

О возможности использования измерительного комплекса для автоматического долговременного контроля атмосферных и почвенных климатических параметров

© А. С. Базарова¹, Н. Б. Бадмаев^{2,3}, А. В. Базаров¹,

¹Институт физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

³Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

arunabas@mail.ru

Вопрос восстановления измерения глубинного профиля температуры в почве с использованием спутниковых данных является открытым. Разработанный в Сибирском отделении Российской академии наук атмосферно-почвенный климатический комплекс АПИК-007, установленный на радиофизическом стационаре «Хурумша», проводит круглогодичный мониторинг атмосферных и почвенных метеопараметров. Данные считываются дистанционно через GSM-модем по сотовому каналу связи. Автономная работа системы обеспечивается использованием солнечной батареи и аккумулятора.

Ключевые слова: измерительный комплекс; атмосферные и почвенные параметры; спутниковые данные; мониторинг.

На сегодняшний день вопрос восстановления измерения глубинного профиля температуры в почве с использованием спутниковых данных является открытым. На многих российских метеостанциях проводят измерения температуры почвы

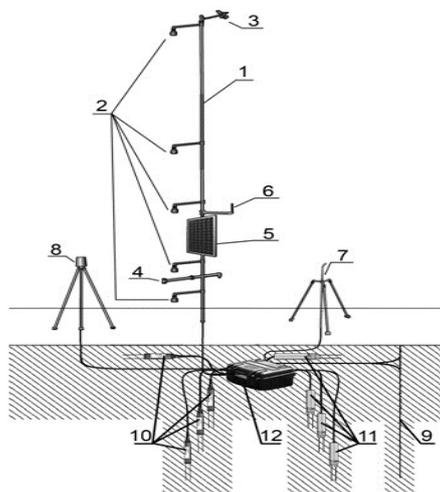


Рисунок. Схема атмосферно-почвенного измерительного комплекса

на глубине до 3,20 м, которые можно использовать для анализа термического состояния почвы [1, 7]. Тем не менее, в работах [8, 9, 4] в качестве подспутникового тестового участка, для которого проводилось теоретическое исследование, была выбрана территория США, в частности в [4] — Северный склон Аляски вблизи озера Тулик (68,6275° с. ш., 149,5950° з. д.). Выбор данного участка объясняется тем, что для данного участка в открытом доступе имеются детальные профили температуры и влажности деятельного слоя почвы. Метеостанция на озере Тулик измеряет усредненные за сутки профили температуры почвы на глубинах 0,6; 8,7; 16,0; 23,6; 31,2; 38,7; 46,3; 61,6; 76,8; 97,8 см и влажности почвы на глубинах 9; 12; 38; 39 и 68 см [10].

Использование атмосферно-почвенного измерительного комплекса (АПИК) [3], расположенного на радиофизическом стационаре Хурумша Института физического материаловедения СО РАН, позволяет использовать для моделирования температурного поля в почве российские данные. АПИК-007 (рисунок) проводит долговременное автоматическое измерение вертикального профиля температуры и влажности в почва и атмосфере с глубины 3,20 м до высоты 10 м. Синхронно

измеряются климатические параметры в точке измерений: скорость и направление ветра, уровень солнечной радиации, количество жидких осадков и уровень снега, а также проводимости почвенной воды. Данные считываются дистанционно через GSM-модем по сотовому каналу связи. Автономная работа системы обеспечивается использованием солнечной батареи и аккумулятора. В скобках приведены диапазон измерений и погрешность.

На десятиметровой мачте 1 на уровнях 1, 2, 4, 6 и 10 м расположены спаренные датчики 2 температуры ($-55...+50^{\circ}\text{C}$; $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$) и влажности ($0...100\%$; $\pm 3,5\%$) воздуха, датчик 3 скорости ($0,9...78\text{ м/с}$; $\pm 5\%$) и направления ($0...360^{\circ}$; $\pm 7\%$) ветра, двухканальный датчик 4 суммарной солнечной радиации (диапазон $0,2...10\text{ мкВт/м}^2$; $0-2000$ ($0-1300$) Вт/м^2 , $\pm 10\%$), солнечная батарея 5 и антенна 6 модема сотовой связи. Рядом с мачтой на соседних треногах установлены датчик высоты 7 снежного покрова ($0...1\text{ м}$; $\pm 0,025\text{ м}$) и датчик 8 количества жидких осадков ($0...1000\text{ мм/ч}$; $\pm 5\%$). Зонд 9 профиля температуры грунта ($-55...+50^{\circ}\text{C}$; $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) размещен от остальных датчиков и кейса 12 на расстоянии более 1 метра согласно [6] и содержит цифровые датчики на уровнях 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 220, 260, 320 см вглубь почвы. Наборы датчиков 10 влажности грунта ($0...100\%$; $\pm 2\%$) и 11 проводимости воды ($10...2\cdot 10^3\text{ мкСм/см}$; $\pm 20\%$) измеряют соответственно профили объемной влажности почвы и солености почвенной воды. В кейсе 12 размещены автономный контроллер-логгер (АКЛ), аккумулятор, GSM-модем и датчик атмосферного давления ($500-1150\text{ гПа}$; $\pm 10\text{ гПа}$). Измерение производится каждые 3 часа с утренним отсчетом в 7 часов. Данные через GSM-модем передаются на удаленный сервер для записи в базу данных. Обслуживание и настройка АКЛ, управляющего приборами комплекса производится посредством специального программного обеспечения.

Таким образом:

– разработанный в Сибирском отделении Российской академии наук атмосферно-почвенный климатический комплекс АПИК-007, установленный на радиофизическом стационаре «Хурумша», проводит круглогодичный (всесезонный) мониторинг атмосферных и почвенных метеорологических параметров;

– АПИК-007 измеряет метеорологические параметры почвы и атмосферы с трехчасовым временным разрешением; такой формат данных лучше пригоден для верификации спутниковых данных, чем среднесуточный в [10] — это позволяет подобрать набор наземных данных более близкий ко времени пролета спутника;

– входящий в состав АПИК-007 температурный зонд с более частым расположением датчиков позволяет выявить более тонкие закономерности динамики температурного поля почвы.

Работа выполнена в рамках финансирования бюджетных проектов ФАНО 0336-2016-0002 «12.2.4. «Распространение радиоволн в неоднородных импедансных каналах», ФАНО 0337-2016-0005 (АААА-А17-117011810038-7) «Эволюция, функционирование и эколого-биогеохимическая роль почв Байкальского региона в условиях аридизации и опустынивания, разработка методов управления их продукционными процессами».

Литература

1. Анисимов О. А. Континентальная многолетняя мерзлота / О. А. Анисимов, Ю. А. Анохин, С. А. Лавров [и др.] // Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем : сб. — М.: Росгидромет, 2012. — Гл. 8 — С. 301-359.
2. Бадмаев Н. Б. Мерзлота / Н. Б. Бадмаев, А. И. Куликов, И. А. Миронов // Бурятия. Энциклопедический справочник в 2-томах — Улан-Удэ, 2011. — Т. 1. — С. 54-55.
3. Базаров А. В. Измерительный комплекс для автоматического долговременного контроля атмосферных и почвенных климатических параметров / А. В. Базаров, Н. Б. Бадмаев, С. А. Кураков и др. // Приборы и техника эксперимента. — 2016. — № 4. — С. 158–159.
4. Музалевский К. В. Измерение профилей температуры в деятельном слое мерзлой почвы арктической тундры на основе данных радиометра MIRAS космического аппарата SMOS / К. В. Музалевский, В. Л. Миронов // Известия вузов. Физика. — 2013. — Т. 56, № 10/3. — С. 88–90.
5. Музалевский К. В. Многочастотный радиометрический метод измерения глубинного профиля температуры в деятельном слое почвы / К. В. Музалевский, З. З. Ружечка, В. Л. Миронов // Известия вузов. Радиофизика. — 2015 — Т. LVIII, № 5 — С. 376-388.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах — Л., Гидрометеоздат, 1972. — 297 с.
7. Frauenfeld O. W. Interdecadal Changes in Seasonal Freeze and Thaw Depths in Russia / O. W. Frauenfeld, T. Zhang, R. G. Barry, and D. Gilichinsky // J. Geophys. Res. — 2004. — Vol. 109, No. D5.
8. Hachem S. Comparison of MODIS-Derived Land Surface Temperatures with Ground Surface and Air Temperature Measurements in Continuous Permafrost Terrain / S. Hachem, C. R. Duguay, M. Allard // Cryosphere. — V. 6, No. 1. — P. 51–69;
9. Jones L. A. Satellite Microwave Remote Sensing of Boreal and Arctic Soil Temperatures from AMSR-E / L. A. Jones, J. S. Kimball, K. C. McDonald, et al // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — V. 45, No. 7 — P. 2004–2018;
10. Natural Resources Conservation Service. Soils [Электронный ресурс] / United States Department of Agriculture. — Режим доступа: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/survey/?cid=nrcs142p2_053369, свободный. — Загл. сэкрана. — Яз. англ.

About the possibility of using the measuring complex for automatic long-term control of atmospheric and soil climatic parameters

A. S. Bazarova¹, N. B. Badmaev^{2,3}, A. V. Bazarov¹
Institute of physical materials science SB of the RAS, Ulan-Ude
Institute of General and Experimental Biology SB of the RAS, Ulan-Ude
Buryatstateuniversity, Ulan-Ude
arunabas@mail.ru

The question of restoring the measurement of the depth profile of temperature in the soil using satellite data is open. The atmospheric-soil climate complex APIC-007, developed at the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, installed at the "Khurumsha" radio-physical hospital, conducts year-round monitoring of atmospheric and soil meteorological parameters. The data is read remotely via GSM-modem on the cellular communication channel. The autonomous operation of the system is provided by the use of a solar battery and a battery.

Keywords: measuring complex; atmospheric and soil parameters; satellite data; monitoring.