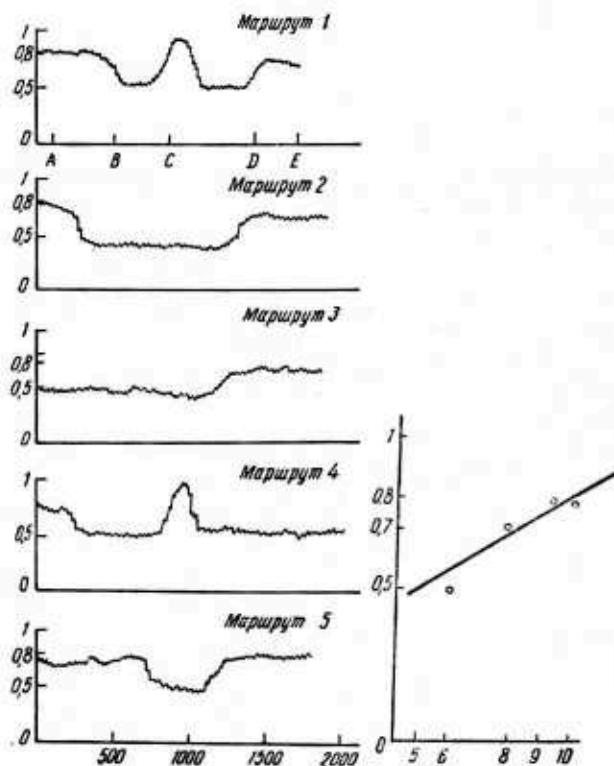


Рис. 3. Відбиті від земної поверхні сигнали на маршрутах зальотів над полігоном дистанційного експерименту.

Рис. 4. Залежність амплітуди відбитого від земної поверхні радіолокаційного сигналу від вологості кореневої частини ґрунту; на осі ординат — амплітуда відбитого сигналу, долі відбиття від води; на осі абсцис — вологість, %.

меліоративних задач і, в першу чергу,— для здійснення оперативного контролю над водним режимом кореневмісного шару ґрунту в зоні впливу осушувальних систем, який набуває особливо великого значення для території Білоруського та Українського Полісся, оскільки дозволяє своєчасно вжити заходи по коректуванню гідрологічного режиму.

Експерименти, проведені на півдні УРСР, вказують на перспективність застосування радіолокаційного зондування в діапазоні 440 мГц для прогнозування зон найімовірнішого вияву явищ вторинного засолення в районах розгортання іригаційного будівництва, а також для виявлення цих явищ у зоні впливу існуючих зрошувальних систем.

Summary

The paper deals with a possibility to employ the active radiolocation sounding within the 440 MHz range for determining the correlation between the reflected signal am-

plitude and average moisture storage in the soil layer commensurable with the sounding wavelength (70 cm). Radiolocation sounding of various plant types (forest, field) was realized from board the AN-2 plane. Simultaneous ground measurements of the soil moisture showed the desired correlation. The results obtained testify to a possible removal of the plant screening effect which is essential for sounding within the centimetre wavelength range.

Виноградов Б. В., Кондратьев К. Я. Космические методы земледелия. Л., 1971. 192 с.

Головина Н. Н., Горбачев Б. В., Журов А. В. и др. Применение метода аэрокосмических измерений для изучения мелиорируемых земель.— В кн.: Аэрокосмические исследования Земли. М., 1979, с. 113—127.

Финкельштейн М. И., Мендельсон В. Л., Кутев В. А. Радиолокация слоистых земных покровов. М., 1977. 174 с.

Barnett E. C., Curtis L. F. Introduction to Environmental Remote Sensing. New York, 1976. 368 p.

Інститут ботаніки
ім. М. Г. Холодного АН УРСР,
відділ геоботаніки та палеоботаніки

Надійшла
9.V 1980 р.

ВИДАВНИЦТВО «НАУКОВА ДУМКА» В 1981 р. ВИПУСТИТЬ У СВІТ КНИГУ:

Г ле ба Ю. Ю., С ыт н и к К. М.

СЛИЯНИЕ ПРОТОПЛАСТОВ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.—

Киев : Наук. думка, 1981 [II кв.]—16 л.—2 р. 50 к. 1000 экз.

В монографии обобщены собственные и литературные данные по вопросам гибридизации высших растений путем слияния протопластов. Изложены методические основы и трансмиссионная генетика процесса гибридизации. Рассмотрены возможности отдаленной гибридизации.

Для генетиков, физиологов растений, преподавателей и студентов биологических факультетов.

Предварительные заказы на эту книгу принимают все магазины книготоргов, магазины «Книга — почтой» и «Академкнига».

Просим пользоваться услугами магазинов — опорных пунктов издательства: Дома книги — магазина № 200 (340048, Донецк-48, ул. Артема, 147 а), магазина «Книжный мир» (310003, Харьков-3, пл. Советской Украины, 2/2), магазина научно-технической книги № 19 (290006, Львов-6, пл. Рынок, 10), магазина «Техническая книга» (270001, Одесса-1, ул. Ленина, 17) и магазина издательства «Наукова думка» (252001, Киев-1, ул. Кирова, 4).

Магазины во Львове, Одессе и Киеве высылают книги иногородним заказчикам наложенным платежом.