

## **Оценка уровня залегания грунтовых вод на участке железнодорожной трассы в районе г. Владимир с борта вертолета МЧС Ми-8**

Ю.Г. Тищенко<sup>1</sup>, С.В. Маречек<sup>1</sup>, М.Т. Смирнов<sup>1</sup>, В.Ю. Светличный<sup>2</sup>, А.А. Халдин<sup>2\*</sup>, С.В. Егоров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Фрязинский филиал Учреждения Российской академии наук Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязино Московской обл.

<sup>2</sup>ФГУП Специальное конструкторское бюро Учреждения Российской академии наук Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязино Московской обл., \*ahaldin@sdb.ire.rssi.ru

*С целью оценки уровня залегания грунтовых вод дистанционным методом, с применением СВЧ радиометров, был совершен облет участка железнодорожной трассы в районе г. Владимир.*

*For purpose of estimation ground water table by remote sensing method, using SHF radiometers, the flyby of a railway line near Vladimir was made.*

### **Введение**

Дистанционные методы исследования земной поверхности и поверхности океанов и морей нашли широкое применение при мониторинге окружающей среды для экологической безопасности проживающего населения.

Дистанционные методы основаны на приеме слабого собственного излучения окружающей среды в СВЧ диапазоне длин волн.

Приемники, принимающие данные излучения, называются радиометрами. Радиометр представляет собой пассивное приемное устройство, обладающее высокой чувствительностью к мощности принимаемого излучения. Чувствительность радиометра по мощности порядка  $10^{-14}$  Вт, что позволяет определять малые изменения структуры и свойств изучаемой поверхности.

Радиометры используются для определения солености морей и океанов, для предсказания возгорания торфяников, для картирования границы пожаров при большой задымленности территории, при измерении и контроле влажности почв сельхозугодий, оценки уровня залегания грунтовых вод, при исследовании загрязнения водоемов и рек выбросами отходов работающих предприятий, а также определения нефтяных пятен на водной поверхности.

Данные приборы легко устанавливаются на различные летательные аппараты, вышки и другие носители. Радиометры обладают малым весом от 2-х до 10 кг, высокой надежностью и стабильностью, потребляют от 10 до 50 Вт мощности от источника постоянного тока напряжением от 18 В до 30 В.

### **Цели эксперимента**

- оценка уровня залегания грунтовых вод на территории с двух сторон вдоль железнодорожного полотна на участке земельных угодий вблизи г. Владимир, дистанционным методом с помощью СВЧ радиометров с борта вертолета МИ-8.

- оценка влияния бортовой аппаратуры (ЭМС) на принимаемый сигнал радиометров.

- привязка полученных данных к системе GPS и совмещение с топографическими картами, и оптическими снимками исследуемых территорий для определения местонахождения опасных зон.

### Основные принципы дистанционного измерения уровня грунтовых вод

Для характеристики процессов подтопления часто используют влажность почвы и уровень грунтовых вод. Информацию об этих параметрах можно получить, измеряя интенсивность СВЧ излучения почвенного покрова [1,2]. Мерой интенсивности является яркостная температура ( $T_{я}$ ), принимаемая радиометром. Яркостная температура равна физической температуре ( $T_{ф}$ ), умноженной на коэффициент излучения (?), который зависит от структуры и свойства почвы: влажности, плотности, зернистости, диэлектрической проницаемости, длины волны принимаемого излучения.

Важной характеристикой грунтовых вод является способность их капиллярного подъема в почвенную среду, обуславливающую изменение в слое почвы, находящимся над уровнем грунтовых вод.

Наличие увлажненных почвенных слоев способствует уменьшению интенсивности радиотеплового излучения. Возникающий при этом радиояркостный контраст тем значительнее, чем ближе к поверхности находятся грунтовые воды.

### Состав аппаратуры

В ходе проведения эксперимента использовались радиометры двух диапазонов - 21 см и 4.3 см. Использование при оценке уровня грунтовых вод двух диапазонов позволяет исключить экранирование поверхности растительным покровом (см. таблица 1, рис. 1-2)

Таблица 1. Основные технические характеристики используемых радиометров

Параметры	21 см (макет)	4,3 см (макет)
Полоса принимаемых частот, МГц	7	500
Перестройка гетеродина в полосе, МГц	60	—
Ширина диаграммы направленности, град	30	15
Чувствительность, К	0,5	0,1
Габариты, мм	400x400x20 (антенны)	440x230x75
Масса, кг	3	5
Потребляемая мощность, Вт	30	50
Число каналов	1	2 (Вер., Гор.)

Схема подключения аппаратуры показана на рис. 5.

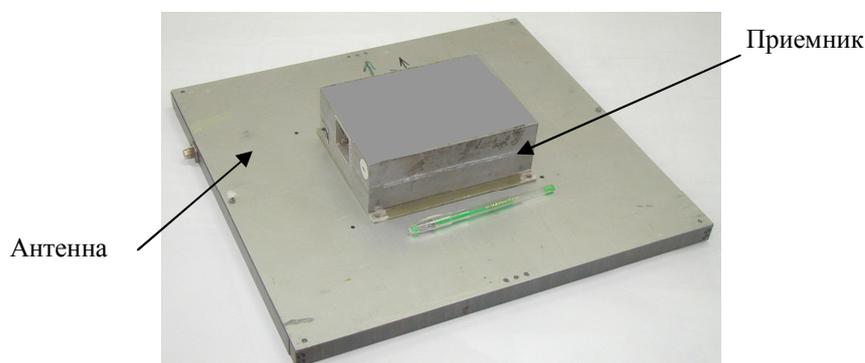
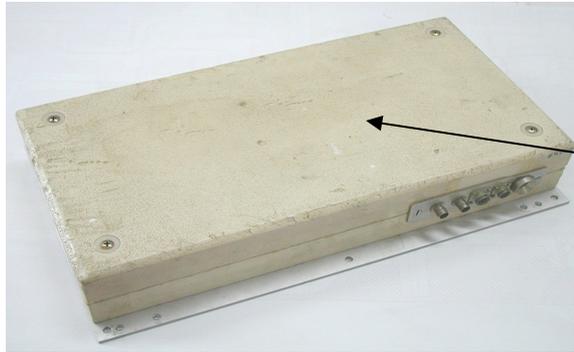


Рис. 1. Радиометр на длину волны 21 см



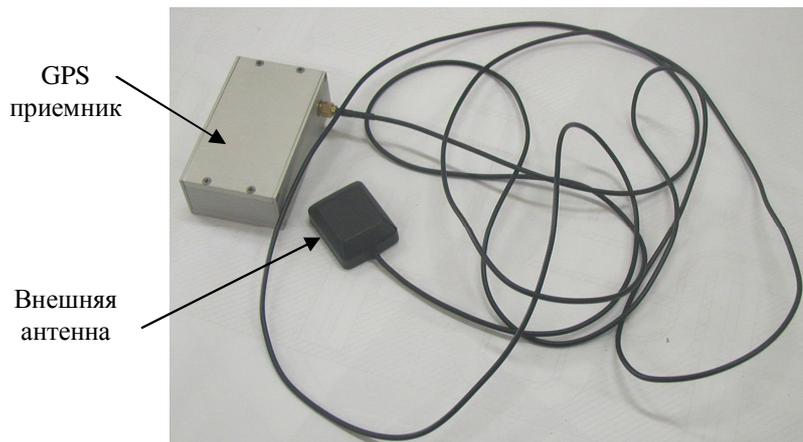
Приемник на две поляризации с антеннами в одном термостатированном корпусе

**Рис. 2. Радиометр на длину волны 4,3 см**

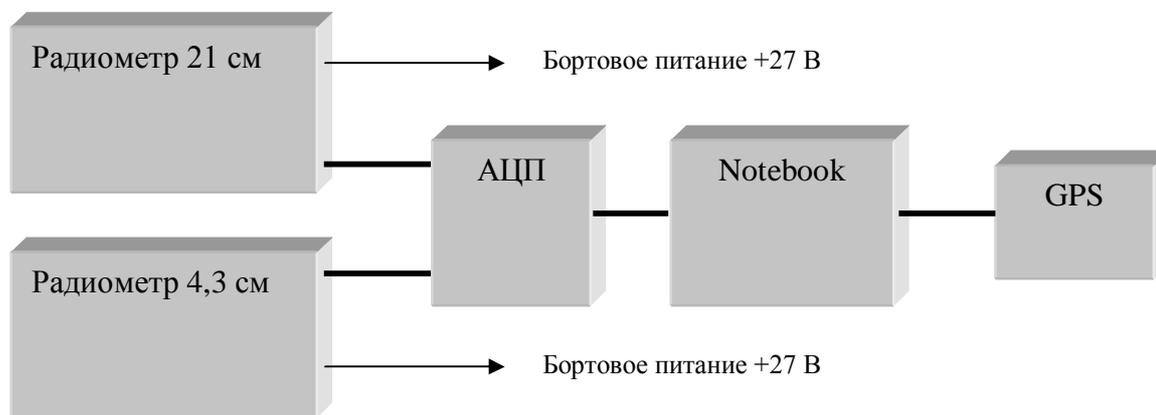


**Рис. 3. АЦП с ноутбуком**

На рис.4 показан используемый GPS приемник с внешней антенной. Радиометры были установлены в люке вертолета на уголках, стянутых стальными шпильками. Аппаратура жестко крепилась к стенкам люка через резиновые амортизаторы.



**Рис. 4. GPS приемник с внешней антенной**



**Рис. 5. Схема подключения аппаратуры**

### **Выполнение эксперимента**

Эксперимент проходил в условиях высокой облачности, сухой погоды. Высота полета вертолета над исследуемой территорией 50 м от поверхности земли, расстояние от железнодорожного полотна порядка 20-25 м. Радиометры калибровались во время полета по открытой воде и густому хвойному лесу. Полученные результаты оценки грунтовых вод приведены, на рис. 6, где совмещены уровни залегания грунтовых вод вдоль железнодорожного полотна с топологической картой местности. На рис. 6 показаны опасные участки подмывания и их координаты.

### **Заключение**

Эксперимент показал:

- электромагнитную совместимость радиометров с бортовыми системами вертолета;
- оперативность дистанционного измерения уровня грунтовых вод;
- месторасположение подтопляемых участков.

### **Литература**

1. Башаринов А.Е., Шутко А.М. Измерение влажности земных покровов методами сверхвысокочастотной радиометрии // Метеорология и гидрология. 1971. № 9. С. 17–20.
2. Шутко А.М. СВЧ радиометрия водной поверхности и почвогрунтов. М.: Наука, 1986. 190 с.

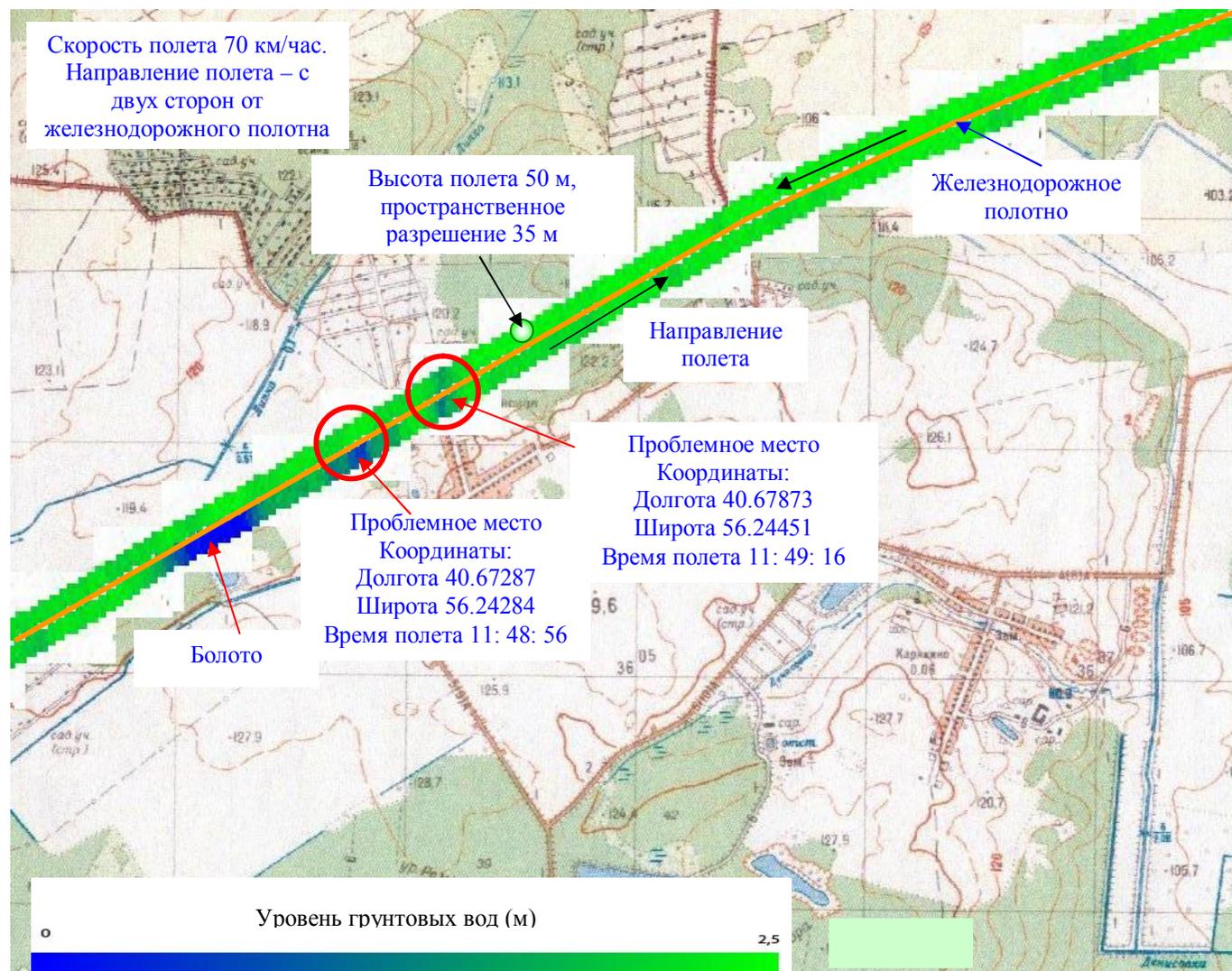


Рис. 6. Участок железной дороги под г. Владимиром