

**ЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ**

УДК 004.855.5

**ИЗМЕРЕНИЕ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РАДИОМЕТРА SMOS**

**Стародубцев К.П.** Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия,  
E-mail: constantine\_star@mail.ru

**MEASUREMENTS OF TEMPERATURE PROFILES TOPSOIL BASED SMOS RADIOMETER**

**Starodubtsev K.P.** Altay State University, Barnaul, Russia, E-mail: constantine\_star@mail.ru

В работе приводится обзор теории дистанционного зондирования Земли. Рассматриваются способы получения и обработки данных, полученных путем дистанционного зондирования, а также приводится собственный программный модуль.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, обработка данных дистанционного зондирования земли, радиояркостьная температура, радиометр, программный модуль.

В настоящее время наблюдается существенный прогресс в области практического применения работающих в радиоволновом диапазоне аппаратов дистанционного зондирования. Положительной особенностью микроволнового зондирования является не только возможность проведения наблюдений в любое время суток независимо от метеорологических условий [1], а также большая, по сравнению с оптическим диапазоном, глубина проникновения зондирующего излучения в исследуемые объекты земных покровов.

Используемые при тематической обработке радарных или радиометрических изображений модели можно условно поделить на два класса: физические и статистические.

Физические модели строятся на основе знания закономерностей собственного излучения или рассеяния волн. Они содержат функциональные соотношения, связывающие совокупность геофизических параметров исследуемого природного объекта с измеряемыми характеристиками принимаемого микроволнового излучения. Это позволяет построить количественные алгоритмы восстановления с использованием математических методов решения обратных задач, соответствующих форме найденных функциональных соотношений.

Статистические модели не содержат априорных функциональных соотношений. Они рассчитаны на получение статистических оценок геофизических параметров с помощью выборочных значений для конкретной совокупности характеристик электромагнитных полей, получающихся в процессе зондирования, и геофизической информации, собираемой с тестовых участков. Этот подход широко использует обучение по выборкам и нейронные сети.

Построение статистических моделей трудоемко. Они обычно справедливы для конкретных природных объектов. Однако ввиду сложности процессов собственного излучения и рассеяния электромагнитных волн при построении физических моделей для большинства реальных природных объектов часто встречаются непреодолимые трудности. Поэтому в настоящее время используются оба вида моделей в зависимости от сложности зондируемых природных комплексов. В ряде случаев применяются комбинированные модели, в которых используются как элементы статистических оценок, так и физические закономерности взаимодействия волн с природной средой.

Одним из наиболее современных космических аппаратов, предназначенных для целей глобального экологического мониторинга, является радиометр SMOS [2]. Данный спутник был запущен 2 ноября 2009 г Европейским космическим агентством [3]. В течение первого года производилась валидация получаемых данных.

С октября 2010 г. данные SMOS о влажности почв, радиояркостной температуре и солености мирового океана доступны для исследователей с портала Европейского космического агентства [4]. Спутник SMOS имеет низкую околоземную солнечно-синхронную орбиту, перигей находится на высоте 561 км, апогей на высоте 759 км, наклонение составляет  $98^{\circ}45'$ , период обращения 100.03 минут.

Данные, предоставляемые аппаратом, позволяют, помимо влажности почвы и солености морской воды, которые аппарат определяет с помощью встроенного программного обеспечения, также измерять радиояркостную температуру приповерхностного слоя почвы [5].

Актуальной является задача разработки аналогичного алгоритма, адаптированного для сельскохозяйственных районов. Для этих целей был разработан программный комплекс измерения профиля температуры поверхностного слоя почв на основе данных радиометра SMOS.

Алгоритм программного модуля представлен далее. На вход программы загружается текстовый файл с данными, полученными с радиометра. Программа, на основе настраиваемой системы фильтров, загружает

данные и предоставляет возможность по просмотру динамики изменений различных характеристик (температура, влажность, кол-во осадков и т.д.). При необходимости можно выбрать необходимые границы для отображения данных. В конечном итоге мы получаем набор данных по интересующему нас параметру, а также наглядное их представление в форме таблицы. Основной особенностью программы является игнорирование заведомо неверных записей (рис 1).

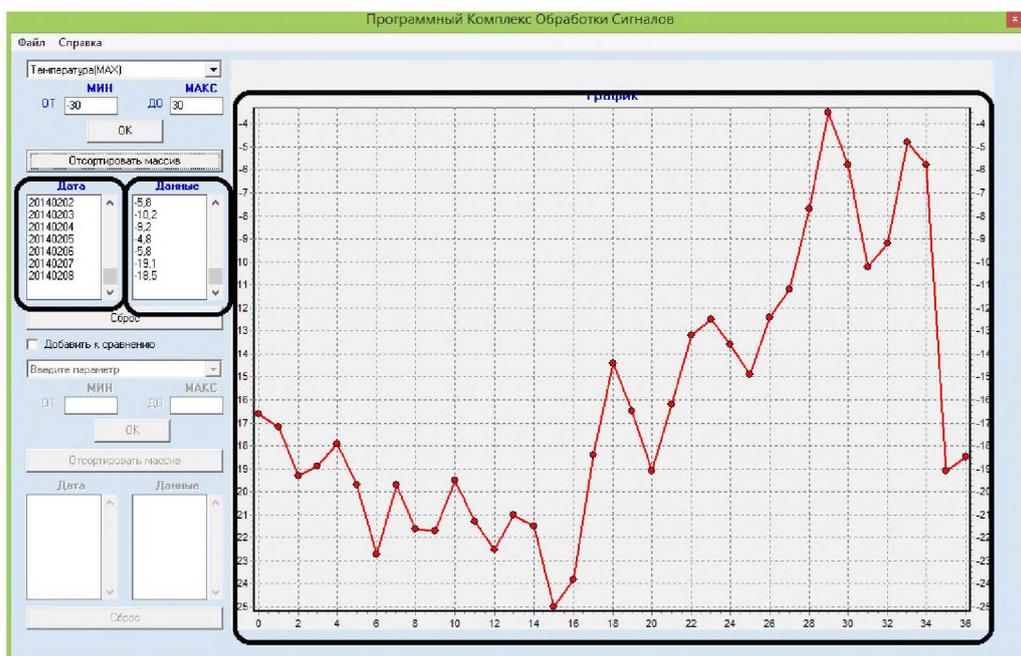


Рис.1. Работа программного комплекса

Дополнительно реализована возможность сравнения нескольких параметров друг с другом. Для этого необходимо установить галочку в поле «Добавить к сравнению». После чего станет активным вторая часть программы для отбора значений, идентичная первой части обработки данных. Программный модуль поддерживает как возможность сравнения 2 различных параметров, так и сравнение одного и того же параметра, но в различных диапазонах.

Таким образом, в ходе исследования были рассмотрены вопросы, касающиеся получения, обработки данных, полученных путем дистанционного зондирования, применяющиеся для исследования изменений основных показателей в атмосфере для определенных территорий.

По результатам обзора был выбран алгоритм обработки данных, рассмотрены особенности его применения. Для реализации предложенного метода был разработан программный модуль, представляющий возможность по обработке данных.

По итогам проведенных испытаний предложенный метод можно считать пригодным для обработки данных дистанционного зондирования земли. Дальнейшие разработки могут быть направлены на создание экспертной системы в помощь специалисту по обработке данных.

#### Список литературы

1. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. — М.: Мир, 1988. — 343 с.
2. European Space Agency. Soil moisture and ocean salinity. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.esa.int/OurActivities/ObservingtheEarth/TheLivingPlanetProgram/>, свободный. – Загл. с экрана – Яз. Англ.
3. European Space Agency. European space agency. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.esa.int/ESA/>, свободный. – Загл. с экрана – Яз. Англ.
4. European Space Agency. How to get smos data. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://earth.esa.int/pub/ESADOC/SMOSHowtogetdatav5.pdf/>, свободный. – Загл. с экрана – Яз. Англ.
5. Mironov V.L., Muzalevskiy K.V., Savin I.V. Retrieving temperature gradient of the near-surface active layer of the arctic tundra soils from l-band brightness temperature observations. theoretical modeling // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. — 2013. — Vol. 6, no. 3.