

Der 14. Kongress der Internationalen Gesellschaft
für Photogrammetrie

Hamburg 1980

Kommission VII

Freiwilliger Fachbeitrag

INTERPRETATION DER BODENDECKE NACH MULTIZONALEN
KOSMISCHEN AUFNAHMEN

W.L. Andronikow

Dokutschajew Institut für Bodenkunde, Moskau, UdSSR

ZUSAMMENFASSUNG: Multizonale kosmische Luftaufnahme wird in der Bodenkunde zur Berücksichtigung der Landnutzung sowie zur Kartographie der Bodendecke erfolgreich verwendet. Mit diesem Zweck wurden in unseren Untersuchungen die kosmischen Luftbilder für das vor dem Kaspischen Meer liegende Territorium benutzt. Sie wurden im Herbst 1976 mit Kamera MKF-6 in sechs verschiedenen Spektren im Massstab 1:2 100 000 aufgenommen (kosmisches Schiff "Sojuz-22"). Beim Vergleich der Ergebnisse der Bodeninterpretation nach kosmischen Abbildungen und vorhandenen Bodenkarten wurde es festgestellt, dass in den Karten des zu erforschenden Territoriums 44 Bodenkonturen unterschieden wurden, während auf den kosmischen Abbildungen 95 Konturen wahrgenommen wurden.

Zur Zeit findet in der UdSSR sowie in Ausland die Anwendung der kosmischen Aufnahmen und der Remote Sensing für Untersuchung der Bodendecke eine grosse Entwicklung. Die Verwendung der kosmischen Aufnahmen in der Bodenkunde gehört zum Anfang der 70sten Jahre. Sie werden mit Erfolg zur Berücksichtigung der Landnutzung, der Kartographie der Bodendecke, der Kontrolle für Ver- und Entsalzung der Böden und auch für Boden-erosionsprozesse verwendet.

In den letzten Jahren werden multizonale Aufnahmen zum Zweck der Erhöhung der Bodendeckeinterpretation sowie der Untersuchung der Bodenschätze immer breiter verwendet. Dieser Aufnahmenart ist auf dem Abbildungsstudium gleichzeitig in einigen engen Spektrazonen begründet. Als Ergebnis wird für Bodeninterpretation ein neues Interpretationsmerkmal - spektrale Helligkeit unterschiedlicher Böden aufgenommen.

In unseren Untersuchungen wurden die kosmischen Luftbilder für das vor dem Kaspischen Meer liegende Territorium benutzt. Sie wurden im Herbst 1976 mit Kamera MKF-6 in sechs verschie-

denen Spektren im Masstab 1:2 100 000 aufgenommen (kosmisches Schiff "Sojuz-22"). Sehr hohe Lösungsmöglichkeit dieser Aufnahmen liess Bodenabschnittsgrösse bis zum 1 Hektar zu bestimmen und analysieren.

Die Analyse der Bodendecke wurde mit Hilfe der doppel-negativen und doppel-positiven originalen und dreimal vergrösserten schwarz-weissen multizonalen kosmischen Aufnahmen der sechs sichtbaren und infraroten Spektralzonen durchgeführt. Bei dieser Analyse wurde auch eine vergrösserte im Gerät MSP-4 synthetisierte Farbaufnahme verwendet. Dieses Bild wurde aus vier besten Zonen 0.48, 0.54, 0.66 und 0.82 mkm für die Bodeninterpretation dieses Territoriums aufgenommen. Zur diagnostischen und Kontureninterpretation der Boden wurden visuell instrumentale Methode (optischer Elektronenanalysator "Quantimet-720", Spektrophotometer SF-10) sowie mittel- und kleinmasstäbliche topographische und Bodenkarten verwendet. Es wurden auch Fluruntersuchungen zur präzisierenden Interpretation der Bodendecke durchgeführt. Die Bodenproben wurden spektrophotometrisch untersucht und chemisch analysiert, um den Gehalt an Humus (dunkle Färbung) und Karbonaten (helle Färbung) zu bestimmen.

Unsere Untersuchungen wurden durchgeführt zum Zweck der möglichen Bodenbestimmung nach synthetisierten farb- und schwarz-weiss Aufnahmen verschiedener Spektralzonen sowie zur Verwendung dieser Multiaufnahmen für Bodenkartographierung und Verbesserung der vorhandenen Bodenkarten.

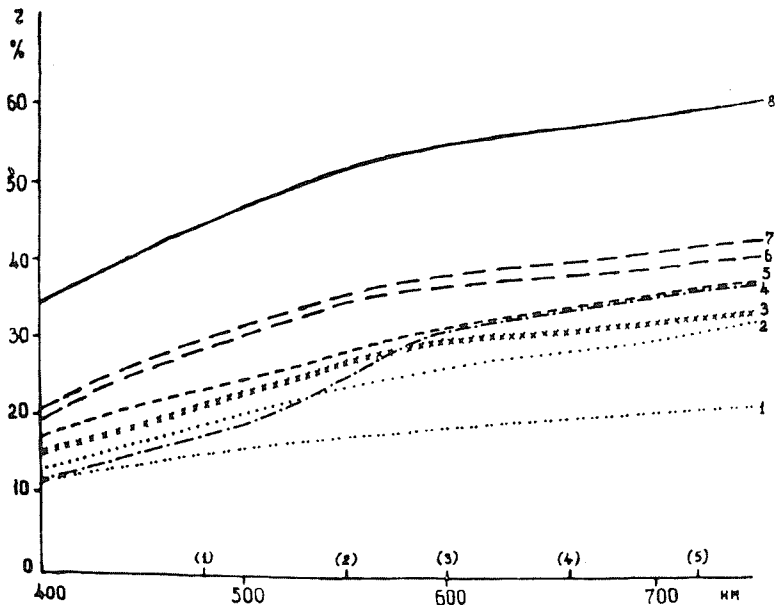
Die Untersuchung der spektralen Lösungsmöglichkeit von luft-trockenen Bodenproben hatte folgendes gezeigt (Abb. I). In blau-grüner Spektralzone haben die braunen solonetzartigen Wüsten-Steppenböden und Sande auf rötlich-braunen Ablagerungen eine niedrige Helligkeitsmöglichkeit. Die Kurven dieser Böden liegen an spektralen Kurven alluvialer Wiesen-Moorböden ziemlich nah. In roter Spektralzone nimmt die Helligkeitsmöglichkeit der braunen solonetzartigen Wüsten-Steppenböden auf rötlich-braunen Ablagerungen zu und ihre spektralen Kurven sind den Kurven der braunen Wüsten-Steppenböden auf grünlich-grauen Ablagerungen ähnlich. Die höchste Helligkeitsmöglichkeit hatte salzhaltige Oberfläche von Solonchakböden.

Als Ergebnis beobachtet man auf schwarz-weissen multizonalen Aufnahmen solch ein Bild: auf Aufnahmen der gesamten Spektralzonen wurden Solonchakböden in hellen fast weissen Farben dargestellt. In blau-grüner Spektralzone hatten braune Wüsten-Steppenböden und Sande auf älteren rötlichen Ablagerungen infolge der niedrigen Helligkeitsmöglichkeit in diesem Diapason eine graue und dunkel-graue Färbung. Sie hatten beim Humusgehalt 0.68-0.78% und Karbonatengehalt 3.08-3.26% einen stark ausgeprägten Kontrast mit braunen solonetzartigen Wüsten-Steppenböden (Humusgehalt 0.48-0.72%, Karbonatengehalt 2.55-3.71) sowie mit den solonchakartigen Wiesenböden auf jungen grün-grauen Kaspischen Ablagerungen (Humusgehalt 1.78-2.30%, Karbonatengehalt 5.28-6.42 CO₂). Auf Aufnahmen der rotfarbigen Spektralzonen nimmt dieser Unterschied der analysierenden Böden ab, infolge der Vergrösserung im roten Diapason der Helligkeitsmöglichkeit der Böden. Auf Aufnahmen der gesamten Spektralzonen hatten die alluvialen Wiesen-Moorböden (Humusgehalt 4.02-5.89% und bei Vertorfung und erhöhter Feuchtigkeit 15.25%

eine dunkle fast schwarze Färbung. Also, die Verwendung der schwarz-weißen kosmischen Luftbilder ermöglichte zum ersten Mal die auf verschiedenen bodenbildenden Ablagerungen entwickelten Böden zu interpretieren.

Abb.I. Die Kurven der spektralen Bodendarstellung in der Ebene vor dem Kaspischen Meer liegenden Ebene (das Territorium zwischen zwei Flüssen Ural und Embe)

- 1 - alluviale Wiesen-Moorböden, solonchaksartig, lehmiger
- 2 - alluviale solonchaksartige lehmige Wiesenböden
- 3 - solonchaksartige Wiesen-Solonetzböden
- 4 - braune solonetzartige sandlehmige Wüsten-Steppeböden auf rotbraunen Sanden
- 5 - solonchaksartige sandlehmige Wiesenböden auf grünlich-grauen Ablagerungen
- 6 - 7 - braune solonchaksartige sandlehmige Wüsten-Steppeböden auf grünlich-grauen Ablagerungen
- 8 - Schorsolonchaks



(1), (2)...spektrale Zonen der Aufnahme mit Kamera MKF-6

Ein bedeutendster Effekt für die Forschung der Bodenressource und ihrer Kartierung wurde nach synthetisierten kosmischen Farbaufnahmen erreicht. Sie machen es möglich durch Färbung der Naturobjekte, die für Analyse so notwendig sind, und auch durch farbigen Unterschied der analysierenden Böden. So, zum Beispiel, werden die ersten und zweiten Terrassen des Kaspischen Meeres nach synthetisierten Aufnahmen deutlich interpretiert. Die erste untere flache Terrasse wurde aus jungen neukaspischen Ablagerungen der grünlich-grauen Färbung gebildet. Dieses Territorium ist mit Chlorid-Natrium-Solonchak bedeckt, die eine schwache Pflanzendecke haben und wirtschaftlich als wenig produktive Solonchaksweide benutzt werden. Das Territorium der zweiten Terrassen ist durch eine sehr starke Differenzierung des Relieffes, der Böden und Vegetation charakterisiert. Sehr deutlich werden die Abschnitte mit gut entwickeltem hügeligem Relief interpretiert. Die Abhänge dieser Hügel sind aus grauen solonchaksartigen Wüsten-Steppeböden

gebildet und dazwischen liegen zahlreiche Solontschaks.

Auf der synthetisierten Aufnahme werden zwei grosse Anomalien wahrgenommen: a) ringartige Dossor-Strukturen mit braunen solonetzartigen Wüsten-Steppenböden auf rot-braunen sandhaltigen Ablagerungen, die zum erstenmal nach kosmischen Aufnahmen entdeckt wurde und b) einzelne Flächen von rötlich-braunen Sandböden der Karakum-Wüste.

Auf den synthetisierten kosmischen Farbaufnahmen werden auch alluviale versalzten Wiesen- und Wiesen-Moorböden der Marschen und Deltas von Ural und Emba-Flüssen deutlich interpretiert. Auf den vor dem Meer liegenden Bodefluren des alten Deltas des Ural-Flusses wird eine rot-braune Streife (4-5 km breit, 100 km lang) der versalzten Wiesen- und -Moorböden wahrgenommen, die mit Schilf bedeckt sind.

Die vergleichende Analyse einer synthetisierten kosmischen Farbaufnahme und der schwarz-weißen Luftbilder von einzelnen Zonen hat gezeigt, dass auf der synthetisierten Aufnahme in leicht interpretierenden Farben alle Bodenkonturen der multizonalen schwarz-weißen Luftbilder dargestellt wurden. Dazu noch werden nur auf der synthetisierten Aufnahme Bodenkonturen mit natürlicher Pflanzendecke nach rot-brauner und gelb-brauner Farbe deutlich interpretiert.

Die Schätzung der Zuverlässigkeit der Bodeninterpretation nach multizonalen kosmischen schwarz-weißen Aufnahmen mit Hilfe von "Quantimet-720" zeigte, dass in der sichtbaren Zone mehr als 75-80% der Bodenkonturen mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. In der Infrarotzone 0.72 mkm werden 30% der Bodenkonturen nicht oder sehr schwach interpretiert, während auf Aufnahmen mit Diapason 0.84 mkm 60% der Bodenkonturen in Bezug auf Solontschakböden gut interpretiert werden.

Die Ergebnisse der visuellen Bodeninterpretation nach schwarz-weißen multizonalen Aufnahmen sowie nach einer synthetisierten kosmischen Aufnahme wurden in einer Musterbodenkarte dargestellt, auf der die Besonderheiten der Bodendecke des vor dem Kaspischen Meer liegenden Territoriums zu sehen sind. (Abb. 2). Die Maschinenanalyse der Bodendeckeaufnahmen dieses Territoriums mit Hilfe von optischen Elektronenanalysator "Quantimet-720" machte es möglich, die Karten der grauen Dichte zu erhalten, die für Detaillierung und objektive Zusammenstellung der Bodenkarte benutzt wurden.

Beim Vergleich der Ergebnisse der Bodeninterpretation nach kosmischen Aufnahmen und vorhandenen klein- und mittelmasstäblichen Bodenkarten wurde festgestellt, dass in den kleinmasstäblichen Karten des zu erforschenden Territoriums 16 Bodenkonturen und in mittelmasstäblichen Karten 44 Bodenkonturen unterschieden wurden, während auf den kosmischen Aufnahmen 95 Konturen wahrgenommen wurden und 300 Konturen mit Berücksichtigung der Konturen von Schersolontschaks, die eine spezifische Struktur der Bodendecke auf dem untersuchenden Territorium beitragen.

Die Effektivität der kosmischen Aufnahmen im allgemeinen und des Interpretationsprozesses von Luftbildern insbesondere erhöht in 1.5-2mal die Präzisierung und Vollständigkeit der Bodenkarten im Vergleich mit den vorhandenen Karten und besonders für schwer zugängliche Gebiete. Ausserdem ist es möglich mit Hilfe von kosmischen Aufnahmen den spezifischen Charakter

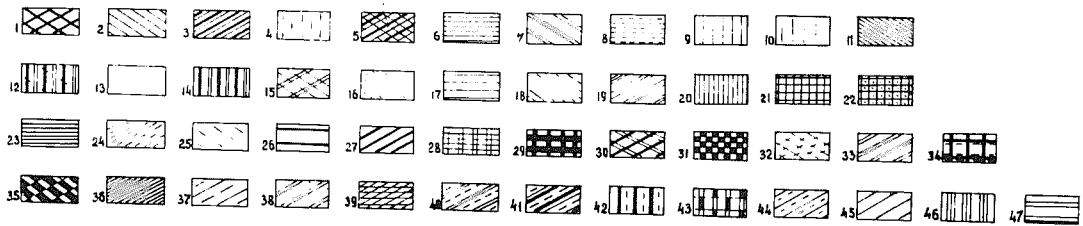
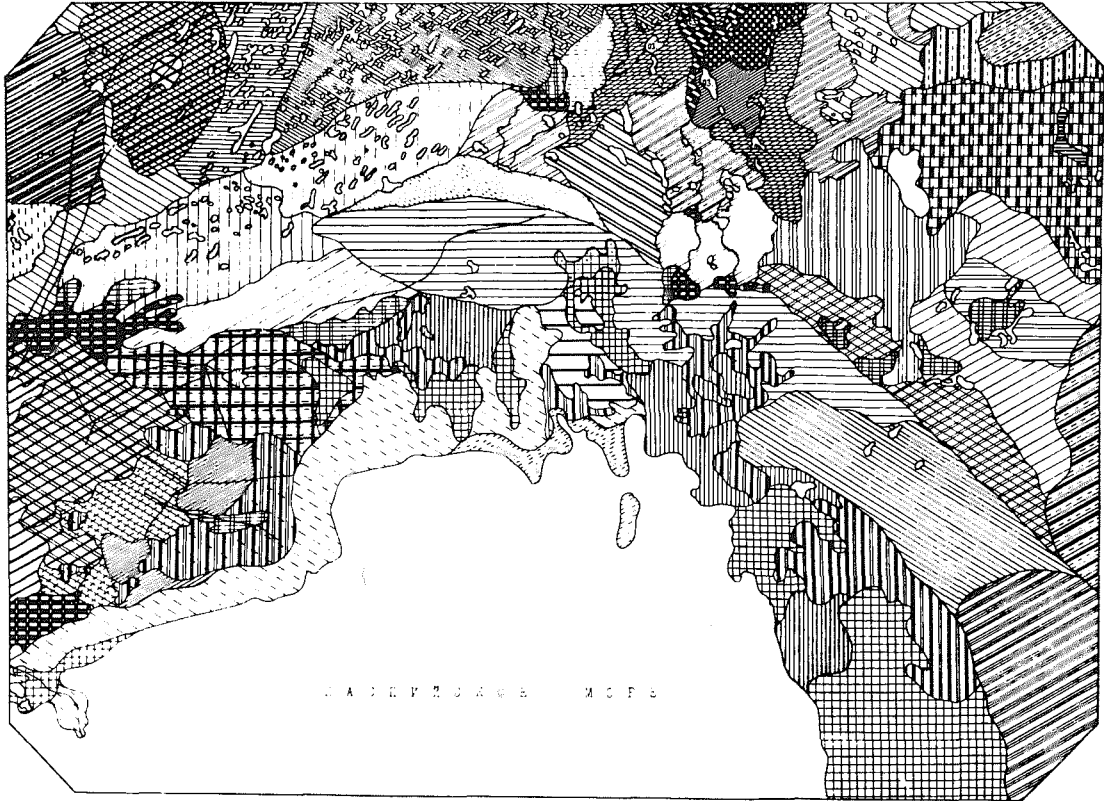


Abb.2. Interpretation der Bodendecke der vor dem Kaspischen Meer liegenden Ebene

- 1 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden;
- 2 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden und Schorsolonetzböden;
- 3 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden, Schorsolonetz- und Solontschaksböden;
- 4 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden, Schorsolonetz- und Solontschaksböden, 20%;
- 5 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden, Schorsolonetz- und Solontschaksböden;
- 6 - braune solonetzartige Wüste-Steppenböden, Schorsolonetz- und Solontschaksböden;

- und Solonetzböden;
- 7 - braune solontschakartige Wüste-Steppenböden und braune solonetzartige Wüste-Steppenböden, Schorsolontschaksböden;
 - 8 - braune solontschakartige Wüste-Steppenböden und Schorsolontschaksböden;
 - 9 - braune solontschakartige Wüste-Steppenböden, Schorsolonetz und Solontschaksböden;
 - 10 - Schorsolontschaksböden, braune solontschakartige Wüste-Steppenböden und Solonetzböden;
 - 11 - Schorsolontschaksböden, Solonetzböden und braune solontschakartige Wüste-Steppenböden;
 - 12 - Wiesen-Solontschaksböden;
 - 13 - Schorsolontschaksböden;
 - 14 - Küstensolontschaksböden;
 - 15 - Solontschakartige Wiesenböden, braune solontschakartige Wüste-Steppenböden und Schorsolonetzböden;
 - 16 - Solontschakartige Wiesenböden und Wiesen-Solonetzböden;
 - 17 - Solontschakartige Wiesenböden, Wiesen-Solonetzböden und Schorsolontschaksböden;
 - 18 - Solontschakartige Wiesenböden, Schorsolonetz- und Solontschaksböden;
 - 19 - Solontschakartige Wiesenböden, solontschakartige Wiesen- und Wiesen-Moorböden, Schorsolontschaksböden;
 - 20 - Solontschakartige Wiesen-Küstenböden und Küstensolontschaksböden;
 - 21 - Küstensolontschaksböden, solontschakartige Wiesen-Küstenböden;
 - 22 - Küstensolontschaksböden, Wiesen-Solonetzböden und solontschakartige Wiesenböden;
 - 23 - Solontschakartige Wiesen-Moorböden;
 - 24 - Solontschakartige Moor-Küstenböden;
 - 25 - Solontschakartige Wiesen-Küstenböden und solontschakartige Moor-Küstenböden;
 - 26 - Solontschakartige Wiesen- und Moor-Küstenböden und Küstensolontschaksböden;
 - 27 - Solontschakartige alluviale Wiesenböden;
 - 28 - Solontschakartige alluviale feuchte Wiesenböden;
 - 29 - Solontschakartige alluviale Wiesen-Moorböden;
 - 30 - Alluviale Wiesenböden, feuchte Wiesen- und Wiesen-Moorböden
 - 31 - Alluviale feuchte Wiesenböden und solontschakartige Wiesen-Moorböden;
 - 32 - Alluviale solontschakartige Wiesenböden und solontschakartige feuchte Wiesenböden;
 - 33 - Alluviale Wiesenböden und feuchte solontschakartige Wiesenböden und Solontschaksböden;
 - 34 - Alluviale solontschakartige Wiesen-Moorböden und solontschakartige feuchte Wiesenböden;
 - 35 - Alluviale Wiesenböden und solontschakartige Wiesen-Moorböden;
 - 36 - Alluviale Wiesenböden und solontschakartige Wiesen-Moorböden, Solontschaksböden;
 - 37 - Alluviale solontschakartige Wiesenböden, braune solontschakartige Wüste-Steppenböden, Wiesen-Solonetzböden und Solontschaksböden;
 - 38 - Alluviale solontschakartige Wiesenböden - 20%, braune solonetzartige Wüste-Steppenböden und Solontschaksböden;

- 39 - Alluviale solontschakartige Wiesenböden .. 20-30%, braune solonetzartige Wüste-Steppenböden und Solontschaksböden;
- 40 - Alluviale solontschakartige Wiesenböden (mehr als 30%) braune solonetzartige Wüste-Steppenböden und Solontschakböden;
- 41 - Sande und Schorsolontschaksböden;
- 42 - Sande und braune solontschakartige Wüste-Steppenböden;
- 43 - Sande, braune solontschakartige Wüste-Steppenböden und Schorsolontschaksböden;
- 44 - Sande, Schorsolontschaksböden, braune solonetzartige Wüste-Steppenböden;
- 45 - Braune solontschakartige Wüste-Steppenböden, Schorsolontschaksböden mit Sanden - 10%;
- 46 - Schorsolontschaksböden, braune solontschakartige Wüste-Steppenböden mit Sanden - 10%;
- 47 - Schorsolontschaksböden mit Sanden - 10%.

der Bodendeckestruktur zu bestimmen. Dies bestätigt den Gedanken, dass die kosmische Kartographie darunter Bodenkartographie eine besondere Methode der naturräumlichen Untersuchungen der Umweltstruktur darstellt.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen mit kosmischen Aufnahmen wurde es festgestellt, dass in Bodenkartographie das Prinzip der geographischen Ähnlichkeit der Bodendarstellung auf der Karte mit der Bodendeckestruktur stark verbessert werden kann. Gewöhnlich dienen topographische Karten, die keine Bodendecke enthalten, als geographische Grundlage für Zusammenstellung der Bodenkarten. Deshalb wird bei der Generalisierung der Bodendecke (auf klein- und mittelmasstäblichen Karten) die spezifische Struktur der Bodendecke einzelner Naturregionen und geographischen Zonen ohne Verwendung der kosmischen Aufnahmen nicht völlig dargestellt. Ein der wichtigsten Vorzüge der Verwendung der kosmischen Aufnahmen auf dem Gebiet der Bodenkartographie besteht nicht nur in der Möglichkeit genauere mit grosser Information angefüllte Bodenkarten fertigzustellen, sondern auch in diesen Karten spezifische Struktur der Bodendecke und geographische Ähnlichkeit des untersuchenden Territoriums und der Bodengenese wissenschaftlich zu motivieren. Diese theoretische These ist von uns als Prinzip der kosmischen Typisierung der Bodendecke vorgeschlagen.