

Мониторинг сезонных изменений яркостной температуры Кулундинской равнины Алтайского края в L-диапазоне



Д.А. Боярский¹, И.В. Хвостов², А.Н. Романов², В.В. Тихонов^{1,3}, Е.А. Шарков¹

¹Институт космических исследований РАН, Москва, e-mail: vtikhonov@asp.iki.rssi.ru

²Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

³Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный



Регион исследования



Типичный вид Кулундинской степи

(фото с сайта Наш Алтай)



Кулундинская равнина расположена на юге Западной Сибири, в междуречье Иртыша и Оби. Формирование Кулундинской впадины началось около 70 млн лет назад после высыхания древнего моря. Кулунда – уникальная территория на Алтае, самое низкое, солнечное место. Климат Кулундинской степи, определяемый ее географическим положением, резко-континентальный. Почвенный покров состоит из рыхлых глинисто-иловатых, супесчаных и песчаных речных и озерно-речных отложений. Поверхность равнины волнистая с чередованием грив и понижений, занятых реками и бессточными озерами. Растительность – характерная для степной зоны (Кауричев, Громыко, 1974; Татаринцев, 2008). Диэлектрическая проницаемость указанных почв в L-диапазоне хорошо известна (Романов, Хвостов, 2017) и может быть использована для модельных расчетов. Незначительное количество высокой растительности позволяет не учитывать ее влияние на яркостную температуру.

Спутниковые данные

Данные ежедневных измерений яркостной температуры на частоте 1,4 ГГц за 2012-2016 годы получены с радиометра MIRAS (Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis), установленного на спутнике SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity). Этот диапазон является оптимальным для мониторинга влажности почвы (Chen et al., 2018), определения состояния снежного покрова (Naderpour, Schwank, 2018; Schwank, Naderpour, 2018) и озерного льда (Тихонов и др., 2017). Был выполнен анализ данных для одной области наблюдения – вблизи метеостанции Родино (WMO ID 36020), которая находится в центральной части Кулундинской равнины. Все данные метеорологических наблюдений, включая физические температуры, количество осадков, влажности почвы и снега, высоту снежного покрова взяты с сайта "Расписание Погоды" (<https://rp5.ru>).

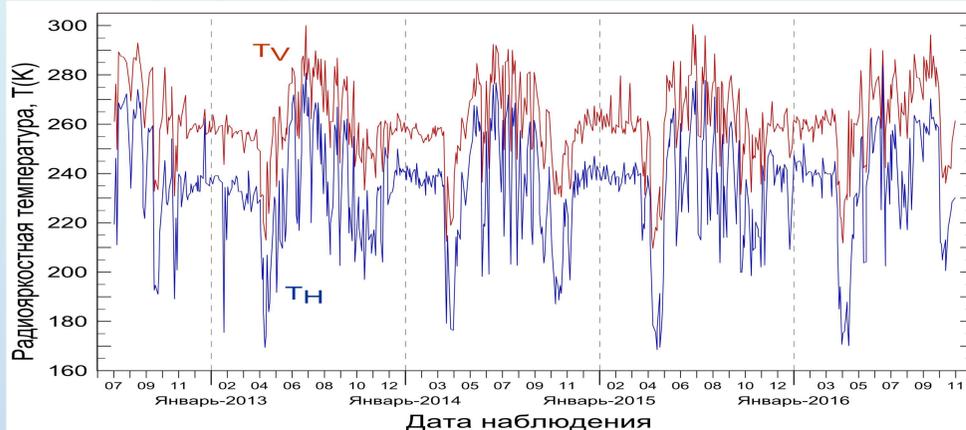


Рис.1 Многолетняя динамика яркостной температуры в области наблюдения (T_v - вертикальная, T_h – горизонтальная поляризации).

Анализ

Динамика яркостной температуры имеет ярко выраженный, ежегодно повторяющийся, сезонный характер. Например, вариации T_h в зимний период существенно меньше, чем летом. Это легко объясняется более стабильным значением диэлектрической проницаемости подстилающей поверхности зимой. Однако, в оттепель, когда температура воздуха становится положительной, наблюдается резкое падение T_h , связанное с появлением слоя влажного снега.

Анализ динамики яркостной температуры позволяет:

- ♦ выделить период промерзания почвы
- ♦ определить период наступления и границу снеготаяния
- ♦ установить дату окончательного схода снежного покрова
- ♦ построить алгоритм восстановления количества выпавших осадков

Авторы предполагают в дальнейшем провести расчеты на основе ранее разработанных моделей (Boyarskii et al., 2002, Боярский, Тихонов, 2003) связывающие параметры подстилающих поверхностей с их микроволновым излучением для обоснования причин появления выявленных особенностей.

Данные SMOS получены в рамках проекта ESA № 4747 «Remote mapping of Siberian saline soils». Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №18-05-00753 (Хвостов И.В., Романов А.Н.) и №18-05-00427 (Боярский Д.А., Тихонов В.В.)

Литература:

- Боярский Д.А., Тихонов В.В.. Влияние связанной воды на диэлектрическую проницаемость влажных и мерзлых почв. Препринт ИКИ РАН, Пр-2084, 2003, 48 стр.
- Кауричев И.С., Громыко И.Д. (под ред.). Атлас почв СССР. М.: Колос. 1974. 168 с.
- Романов А.Н., Хвостов И.В. Космический микроволновый мониторинг засоленных почв и соленых озер Кулундинской равнины. Барнаул: «Пять плюс». 2017. 88 с.
- Татаринцев В.Л. Гранулометрия агропочв юга западной Сибири и их физическое состояние: Автореферат Дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.03. Барнаул, АГАУ. 2008. 42 с.
- Тихонов В.В., Хвостов И.В., Романов А.Н., Шарков Е.А. Анализ изменений ледяного покрова пресноводных водоемов по данным SMOS. // Исследование Земли из космоса. 2017. № 6. С. 46-53.
- Boyarskii D.A., Tikhonov V.V., Kotarova N.Yu. Model of Dielectric Constant of Bound Water in Soil for Applications of Microwave Remote Sensing. // Progress In Electromagnetics Research, PIER 35, 2002, P.251-269.
- Chen F., Crow W.T., Bindlish R., Colliander A., Burgin M.S., Asanuma J., Aida K. Global-scale evaluation of SMAP, SMOS and ASCAT soil moisture products using triple collocation. // Remote Sensing of Environment. 2018. V. 214. № 1. P. 1–13.
- Naderpour R., Schwank M. Snow Wetness Retrieved from L-Band Radiometry. // Remote Sensing. 2018. V. 10. № 3. P. 359-374.
- Schwank M., Naderpour R. Snow Density and Ground Permittivity Retrieved from L-Band Radiometry: Melting Effects. // Remote Sensing. 2018. V. 10. № 2. P. 354-379.

Данные яркостной температуры в сравнении с данными метеорологических наблюдений

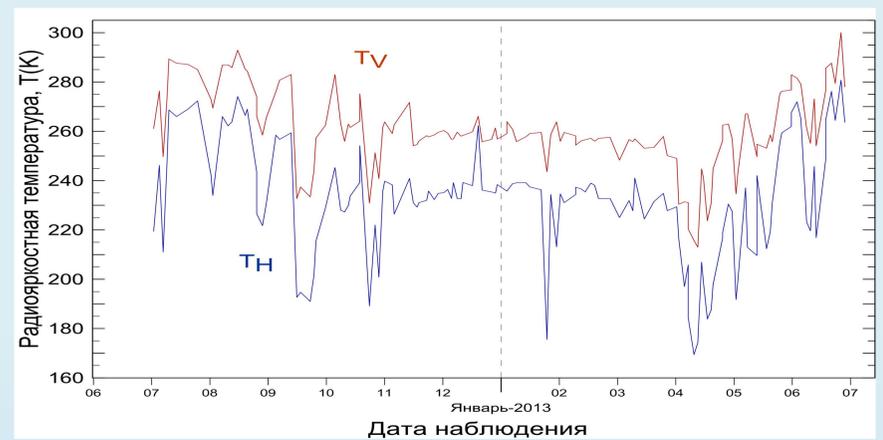


Рис.2 Сезонные изменения яркостной температуры в течении года 07.2012-07.2013 (T_v - вертикальная, T_h – горизонтальная поляризации).

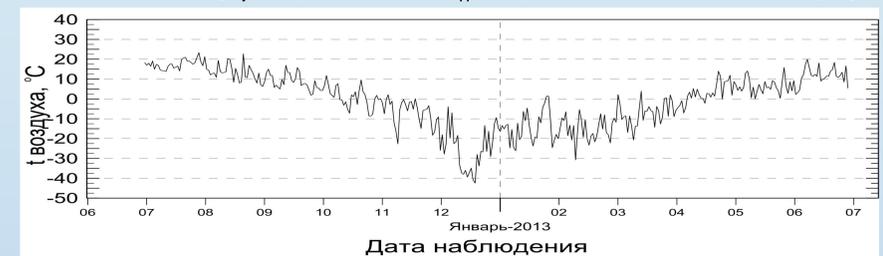


Рис.3 Температура воздуха в 7:00 (град С).



Рис.4 Динамика высоты снежного покрова (см).

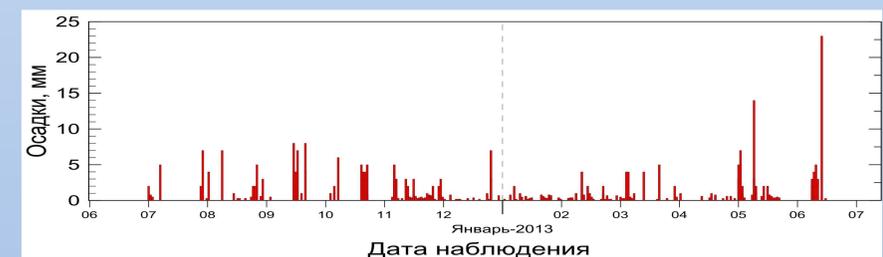


Рис.5 Количество выпавших осадков (мм).