Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре – октябре 2020 г.

С. С. Шинкаренко [1, 2], С. А. Барталев [1]

[1] *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*
[2] *Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Волгоград, 400062, Россия*
E-mail: shinkarenkos@vfanc

В сообщении показаны последствия пыльных бурь в конце сентября и октябре 2020 г. на юге европейской части России: в Астраханской обл., Ставропольском крае, Дагестане и Калмыкии. Из-за засушливого вегетационного сезона, чрезмерных пастбищных нагрузок и нашествия саранчи растительный покров на территории был значительно деградирован. Постоянные сильные ветры скоростью более 20 м/с вызвали пыльные бури, в результате переноса песчано-пылевых масс шлейф бурь достиг Восточной Украины. Исследование прироста песчаных массивов основано на классификации спутниковых данных MODIS с обучением по изображениям Sentinel-2. Площадь открытых песков весной 2020 г. в исследуемом районе составляла 171,8 тыс. га, в результате негативных условий к концу сентября она увеличилась почти до 600 тыс. га. Пыльные бури привели к более чем двукратному росту площади открытых песков: на 14 октября она превысила 1,4 млн га. Необходим оперативный мониторинг ситуации и регулирование пастбищных нагрузок. При существующих погодных тенденциях нерациональное природопользование может привести к экологическому бедствию, как это было в 80-х гг. прошлого века.

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

Одобрена к печати: 16.11.2020
DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275

В конце сентября и первой половине октября юг европейской части России охватили масштабные пыльные бури. Причинами бурь стали атмосферная и почвенная засуха, чрезмерные пастбищные нагрузки, нашествие саранчи и устойчивые восточные и юго-восточные ветры скоростью более 20 м/с. Максимальная площадь, накрытая бурей, зафиксирована радиометром MODIS Aqua (*англ.* Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 30 сентября и 1 октября, её протяжённость превысила 700 км, а площадь — 11 млн га. В результате пылевой шлейф накрыл практически всю равнинную часть Ставропольского края, север Дагестана, западную половину Калмыкии и южную часть Ростовской обл., достигнув Восточной Украины (Шинкаренко и др., 2020). В результате воздействия ветров усилились эоловые процессы и процессы переноса песчано-пылевых масс на деградированных песчаных пастбищах на юге Калмыкии, севере Дагестана и северо-востоке Ставрополья, что привело к многократному росту площадей открытых песков и риску необратимого опустынивания данной территории (*рис. 1*, см. с. 271).

В 80-х гг. прошлого века на исследуемой территории (Чёрные земли) уже отмечалось стремительное нарастание процессов опустынивания, что привело к объявлению режима зоны экологического бедствия. И только принятие «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Чёрных земель и Кизлярских пастбищ» (Кулик и др., 2018), предполагающей запрет распашки, ограничение выпаса и создание фитомелиоративных насаждений, позволило закрепить пески (Радочинская и др., 2019). Последовавшее в 1990-х гг. ухудшение экономической ситуации, которое привело к снижению поголовья выпасаемых животных, благоприятные климатические изменения (Золотокрылин, Титкова, 2011) и создание сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) позволили восстановить растительный покров на опустыненных землях (*рис. 2*, см. с. 271). В настоящее время на территории

ООПТ (Государственный природный заповедник «Чёрные земли», федеральный заказник «Меклетинский», региональный заказник «Степной») угрозы опустынивания нет, наиболее деструктивный фактор здесь — регулярные ландшафтные пожары (Рыбашлыкова и др., 2019; Шинкаренко, 2019а). В то же время поголовье овец и коз выросло до величин начала 1990-х гг., а площадь пастбищ существенно сократилась после отчуждения земель под ООПТ. Повышенные в результате пастбищные нагрузки на юге Калмыкии, севере Дагестана и западе Астраханской обл. привели к возникновению множества новых очагов подвижных песков (Шинкаренко, 2019б). В результате засушливого вегетационного сезона, чрезмерных пастбищных нагрузок и нашествия саранчи площадь открытых песков в 2020 г. резко возросла, причём произошло это на землях, которые ранее в меньшей мере были подвержены опустыниванию (см. *рис. 2*).

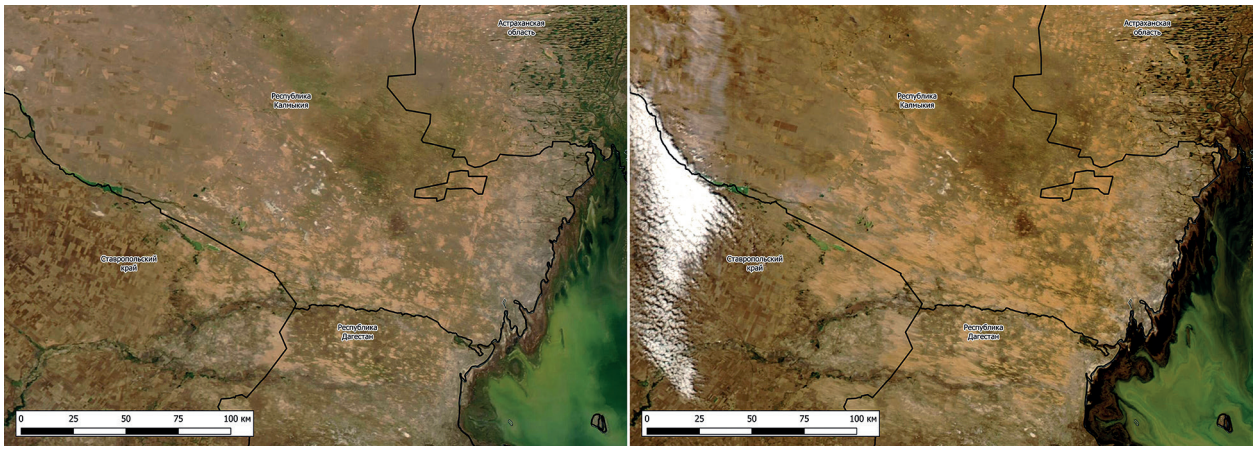

Рис. 1. Изображения региона исследований, полученные спутниковой системой MODIS 21.09.2020 (*слева*) и 14.10.2020 (*справа*)

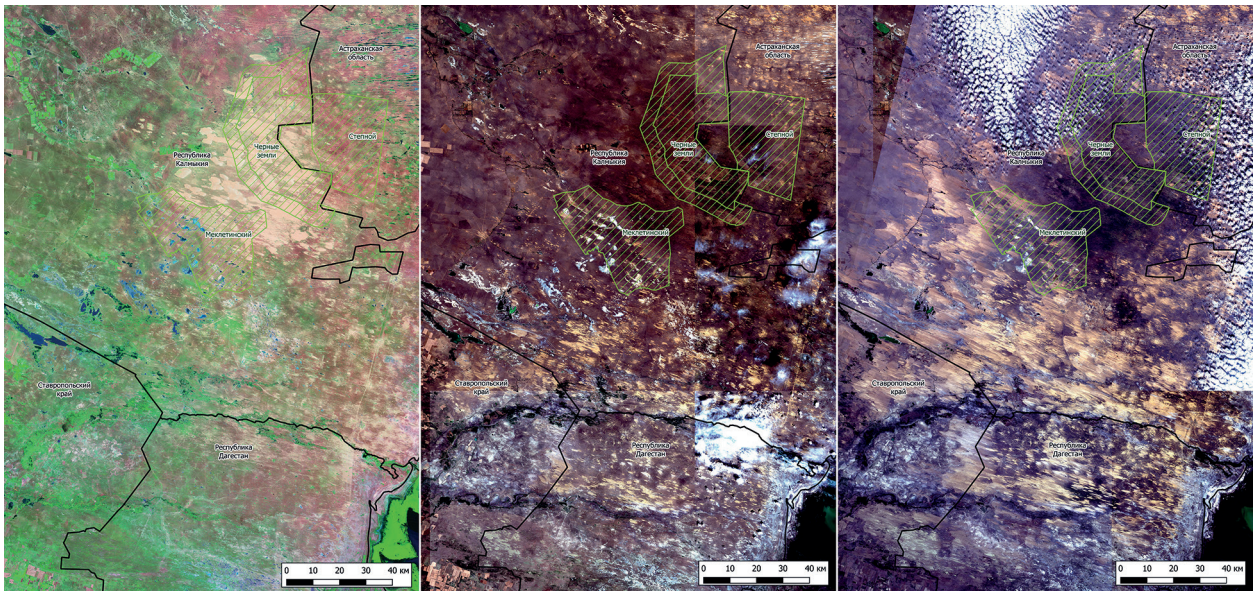

Рис. 2. Спутниковые изображения территории исследований: мозаика Landsat-5 за 1986–1990 гг. (*слева*); Sentinel-2 от 28 июня – 5 июля 2020 г. (*в центре*); Sentinel-2 от 16 и 18 октября 2020 г. (*справа*). Зелёная штриховка — ООПТ

Цель работы состоит в оценке масштабов эолового переноса песчаных масс на наиболее подверженной дефляции территории юга европейской части России. 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., Ставропольский край, республики Калмыкия и Дагестан. Песчаные массивы выделялись с помощью контролируемой классификации спутниковых изображений MODIS пространственного разрешения 250 м (красный и ближний инфракрасный каналы) с обучением по эталонам, подготовленным с использованием данных Sentinel-2 разрешения 10 м (*рис. 3*). Выбор данных обусловлен наличием безоблачных изображений MODIS непосредственно до и после пыльных бурь, в то время как использование данных Landsat-8 и Sentinel-2 на весь исследуемый район ограничивается наличием облачности. Сдвиг дат спутниковой съёмки в данном случае критичен, поскольку непрекращающиеся эоловые процессы могут снизить достоверность оценки вклада именно наблюдавшихся пыльных бурь в прирост площади открытых песков.

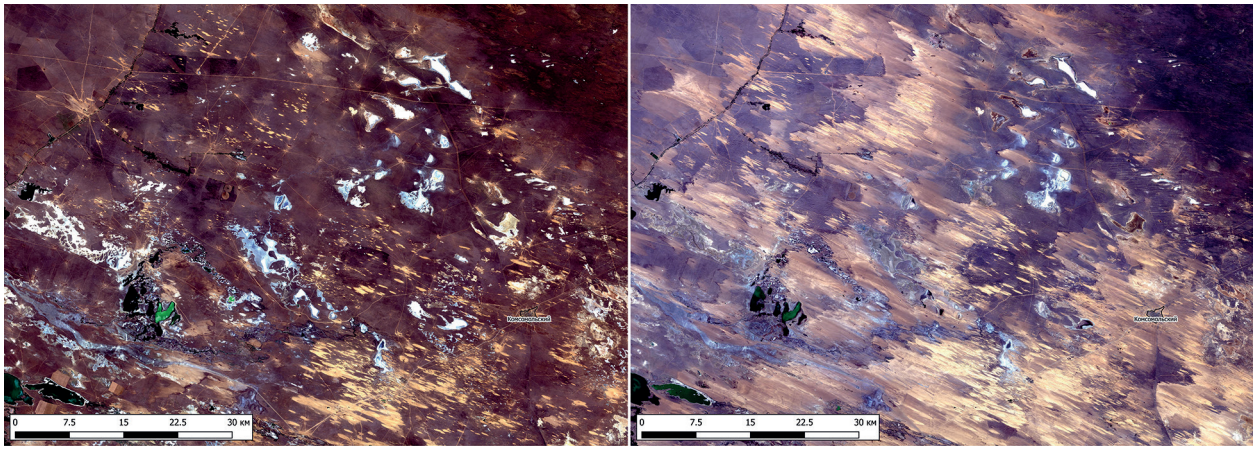

Рис. 3. Последствия пыльной бури в окрестностях пос. Комсомольский (Черноземельский р-н, Республика Калмыкия)

На конец весны 2020 г. площадь открытых песков в изучаемом районе составляла 171,8 тыс. га (*рис. 4*, см. с. 273, *таблица*), а к 21 сентября в результате засухи, стравливания растительности и регулярных сильных ветров она достигла 600 тыс. га. Среднемесячный прирост площади песчаных массивов в мае – сентябре составлял примерно 100 тыс. га, в том числе от 11,2 тыс. га прироста в Дагестане до 65,7 тыс. га в Калмыкии. После пыльной бури площадь открытых песков в изучаемом районе выросла на 820 тыс. га и превысила 1,4 млн га, что сопоставимо с площадью территории опустынивания в 1984–1986 гг. Большая часть очагов опустынивания до бури была сосредоточена на границе субъектов, после пески существенно продвинулись на северо-запад по направлению ветров, вызвавших пыльные бури. В относительном выражении сильнее всего площади песков выросли в Ставропольском крае — в 12,8 раза, при том что увеличение площади опустынивания к концу сентября в этом регионе практически равнялось приросту в результате пыльных бурь (62 и 59,4 тыс. га соответственно). Наиболее сильно в результате пыльной бури площадь песков выросла в Дагестане, увеличившись в 3,3 раза по сравнению с изменением за май – сентябрь.

Динамика площадей открытых песков в 2020 г.

Регион	Площадь открытых песков, тыс. га			
	На 28.05.2020	Прирост к 21.09.2020	Прирост к 14.10.2020	На 14.10.2020
Калмыкия	94,7	262,7	512,2	869,7
Астраханская обл.	33,2	54,5	99,9	187,7
Ставропольский край	10,3	62,0	59,4	131,7
Дагестан	33,7	44,7	148,4	226,8
Всего	171,8	424,0	820,0	1415,8

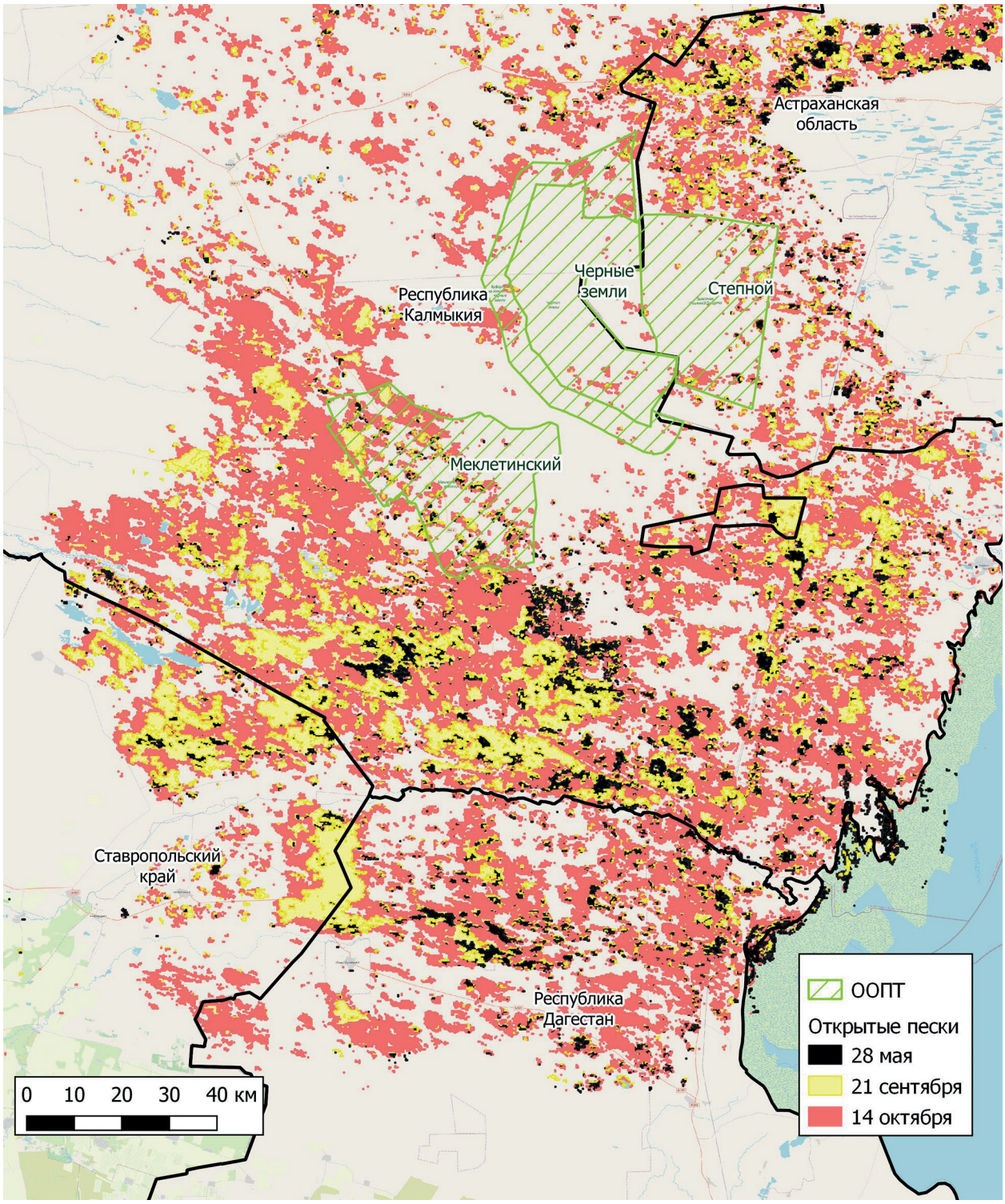

Рис. 4. Изменения площади открытых песков в 2020 г. по данным MODIS

В результате пыльных бурь в конце сентября – октябре 2020 г. площадь открытых песков увеличилась в 2,4 раза: с 600 тыс. га на 21 сентября до 1,4 млн га к середине октября. Необходим постоянный мониторинг площади опустынивания в регионе, поскольку при неблагоприятных погодных условиях и нерациональных пастбищных нагрузках возникает угроза экологического бедствия. При сохранении текущих тенденций опустынивания требуются незамедлительные меры по регулированию поголовья овец и коз, а также реализация фитомелиоративных мероприятий на песчаных массивах.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 19-35-60007 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. *Кулик К. Н.*, *Петров В. И.*, *Рулев А. С.*, *Кошелева О. Ю.*, *Шинкаренко С. С.* К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Аридные экосистемы. 2018. № 1. С. 5–12.
4. *Лупян Е. А.*, *Прошин А. А.*, *Бурцев М. А.*, *Балашов И. В.*, *Барталев С. А.*, *Ефремов В. Ю.*, *Кашницкий 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.
5. *Радочинская Л. П.*, *Кладиев А. К.*, *Рыбашлыкова Л. П.* Продукционный потенциал восстановленных пастбищ Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 1. С. 61–68.
6. *Рыбашлыкова 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.
7. *Шинкаренко С. С.* (2019а) Пожарный режим ландшафтов Северного Прикаспия по данным очагов активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 1. С. 121–133.
8. *Шинкаренко С. С.* (2019б) Пространственно-временная динамика опустынивания на Черных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155–168.
9. *Шинкаренко С. С.*, *Ткаченко Н. А.*, *Барталев С. А.*, *Юферев 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.

Consequences of dust storms in the south of the European part of Russia in September – October 2020

S. S. Shinkarenko [1, 2], S. A. Bartalev [1]

[1] *Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia*
[2] *Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Meliorations and Agroforestry RAS Volgograd 400062, Russia*
E-mail: shinkarenkos@vfanc.ru

The report shows the consequences of dust storms at the end of September and in October 2020 in the south of the European part of Russia: the Astrakhan Region, the Stavropol Krai, the Republic of Dagestan and the Republic of Kalmykia. Due to the dry vegetation season, excessive pasture loads and locust infestation, vegetation cover was extremely degraded in the territory under study. Dust storms were provoked as a result of constant strong winds with a speed of more than 20 m/s. The storm plume reached eastern Ukraine due to the high-speed transfer of sand and dust masses. The study of the growth of sand massifs is based on classification of MODIS satellite data and on training with the use of Sentinel-2 images. Over spring period of 2020, the area of open sands in the studied territory

made 171.8 thousand hectares. Due to negative conditions, by the end of September, it amounted up to 600 thousand hectares. Dust storms led to more than twofold increase in the area of open sands: as of October 14, the area of sands exceeded 1.4 million hectares. It is necessary to carry out real-time monitoring of the situation as well as regulate pasture loads. Under the current weather trends, unsustainable use of natural resources may lead to environmental disaster, similar to that of the 1980s.

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

Accepted: 16.11.2020
DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275

References

1. Bartalev S. A., Ershov D. V., Loupian E. A., Tolpin V. A., Vozmozhnosti ispol'zovaniya sputnikovogo servisa VEGA dlya resheniya razlichnykh zadach monitoringa nazemnykh ekosistem (Possibilities of Satellite Service VEGA Using for Different Tasks of Land Ecosystems Monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 1, pp. 49–56.
2. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Tendentsiya opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya po MODIS-dannym (Desertification tendency in North-Caspian region according to MODIS data), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 2, pp. 217–225.
3. Kulik K. N., Petrov V. I., Rulev A. S., Kosheleva O. Yu., Shinkarenko S. S., K 30-letiyu "General'noi skhemy po bor'be s opustynivaniem Chernykh zemel' i Kizlyarskikh pastbishch" (On the 30th Anniversary of the "General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures"), *Aridnye ekosistemy*, 2018, No. 1, pp. 5–12.
4. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A., Balashov I. V., Bartalev S. A., Efremov V. Yu., Kashnitskii A. V., Mazurov A. A., Matveev A. M., Sudneva O. A., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Tsentr kollektivnogo pol'zovaniya sistemami arkhivatsii, obrabotki i analiza sputnikovykh dannykh IKI RAN dlya resheniya zadach izucheniya i monitoringa okruzhayushchei sredy (IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 263–284.
5. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P., Produktsionnyi potentsial vosstanovlennykh pastbishch Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian), *Aridnye ekosistemy*, 2019, Vol. 25, No. 1, pp. 61–68.
6. Rybashlykova L. P., Belyaev A. I., Pugacheva A. M., Monitoring suktsessionnykh izmenenii pastbishchnykh fitotsenozov v "potukhshikh" ochagakh deflyatsii Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Monitoring Successional Changes in Pasture Phytocenoses in "Exhausted" Areas of Deflation in the North-West Caspian Region), *Yug Rossii: ekologiya*, *razvitie*, 2019, Vol. 14, No. 4, pp. 78–85.
7. Shinkarenko S. S. (2019a), Pozharnyi rezhim landshaftov Severnogo Prikaspiya po dannym ochagov aktivnogo goreniya (Fire regime of North Caspian landscapes according to the data of active burning centres), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 1, pp. 121–133.
8. Shinkarenko S. S. (2019b), Prostranstvenno-vremennaya dinamika opustynivaniya na Chernykh zemlyakh (Spatial-temporal dynamics of desertification in Black Lands), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 6, pp. 155–168.
9. Shinkarenko S. S., Tkachenko N. A., Bartalev S. A., Yuferev V. G., Kulik K. N., Pyl'nye buri na yuge evropeiskoi chasti Rossii v sentyabre – oktyabre 2020 g. (Dust storms in the south of the European part of Russia in September – October 2020), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, No. 5, pp. 291–296.