Оценка площади опустынивания на юге европейской части России в 2021 г.

С. С. Шинкаренко^{1,2}, С. А. Барталев¹

¹ *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия
E-mail: shinkarenkos@yandex*

² *Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН, Волгоград, 400062, Россия*

В сообщении приводятся данные о площадях опустынивания на Чёрных землях (южная часть Калмыкии и юго-запад Астраханской обл.), севере Дагестана и северо-востоке Ставропольского края. Осенью 2020 г. из-за засухи и чрезмерных пастбищных нагрузок сложилась критическая ситуация, итогом которой стали пыльные бури в конце сентября и первой половине октября. В результате площадь лишённых растительного покрова земель выросла на 80 %, превысив 1,4 млн га. Весной 2021 г. за счёт весенней вегетации эфемеров и эфемероидов на перевейных песках площадь открытых песков и дефлированных земель снизилась до величины 285,7 тыс. га, существенно превышающей значение аналогичного показателя в мае предыдущего года, составлявшего 171,8 тыс. га. Из-за неблагоприятных пастбищных условий 2020 г. поголовье овец в регионе исследований сократилось, по данным официальной статистики, более чем на 0,5 млн голов. Несмотря на вызванное этим снижение пастбищных нагрузок, после отмирания надземных частей эфемерной растительности летом следует ожидать интенсификации эоловых процессов. В сравнении с предыдущим годом в мае 2021 г. сложились более жаркие и засушливые условия, в результате чего в период 15–21 мая и 18–22 июня наблюдались песчано-пылевые шлейфы протяжённостью более 150–200 км. Необходимы незамедлительные меры по закреплению песков, регулированию пастбищных нагрузок и разработке системы дистанционного мониторинга процессов опустынивания на юге России.

Ключевые слова: юг России, MODIS, опустынивание, пыльные бури, засушливая зона, дефляция

Одобрена к печати: 23.07.2021

DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297

В конце сентября и первой половине октября 2020 г. юг европейской части России был охвачен масштабными пыльными бурями. Песчано-пылевой шлейф протянулся более чем на 700 км от эпицентра бурь на севере Дагестана и юге Калмыкии до восточной Украины и Ростова-на-Дону (Шинкаренко и др., 2020). После периода относительно устойчивого состояния пастбищ 2002–2010 гг., связанного со снижением поголовья овец и коз, а также благоприятными погодными условиями (Золотокрылин, Титкова, 2011), начался период роста площадей открытых песков, вызванный увеличением пастбищных нагрузок (Шинкаренко, 2019). Предпосылками пыльных бурь 2020 г. стали атмосферная и почвенная засуха, а также чрезмерные пастбищные нагрузки. По этим причинам уже к концу сентября площадь подвижных песков и дефлированных территорий в Дагестане, Ставропольском крае и на Чёрных землях превысила 0,5 млн га. В результате переноса песчано-пылевых масс во время осенних пыльных бурь площадь лишённых растительного покрова земель увеличилась до 1,4 млн га (Шинкаренко, Барталев, 2020а). В итоге возник риск необратимого опустынивания. Наибольший рост площади открытых песков и дефлированных земель в 2020 г. был зафиксирован в Калмыкии и Дагестане — на 0,87 и 0,19 млн га соответственно.

Цель исследований заключается в оценке площадей подвижных песков и дефлированных земель весной в 2021 г. Благодаря увлажнению в холодное полугодие весной складываются подходящие условия для растительности. Именно в весенний период наблюдается максимум зелёной фитомассы (Шинкаренко, Барталев, 2020б), поэтому по спутниковым данным на апрель — первую половину мая возможно получить оценку минимальной площади опустыненных земель за вегетационный сезон.

Рис. 1. Изображения Sentinel-2 окрестностей посёлков Комсомольский и Прикумский (Калмыкия, Черноземельский р-н): 10.06.2020 (вверху слева); 05.07.2020 (вверху справа); 13.10.2020 (внизу слева); 15.04.2021 (внизу справа)

Рис. 2. Изображения Sentinel-2 окрестностей посёлка Восточно-Сухокумск (Дагестан, Ногайский р-н): 26.05.2020 (вверху слева); 05.07.2020 (вверху справа); 13.10.2020 (внизу слева); 15.04.2021 (внизу справа)

Рис. 3. Изменения площади открытых песков и дефлированных земель в 2020–2021 гг. по данным MODIS

Также в этот период участки растительности и открытых почв лучше дифференцируются на спутниковых изображениях, полученных в видимом и инфракрасном спектральных диапазонах. В течение года в результате высыхания, стравливания растительности скотом и эоловых процессов площадь открытых песков и дефлированных земель только увеличивается (рис. 1, 2, см. с. 292).

Район исследований общей площадью около 3,8 млн га (учитывались только зональные пастбищные ландшафты) ограничен параллелями 46° 30' и 44° 20' с.ш. и меридианами 44° 50' и 47° 30' в.д., включает частично четыре субъекта: Астраханскую обл. (Лиманский, Наримановский районы), Ставропольский край (Левокумский и Нефтекумский районы), республики Дагестан (Ногайский и Тарумовский районы) и Калмыкию (Ики-Бурульский, Лаганский, Черноземельский, Яшкульский районы). В работе использовались карты, разработанные при оценке последствий пыльных бурь осени 2020 г. (Шинкаренко, Барталев, 2020а), а также новые данные по площади лишённых растительного покрова земель на 13 мая 2021 г., полученные по аналогичной методике на основе данных MODIS (*англ.* Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) пространственного разрешения 250 м. В результате геоинформационной обработки определены земли без растительного покрова в мае 2020 и 2021 гг. Также определены площади, которые частично восстановились к маю 2021 г. после пыльных бурь либо же остались без растительности (рис. 3, см. с. 293, *таблица*). Осенью 2020 г. слоем песка были покрыты также значительные площади солончаков, в результате они стали «вторичными» источниками песка и пыли. В таких случаях эта категория также была отнесена к опустыненным землям.

Динамика площадей открытых песков и дефлированных земель в 2020–2021 гг.

Регион	Площадь открытых песков и дефлированных земель, тыс. га		
	28.05.2020	14.10.2020	13.05.2021
Калмыкия	94,7	869,7	184,3
Астраханская обл.	33,2	187,7	37,4
Ставропольский край	10,3	131,7	13,0
Дагестан	33,7	226,8	51,1
Всего	171,8	1415,8	285,7

Прирост площади лишённых растительности земель в мае 2021 г. по сравнению с маем 2020 г. составил 95 тыс. га, а общая площадь открытых песков и дефлированных земель достигла 285,7 тыс. га. Таким образом, на площади 1,1 млн га наблюдаются восстановительные процессы за счёт весенней вегетации эфемеров и эфемероидов. Наибольшие площади опустынивания расположены в Лаганском и Черноземельском районах Калмыкии: 56,9 и 122,6 тыс. га соответственно.

В результате засухи и роста площади опустыненных земель в 2020 г. только в четырёх исследованных районах Калмыкии, согласно базе данных показателей муниципальных образований (<https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm>), поголовье овец и коз сократилось более чем на 250 тыс. голов, а крупного рогатого скота — на 39 тыс. голов (на 22 и 18 % соответственно). Наиболее сильное снижение поголовья овец и коз наблюдалось в Нефтекумском р-не Ставропольского края, Черноземельском и Яшкульском районах Калмыкии (почти по 100 тыс. голов в каждом). На момент написания статьи данные о поголовье в муниципальных районах Дагестана не были доступны, всего же по республике изменение поголовья не превысило 1–2 %.

В 2021 г. уже в мае в регионе отмечены сильные пыльные бури (рис. 4, см. с. 295). В период с 15 по 21 мая, а также с 18 по 22 июня практически ежедневно песчано-пылевые шлейфы разной протяжённости и плотности фиксировались спутниковой системой MODIS (Aqua), также 19 мая и 2 июня из-за ветров западного и юго-западного направлений пыльные бури с Чёрных земель накрыли Астрахань. В мае 2021 г., по данным метеостанции Яшкуль,

выпало вдвое меньше осадков по сравнению с их количеством в мае 2020 г. (28 и 61 мм соответственно), при этом среднемаксимальные температуры были выше: 27,8 против 24,0 °С. По данным метеостанции в Южно-Сухокумске, разница в увлажнении ещё больше: 16 и 60 мм соответственно в мае 2021 и 2020 гг. Неблагоприятные гидротермические условия и устойчивые ветры создают предпосылки для увеличения площадей открытых песков и дефлированных земель: к концу июня их площадь превысила 0,6 млн га.

Рис. 4. Пыльные бури в 2021 г.: 16 мая (MODIS Aqua) (вверху слева); 19 июня (MODIS Aqua) (вверху справа); 20 июня (VIIRS Suomi NPP) (внизу слева); 21 июня (MODIS Aqua) (внизу справа)

Экспедиционные исследования, проведённые в первой половине мая 2021 г. на севере Дагестана и на Чёрных землях, показали, что перевейанные пески в данный момент покрыты эфемероидами *Poa bulbosa* (мятлик луковичный) и эфемерами, например *Alyssum turkestanicum* (бурачок пустынный), с проективным покрытием 20–30 %. Мятлик — рыхло-дерновинный злак, который имеет довольно слабую корневую систему и в середине мая заканчивает вегетацию, как и эфемеры. Поэтому после отмирания надземных частей растений эоловый перенос песка и пыли усилится.

Несмотря на снижение поголовья овец и коз в регионе исследований почти на 0,5 млн голов, следует ожидать существенного роста площадей опустынивания в 2021 г., поскольку деградированный эфемероидный и эфемеровый растительный покров не сможет закреплять пески в течение вегетационного сезона. Только благоприятные гидротермические условия, регулирование поголовья и фитомелиорация позволят стабилизировать ситуацию. Необходимо срочно разработать комплекс мер, включающий систему мониторинга процессов опустынивания, как это было при реализации Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием и засухой в 80-х гг. прошлого века (Рыбашлыкова и др., 2019; Kulik et al., 2018; Radochinskaya et al., 2019).

Работа выполнена в рамках темы Института космических исследований РАН «Мониторинг» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164), а также по теме Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения агроэкологии РАН № 0713-2019-0001 с использованием инфраструктуры Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015) и возможностей информационного сервиса Вега (Барталев и др., 2012).

Литература

1. Барталев С. А., Ершов Д. В., Лупян Е. А., Толпин В. А. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 49–56.
2. Золотокрылин А. Н., Титкова Т. Б. Тенденция опустынивания Северо-Западного Прикаспия по MODIS-данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 2. С. 217–225.
3. Лупян Е. А., Прошин А. А., Бурцев М. А., Балашов И. В., Барталев С. А., Ефремов В. Ю., Кашицкий А. В., Мазуров А. А., Матвеев А. М., Суднева О. А., Сычугов И. Г., Толпин В. А., Уваров И. А. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284.
4. Рыбашлык Л. П., Беляев А. И., Пугачёва А. М. Мониторинг сукцессионных изменений пастбищных фитоценозов в «потухших» очагах дефляции Северо-Западного Прикаспия // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 4. С. 78–85. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.
5. Шинкаренко С. С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Чёрных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155–168. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-6-155-168.
6. Шинкаренко С. С., Барталев С. А. (2020а) Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре–октябре 2020 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 17. № 7. С. 270–275. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275.
7. Шинкаренко С. С., Барталев С. А. (2020б) Сезонная динамика NDVI пастбищных ландшафтов Северного Прикаспия по данным MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 17. № 4. С. 179–194. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194.
8. Шинкаренко С. С., Ткаченко Н. А., Барталев С. А., Юфеев В. Г., Кулик К. Н. Пыльные бури на юге европейской части России в сентябре–октябре 2020 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 291–296. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-5-291-296.
9. Kulik K. N., Petrov V. I., Rulev A. S., Kosheleva O. Y., Shinkarenko S. S. On the 30th anniversary of the “General plan to combat desertification of Black lands and Kizlyar pastures” // Arid Ecosystems. 2018. V. 8. No. 1. P. 5–20. DOI: 10.1134/S2079096118010067.
10. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. 2019. V. 9. P. 51–58. DOI: 10.1134/S2079096119010086.

Assessment of desertification area in the south of the European part of Russia in 2021

S. S. Shinkarenko^{1,2}, S. A. Bartalev¹

¹ Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia
E-mail: shinkarenkos@vfanc.ru

² Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Meliorations and Agroforestry RAS
Volgograd 400062, Russia

The report provides data on the desertified areas in the Chernye Zemli (southern part of Kalmykia and south-west of the Astrakhan Region), north of Dagestan and north-east of the Stavropol Region.

In the autumn of 2020, a critical situation developed due to the drought and excessive pasture loads, which resulted in dust storms at the end of September and the first half of October. As a result, the area of land devoid of vegetation increased by 80 %, exceeding 1.4 million hectares. In the spring of 2021, due to the spring vegetation of ephemers and ephemeroïds on the blown sands, the area of open sands and deflated lands decreased to 285.7 thousand hectares. This value is significantly higher than the value of the same indicator in May of the previous year, which was 171.8 thousand hectares. According to official statistics, the number of sheep in the areas under study decreased by more than 0.5 million animals due to unfavorable pasture conditions in 2020. Despite the resulting decrease in pasture loads, an intensification of aeolian processes should be expected after the death of the aboveground parts of ephemeral vegetation in summer. As compared to the previous year, May of 2021 was characterized by hotter and drier conditions. As a result, sand and dust plumes with a length of more than 150–200 km were observed between May 15–21 and June 18–22. Immediate measures should be taken to solidify sands, regulate pasture loads and develop a system for remote monitoring of desertification processes in southern Russia.

Keywords: south of Russia, MODIS, desertification, dust storms, arid zone, deflation

Accepted: 23.07.2021

DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297

References

1. Bartalev S. A., Ershov D. V., Loupian E. A., Tolpin V. A., Possibilities of satellite service VEGA using for different tasks of land ecosystems monitoring, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 1, pp. 49–56 (in Russian).
2. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Desertification tendency in North-West Caspian region according to MODIS data, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 2, pp. 217–225 (in Russian).
3. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Balashov I. V., Bartalev S. A., Efremov V. Yu., Kashnitskiy A. V., Mazurov A. A., Matveev A. M., Sudneva O. A., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 263–284 (in Russian).
4. Rybashlykova L. P., Belyaev A. I., Pugacheva A. M., Monitoring Successional Changes in Pasture Phytocenoses in “Exhausted” Areas of Deflation in the North-West Caspian Region, *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye*, 2019, Vol. 14, No. 4, pp. 78–85 (in Russian), DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.
5. Shinkarenko S. S., Spatial-temporal dynamics of desertification in Black Lands, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 6, pp. 155–168 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-6-155-168.
6. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A. (2020a), Consequences of dust storms in the south of the European part of Russia in September–October 2020, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, Vol. 17, No. 7, pp. 270–275 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275.
7. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A. (2020b), NDVI seasonal dynamics of the North Caspian pasture landscapes from MODIS data, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, Vol. 17, No. 4, pp. 179–194 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194.
8. Shinkarenko S. S., Tkachenko N. A., Bartalev S. A., Yuferev V. G., Kulik K. N., Dust storms in the south of the European part of Russia in September–October 2020, *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 5, pp. 291–296 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-5-291-296.
9. Kulik K. N., Petrov V. I., Rulev A. S., Kosheleva O. Y., Shinkarenko S. S., On the 30th anniversary of the “General plan to combat desertification of Black lands and Kizlyar pastures”, *Arid Ecosystems*, 2018, Vol. 8, No. 1, pp. 5–20, DOI: 10.1134/S2079096118010067.
10. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P., Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian, *Arid Ecosystems*, 2019, Vol. 9, pp. 51–58, DOI: 10.1134/S2079096119010086.