

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В КЛАССИФИКАЦИИ ЗАСОЛЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ ТУРКМЕНИСТАНА

Аннаниязов К.О., кандидат технических наук
Национальный институт пустынь, растительного и животного мира
Министерства охраны окружающей среды Туркменистана, г. Ашхабад,
Туркменистан

***Аннотация.** В статье описывается метод дистанционной классификации засоленных почв Туркменистана с использованием методов дистанционного зондирования Земли и спектральной отражательной способности поверхности почвы.*

***Ключевые слова:** дистанционная диагностика, дешифрирование, гиперспектральный анализ, рентгенофазовый анализ, спектры и расчетные индексы, классификация засоленности почв, химизм, картографирование*

USE OF EARTH REMOTE SENSING METHODS IN THE CLASSIFICATION OF SALT LANDS OF TURKMENISTAN

Annaniyazov K.O., Candidate of Technical Sciences
National Institute of Deserts, Flora and Fauna Ministry of Environmental Protection
of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan.

***Abstract.** The article describes a method for remote classification of saline soils in Turkmenistan using remote sensing methods and spectral reflectance of the soil surface.*

***Keywords:** remote diagnostics, interpretation, hyperspectral analysis, X-ray phase analysis, spectra and calculated indices, classification of soil salinity, chemistry, mapping*

В разных странах мира разработкой подходов к дистанционной диагностике засоленных почв занимаются многочисленные институты. Все большее значение приобретают автоматические методы дешифрирования дистанционных материалов. Ведутся работы по дистанционной диагностике и картографированию засоленных почв с использованием методов цифровой почвенной картографии, включающих анализ изображения, автоматизированное дешифрирование космических снимков [1,2]. За рубежом разработка методов дистанционной диагностики засоления почв ведется в различных направлениях, при этом различаются типы съемок, методы обработки снимков, используемых при дистанционной оценке.

Одним из основных используемых методов дистанционной диагностики засоленных почв является изучение снимков, выполненных в оптическом диапазоне от 350 нм до 2500 нм [1,2]. Съемка может выполняться с любой высоты, начиная от нескольких сотен и тысяч километров над Землей (космические снимки) до сотен метров (аэроснимки) и десятков сантиметров

(данные полевых спектрорадиометров). Наиболее часто используются снимки со спутников Landsat, Terra (съёмочные системы Modis и Aster), Ikonos, QuickBird, OrbView, WorldView (США), IRS (Индия), SPOT (Франция). Показателями качества снимков являются пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение.

Наш подход к дистанционной классификации засоленных почв основывается на спектральной отражательной способности поверхности почвы, свободной от растительности. Выявление связей между спектральными отражательными свойствами почв и их засолением является промежуточным этапом картографирования засоленных почв. Наш сравнительно новый метод классификации засоленных почв связан с обработкой гиперспектральных данных, то есть данных, поступающих с измерительных систем дистанционного зондирования, работающих с очень узкой полосой зон спектрального диапазона, что увеличивает количество спектральных каналов до десятков и даже сотен.

Нами был разработан метод спутниковой диагностики состояния почвенного покрова и степени его засоленности. Данный метод основывается на спектральной отражательной способности поверхности почвы, свободной от растительности, а именно, на спектре отражённой солнечной радиации от поверхности Земли. С помощью предварительно созданной спектральной библиотеки засоленных почв, свободных от растительности, спектры которой измерялись спектрорадиометром FieldSpec 4 в оптическом диапазоне 350-2500 нм (рис.1-2). Параллельно, с помощью рентгенофазового анализа, определялся минералогический состав, их количество в почвенных образцах засоленной почвы, и отождествлялся со спектральной отражательной способностью поверхности этих почвенных образцов засоленной почвы (табл.1-2).

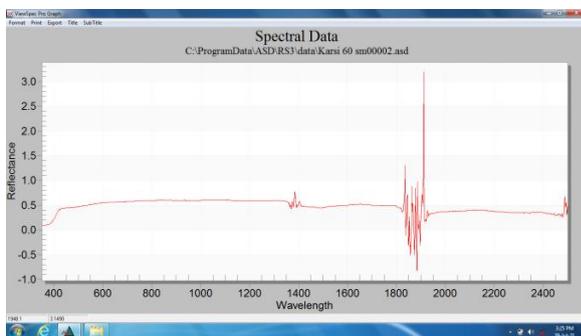


Рисунок 1 - Спектр отражённого солнечного излучения от поверхности образца засоленной почвы, свободной от растительности, расположенной на северо-западе Туркменистана

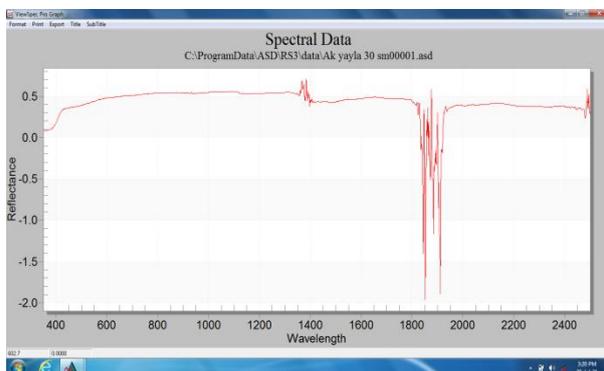


Рисунок 2 - Спектр отражённого солнечного излучения от поверхности образцов засоленной почвы, свободной от растительности, расположенных в центральных Каракумах

Таблица 1 - Результаты рентгенофазового анализа количества минералов в образцах почвы,* взятых на землях северо-запада Туркменистана

Название минерала	Содержание в %
Кварц (SiO_2)	22,3%
Альбит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)	27,8%
Микроклин (KAlSi_3O_8)	-
Ортоклаз (KAlSi_3O_8)	18,1%
Кальцит (CaCO_3)	22,4%
Доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)	3,3%
Арагонит (CaCO_3)	2,6%
Лайм (CaO)	1,1%
Галит (NaCl)	2,4%
Амбифол	-
Гидрослюда $\text{K} < 1 \text{Al}_2[\text{OH}]_2 \{ \text{AlSi}_3\text{O}_{10} \} \cdot n\text{H}_2\text{O}$	-
Сумма	100%

*Результаты рентгенофазового анализа были получены с использованием рентгеновского дифрактометра D – 2 Phaser

Определение степени засоленности почв и их классификация

Степень засоленности почв, с последующей их классификацией, определяют с помощью расчетных узкополосных спектральных индексов засоленности почв (табл. 3).

Таблица 2 - Результаты рентгенофазового анализа количества минералов в образцах почвы, *расположенных в центральных Каракумах

Название минерала	Содержание в %
Кварц (SiO_2)	49,2%
Альбит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)	13,8%
Микроклин (KAlSi_3O_8)	3,6%
Ортоклаз (KAlSi_3O_8)	-
Кальцит (CaCO_3)	11,7%
Доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)	4,2%
Арагонит (CaCO_3)	-
Лайм (CaO)	1,5%
Галит (NaCl)	3,4%
Амбифол	0,8%
Гидрослюда $\text{K}<1\text{Al}_2[\text{OH}]_2\{\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\}^*\text{nH}_2\text{O}$	11,8%
Сумма	100%

*Результаты рентгенофазового анализа были получены с использованием рентгеновского дифрактометра D – 2 Phaser

Методом гиперспектрального анализа определялось местоположение засоленной почвы на космическом снимке (рис. 3).

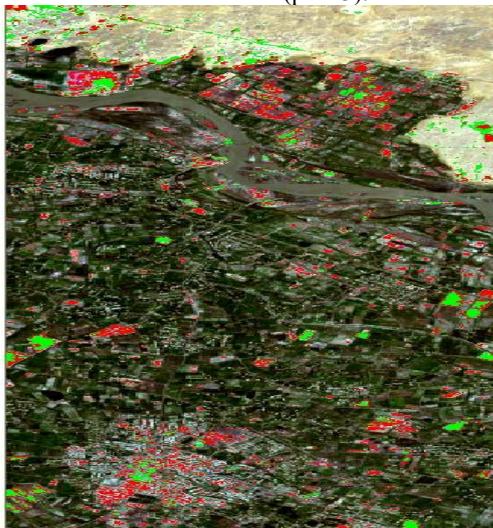


Рисунок 3 - Местоположение на космическом снимке засоленной почвы с минеральным составом, указанным в таблицах 1 и 2

Таблица 3 - Расчетные индексы засоленности почвы

Образец почвы	ALI6 775n m- 805n m	ALI9 1550n m- 1750n m	ALI10 2080n m- 2350n m	SI-1	SI-2	SI-3	SSSI-1	SSSI-2
Земли северо-запада Туркменистана								
Пахотный слой 0-30 см	0,6005	0,5258	0,3943	1,3335 02	0,0663 23	0,1429 19	0,1315	0,0986 12
Подпахотный слой 30-60 см	0,6378	0,5263	0,3676	1,4317 19	0,0957 82	0,1775 37	0,1587	0,11084 6
Земли центральных Каракумов Туркменистана								
Пахотный слой 0-30 см	0,5326	0,2505	0,3816	0,6564 47	0,3602 35	-0,2074	-0,1311	0,19971
Подпахотный слой 30-60 см	0,5358	0,4748	0,3891	1,2202 52	0,0603 6	0,0992 01	0,0857	0,07023 1
Классификация засоленности почвы [2]								
Отсутствует <0,1	Слабая 0,1 – 0,3	Средняя 0,3 – 0,6	Сильная 0,6-1,5	Очень сильная >1,5				

$$SI-1 = ALI9/ALI10;$$

$$SI-2 = (ALI6 - ALI9)/(ALI6+ALI9);$$

$$SI-3 = (ALI9 - ALI10)/(ALI9 + ALI10);$$

$$SSSI-1 = (ALI9 - ALI10);$$

$$SSSI-2 = (ALI9 \times ALI10 - ALI10 \times ALI10)/ALI9;$$

ALI1- ALI10 – спектральные каналы сенсора ALI

Спутник EO-1 [1].

Дополнительно, по минералогическому составу образцов почв, указанных в таблицах 1 и 2, на уровне химической экспертизы определялся химизм засоленной почвы. Результат определения – хлоридные соли.

Ниже мы приводим карту химизма засоленных земель Евразийского региона (рис.4), представленную по материалам FAO – «Руководство по управлению засоленными почвами», изданному в 2017 г. [3]. Карта подтверждает экспертизу по классификации засоленности почв территории Туркменистана. Поэтому представляемый нами метод дистанционной классификации засоленности почвы на территории Туркменистана будет достаточно достоверно проводить классификацию засоленных почв, используя современные методы ДЗЗ.

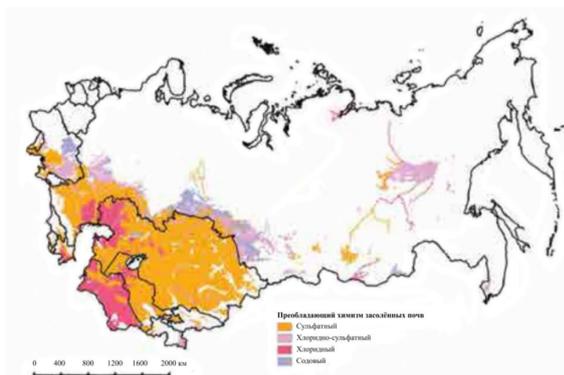


Рисунок 4 - Преобладающий химизм засоленных почв в Евразийском регионе [3]

Список использованных источников

1. Bannari, A. Characteriation of Slightly and Moderately Saline and Sodic Soilsin Irrigated Agricultural Land using Simulated Data of Advanced Land Imaging (EO-1) Sensor / A. Bannari, A.M. Guedona, A. El-Hartib, F.Z. Cherkaouic and El-Ghrari // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2008. - Vol.39. - № 19-20. - Pp.2795-2811. <http://dx.doi.org/10.1080/00103620802432717>.
2. Коношкова, М.В. Цифровое картографирование почв солонцовых комплексов Северного Прикаспия [Текст] / М.В. Коношкова; Евразийский центр по продовольственной безопасности МГУ им. М.В. Ломоносова, Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. - Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2014. - 316 с.
3. Руководство по управлению засоленными почвами / под редакцией Р. Варгаса, Е.И. Панковой, С.А. Балюка, П.В. Красильникова и Г.М. Хасанхановой. – Москва – Рим: ФАО, МГУ, 2017. – 144 с. <http://www.fao.org/3/a-i7318r.pdf>.

References

4. Bannari, A. Characteriation of Slightly and Moderately Saline and Sodic Soilsin Irrigated Agricultural Land using Simulated Data of Advanced Land Imaging (EO-1) Sensor / A. Bannari, A.M. Guedona, A. El-Hartib, F.Z. Cherkaouic and El-Ghrari // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2008. - Vol.39. - № 19-20. - Pp.2795-2811. <http://dx.doi.org/10.1080/00103620802432717>.
2. Konyushkova, M.V. Digital mapping of soils of saline complexes of the Northern Caspian Sea [Text] / M.V. Konyushkova; Eurasian Center for Food Security of Lomonosov Moscow State University, V. V. Dokuchaev Soil Institute. - Moscow: Partnership scientific publishing House. KMK, 2014. - 316 p.
3. Guidelines for the management of saline soils / edited by R. Vargas, E.I. Pankova, S.A. Balyuk, P.V. Krasilnikov and G.M. Khasankhanova. – Moscow – Rome: FAO, Moscow State University, 2017. – 144 p. <http://www.fao.org/3/a-i7318r.pdf>.