

# Оценка текстуры, влажности и содержания гумуса в верхнем слое почвы по мультиспектральным данным спутника Sentinel 2 в условиях Новосибирской области

Н.В. Родионова<sup>1</sup>, С.Я. Кудряшова<sup>2</sup>, А.С. Чумбаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, пл. ак. Введенского, 1, Фрязино, Россия, 141190

<sup>2</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, пр. ак. Лаврентьева, 8/2, Новосибирск, Россия, 630090

## Аннотация

Приводятся результаты использования мультиспектральных данных спутника Sentinel 2 (S2) для оценки процентного содержания гумуса, глины и влажности в верхнем слое почвы (0-10 см) на примере черноземов и серых лесных почв Новосибирской области за 2019-2020 годы. Для оценки содержания гумуса использовался Red-edge канал S2, для содержания глины SWIR каналы, для влажности почвы - NIR и SWIR каналы S2. На основе спутниковых данных и наземных измерений получены экспоненциальные зависимости значений процентного содержания гумуса и глины в почвах и определено их изменение за год. Наибольшие изменения отмечены для площадки №1 (чернозем выщелоченный, несмытая пашня). Источники погрешностей лежат в недостаточном количестве наземных данных для каждого типа почв и в выборе исходного оптического снимка.

## Ключевые слова

Оптические данные, коэффициент отражения, процентное содержание гумуса и глины в почве, влажность почвы

## 1. Введение

В данной работе рассматривается возможность использования оптических данных спутника Sentinel 2 (S2) за 2019-2020 годы для оценки содержания влажности, гумуса (H) и глины (Clay) в верхнем слое почвы (0-10 см) на примере черноземов и серых лесных почв Новосибирской области. Особое внимание уделено подбору спутниковых изображений, поскольку для оценки содержания гумуса и глины есть определенные требования для почвы, а именно, почва должна быть сухая и без растительности.

## 2. Характеристика района и методов исследования

Объектом исследования являются почвы шести тестовых участков, расположенных в Новосибирской области (Рисунок 1). В Таблице 1 даны координаты и измеренные значения процентного содержания гумуса и гранулометрический состав образцов почв на глубине 0-10 см (сентябрь 2019 года) для двух из шести тестовых площадок.



Рисунок 1: Место расположения тестовых площадок

**Таблица 1**

Описание отдельных тестовых площадок в Новосибирской области

Площадка	Координаты с.ш., в.д.	Механический состав почвы и содержание гумуса (%)			
		Глина	Песок	Ил	Гумус
1. Чернозем выщелоченный, несмытая пашня	55°02'12.3", 83°51'47.8"	25.6	53.7	20.7	9.9
2. Серая лесная почва, несмытая пашня	55°00'42.0", 83°53'01.1"	22.9	54.8	22.3	6.0

Для спутниковой оценки процентного содержания гумуса и глины в почве были выбраны два сеанса S2 L2A за 23.4.2019 и 22.4.2020, для которых выполнены условия сухой оголенной почвы [1] в пределах тестовых площадок. Для количественной оценки содержания Н в почве использовано уравнение экспоненты [2], определяющее отрицательную связь содержания Н и значений коэффициента отражения (КО) канала В6 S2, с откорректированными для локальных условий тестовых площадок параметрами для черноземов и серых лесных почв [3]. Уравнение экспоненты для черноземов показало уменьшение содержания Н за год на 2.4% для площадки №1. Для остальных площадок изменения содержания Н за год незначительные.

В работе [4] введен спектральный индекс глины  $CI=SWIR1/SWIR2$  (Clay Index), который отличается сильной отрицательной корреляцией с содержанием глины в почве. Используя регрессионную модель [5] с переменной в экспоненте CI, получаем формулы для количественной оценки процентного содержания глины в почве:  $Clay(\%)=802*\exp(-2.69*CI)$  – для черноземов,  $Clay(\%)=5123.6*\exp(-4.29*CI)$  – для серых лесных почв. Часть наземных измерений содержания глины в почве тестовых участков была использована для получения параметров экспоненты, а оставшаяся часть – для валидации. Следует отметить, что имеющееся число наземных измерений недостаточно для надежности применения полученных формул.

Качественная оценка влажности почвы тестовых участков проведена на базе индекса NDDI для шести сеансов за апрель и май 2020 года. Выявлена сильная дифференциация значений NDDI для разных площадок для 20.4.2020. При переходе от апреля к маю значения NDDE сглаживаются, приводя к близости значений влажности почвы для всех тестовых площадок.

### 3. Заключение

Наибольшие изменения процентного содержания гумуса и глины за год выявлено по оптическим данным для площадки №1. Увеличение числа наземных измерений позволит уточнить параметры в уравнениях экспоненты для определения процентного содержания гумуса и глины по оптическим данным.

### 4. Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0030-2019-0008 “Космос”, а также в рамках государственного задания ИПА СО РАН.

### 5. Литература

- [1] Demattêa, J.A.M. Geospatial Soil Sensing System (GEOS3): A powerful data mining procedure to retrieve soil spectral reflectance from satellite images / J.A.M. Demattêa, C.T. Fongaroa, R. Rizzob, J.L. Safanellia // Rem. Sens. Envir. – 2018. – Vol. 212. – P. 161-175. DOI: 10.1016/j.rse.2018.04.047.
- [2] Орлов, Д.С. Спектральная отражательная способность почв и их компонентов / Д.С. Орлов, Н.И. Суханова, М.С. Розанова. – М.: МГУ, 2001. – 175 с.

- [3] Караванова, Е.И. Оценка содержания гумуса в почвах по их спектральной отражательной способности / Е.И. Караванова, Д.С. Орлов // *Агрохимия*. – 1996. – № 1. – С. 3-9.
- [4] Hengl, T. A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables / T. Hengl // Luxembourg. EUR. Scient. & techn. Res. Ser. – 2007. – Vol. 22904. – 143 p.
- [5] Castaldi, F. Soil Organic Carbon Mapping Using LUCAS Topsoil Database and Sentinel-2 Data: An Approach to Reduce Soil Moisture and Crop Residue Effects / F. Castaldi, S. Chabrillat, A. Don, B. van Wesemael // *Rem. Sens.* – 2019. – Vol. 11(18). – P. 1-15.