

УДК 53.05; 550.814

В.К. Иванов, С.Е. Яцевич, Л.А. Егорова, Е.И. Яцевич

*Институт радиопрофики и электроники НАН Украины им. А.Я. Усикова, Харьков*

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

*В работе рассмотрено влияние гидрометеорологических параметров на радиофизические данные дистанционного зондирования Земли. Показана пространственная динамика температур, влажности грунта и растительного покрова на тестовом полигоне.*

*гидрометеорологические параметры, радиофизические данные, дистанционное зондирование*

### **Введение**

В последнее время, как в Украине, так и во всем мире уделяется огромное внимание исследованию поверхности Земли с помощью радиофизических методов дистанционного зондирования для применения их в народно-хозяйственных целях (картографирование, исследование сельскохозяйственных угодий, лесных массивов, поиски полезных ископаемых, гидрологические задачи и т.д.).

В основу разработки методов дистанционного зондирования положены закономерности обратного рассеяния и излучения радиоволн различными типами поверхности, их физико-химическими параметрами, геометрией [1].

Большое количество экспериментальных и теоретических работ показывают, что мощность отраженного от поверхности сигнала ( $\sigma^0$ ) определяется геометрией (шероховатостью) и комплексной диэлектрической проницаемостью этой поверхности. Более интенсивное отражение наблюдается от по-

верхностей с большей диэлектрической проницаемостью, а эффективная диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon$ ) участков земной поверхности сильно зависит от содержания влаги, поскольку  $\epsilon$  сухих почв порядка 8, а  $\epsilon$  воды от 60 (на частоте 10 ГГц) до 80 (на частоте 3 ГГц). Работы по изучению влажности почвы показали, что  $\sigma^0$  растет с увеличением влажности поверхностного слоя, а радиояркостная температура (интенсивность собственного радиотеплового излучения объекта –  $T_{\text{я}}$ ) падает [2].

Величины  $\sigma^0$  и  $T_{\text{я}}$  сельскохозяйственных культур в значительной степени зависят от биомассы (обусловлено высокой диэлектрической проницаемостью растительности), проективного покрытия, высоты растительности, причем на частотах свыше 10 ГГц, когда происходит практически полное экранирование почвы, корреляция этих величин с биомассой и высотой растительного покрова очень высока [3, 4].  $\sigma^0$  и  $T_{\text{я}}$  могут значительно меняться в зависимости от пространственного расположения

одинаковых по способу обработки полей как открытых, так и покрытых растительным покровом (изменение температур и гидрологического режима в зависимости от рельефа местности, а также взаимосвязанная с этим динамика влажности почв и растительных покровов) [3, 4].

### Микроклиматическое профилирование

Синхронные с радиолокационной съемкой экспериментальные работы по изучению пространственной неоднородности температурных и влажностных режимов подстилающих поверхностей проводились на территории тестового полигона дистанционного зондирования в Балаклейском районе Харьковской области (рис. 1). На территории полигона были разбиты три профиля, пересекающие глубокие, с глубиной эрозионного вреза до 40 м, балки. Шаг наблюдений составлял 15 – 30 м. Во время экспериментов определялись температура воздуха и почвы на поверхности и на глубине 5 см, а также влажность в пятисантиметровом слое.

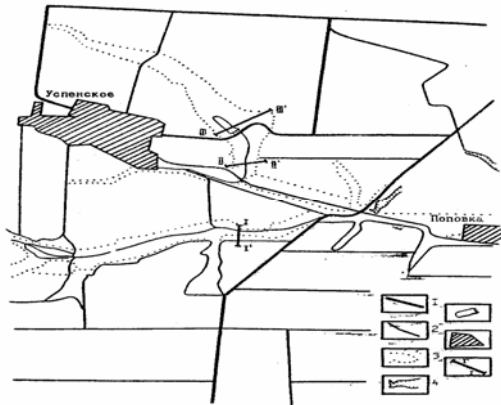


Рис. 1. Схема расположения профилей детальных наблюдений:

1 – шоссе; 2 – грунтовые дороги; 3 – овражно-балочные системы; 4 – овраги; 5 – пруды; 6 – населенные пункты; 7 – профили детальных наблюдений и их номера

Участки выбранных профилей представляют собой боронованные поля, склоны балок задернованы, в тальвегах обычные водоемы: ручей на профиле I – I' и пруды на профилях II – II' и III – III'. Наблюдения проводились в течение одного дня на профиле I – I' с 11.30 до 12.30 часов, на профиле II – II' с 13.00 до 13.30 часов, на профиле III – III' с 13.30 до 14.35 часов. Результаты микроклиматических наблюдений приведены на рис. 2 – 4 (цифрами указаны: 1 – точки наблюдения, 2 – боронованные поля, 3 – водоем, 4 – кривая изменения температуры приземного воздуха, 5 – кривая изменения температуры в слое почвы 1 см, 6 – кривая изменения температуры почвы на глубине 5 см, 7 – кривая изменения влажности почвы). Как видно из рисунков, температура поверхностного слоя почвы –  $T_{п(01)}$  во многом зависит от положения точки наблюдения на профиле.

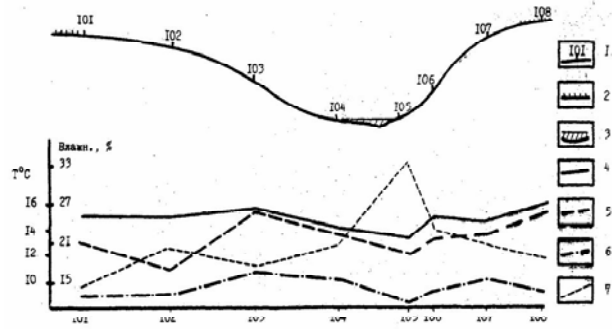


Рис. 2. Изменение влажности почвы и температуры воздуха и почвы по профилю I – I'

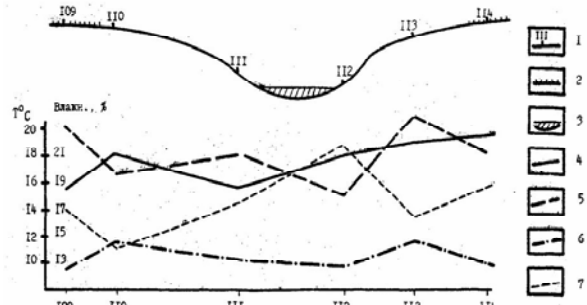


Рис. 3. Изменение влажности почвы и температуры воздуха и почвы по профилю II – II'

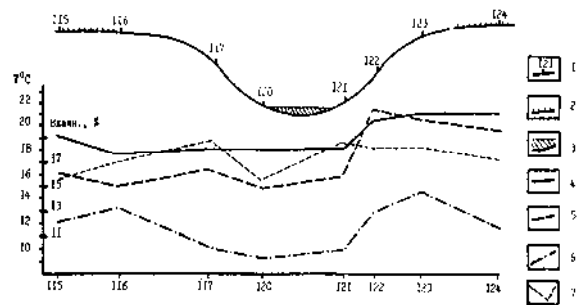


Рис. 4. Изменение температуры воздуха и почвы, влажности почвы по профилю III – III'

Максимальные значения  $T_{п(01)}$  характерны для инсолируемых склонов балок, а минимальные приурочены к наиболее низким, притальвеговым участкам балок. Температура воздуха ( $T_{в}$ ) и  $T_{п(01)}$  по абсолютным значениям имеют наибольшие расхождения на теневых склонах. Температура почвы на глубине 5 см –  $T_{п(05)}$  колеблется в пределах профиля от 8 до 13,5 °C. Наименьшие значения температур отмечены в тальвегах балок и совпадают пространственно с минимумами  $T_{п(01)}$ . Температурная контрастность по  $T_{п(05)}$  водоразделов и тальвеговых участков балок составляет: для профиля I – I' – 1,5°, для профиля II – II' – 2°, для профиля III – III' – 3,5°. То есть, наиболее высокая контрастность температур  $T_{п(05)}$  отмечается для периода с 13 до 15 часов, когда на водораздельных пространствах и склонах почва прогревается до температур 13° – 15°, оставаясь практически неизменной в низинных участках.

Влажность почв в период исследований составляла 13 – 22%. Как и следовало ожидать, наи-

большие значения влажности свойственны почвам тальвегов балок, наименьшие – склоновым участкам. На плоских частях профилей влажность меняется мало и составляет 15 – 17%.

### Выводы

В результате проведенных измерений показано, что для адекватного описания отражательных и излучательных характеристик исследуемой поверхности и решения обратной задачи восстановления характеристик поверхности необходимо учитывать рельеф местности, а также сложившиеся на момент радиолокационной съемки гидрометеорологические условия.

### Список литературы

1. Кулемин Г.П., Яцевич С.Е. Взаимосвязь обратного рассеяния радиоволн СВЧ диапазона с параметрами растительного покрова и открытых почв при дистанци-

онных методах зондирования // Успехи современной радиоэлектроники. – 2004. – № 3. – С. 24-34.

2. Kulemin G.R., Shcherbinin I.V., Yatsevich S. E. et. al. *Physical Principles of Microwave Remote Sensing of Terrains // Proc. of the 6<sup>th</sup> physics international school "Microwave physics and technique" –Varna(Bulgaria). – World Scientific Publ.Co. Singapore, Utopia Press. – 2-7 Oct. – 1989. – P. 16-33.*

3. Яцевич С.Е., Иванов В.К., Яцевич Е.И., Шатохин А.В. Особенности применения многочастотной радиолокационной информации при дистанционных исследованиях аграрных территорий // Космічна наука і технологія. – 2002. – Т. 6, № 5/6. – С. 263-270.

4. Улаби Ф.Т. Радиолокационные сигнатуры земной поверхности и контроль возобновляемых ресурсов // ТИИЭР. – 1982. – Т. 70, N 12. – С. 43-64.

Поступила в редколлегию 15.02.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.В. Полярус, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.