ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-43

GEOINFORMATIONAL ASSESSMENT OF AGRO-LANDSCAPES AT THE TEST RANGE «BLACK LANDS»

I.A. Komarova, E.A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd

Received 16.01.2021

Submitted 10.03.2021

Abstract

Introduction The change in the state of geosystems in semi-desert conditions in natural conditions goes through the stages of natural change in the state associated with the manifestations of a decrease in the projective cover in unfavorable conditions and restoration under favorable conditions. At the same time, irrational anthropogenic use of lands leads to critical degradation of the ecosystem, accompanied by a deterioration in both quantitative and qualitative characteristics of agricultural landscapes. The processes of restoration of the natural state of ecosystems are long in time and can take from several to thousands of years. In this regard, an important scientific task is to study the state of agricultural landscapes and their changes. **Materials and methods.** The study is based on geoinformation analysis of remote sensing data from space - Sentinel 2 satellite images and «SRTM terrain model». **Results and Conclusions.** As a result of geoinformation research, the main characteristics of the lands were established. The soil conditions at the polygon are represented by low-humus, thin brown soils in combination with sands (72% of the landfill area) and sandy massifs (28%). Natural plant associations of Sarepta feather grass (*Stipa sareptana*), fescue (*Festuca valesiaca*), wheatgrass (*Agropyron pectinatum*), white wormwood (*Artemisia lercheana*), ebelek (*Ceratocarpus arenarius*) and tyrsa (*Stipa capillata*) have a projective cover from 5 to 10% On brown soils over 25%. The phytomeliation carried out about 40 years ago by planting gray teresken (*Krascheninnikovia ceratoides*) made it possible to stop the negative processes of desertification, and gray teresken proved to be an effective phytomeliorant. A negative factor of impact on the plant ecosystem was the impact of steppe fires, which destroyed the aboveground parts of plants in 2020 on an area of 6430 hectares, which is almost 70% of the area of the test site.

Key words: geoinformation technologies, space images, decoding, state, degradation analysis, agro-landscape.

Citation. Komarova I.A., Ivantsova E.A. Geoinformation assessment of agro-landscapes at the test range «Black Lands». *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 452-460 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-43.

Author's contribution. The authors of this study collected material, analyzed the data and wrote the paper.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.2(58.02)

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА АГРОЛАНДШАФТОВ НА ТЕСТОВОМ ПОЛИГОНЕ «ЧЕРНЫЕ ЗЕМЛИ»

И. А. Комарова, аспирант

Е. А. Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 16.01.2021

Дата принятия к печати 10.03.2021

Актуальность. Изменение состояния геосистем в условиях полупустыни в естественных условиях проходит через стадии естественного изменения состояния, связанными с проявлениями снижения проективного покрытия в неблагоприятных и восстановления при благоприятных условиях. При этом нерациональное антропогенное использование земель приводит к критической деградации экосистемы, сопровождающейся ухудшением как количественных, так и качественных характеристик агроландшафтов. Процессы восстановления естественного

состояния экосистем длительны во времени и могут проходить от нескольких, до тысяч лет. В связи с этим, важной научной задачей является изучение состояния агроландшафтов и их изменений. **Материалы и методы.** Исследование основано на геоинформационном анализе данных дистанционного зондирования из космоса – спутниковых изображений Sentinel 2 и модели местности SRTM. **Результаты и выводы.** В результате геоинформационных исследований установлены основные характеристики угодий. Почвенные условия на полигоне представлены малогумусированными, маломощными бурыми почвами в комплексе с песками (72 % площади полигона) и песчаными массивами (28 %). Естественные растительные ассоциации ковыля сарептского (*Stipa sareptana*), типчака (*Festuca valesiaca*), житняка (*Agropyron pectinatum*), полыни белой (*Artemisia lerceana*), эбелека (*Ceratocarpus arenarius*) и тырсы (*Stipa capillata*) на песках имеют проективное покрытие от 5 до 10 %. На бурых почвах свыше 25 %. Фитомелирация, проведенная около 40 лет назад посадками терескена серого (*Krascheninnikovia ceratoides*) позволила остановить негативные процессы опустынивания, а терескен серый показал себя эффективным фитомелиорантом. Негативным фактором воздействия на растительную экосистему явилось воздействие степных пожаров, которые уничтожили надземные части растений в 2020 году на площади 6430 га, что составляет практически 70 % площади тестового полигона.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, космические снимки, фитомелиорация, состояние экосистем, деградация агроландшафтов.

Цитирование. Комарова И.А., Иванцова Е.А. Геоинформационная оценка агроландшафтов на тестовом полигоне «Черные земли». *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 452-460. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-43.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования собрали материал, проанализировали данные и написали рукопись.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В современных условиях на территории «Черных Земель» выражено проявляются процессы деградации растительного покрова, засоления и истощения почв [5, 6, 11-13, 15]. Такие процессы связаны с возрастанием нагрузки в результате деятельности человека, при этом они активно развиваются в на малогумусированных полупустынных почвах и песках, что приводит к увеличению площади земель с уменьшенным проективным. Продолжается увеличение очагов опустынивания, идет засоление орошаемых и дефляция распаханых участков. Основными причинами деградации являются климатические условия, связанные с недостаточным количеством осадков и высокими летними температурами, а также антропогенная напряженность.

Геоинформационная оценка сельскохозяйственных угодий на территории «Черных Земель» была проведена на тестовом полигоне, характерном для существующих ландшафтных условий. Тестовый полигон «Черный Земли», расположенный на территории Черноземельского ландшафтного района, представляет собой пустыню, расположенную на слабоволнистой равнине. Отличительной чертой ландшафта является чередование равнинных эоловых участков и песчано-солончаковых депрессий [1-3, 11]. Естественная растительность представлена ассоциациями ковылем сарептским (*Stipa sareptana*) с типчаком (*Festuca valesiaca*) и житняком (*Agropyron pectinatum*), полыни белой (*Artemisia lerceana*) с эбелеком (*Ceratocarpus arenarius*) и тырсой (*Stipa capillata*). Тестовый участок представляет собой сельскохозяйственные угодья, используемые в качестве пастбищ. На территории полигона в 80 годах XX века была проведена фитомелиорация посадками терескена серого (*Krascheninnikovia ceratoides*) [9, 17].

Материалы и методы. Современное состояние земель сельскохозяйственного назначения на полигоне «Черные Земли» оценивалось по результатам дешифрирования космических снимков [5, 7, 16]. При этом оценка осуществлялась по распределению тона пикселей на изображении с использованием результатов полевого фотоэталонирования компонентов ландшафтов [10, 11, 15]. Состояние угодий определялось с учетом

результатов дешифрирования контуров при использовании программного комплекса ENVI 5.2. Координаты центра полигона $46^{\circ} 55'$ с.ш., $44^{\circ} 44'$ в.д. В таблице 1 приведены основные характеристики полигона.

Таблица 1 – Основные характеристики тестового полигона «Черные Земли»

Table 1 – Main characteristics of the test site «Chernie zemli»

Наименование / Name	Черные Земли / Chernie zemli
Тип участка / Type	полигон/poligon
Площадь, га / Area, ha	9209,3
Периметр, м / Perimeter, m	41066,8
Экспозиция, румб ($^{\circ}$) / Exposure, rumb ($^{\circ}$)	Е (88°)
Средняя высота над у.м., м / Average height above sea level, m	-17,7
Средняя крутизна склона, $^{\circ}$ / Average slope steepness, $^{\circ}$	1,5
Максимальная высота над у.м., м / Maximum height above sea level, m	-6,0
Максимальная крутизна склона, $^{\circ}$ / Maximum slope steepness, $^{\circ}$	12,1
Минимальная высота над у.м., м / Minimum height above y, m, m	-27,0
Стандартное отклонение высоты, м / Standard deviation of height, m	1,6
Стандартное отклонение крутизны склона, $^{\circ}$ / Standard deviation of slope steepness, $^{\circ}$	0,7

Для геоинформационной оценки [9] полигона «Черный Земли» была составлена космокарта на основе космоснимка сверхвысокого разрешения спутника Wold View 3 (рисунок 1). На рисунке 2 представлена карта фитомелиорации территории при помощи терескена серого и поля первичной (ранней) фитомелиорации.

Рисунок 1 – Космокарта тестового полигона «Черные Земли»

Figure 1 – Space map of the test site «Chernie zemli»

Характеристики приведены в таблице 2. Установлено, что из 9209,3 га площади полигона мелиорировано 6802,2 га, то есть 74 % территории. При проведении исследований выявлен очаг пожара, практически полностью уничтоживший посадки терескена на полигоне.

Рисунок 2 – Космокарта фитомелиорации тестового полигона «Черные Земли»

Figure 2 – Space map of phytomelioration of the test site «Chernye Zemli»

Таблица 2 – Характеристики фитомелиорированных площадей
на территории тестового полигона «Черные Земли»

Table 2 – Characteristics of phytomeliorated areas on the territory
of the test site «Chernie zemli»

Наименование участка / Name	Площадь, га / Area, ha	Периметр, м / Perimeter, m
Терескен 1	418,6	18495,8
Терескен 2	134,5	5606,6
Терескен 3	12,1	1688,4
Терескен 4	252,5	17123,4
Фитомелиорация полигона	6802,2	74698,6

На рисунке 3 приведена разработанная карта размещения почвенных контуров на территории тестового полигона «Черные Земли». В таблице 3 показаны результаты геоинформационного анализа пространственных характеристик почвенных контуров.

Рисунок 3 – Карта почвенных контуров тестового полигона «Черные Земли»

Figure 3 – Map of soil contours of the test site «Chernye Zemli»

Таблица 3 – Характеристики почвенных контуров тестового полигона «Черные Земли»

Table 3 – Characteristics of soil contours of the test site «Chernye Zemli»

Контур / Polygon	Тип почвы / Soil type	Площадь, га / Area, ha	Периметр, м / Perimeter, m
132	Бурые с песками (132)/ brown soils with sand	6656,3	40 184,0
74_1	Пески (74)/Sand	1082,4	12 557,4
74_2	Пески (74)/Sand	1476,5	16 817,1

Почва на полигоне представлена массивом бурых почв с песками (72 % площади полигона) и песчаными массивами (28 %). Геоморфологические характеристики тестового полигона «Черные Земли» определены по результатам анализа цифровой модели местности SRTM 3. Характеристики рельефа приведены по линии профиля (рисунок 4.60, 4. 61): Начало профиля: 45° 40' 05" С.Ш., 46° 10' 55" В.Д. Высота над у.м. в начале профиля, м: -18,8; Конец профиля: 45° 40' 06" С.Ш., 46° 21' 17" В.Д.; Высота над у.м. в конце профиля, м: -17,5; Длина профиля, м: 13453; Разность высот, м: 1,3; Максимальная высота по профилю, м: -11,5; Минимальная высота по профилю, м: -21,4; Азимут линии профиля: 89° 54'. Средняя крутизна склона, °: 0,01; Максимальная крутизна склона, °: 4,36 (500 м по профилю).

Рельеф мелкобугристый с закрепленными песками, высота бугров до 8 м, размер бугров в плане от 100 м до 1000 м, преобладают бугры с небольшими размерами в плане около 100-200 м.

Рисунок 4 – Карта рельефа тестового полигона

Figure 4 – Test site relief map

Рисунок 5 – Профиль рельефа тестового полигона

Figure 5 – Test site relief profile

Выводы. Таким образом, в результате исследований установлено, что почвенные условия на полигоне представлены малогумусированными, маломощными бурыми почвами в комплексе с песками (72 % площади полигона) и песчаными массивами (28 %). Естественные растительные ассоциации ковыля сарептского (*Stipa sareptana*), типчака (*Festuca valesiaca*), житняка (*Agropyron pectinatum*), полыни белой (*Artemisia lerceana*), эбелека (*Ceratocarpus arenarius*) и тырсы (*Stipa capillata*) на песках имеют проективное покрытие от 5 до 10 %. На бурых почвах свыше 25 %. Фитомелирация, проведенная около 40 лет назад посадками терескена серого (*Krascheninnikovia ceratoides*), позволила остановить негативные процессы опустынивания, а терескен серый показал себя эффективным фитомелиорантом. Негативным фактором воздействия на растительную экосистему явилось воздействие степных пожаров, которые уничтожили надземные части растений в 2020 году на площади 6430 га, что составляет практически 70 % площади тестового полигона.

Библиографический список

1. Бананова В. А., Лазарева В. Г., Сератирова В. В. Природное районирование северо-западного Прикаспия при современном хозяйственном использовании // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 3 (42). С. 223-232.
2. Бембеева О. Г., Джапова Р. Р. Залежи Сарпинской низменности. Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2013. 112 с.
3. Гавинова А. Н., Джапова Р. Р. Флора и растительность автоморфных солонцов сарпинской низменности на территории Калмыки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 5. С. 102-106.
4. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия / К. Н. Кулик [и др.] // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2. С. 16-24.
5. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий Юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юферов, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (54). С. 151-158.
6. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» / К. Н. Кулик [и др.] // Аридные экосистемы. 2018. №1. С. 5-12.
7. Пыльные бури на юге европейской части России в сентябре-октябре 2020 года / С. С. Шинкаренко [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 296-301.
8. Рулев А. С., Юферов В. Г. Прогнозирование изменений состояния ландшафтов в переходных природных зонах // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 67. "Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием". Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН. "АЛЕФ", 2016. С. 234-238.
9. Рулев А. С., Юферов В. Г. Математико-картографическое моделирование экотонных агроландшафтных структур // Москва. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 18-20.
10. Сафронова И. Н., Степанова Н. Ю. Современный растительный покров Прикаспийской низменности на юго-востоке Европейской части России // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 76-86.
11. Шинкаренко С. С. Пожарный режим ландшафтов Северного Прикаспия по данным очагов активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 1. С. 121-133.
12. Шинкаренко С. С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Черных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155-168.
13. Шинкаренко С. С., Барталев С. А. Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре – октябре 2020 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 7. С. 250-255.
14. Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate the Effect of Different Soil Management Treatments over Rainfed Vineyards in Chianti Terroir / Puig Sirera À [et al.] // Remote Sensing. 2021. V. 13(4):716. P. 1-25. <https://doi.org/10.3390/rs13040716>.
15. Canopy Top, Height and Photosynthetic Pigment Estimation Using Parrot Sequoia Multi-spectral Imagery and the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / V. Kopačková-Strnadová [et al.] // Remote Sensing. 2021. V. 13(4):705. P. 1-27. <https://doi.org/10.3390/rs13040705>.
16. Degradation of landscapes in the South of the Privolzhsky Upland / V. G. Yuferev [et al.] // Journal of Forest Science. 2019. № 65. P. 195-202.
17. Geoinformational analysis of desertification of the northwestern Caspian / K. N. Kulik [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 10. № 2. P. 98-100.
18. Hao P., Löw F., Biradar C. Annual Cropland Mapping Using Reference Landsat Time Series-A Case Study in Central Asia // Remote Sensing. 2018. № 10(12):2057. P. 1-12. <https://doi.org/10.3390/rs10122057>.

Conclusion. Thus, as a result of the research, it was established that the soil conditions at the polygon are represented by low-humus, shallow brown soils in combination with sands (72 % of the landfill area) and sandy massifs (28 %). Natural plant associations of Sarepta feather grass (*Stipa sareptana*), fescue (*Festuca valesiaca*), wheatgrass (*Agropyron pectinatum*), white wormwood (*Artemisia lercheana*), ebelek (*Ceratocarpus arenarius*) and tyrsa (*Stipa capillata*) have a projective cover from 5 to 10% ... On brown soils over 25%. The phytomeliation carried out about 40 years ago by planting gray teresken (*Krascheninnikovia ceratoides*) made it possible to stop the negative processes of desertification, and gray teresken proved to be an effective phytomeliator. A negative factor of impact on the plant ecosystem was the impact of steppe fires, which destroyed the aboveground parts of plants in 2020 on an area of 6430 hectares, which is almost 70% of the area of the test site.

References

1. Bananova V. A., Lazareva V. G., Seratirova V. V. Prirodnoe rajonirovanie severo-zapadnogo Prikaspiya pri sovremennom hozyajstvennom ispol'zovanii // Geologiya, geografiya i global'naya jenergiya. 2011. № 3 (42). P. 223-232.
2. Bembeeva O. G., Dzhapova R. R. Zalezhi Sarpinskoj nizmennosti. }lista: Izd-vo Kalm. un-ta, 2013. 112 p.
3. Gavinova A. N., Dzhapova R. R. Flora i rastitel'nost' avtomorfnyh soloncov sarpinskoj nizmennosti na territorii Kalmyki // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2015. T. 17. № 5. P. 102-106.
4. Geoinformacionnyj analiz opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya / K. N. Kulik [i dr.] // Aridnye jekosistemy. 2020. T. 26. № 2. P. 16-24.
5. Distancionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostoyaniya antropogennotransformirovannyh territorij Yuga Rossii / V. V. Novochadov, A. S. Rulev, V. G. Yuferev, E. A. Ivancova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1 (54). P. 151-158.
6. K 30-letiyu "General'noj sxemy po bor'be s opustynivaniem Chernyh zemel' i Kizlyarskih pastbisch" / K. N. Kulik [i dr.] // Aridnye jekosistemy. 2018. №1. P. 5-12.
7. Pyl'nye buri na yuge evropejskoj chasti Rossii v sentyabre-oktyabre 2020 goda / S. S. Shinkarenko [i dr.] // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2020. T. 17. № 5. P. 296-301.
8. Rulev A. S., Yuferev V. G. Prognozirovaniye izmenenij sostoyaniya landshaftov v perehodnyh prirodnyh zonah // Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. Vol. 67. "Prirodnye i antropogennye izmeneniya aridnyh jekosistem i bor'ba s opustynivaniem". Mahachkala: Institut geologii DNC RAN. "ALEF", 2016. P. 234-238.
9. Rulev A. S., Yuferev V. G. Matematiko-kartograficheskoe modelirovaniye jeko-tonnyh agrolandshaftnyh struktur // Moskva. Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 1. P. 18-20.
10. Safronova I. N., Stepanova N. Yu. Sovremennyy rastitel'nyj pokrov Prikaspijskoj nizmennosti na yugo-vostoke Evropejskoj chasti Rossii // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal. 2018. № 1. P. 76-86.
11. Shinkarenko S. S. Pozharnyy rezhim landshaftov Severnogo Prikaspiya po dannym ochagov aktivnogo goreniya // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2019. T. 16. № 1. P. 121-133.
12. Shinkarenko S. S. Prostranstvenno-vremennaya dinamika opustynivaniya na Chernyh zemlyah // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2019. T. 16. № 6. P. 155-168.
13. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A. Posledstviya pyl'nyh bur' na yuge evropejskoj chasti Rossii v sentyabre - oktyabre 2020 g. // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2020. T. 17. № 7. P. 250-255.
14. Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate the Effect of Different Soil

Management Treatments over Rainfed Vineyards in Chianti Terroir / Puig Sirera À [et al.] // Remote Sensing. 2021. V. 13(4):716. P. 1-25. <https://doi.org/10.3390/rs13040716>.

15. Canopy Top, Height and Photosynthetic Pigment Estimation Using Parrot Sequoia Multi-spectral Imagery and the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / V. Kopačková-Strnadová [et al.] // Remote Sensing. 2021. V. 13(4):705. P. 1-27. <https://doi.org/10.3390/rs13040705>.

16. Degradation of landscapes in the South of the Privolzhsky Upland / V. G. Yuferev [et al.] // Journal of Forest Science. 2019. № 65. P. 195-202.

17. Geoinformational analysis of desertification of the northwestern Caspian / K. N. Kulik [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 10. № 2. P. 98-100.

18. Hao P., Löw F., Biradar C. Annual Cropland Mapping Using Reference Landsat Time Series-A Case Study in Central Asia // Remote Sensing. 2018. № 10(12):2057. P. 1-12. <https://doi.org/10.3390/rs10122057>.

Authors Information

Komarova Irina Anatolyevna, postgraduate student of the Department of Ecology and Environmental Management, Volgograd State University (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 100), tel. 8 (8442) 46-16-39, e-mail: komarova@volsu.ru.

Elena Anatolyevna Ivantsova, Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University (RF, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 100), Doctor of Agricultural Sciences, tel. 8 (8442) 46-16-39, e-mail: ivantsova@volsu.ru.

Информация об авторах

Комарова Ирина Анатольевна, аспирант кафедры экологии и природопользования Волгоградского государственного университета (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100), тел. 8 (8442) 46-16-39, e-mail: komarova@volsu.ru.

Иванцова Елена Анатольевна, директор Института естественных наук Волгоградского государственного университета (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 100), доктор сельскохозяйственных наук, тел. 8 (8442) 46-16-39, e-mail: ivantsova@volsu.ru.