

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Научная статья

УДК 631.95

doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112

### ПРОБЛЕМА ОПУСТЫНИВАНИЯ В БИОСФЕРНОМ РЕЗЕРВАТЕ ЮНЕСКО «КИЗЛЯРСКИЙ ЗАЛИВ»

Станислав Сергеевич Шинкаренко<sup>1✉</sup>, Гаджибек Сефибекович Джамирзоев<sup>2</sup>, Александр Анатольевич Васильченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>, <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия

<sup>2</sup>Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, ФГБУ «Государственный заповедник «Дагестанский», г. Махачкала, Россия

<sup>1</sup>shinkarenkos@vfanc.ru<sup>✉</sup>, <http://orcid.org/0000-0002-9269-4489>, Scopus Author ID: 57190981848, ResearcherID: R-9694-2016

<sup>2</sup>dzhamir@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1137-2726>

<sup>3</sup>vasilchenko-a@vfanc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9591-6895>

**Аннотация.** В 2020 и 2021 гг. неблагоприятные гидротермические условия и чрезмерные пастбищные нагрузки на юге европейской России привели к пыльным бурям в сентябре, октябре 2020 г., в мае и июне 2021 г. Вследствии этого площади опустынивания в Дагестане, Калмыкии, Астраханской области и Ставропольском крае увеличились в несколько раз. Биосферный резерват ЮНЕСКО «Кизлярский залив», расположенный на севере Дагестана, создан на базе Дагестанского заповедника. В его зоне сотрудничества разрешена хозяйственная деятельность, в том числе выпас скота. Превышение емкости пастбищ привело к увеличению площади земель, лишенных растительного покрова, в 2021 г. по сравнению с 2019 г. на 15% (около 90 км<sup>2</sup>). В результате здесь интенсифицировались эоловые процессы, песком засыпаются солончаки и пастбища. В связи с этим необходимо срочное принятие мер по регулированию поголовья скота, контролю соблюдения режима выпаса на пастбищах отгонного животноводства, проведение фитомелиорации и организация системы мониторинга для предупреждения дальнейшей деградации пастбищ в зоне сотрудничества резервата.

**Ключевые слова:** Дагестанский заповедник, деградация ландшафтов, Прикаспий, ООПТ, дистанционное зондирование

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках темы НИР ФНЦ агроэкологии РАН № АААА-А16-116122010038-9.

**Для цитирования:** Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А. Проблема опустынивания в биосферном резервате ЮНЕСКО «Кизлярский залив» // Географический вестник = Geographical Bulletin. 2021. №4(59). С. 99–112. doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112.

## ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112

### THE PROBLEM OF DESERTIFICATION IN THE KIZLYARSKY BAY UNESCO BIOSPHERE RESERVE



Stanislav S. Shinkarenko<sup>1✉</sup>, Gadzhibek S. Dzhampirzoev<sup>2</sup>, Aleksandr A. Vasil'chenko<sup>3</sup>

<sup>1, 3</sup>Federal Scientific Center for Agroecology, Complex Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>2</sup>Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories of the Russian Academy of Sciences, Dagestan State Nature Reserve, Makhachkala, Russia

<sup>1</sup>shinkarenkos@vfanc.ru<sup>✉</sup>, <http://orcid.org/0000-0002-9269-4489>, Scopus Author ID: 57190981848, ResearcherID: R-9694-2016

<sup>2</sup>dzhampir@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1137-2726>

<sup>3</sup>vasilchenko-a@vfanc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9591-6895>

**Abstract.** Unfavorable hydrothermal conditions and excessive pasture loads in the European South of Russia led to dust storms in September and October 2020 and in May and June 2021. As a result, the area of desertification in the Republic of Dagestan, the Republic of Kalmykia, Astrakhan Oblast and Stavropol Krai has increased several times. The UNESCO biosphere reserve 'Kizlyar Bay' is located in the north of Dagestan. Economic activities, including grazing, are allowed in its cooperation zone. Overgrazing led to a 15% (about 90 km<sup>2</sup>) increase in the area of land without vegetation in 2021 as compared to 2019. It is necessary to take urgent measures aimed at regulating livestock population, controlling compliance with the grazing regime of distant-pasture cattle breeding, carrying out vegetative reclamation, and organizing a monitoring system to prevent further pasture degradation in the cooperation zone of the reserve.

**Keywords:** Dagestan Nature Reserve, landscape degradation, Caspian region, protected areas, remote sensing

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of the topic of research project of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. AAAA-A16-116122010038-9.

**For citation:** Shinkarenko, S.S., Dzhampirzoev, G.S., Vasil'chenko, A.A. (2021). The problem of desertification in the Kizlyarsky Bay UNESCO Biosphere Reserve. *Geographical Bulletin*. No. 4(59). Pp. 99–112. doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112.

## Введение

Во втором десятилетии XXI в. после периода неустойчивого равновесия на юге европейской России активизировались процессы опустынивания на Черных землях и Кизлярских пастбищах [13]. В 2020 г. в результате засухи и чрезмерных пастбищных нагрузок наблюдались сильные пыльные бури в конце сентября и начале октября в Калмыкии, Дагестане и Ставропольском крае. Источником песчано-пылевых масс являлись лишенные растительного покрова пастбищные земли, в результате шлейф пыльной бури превысил 700 км в длину и покрыл более 100 тыс. км<sup>2</sup>. Вследствие переноса песчано-пылевых масс многократно увеличилась площадь земель, лишенных растительного покрова, достигнув 14 тыс. км<sup>2</sup> на Черных землях, севере Дагестана и северо-востоке Ставропольского края [15]. Весной 2021 г. растительность на перевейанных песках частично восстановилась, но площадь открытых песков и дефлированных земель все равно превышала 3 тыс. км<sup>2</sup>. Регулярные пыльные бури в мае и июне 2021 г. свидетельствуют об активизации процессов опустынивания. В середине июня 2021 г. наблюдалось засыпание железной дороги на участке Кочубей – Артезиан в Дагестане песком с территории биосферного резервата ЮНЕСКО «Кизлярский залив» (Дагестанский заповедник), западная часть которого относится к Кизлярским пастбищам отгонного животноводства. Биосферный резерват имеет особое значение для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия низменностей Прикаспия, со злаково-полынными и солянково-полынными пустынными и степными экосистемами. В полупустынной части резервата обитает ряд животных, занесенных в Красные книги России или Дагестана (например, *Vormela peregusna* (Güldenstädt, 1770), *Glareola nordmanni* (Fischer-Waldheim, 1842), *Eremias velox caucasica* (Lantz, 1928), *Phrynocephalus guttatus* (Gmelin, 1789), *Eryx miliaris nogaiorum* (Nikolsky, 1910),

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

и произрастает несколько редких и исчезающих видов растений: *Tulipa biflora* Pall., *T. suaveolens* Roth, *Stipa zalesskii* Wilensky, *Ferula caspica* M. Bieb., *Nitraria schoberi* L. [6]. Биосферный резерват «Кизлярский залив» относится к Прикумской глинисто-солончаковой полупустынной равнине Терско-Кумской равнинной провинции. Зона сотрудничества резервата призвана сохранить в естественном состоянии зональные равнинные ландшафты в условиях традиционного природопользования – отгонного животноводства. Поэтому предотвращение процессов опустынивания здесь особенно важно. Целью работы являются оценка прироста площади лишенных растительного покрова земель в зоне сотрудничества данного биосферного резервата за 2020–2021 гг., определение причин деградации растительного покрова и предложение комплекса мер для стабилизации ситуации в биосферном резервате ЮНЕСКО «Кизлярский залив».

### Материалы и методы

Дагестанский заповедник был создан в 1987 г. и состоял из двух участков: «Кизлярский залив» и «Сарыкумские барханы», в 2009 г. в ведение заповедника были переданы федеральные заказники «Аграханский», «Тляратинский» и «Самурский». (На базе последнего в конце 2019 г. был организован национальный парк «Самурский», который также находится в ведении ФГБУ «Государственный заповедник «Дагестанский»). Участок «Кизлярский залив» с охранной зоной, прилегающими территориями и акваторией Каспия в 2017 г. получил статус биосферного резервата ЮНЕСКО. Общая площадь биосферного резервата превышает 3,5 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе ядро резервата – 184,9 км<sup>2</sup>, буферная зона – 198,9 км<sup>2</sup> и зона сотрудничества – 3,2 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1). Большая часть территории ООПТ расположена в акватории Кизлярского залива, площадь суши составляет примерно 800 км<sup>2</sup>, из которых около 200 км<sup>2</sup> вышли из-под вод Каспийского моря в последние 10–15 лет (эти земли в работе не анализировались, поскольку причины отсутствия растительного покрова здесь связаны с падением уровня Каспийского моря, а не с антропогенным фактором [5; 12]. Западная граница биосферного резервата совпадает с железной дорогой Кочубей – Артезиан. В зоне сотрудничества биосферного резервата «Кизлярский залив» разрешена хозяйственная деятельность, а Дагестанский заповедник выполняет задачи по мониторингу состояния экосистем и сотрудничает с местными властями и хозяйствующими субъектами для организации оптимального природопользования и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия территории.

В западной части резервата развиты светло-каштановые почвы на песках, в восточной части они сменяются луговыми и далее – лугово-болотными почвами. Понижения рельефа заняты солончаками. Флора биосферного резервата в целом включает в себя более 350 видов сосудистых растений. На побережье и островах Кизлярского залива представлено все разнообразие растительных формаций северо-западного Прикаспия – от приморских плавневых и лугово-болотных до лугово-степных и пустынных. Обширные аридные пространства восточной части Ногайской степи покрыты преимущественно пустынной полынно-злаковой и солянково-полынно-злаковой растительностью, перемежающейся с участками солончаков, лугов и песчаных степей.

Под опустыниванием, согласно Конвенции ООН, понимают процессы деградации компонентов ландшафтов, происходящие в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах под влиянием различных факторов [36]. Под площадью опустынивания в данной работе понимаются земли, лишенные растительного покрова в результате антропогенного воздействия (перевыпас) и эолового переноса песка и мелкозема. На первом этапе были определены площади солончаков и песков в мае 2019 г. В мае наблюдается максимум вегетации зональной растительности, поэтому в этом месяце наиболее точно можно разделить покрытые и непокрытые растительностью участки [16].

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

В дальнейшем в течение вегетационного сезона площадь участков без растительности только увеличивается [15], поэтому в мае определяется минимальная площадь опустынивания, являющаяся наиболее достоверной. Далее были выделены пески, дефлированные территории и погребенные эоловыми наносами участки на май 2020 и 2021 гг. С помощью оверлейных операций с разработанными электронными картами получены приращения площадей без растительного покрова на эти годы. Именно эти площади мы отнесли к опустыниванию.



Рис. 1. Схема территории биосферного резервата «Кизлярский залив»:  
I – зона сотрудничества, II – буферная зона, III – ядро резервата  
Fig. 1. Scheme of the Kizlyar Bay Biosphere Reserve:  
I – cooperation zone, II – buffer zone, III – the core of the reserve

Идентификация опустыненных площадей основывалась на классификации цветосинтезированных композитов и индексных изображений спутников Sentinel 2 (рис. 2). Спектрональные спутниковые данные Sentinel 2 после радиометрической калибровки и коррекции атмосферных искажений, а также композиты NDVI разрешения 10 м получены с использованием инфраструктуры Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» [10] и возможностей информационного сервиса Vega [2]. Нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) определяется как нормализованная разница коэффициентов спектральной яркости в ближнем инфракрасном и красном диапазонах, т.к. в этих диапазонах лежат максимумы поглощения и отражения солнечной энергии растительностью. Этот индекс очень широко используется для анализа состояния растительного покрова, в том числе в регионе исследований [15; 16]. Индекс NDVI может принимать значения от  $-1$  до  $1$ , отрицательными значениями характеризуются водные объекты и искусственные поверхности, открытая почва имеет значения NDVI близкие к нулю. Зеленая растительность имеет значения NDVI более  $0,1-0,2$  (чем больше фитомасса, тем выше NDVI), поэтому надежно отделяется от непокрытых растительностью поверхностей.

Индекс NDVI достаточно широко применяется для мониторинга динамики состояния растительного покрова пастбищ и других типов земного покрова [19; 35]. Определение лишенных растительного покрова земель часто основывается на различных методах классификации индексных изображений NDVI [14; 16; 33]. По этим причинам использование

данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий представляется перспективным для мониторинга состояния ООПТ. Большая часть исследований процессов опустынивания опирается на данные низкого пространственного разрешения MODIS [14; 16; 19; 30; 35], среднего Landsat [13; 17; 20; 21; 33] или их комплексном использовании [32]. Выбор для данного исследования данных высокого пространственного разрешения Sentinel 2 обусловлен относительно небольшой площадью изучаемой территории, а также высокой неоднородностью, связанной с наличием большого количества сорных понижений.

Наличие многолетнего архива спутниковых изображений позволяет проводить ретроспективный анализ даже на территориях, для которых отсутствуют результаты натурных исследований. Большинство существующих методик и рекомендаций в недостаточной степени учитывают возможности спутникового мониторинга [3], который является единственным инструментом оценки состояния растительности на землях, не затронутых полевыми исследованиями. При наличии наземных наблюдений возможна калибровка данных дистанционного зондирования для повышения точности их интерпретации за счет комплексной диагностики [1].

На первом этапе было классифицировано индексное изображение NDVI на 17 мая 2019 г.: выделены земли без растительного покрова со значениями NDVI менее 0,1. Далее аналогично определены площади без растительности на 11 мая 2020 г. и 16 мая 2021 г. В качестве опорной выборки использовались эталоны спектрально-отражательных характеристик, полученные в ходе экспедиции в мае 2021 г. Затем из площадей, лишенных растительного покрова на 2020 г., были вычтены площади 2019 г., а из площадей без растительности на 2021 г. – и 2020, и 2019 гг. Таким образом получены приращения площадей, лишенных растительного покрова в 2020 г., по сравнению с 2019 г. и в 2021 г. по сравнению с 2020 г. На следующем этапе из анализа были исключены земли, затопленные Каспийским морем в период до 2000 г., на основе экспертного дешифрирования спутникового изображения Landsat 5. Далее классифицированные растровые изображения приращений площадей без растительности на 2020 и 2021 гг. были переведены в векторный формат, рассчитаны площади опустынивания.

Обработка спутниковых данных и геоинформационный анализ выполнены в программе QGIS [24]. Границы функциональных зон биосферного резервата предоставлены ФГБУ «Государственный заповедник «Дагестанский».

### Результаты

В мае 2019 г. площадь лишенных растительного покрова участков (солончаков и песков) составляла 64,8 км<sup>2</sup>. К маю 2020 г. площадь этой категории увеличилась на 85,5 км<sup>2</sup>, из которых 16,8 км<sup>2</sup> покрылось эфемерной растительностью к маю 2021 г. Всего на май 2021 г. площадь опустынивания составила 87,9 км<sup>2</sup>, или 15% территории (без включения площади без растительности на май 2019 г.). Большая часть территории опустынивания сосредоточена в северной части биосферного резервата (рис. 2), что связано с большей концентрацией здесь животноводческих ферм по сравнению с южной частью, представленной малопродуктивными солончаковыми и солонцовыми ландшафтами. В период 2017–2020 гг. среднемноголетняя сумма осадков по метеостанции Кочубей составила 193 мм при норме 260 мм в год.

Даже визуальный анализ позволяет констатировать существенный прирост лишенных растительного покрова земель – на спутниковых изображениях они выделяются более светлым тоном. При этом пески имеют желтоватый цвет, а материал, вынесенный с солончаков, – светло серый. Особенно сильно площадь дефлированных земель увеличилась после пыльных бурь в сентябре–октябре 2020 г. (рис. 2, с) и мае–июне 2021 г. (рис. 2, f, g). На рис. 2, g зафиксирован песчано-пылевой шлейф с территории изучаемой ООПТ 20-го

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

июня 2021 г. Из-за пыльных бурь в 2021 г. перевеянным песком и мелкоземом в конце июня практически полностью покрыта полоса шириной 5–10 км вдоль западной границы резервата. Также анализ спутниковых изображений показывает, что проблема роста площадей открытых песков и дефлированных земель характерна для всего северного Дагестана и проявляется намного сильнее, чем в биосферном резервате.

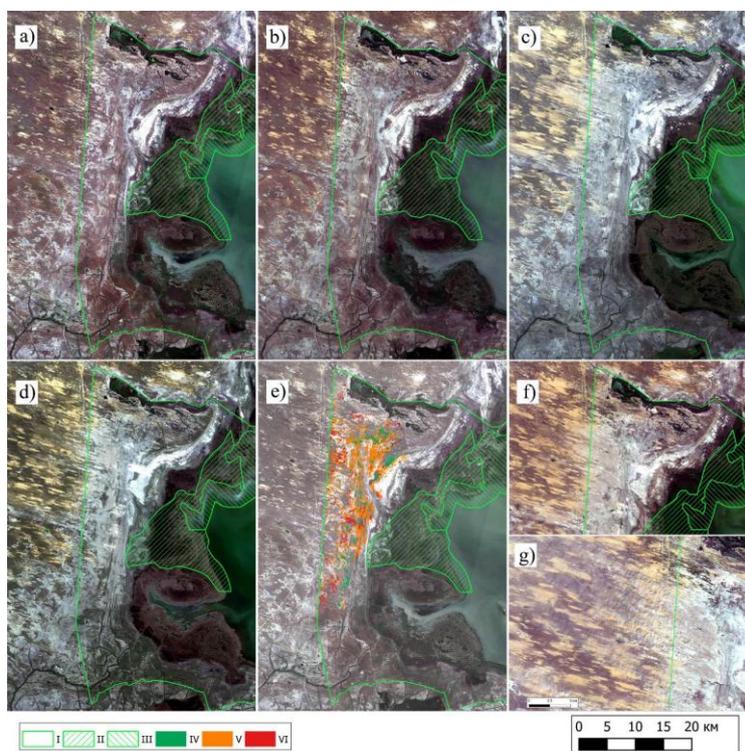


Рис. 2. Спутниковые изображения и схема увеличения площади лишенных растительного покрова земель:

*a* – 17.05.2019 г., *b* – 11.05.2020 г., *c* – 08.10.2020 г., *d* – 16.05.2021 г.,

*e* – схема опустынивания на май 2021 г., *f* – 25.06.2021 г., *g* – пыльная буря 20.06.2021 г.;

I – зона сотрудничества, II – буферная зона, III – ядро резервата, IV – площадь опустынивания на май 2020 г., восстановившаяся к маю 2021 г., V – площадь опустынивания на май 2020 г., существующая в мае 2021 г., VI – новая площадь опустынивания в мае 2021 г.

Fig. 2. Satellite images and scheme of an increase in the bare land area (*a* – 17 May 2019, *b* – 11 May 2020, *c* – 8 October 2020, *d* – 16 May 2021, *e* – desertification scheme for May 2021, *f* – 25 June 2021, *g* – dust storm on 20 June 2021; I – cooperation zone, II – buffer zone, III – the core of the reserve, IV – area of desertification in May 2020 restored by May 2021, V – area of desertification in May 2020 still existing in May 2021, VI – new area of desertification in May 2021)

Экспедиционные исследования, проведенные в первые две недели мая на территориях Тарумовского и Ногайского районов Дагестана, показали, что площади, занесенные песками в 2020 г., заняты эфемерной и эфемероидной растительностью, уже закончившей вегетацию. Преобладают монодоминантные сообщества рыхлодерновинного злака *Poa bulbosa* L. В полупустынной части биосферного резервата «Кизлярский залив» отмечено засыпание песками солончаков. При этом в южной части солончаки находятся в нормальном состоянии, растительность на них представлена галофитными монодоминантными сообществами *Climacoptera crassa* (M. Vieb.) Botsch (рис. 3, *a*) и *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Vieb. В северной части резервата солончаки заметены песком, при этом бугорки с *Halocnemum strobilaceum* задержали пески и в настоящее время служат «вторичным» источником материала для эолового переноса (рис. 3, *c*). С локальных повышений, занятых *Poa bulbosa*,

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

также выдувается песок, который растительность задержала в период вегетации (рис. 3, *b*). Кустарники *Tamarix laxa* Willd высотой до 1,5–2 м являются наиболее надежными препятствиями для распространения песка в этих условиях – они покрыты песком до высоты 1–1,5 м (рис. 3, *d*).

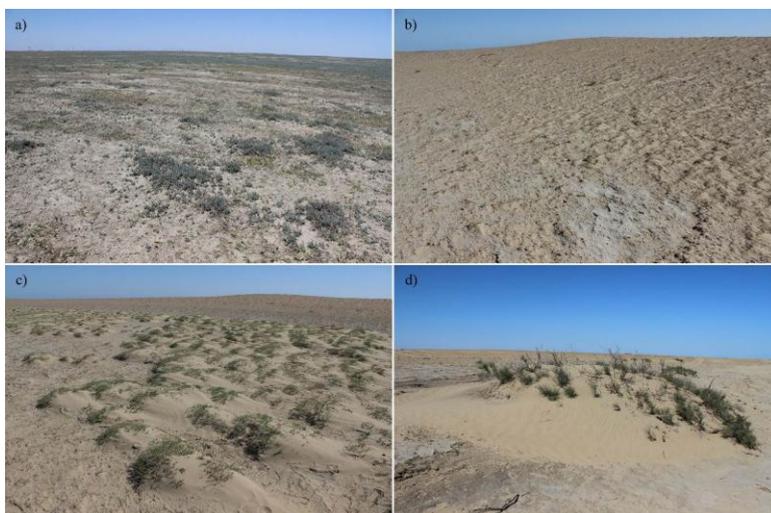


Рис. 3. Фотографии ландшафтов в зоне опустынивания биосферного резервата 13 мая 2021 г.:  
*a* – сообщество *Climacoptera crassa* на солончаке; *b* – погребенное песком сообщество *Poa bulbosa*,  
*c* – *Halocnemum strobilaceum*, *d* – *Tamarix laxa*

Fig. 3. Landscapes in the desertification zone of the biosphere reserve on 13 May 2021  
(*Climacoptera crassa* community on solonchak (*a*), *Poa bulbosa* community buried with sand (*b*),  
*Halocnemum strobilaceum* (*c*), *Tamarix laxa* (*d*))

### Обсуждение

Катастрофическое опустынивание в регионе Кизлярских пастбищ и Черных земель наблюдалось еще в 1970–80 гг. прошлого века. Тогда площадь подвижных песков превысила 3,5 тыс. км<sup>2</sup>. Благодаря сравнительно благоприятным климатическим условиям, сокращению поголовья скота и реализации фитомелиоративных мероприятий в рамках «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» в 1980–90-х гг. наблюдалось закрепление песков [22]. В последние годы отмечался заметный рост поголовья скота, в том числе выпасаемого в летний период, на фоне снижения увлажнения [9], что обусловило увеличение площади опустыненных земель в Калмыкии и Астраханской области [13] и активизацию эоловых процессов.

Территория Дагестана считалась относительно благоприятной с точки зрения возможной интенсификации процессов опустынивания пастбищ. Например, в работах [8; 9] отмечается рост антропогенной деградации аридных пастбищ на территории России и Монголии. Тем не менее республика Дагестан этими исследованиями не охвачена. Наблюдается смещение очагов опустынивания на северо-восток к границе Астраханской области и Калмыкии. Соседний с республикой Ставропольский край характеризуется меньшим количеством засух и более низкой их интенсивностью по сравнению с Калмыкией и Астраханской областью, на которых после 2015 г. увеличивалась площадь деградированных пастбищ [34]. Тем удивительнее фиксируется стремительность процессов деградации пастбищ на севере Дагестана, на которых до конца 2019 г. не отмечалось существенного увеличения площади лишенных растительного покрова земель.

В результате комплекса неблагоприятных природно-климатических и антропогенных факторов в 2020 г. (засуха, продолжительные сухие восточные ветры, рост поголовья скота и его нерегулируемый выпас, нашествие саранчи) на пастбищах юга Калмыкии и севера

Дагестана уже в середине лета не осталось практически никакой растительности. В результате катастрофических пыльных бурь осенью 2020 г. площадь открытых песков и дефлированных земель превысила 13 тыс. км<sup>2</sup> [15]. Весной 2021 г. площадь опустынивания в Калмыкии и Дагестане составляла около 3 тыс. км<sup>2</sup>, а на территории примерно в 10 тыс. км<sup>2</sup> наблюдалось зарастание перевейных песков монодоминантными сообществами *Poa bulbosa* [14] со слабой корневой системой, не способной длительно удерживать почвы от выдувания. В результате в периоды с 15 по 21 мая и с 18 по 22 июня практически ежедневно в северном Дагестане и на юге Калмыкии фиксировались пыльные бури вследствие раздувания слабозакрепленных песков, из-за которых площадь без растительности к концу июня превысила 6 тыс. км<sup>2</sup>. При этом на ООПТ, на которых запрещен выпас (заповедник «Черные земли», заказники «Степной», «Меклетинский»), не отмечено увеличения площадей открытых песков и дефлированных территорий [15]. Это свидетельствует о том, что на фоне неблагоприятных климатических условий 2020 г. именно выпас скота стал основным деструктивным фактором.

Часто эффективность сохранения ландшафтов и биоразнообразия на ООПТ оценивается как доля площади различных природно-территориальных комплексов, представленных на охраняемых территориях. А в качестве индикаторов используются электронные тематические карты распространения редких видов растений и животных. Рекомендациями в таком случае являются предложения по увеличению площади и созданию новых ООПТ [27]. Также отмечается невозможность предотвращения процессов опустынивания за счет отдельных ООПТ. Необходимо выполнять комплекс мер, предотвращающих процессы деградации, на значительно большей территории. В работе [18] предлагается размещение ООПТ в качестве буферных зон вокруг населенных пунктов и на периферии опустыненных территорий для снижения темпов дефляции и защиты населения от песчаных бурь, регулировать пастбищные нагрузки на ОППТ и окрестностях, выполнять при необходимости фитомелиоративные мероприятия.

Для решения проблемы опустынивания в биосферном резервате ЮНЕСКО «Кизлярский залив» необходимы регулирование выпаса скота и проведение фитомелиоративных мероприятий по закреплению песков кустарниками. Для этих целей оптимально следует использовать кустарники *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke, *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst и злак *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvelev, которыми закреплялись пески при реализации фитомелиорации в рамках «Генеральной схемы». Кустарники *Tamarix* spp. помогут избежать выноса перевейного песка и пыли с солончаков [11; 25]. При этом данные мероприятия должны выполняться не только на территории функциональных зон ООПТ, но и за их пределами. Кроме отечественного опыта борьбы с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ существует обширный китайский опыт, подтверждающий эффективность фитомелиорации деградированных земель в аридной, субаридной и субгумидной зонах северного Китая [23; 29; 31]. При этом в Китае характерен прирост опустыненных земель не за счет деградации ранее нетронутых участков, а из-за повторного опустынивания в 1981–2020 гг. восстановленных ранее земель [32]. Сокращение площади лесов и рост антропогенных нагрузок обуславливают рост опустынивания в Мексике [17].

Зональные аридные ландшафты Терско-Кумской низменности охраняются в Дагестане на территории памятника природы регионального значения «Можжевелевая роща урочища «Сосновка» (около 10 км<sup>2</sup> в Ногайском районе), региональном заказнике «Ногайский» (около 100 км<sup>2</sup> в Ногайском районе) в западной части биосферного резервата «Кизлярский залив» (на площади около 600 км<sup>2</sup> в Тарумовском р-не). Суммарно они составляют менее 10% полупустынных территорий северной части республики. В пустынных и сухих степных ландшафтах всех вышеуказанных охраняемых природных территорий разрешена

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

хозяйственная деятельность, в частности выпас скота. Для предотвращения процессов опустынивания здесь, в первую очередь, необходимо, как минимум, запретить выпас овец и коз в летний период (с мая по сентябрь). Это позволит существенно снизить воздействие наиболее деструктивного фактора. На подвижных песках необходимо наличие насаждений из *Calligonum aphyllum*, которые позволят их закрепить и создадут «острова», где смогут закрепиться травы. По периферии солончаков возможно создание насаждений *Tamarix laxa* для препятствия выдуванию пыли и мелкозема с их поверхности, а также предотвращения заноса их песком. На погребенных песком корковых и пухлых солончаках в первые годы при благоприятных гидротермических условиях образуются эфемерные растительные сообщества, в течение нескольких лет переходящие в полынные [4]. При этом солончаки, не покрытые песчаными наносами, должны оставаться в текущем состоянии. Также площади открытых и слабозакрепленных песков по состоянию на май 2019 г. не должны подвергаться фитомелиорации, поскольку такие биотопы являются местообитаниями псаммофильных видов, в том числе редких и охраняемых в регионе рептилий *Eremias velox caucasica*, *Phrynoscephalus guttatus*, *Eryx miliaris nogaiorum*. Для препятствия зарастанию местообитаний этих видов на ООПТ при запрете выпаса овец и коз необходим умеренный выпас крупных животных, например, лошадей. Разрешение выпаса лошадей станет также компенсационной мерой для хозяйствующих субъектов в связи с запретом на выпас овец и коз. Кроме того, при отсутствии крупных травоядных на территории ООПТ могут участиться степные пожары из-за накопления растительной мортмассы.

### Заключение

В результате исследований определен прирост площадей земель, лишенных растительного покрова в период 2020–2021 гг. (площадь опустынивания), на территории зоны сотрудничества биосферного резервата ЮНЕСКО «Кизлярский залив». Их площадь составила около 88 км<sup>2</sup>, или 15% исследованной территории. Эти участки являются источником песка, пыли и мелкозема для регулярных в 2021 г. пыльных бурь. Основными причинами опустынивания являются засуха 2020 г. и перевыпас скота. Это подтверждается тем фактом, что на ООПТ, где полностью запрещен выпас домашнего скота, существенного увеличения площадей опустынивания не зафиксировано (например, в заповеднике «Черные земли» в Калмыкии и заказнике «Степной» в Астраханской области). В качестве решения проблемы роста площадей опустынивания предлагается ограничение выпаса овец и коз (с запретом на выпас в летний период), проведения фитомелиоративных мероприятий по закреплению перевейанных подвижных песков и погребенных песком солончаков. При этом часть слабозакрепленных песков не должна подвергаться фитомелиорации и остаться в естественном состоянии для сохранения аборигенной флоры и фауны, в том числе редких и охраняемых видов растений и животных.

### Список источников

1. Андреев Д.Н. Методика комплексной диагностики антропогенной трансформации особо охраняемых природных территорий // Географический вестник. 2012. № 4. С. 4–10.
2. 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.
3. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник. 2011. № 2. С. 4–10.
4. Гасанов Г.Н., Асадулаев З.М., Асварова Т.А., Гасанова З.У., Гаджиев К.М., Баширов Р.Р., Абдулаева А.С., Ахмедова З.Н., Мусаев, М.Р., Магомедов Н.Р., Айтемиров А.А., Десинов С.Л.

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

Экологические аспекты формирования солончака, деградированного в Терско-Кумской низменности Прикаспия // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 4. С. 86–97. doi: 10.18470/1992-1098-2019-4-86-97.

5. Джалалова М.И., Гусанова З.У., Абдурашидова П.А. Экологические условия формирования галофитной растительности Кизлярского залива // Вестник Дагестанского научного центра. 2015. № 56. С. 14–19.

6. Джамирзоев Г.С., Атаев З.В., Идрисов И.А., Братков В.В., Балгуев Т.Р. Биологическое и ландшафтное разнообразие как основа для создания и функционирования биосферного резервата «Кизлярский залив» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. Т. 10. № 1. С. 85–96

7. Золотокрылин А.Н. Глобальное потепление, опустынивание/деградация и засухи в аридных регионах // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 1. С. 3–13. doi: 10.31857/S2587-5566201913-13.

8. 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.

9. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А., Титкова Т.Б. Аридизация засушливых земель европейской части России и связь с засухами // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 2. С. 207–217. doi: 10.31857/S258755662002017X.

10. 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.

11. 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. doi: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.

12. Стасюк Н.В., Кравцова В.И. Оценка изменений почвенного покрова Кизлярского побережья по разновременным картам и космическим снимкам // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 3(52). С. 86–94.

13. Шинкаренко С.С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Черных 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.

14. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Оценка площади опустынивания на юге европейской части России в 2021 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 291–297. doi: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297.

15. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Последствия пыльных бурь 2020 года на юге европейской части России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 7. С. 270–275. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275.

16. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Сезонная динамика NDVI пастбищных ландшафтов Северного Прикаспия по данным MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 179–194. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194.

17. Becerril-Pina R., Mastachi-Loza C.A., Gonzalez-Sosa E., Diaz-Delgado C., Ba K.M. Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico // Journal of Arid Environments. 2015. Vol. 120. P. 4–13. doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.04.006.

18. Dudley N., Buuck C., Furuta N., Pedrot C., Renaud F., Sudmeier-Rieux K. Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction // A handbook for practitioners. 2015. Tokyo and Gland, Switzerland: MOEJ and IUCN.

19. Gunin P.D., Danzhalova E.V., Bazha S.N., Dedkov V.P., Zolotokrylin A.N., Kazantseva T.I. NDVI for monitoring of the state of steppe and desert ecosystems of the Gobi // Arid Ecosystems. 2019. Vol. 9. № 3. P. 179–186. doi: 10.1134/S207909611903003X.

Экология и природопользование  
Шинкаренко С.С., Джамирзоев Г.С., Васильченко А.А.

20. Hu G., Dong Z., Lu J., Yan C. The developmental trend and influencing factors of Aeolian desertification in the Zoige Basin, eastern Qinghai-Tibet Plateau // *Aeolian Research*. 2015. Vol. 19. P. 275–281. doi: 10.1016/j.aeolia.2015.02.002.
21. Kouba Y., Gartzia M., Aich A.E., Alados C.L. Deserts do not advance, they are created: Land degradation and desertification in semiarid environments in the Middle Atlas, Morocco // *Journal of Arid Environments*. 2018. Vol. 158. P. 1–8. doi: 10.1016/j.jaridenv.2018.07.002.
22. 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(1). P. 5–20. doi: 10.1134/S2079096118010067.
23. Lyu Y., Shi P., Han G., Liu L., Guo L., Hu X., Zhang G. Desertification Control Practices in China // *Sustainability*. 2020. 12: 3258. doi: 10.3390/su12083258.
24. QGIS Development Team // QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org> (дата обращения 10.06.2021).
25. Radochinskaya L.P., Kladiyev A.K., Rybashlykova L.P. Production potential of restored pastures of the Northwestern Caspian // *Arid ecosystems*. 2019. Vol. 9(1). P. 51–58. doi: 10.1134/S2079096119010086.
26. Rojers J. The Effectiveness of Protected Areas in Central Africa: A Remotely Sensed // Measure of Deforestation and Access. Ph.D. thesis. 2011. Columbia University, New York. doi: 10.7916/D893114F.
27. Singh M., Griaud C., Collins C.M. An evaluation of the effectiveness of protected areas in Thailand // *Ecological Indicators*. 2021. 125(9): 107536. doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107536.
28. Stephens T., Brown D., Thornley N. Measuring conservation achievements: concepts and their application over the Twizel area // *Science for Conservation*. 2002. P. 1–14.
29. Tao W. Aeolian desertification and its control in Northern China // *International Soil and Water Conservation Research*. 2014. Vol. 2. Iss. 4. P. 34–41. doi: 10.1016/S2095-6339(15)30056-3.
30. Veron S.R., Blanco L.J., Texeira M.A., Irisarri J.G.N., Paruelo J.M. Desertification and ecosystem services supply: The case of the Arid Chaco of South America // *Journal of Arid Environments*. 2018. Vol. 159. P. 66–74. doi: 10.1016/j.jaridenv.2017.11.001.
31. Wang X., Chen F., Hasi E., Li J. Desertification in China: An assessment // *Earth-Science Reviews*. 2018. Vol. 88. P. 188–206. doi: 10.1016/j.earscirev.2008.02.001
32. Xu D., Ding X. Assessing the impact of desertification dynamics on regional ecosystem service value in North China from 1981 to 2010 // *Ecosystem Services*. 2018. Vol. 30. P. 172–180. doi: 10.1016/j.ecoser.2018.03.002.
33. Zerrouki, Y., Harrou, F., Zerrouki, N., Dairi, A., Sun, Y. Desertification Detection using an Improved Variational AutoEncoder-Based Approach through ETM-Landsat Satellite Data // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2021. Vol. 14. P. 202–213. doi: 10.1109/jstars.2020.3042760.
34. Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Cherenkova E.A. Characteristics of spring–summer drought in dry and wet periods in the South of European Russia // *Arid ecosystems*. 2020. Vol. 10. № 4. P. 322–328. doi: 10.1134/S2079096120040216.
35. Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Gunin P.D., Bazha S.N., Danzhalova E.V., Kazantseva T.I. Diagnosis of the desertification dynamics of arid pastures in Mongolia from observation in key areas and MODIS data // *Arid ecosystems*. 2016. Vol. 6. № 3. P. 149–157. doi: 10.1134/S2079096116030100.
36. Zonn I.S., Kust G.S., Andreeva O.V. Desertification paradigm: 40 years of development and global efforts // *Arid ecosystems*. 2017. Vol. 7(3). P. 131–141. doi: 10.1134/S2079096117030118.

### References

1. Andreev, D.N. (2012), The method of complex diagnostics of anthropogenic transformation of specially protected natural areas, *Geographic Bulletin*, no. 4. pp. 4–10.
2. Bartalev, S.A., Ershov, D.V., Loupian, E.A., Tolpin, V.A. (2012), Possibilities of satellite service VEGA using for different tasks of land ecosystems monitoring, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, no 9(1), pp. 49–56.

3. Buzmakov, S.A., Ovesnov, S.A., Shepel, A.I., Zaitsev, A.A. (2011), Methodological instructions "Environmental assessment of the state of specially protected natural areas of regional significance", *Geographical Bulletin*, no. 2, pp. 4–10.
4. Gasanov, G.N., Asadulaev, Z.M., Asvarova, T.A., Gasanova, Z.U., Gadzhiev, K.M., Bashirov, R.R., Abdulaeva, A.S., Akhmedova, Z.N., Musaev, M.R., Magomedov, N.R., Aitemirov, A.A., Desinov, S.L. (2019), Ecological Aspects of the Formation of Regraded Solonchak in the Terek-Kuma Lowland of the Caspian, *South of Russia: ecology, development*, no. 14(4), pp. 86–97. doi: 10.18470/1992-1098-2019-4-86-97.
5. Dzhahalova, M.I., Gusanova, Z.U., Abdurashidova, P.A. (2015), "Ecological conditions for the formation of halophytic vegetation in the Kizlyar Bay", *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra*, no. 56, pp. 14–19.
6. Dzhampirzoev, G.S., Ataev, Z.V., Idrisov, I.A., Bratkov, V.V., Balguez, T.R. (2016), Biological and landscape diversity as the basis for the creation and operation of the biosphere reserve "Kizlyar bay", *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki*, no. 10 (1), pp.85–96.
7. Zolotokrylin, A.N. (2019), Global warming, desertification, degradation and droughts in arid regions, *Izvestiya RAN. Geographic series*, no. 1, pp. 3–13. doi: 10.31857/S2587-5566201913-13.
8. Zolotokrylin, A.N., Titkova, T.B. (2011), The trend of desertification of the north-western Caspian region according to MODIS data, *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, vol. 8, no. 2, pp. 217–225.
9. Zolotokrylin, A.N., Cherenkova, E.A., Titkova, T.B. (2020), Aridization of Drylands in the European Part of Russia: Secular Trends and Links to Droughts, *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, no. 84 (2), pp. 207–217. doi: 10.31857/S258755662002017X.
10. 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. (2015), 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*, no. 12(5), pp. 263–284.
11. Rybashlykova, L.P., Belyaev, A.I., Pugacheva, A.M. (2019), Monitoring Successional Changes in PA'store Phytocenoses in "Exhausted" Areas of Deflation in the North-West Caspian Region, *South of Russia: ecology, development*, no. 14(4), pp. 78–85. doi: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.
12. Stasyuk, N.V., Kravtsova, V.I. (2012), The assessment of the dynamics of the soil cover of the Kizlyar coast by a time series of maps and satellite images, *Aridnye ekosistemy*, no. 18(3), pp. 86–94.
13. Shinkarenko, S.S. (2019), Spatial-temporal dynamics of desertification in Black Lands, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, no. 16(6), pp. 155–168. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-6-155-168 [In Russian].
14. Shinkarenko, S.S., Bartalev, S.A. (2021), Assessment of the area of desertification in the south of the European part of Russia in 2021, *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, vol. 18, no. 4, pp. 291–297. doi: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297.
15. Shinkarenko, S.S., Bartalev, S.A. (2020), Consequences of dust storms in the south of the European part of Russia in September – October 2020, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, no. 17(7), pp. 270–275. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-7-270-275.
16. Shinkarenko, S.S., Bartalev, S.A. (2020), NDVI seasonal dynamics of the North Caspian pasture landscapes according to MODIS data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, no. 17(5), pp. 179–194. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-179-194.
17. Becerril-Pina, R., Mastachi-Loza, C.A., Gonzalez-Sosa, E., Diaz-Delgado, C., Ba, K.M. (2015), Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico, *Journal of Arid Environments*, vol. 120, pp. 4–13. doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.04.006.
18. Dudley, N., Buyck, C., Furuta, N., Pedrot, C., Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. (2015), Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction, *A handbook for practitioners*, Tokyo and Gland, Switzerland: MOEJ and IUCN.

19. Gunin, P.D., Danzhalova, E.V., Bazha, S.N., Dedkov, V.P., Zolotokrylin, A.N., Kazantseva, T.I. (2019), NDVI for monitoring of the state of steppe and desert ecosystems of the Gobi, *Arid Ecosystems*, vol. 9, no. 3, pp. 179–186. doi: 10.1134/S207909611903003X.
20. Hu, G., Dong, Z., Lu, J., Yan, C. (2015), The developmental trend and influencing factors of Aeolian desertification in the Zoige Basin, eastern Qinghai–Tibet Plateau, *Aeolian Research*, vol. 19, pp. 275–281. doi: 10.1016/j.aeolia.2015.02.002.
21. Kouba, Y., Gartzia, M., Aich, A.E., Alados, C.L. (2018), Deserts do not advance, they are created: Land degradation and desertification in semiarid environments in the Middle Atlas, Morocco, *Journal of Arid Environments*, vol. 158, pp. 1–8. doi: 10.1016/j.jaridenv.2018.07.002.
22. Kulik, K.N., Petrov, V.I., Rulev, A.S., Kosheleva, O.Yu., Shinkarenko, S.S. (2018), On the 30th Anniversary of the “General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures”, *Arid ecosystems*, no. 14(1), pp. 1–6. doi: 10.1134/S2079096118010067.
23. Lyu, Y., Shi, P., Han, G., Liu, L., Guo, L., Hu, X., Zhang, G. (2020), Desertification Control Practices in China, *Sustainability*, vol. 12: pp. 32–58. doi: 10.3390/su12083258.
24. QGIS Development Team (2021), QGIS Geographic Information System. Available at: <http://qgis.osgeo.org> (accessed 10 June 2021).
25. Radochinskaya, L.P., Kladiyev, A.K., Rybashlykova, L.P. (2019), Production potential of restored pastures of the Northwestern Caspian, *Arid ecosystems*, no. 9(1), pp. 51–58. doi: 10.1134/S2079096119010086.
26. Rojers, J. (2011), The Effectiveness of Protected Areas in Central Africa: A Remotely Sensed, *Measure of Deforestation and Access*, Ph.D. thesis, Columbia University, New York. doi: 10.7916/D893114F.
27. Singh, M., Griaud, C., Collins, C.M. (2021), An evaluation of the effectiveness of protected areas in Thailand, *Ecological Indicators*, no. 125(9). doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107536.
28. Stephens, T., Brown, D., Thornley, N. (2002), Measuring conservation achievements: concepts and their application over the Twizel area, *Science for Conservation*, pp. 1–14.
29. Tao, W. (2014), Aeolian desertification and its control in Northern China, *International Soil and Water Conservation Research*, vol. 2, no. 4, pp. 34–41. doi: 10.1016/S2095-6339(15)30056-3.
30. Veron, S.R., Blanco, L.J., Texeira, M.A., Irisarri, J.G.N., Paruelo, J.M. (2018), Desertification and ecosystem services supply: The case of the Arid Chaco of South America, *Journal of Arid Environments*, vol. 159, pp. 66–74. doi: 10.1016/j.jaridenv.2017.11.001.
31. Wang, X., Chen, F., Hasi, E., Li, J. (2018), Desertification in China: An assessment, *Earth-Science Reviews*, vol. 88, pp. 188–206. doi: 10.1016/j.earscirev.2008.02.001.
32. Xu, D., Ding, X. (2018), Assessing the impact of desertification dynamics on regional ecosystem service value in North China from 1981 to 2010, *Ecosystem Services*, vol. 30, pp. 172–180. doi: 10.1016/j.ecoser.2018.03.002.
33. Zerrouki, Y., Harrou, F., Zerrouki, N., Dairi, A., Sun, Y. (2021), Desertification Detection using an Improved Variational AutoEncoder-Based Approach through ETM-Landsat Satellite Data, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 14, pp. 202–213. doi: 10.1109/jstars.2020.3042760.
34. Zolotokrylin, A.N., Titkova, T.B., Cherenkova, E.A. (2020), Characteristics of spring–summer drought in dry and wet periods in the South of European Russia, *Arid ecosystems*, vol. 10, no. 4, pp. 322–328. doi: 10.1134/S20790961200402.
35. Zolotokrylin, A.N., Titkova, T.B., Gunin, P.D., Bazha, S.N., Danzhalova, E.V., Kazantseva, T.I. (2016), Diagnosis of the desertification dynamics of arid pastures in Mongolia from observation in key areas and MODIS data, *Arid ecosystems*, vol. 6, no. 3, pp. 149–157. doi: 10.1134/S2079096116030100.
36. Zonn, I.S., Kust, G.S., Andreeva, O.V. (2019), Desertification paradigm: 40 years of development and global efforts, *Arid ecosystems*, no. 7(3), pp. 131–141. doi: 10.1134/S2079096117030118.

Поступила в редакцию: 07.09.21; одобрена после рецензирования: 08.10.2021; принята к опубликованию: 15.10.2021.

The article was submitted: 7 September 21; approved after review: 8 October 2021; accepted for publication: 15 October 2021

**Информация об авторах**

**Станислав Сергеевич Шинкаренко**

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»; 400062 Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, 97

e-mail: shinkarenkos@vfanc.ru

**Гаджибек Сефибекович Джамирзоев**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник института экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Государственный заповедник «Дагестанский»; 367010, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Гагарина, 120

e-mail: dzhamir@mail.ru

**Александр Анатольевич Васильченко**

лаборант-исследователь Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»; 400062 Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, 97

e-mail: vasilchenko-a@vfanc.ru

**Information about the authors**

**Stanislav S. Shinkarenko**

Candidate of Agricultural Sciences Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences";

97, Volgograd, University avenue, 400062, Russia

e-mail: shinkarenkos@vfanc.ru

**Gadzhibek S. Dzhmirzoev**

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotova RAS, Deputy Director for Research, Federal State Budgetary Institution "State Reserve "Dagestansky";

120, st. Gagarin, Makhachkala, 367010, Republic of Dagestan

e-mail: dzhamir@mail.ru

**Aleksandr A. Vasil'chenko**

Laboratory assistant-researcher of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences";

97, Volgograd, University avenue, 400062, Russia

***Вклад авторов***

Шинкаренко С.С. – написание статьи, геоинформационная обработка спутниковых данных и анализ полученных данных.

Джамирзоев Г.С. – анализ природных условий района исследований, написание статьи, разработка предложений по борьбе с опустыниванием, научное редактирование текста.

Васильченко А.А. – предварительная обработка спутниковых данных, полевые исследования, редактирование текста.

***Конфликт интересов.*** У авторов отсутствует конфликт интересов по отношению к результатам, полученным в ходе исследовательской работы.

***Contribution of the authors***

Shinkarenko S.S. – writing of the paper, geo-information processing of satellite data and analysis of the data obtained.

Dzhmirzoev G.S. – analysis of the natural conditions of the study area, writing of the paper, developing proposals to combat desertification, scientific editing of the text

Vasilchenko A.A. – satellite data pre-processing, field research, text editing

The authors declare no conflicts of interest in relation to the results obtained in the research work.