

## Анализ Казанско-Вешенского песчаного массива по индексу антропогенной нарушенности ландшафта

Д. И. Арчаков, С. А. Истомин , Т. Н. Лебедева

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения  
Российской академии наук, Российская Федерация  
(400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97)

**Аннотация.** Цель работы состоит в анализе нарушенности ландшафтов ключевого участка восточной части Казанско-Вешенского песчаного массива площадью 12134,3 га.

**Материалы и методы.** Основным элементом, по которому рассчитан индекс нарушенности, является нормализованный вегетационный индекс (NDVI), полученный при дешифрировании космических снимков Sentinel-2 за 2018 и 2022 годы. Для проведения анализа исследуемой территории по величине нарушенности выделено четыре уровня: норма, риск, кризис, бедствие, которые отражают степень деградации ландшафтов и их устойчивость к хозяйственной деятельности.

**Результаты и обсуждение.** При построении космофотосхем выделены следующие элементы ландшафтов: лиственные древостой; лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana*); кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность; пески, которые проклассифицированы по степени проективного покрытия растительностью (открытые и слабозаросшие – 0-30%; среднезаросшие – 30-50%; заросшие – более 50%). По дешифровочным признакам на космофотосхеме выделены сельскохозяйственные угодья, водные объекты, селитебные территории, дорожно-транспортная сеть. Выявлено, что в 2018 году нарушенность ландшафта относилась к уровню «риск», а в 2022 году – «норма».

**Выводы.** Улучшение фитоэкологических условий для данной местности обусловлено сокращением земель определенных категорий, слабоустойчивых к антропогенной деятельности. Территории, расположенные на легких песчаных почвах, могут изменяться в течение года вследствие воздействия естественных и антропогенных факторов.

**Ключевые слова:** пески, Казанско-Вешенский песчаный массив, индекс антропогенной нарушенности территории, нормализованный вегетационный индекс, лесные культуры, природопользование, ландшафт.

**Источник финансирования:** данная работа выполнялась в рамках государственного задания № FNFE-2022-0011 «Разработка новой методологии оптимального управления биоресурсами в агроландшафтах засушливой зоны РФ с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, комплексной оценки влияния климатических изменений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия».

**Для цитирования:** Арчаков Д. И., Истомин С. А., Лебедева Т. Н. Анализ Казанско-Вешенского песчаного массива по индексу антропогенной нарушенности ландшафта // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2024, № 2, с. 123-129. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/107-113>

### ВВЕДЕНИЕ

Казанско-Вешенский песчаный массив занимает территорию южной части Калачской возвышенности на севере Ростовской области в Верхнедонском и Шолоховском районах, и в западной части Волгоградской области (Кумылженский район). Климат района умеренно-континентальный. Продолжительность вегетационного периода 140-185 дней. Зональный тип почв – чернозем текстурно-карбонатный (чернозем южный). На песчаном массиве распространены светлогумусовые почвы. В пределах заросших песков развиваются псаммоземы гумусовые со слабо развитым гумусовым горизонтом, залегающем на почвообразующей породе [4-6].

Территории песчаных массивов Среднего Дона начали активно заселяться с XVI века беглыми крестьянами,

деятельность которых привела к сплошной распашке супесчаных степей и деградации (превращение в бугристые пески) участков, подверженных чрезмерному выпасу скота. В результате нерационального природопользования и слабой устойчивости данной территории к антропогенному воздействию ускорились процессы дефляции. С начала XX века на территории песчаного массива проводились различные исследования для замедления деградации почвенно-растительного покрова [7].

На основе изучения фитоэкологических условий Казанско-Вешенского песчаного массива во второй половине XX века началась активная посадка следующих видов хвойных пород: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и сосна крымская (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) [3, 8, 13].

© Плотников И. В., 2024

 Истомин Сергей Александрович, e-mail: [istomin-s@vfanc.ru](mailto:istomin-s@vfanc.ru)



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Проблема нерационального природопользования на территории песчаных массивов Среднего Дона актуальна и в настоящее время, об этом свидетельствуют данные дистанционного зондирования Земли [1, 3-8].

В рамках выполнения работы поставлена задача проанализировать антропогенную нарушенность на ключевом участке площадью 12134,3 га в восточной части Казанско-Вешенский песчаного массива. По данным космических снимков Sentinel-2 рассчитан индекс антропогенной нарушенности ландшафта за 2018 и 2022 годы.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ключевой участок занимает восточную оконечность Казанско-Вешенского песчаного массива, ограниченный с южной стороны рекой Дон, с востока – сельскохозяйственными угодьями и лесными культурами, центральную часть пересекает пойма реки Елань.

На этапе предварительной обработки спутниковых снимков в программе QGIS 3.12.1 проведена коррекция изображений для устранения различных искажений, вносимых атмосферой.

Для проведения анализа динамики элементов ландшафта рассчитан нормализованный вегетационный индекс (NDVI) на основе спутниковых снимков Sentinel-2, сделанных в августе 2018 и 2022 годов. Стоит отметить, что для получения точных данных площади сосновых насаждений использовались зимние спутниковые снимки. Верификация данных производилась во время полевых выездов в 2022 году и при помощи космических снимков высокого разрешения в программе Google Earth.

NDVI рассчитывается как соотношение между значениями красного (R) и ближнего инфракрасного (NIR) (1, 2) [14, 16]:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}, \quad (1)$$

$$Sentinel2, NDVI = \frac{(Band8 - Band4)}{(Band8 + Band4)}, \quad (2)$$

На основе построенного нормализованного вегетационного индекса (NDVI) проведен анализ космоснимков исследуемой территории за 2018 и 2022 годы. С помощью инструмента «калькулятор полей» проведен подсчет занимаемой площади.

Индекс нарушенности территории (ландшафта) – это величина, равная произведению ранга (коэффициента) изменчивости этой территории на долю в общей площади контура (квадрата сканирования) (3) [12]:

$$ИЛ = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{(Ni \cdot Si)}{(Sck)}, \quad (3)$$

где ИЛ – изменчивость (нарушенность) агроландшафта; Si – площадь вида землепользования; Ni – ранг; Sck – площадь квадрата сканирования; i – порядковый номер вида нарушений; m – количество нарушений.

Для проведения оценки исследуемой территории по величине изменчивости выделено четыре уровня: норма, риск, кризис, бедствие.

Норма (первый уровень) – неизменные, слабоизмененные ландшафты. Ландшафтная структура не нарушена, система не выходит из состояния динамического равновесия. Соответствует фоновому состоянию земель и слабому уровню деградации. Потеря продуктивности экосистем практически нет. Слабое антропогенное воздействие, которому подвержены только некоторые компоненты ландшафта, не претерпевающие существенных изменений. Суммарная изменчивость ландшафта (ИЛ) не превышает 1,90-2,50 балла.

Риск (второй уровень) – территории, характеризующиеся умеренным уровнем деградации, заметным снижением продуктивности и устойчивости экосистем, максимумом нестабильности, что приводит к спонтанному снижению продуктивности экосистем. Закономерным следствием перечисленных трансформаций, затрагивающих практически все компоненты ландшафта, является изменение большей части природных взаимосвязей, а порой и перестройка всей структуры ландшафта с обратимыми нарушениями. Предполагается сокращение хозяйственного использования и планирования поверхностного улучшения. В ряде случаев это способствует развитию экзогенных процессов. ИЛ в пределах 2,51-3,20 балла.

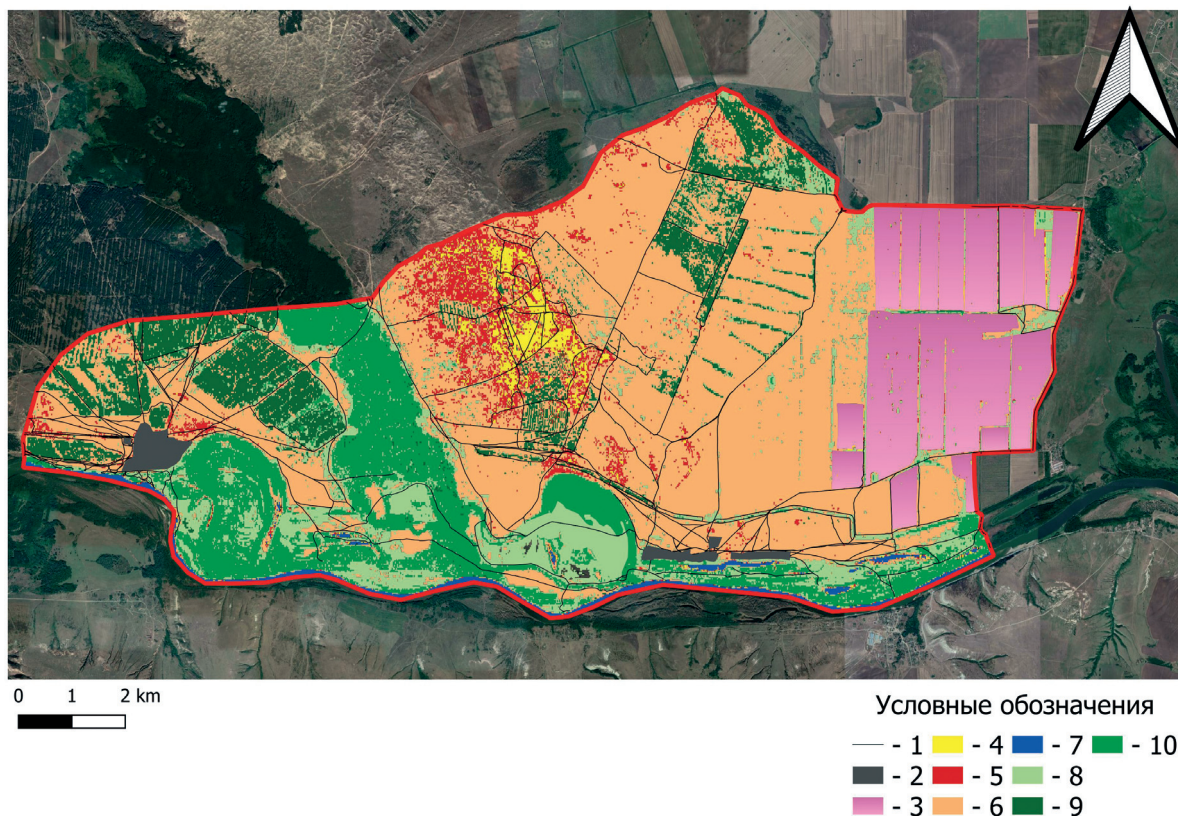
Кризис (третий уровень) – территории, представленные сильно деградированными ландшафтами с резко заметными потерями продуктивности и устойчивости, а также трудно обратимыми нарушениями экосистем. Многие из них претерпели качественные преобразования, что приводит к нарушению природных связей и изменению структуры ландшафта. Предполагается лишь выборочное хозяйственное использование и планирование глубоко улучшения. ИЛ в пределах 3,21-3,80 балла.

Бедствие (четвертый уровень) – территории с очень сильным уровнем деградации, охватываются площади с полной потерей продуктивности и практически необратимыми нарушениями экосистем. Природные взаимосвязи коренным образом разрушены. Необходимо полностью исключить их хозяйственное использование, а также разработать мероприятия по их коренному улучшению. ИЛ самый высокий (более 3,81 балла) [2, 10, 12].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате дешифрирования космоснимков Sentinel-2 (1;2) от 14.08.2018 и 07.03.2019 годов составлена космофотосхема (рис. 1, 2), на которой отражены различные элементы ландшафта: дороги; селитебные территории; сельскохозяйственные угодья; пески; водные объекты; кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность; лесные культуры сосны обыкновенной; лиственные древостой.

Пески разделялись по степени проективного покрытия растительностью: открытые и слабозаросшие – 0-30%; среднелозаросшие – 30-50%; заросшие – более 50% [2, 10]. По дешифровочным признакам отмечены сельскохозяйственные угодья, водные объекты, селитебные территории и дороги.



Условные обозначения: 1 – дороги; 2 – селитебные территории; 3 – сельскохозяйственные угодья; 4 – открытые и слабозаросшие пески; 5 – среднезаросшие пески; 6 – заросшие пески; 7 – водные объекты; 8 – кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность; 9 – лесные культуры сосны обыкновенной; 10 – лиственные древостои.

Рис. 1. Ландшафтно-экологическая космофотосхема территории исследования восточной части Казанско-Вешенского песчаного массива 2018 года. М 1:110000 [расчеты авторов по данным Sentinel-2] [Fig. 1. Landscape-ecological space-photoscheme of the study area of the eastern part of the Kazansko-Vyoshensky sand massif in 2018 year. М 1:110000] [authors' calculations based on Sentinel-2 data]

Значительную часть исследуемой территории занимают заросшие пески, которые практически равномерно расположены по всему участку. Лиственные древостои в основном расположены в поймах рек Дон и Елань, а также встречаются в виде колков и защитных лесных полос на территории ключевого участка.

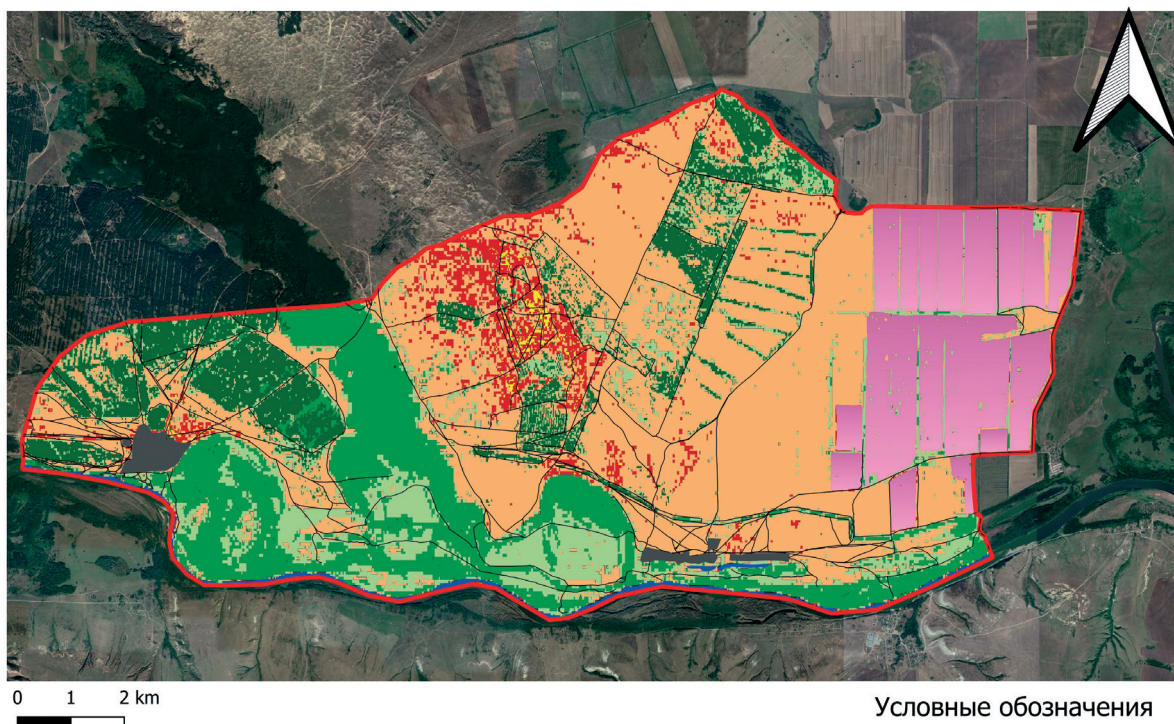
Кустарники и травянистая (вегетирующая) растительность в основном располагается на территории поймы рек Дон и Елань, а также небольшие участки расположены в северной части и районе распаханых полей. Культуры сосны визуально разделяются на две зоны: первая – территория Шолоховского района Ростовской области рядом со станцией Еланская, вторая – Кумылженский район Волгоградской области. Центральная часть ключевого участка восточной части Казанско-Вешенского песчаного массива отличается наличием среднезаросших, открытых и слабозаросших песков, а также куртин сосны обыкновенной.

По полученным данным дешифрирования космоснимков Sentinel-2 (1; 2) от 10.08.2022 и 14.02.2022 годов составлена космофотосхема (рис. 2), на которой отражены различные типы ландшафта, соответствующих выделенным в 2018 году.

В 2022 году заросшие пески по-прежнему занимают около половины всего участка. В центральной части рассматриваемой территории появились кустарниковая и травянистая растительность. Среднезаросшие пески также расположены преимущественно в центральной части, но наблюдается их расширение возле станции Еланская. Открытые и слабозаросшие пески значительно сократили свою площадь в результате процесса зарастания.

Проанализировав результаты дешифрирования исследуемой территории за 2018 и 2022 годы, определены площади различных элементов ландшафта ключевого участка, ранжированные по пяти рангам в зависимости от величины антропогенной измененности и устойчивости к хозяйственной деятельности (табл. 1) [9, 11, 15].

Открытые и слабозаросшие пески, выявленные в 2018 году, заросли. Среднезаросшие пески сократились на 161 га. Заросшие пески за данный временной промежуток изменились незначительно. Это связано с тем, что часть площади заняли лесные культуры сосны обыкновенной, кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность.



Условные обозначения: 1 – дороги; 2 – селитебные территории; 3 – сельскохозяйственные угодья; 4 – открытые и слабозаросшие пески; 5 – среднезаросшие пески; 6 – заросшие пески; 7 – водные объекты; 8 – кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность; 9 – лесные культуры сосны обыкновенной; 10 – лиственные древостой.

Рис. 2. Ландшафтно-экологическая космофотосхема территории исследования восточной части Казанско-Вешенского песчаного массива 2022 года. М 1:110000 [расчеты авторов по данным Sentinel-2]  
 [Fig. 2. Landscape-ecological space-photoscheme of the study area of the eastern part of the Kazansko-Vyoshensky sand massif 2022 year. M 1:110000 [authors' calculations according to Sentinel-2 data]]

Таблица 1

Сводная таблица результатов дешифрирования ключевого участка [расчеты авторов по данным дешифрирования рис. 1, рис. 2]  
 [Table 1. Summary table of the results of interpretation of the key area [authors' calculations based on the data of the interpretation of Fig. 1, Fig. 2].]

| Наименование / Name                        | Площадь, га (Si) / Area, ha (Si) |                 | Ранг (Ni) / Rank (Ni) |
|--|----------------------------------|-----------------|-----------------------|
|  | 2018 год / 2018                  | 2022 год / 2022 |                       |
| Водные объекты                             | 186,7                            | 155,7           | 2                     |
| Открытые и слабозаросшие пески             | 225,8                            | 50,4            | 4                     |
| Среднезаросшие пески                       | 666,5                            | 505,5           | 4                     |
| Заросшие пески                             | 5225,5                           | 5128,4          | 3                     |
| Кустарниковая и травянистая растительность | 1501,6                           | 1516,6          | 1                     |
| Лесные культуры сосны обыкновенной         | 931,3                            | 1170,5          | 1                     |
| Лиственные древостой                       | 1581,1                           | 1791,3          | 1                     |
| Распаханные угодья                         | 1617,5                           | 1617,5          | 4                     |
| Селитебные территории                      | 118,1                            | 118,1           | 5                     |
| Дороги                                     | 80,2                             | 80,3            | 5                     |
| <b>ВСЕГО</b>                               | <b>12134,3</b>                   | <b>12134,3</b>  | -                     |

Увеличилась площадь сосновых насаждений. Визуально на космофотосхемах 2018 и 2022 годов можно отметить прирост в центральной части ключевого

участка за счет антропогенного фактора (лесомелиоративные мероприятия), самосева на разреженных участках и отсутствия лесных пожаров за рассматри-

ваемый период. Лиственный древостой увеличил свою площадь на 210,2 га. В 2022 в результате выездов авторов на исследуемую территорию проведена полевая верификация точности дешифрирования и описана растительность данной местности: лиственные древостои (клен татарский (*Ácer tatáricum*)), ива (*Sálix*), тополь черный (*Pópulus nígra*), тополь белый (*Pópulus álba*), осина (*Pópulus trémula*), вяз (*Ulmus*), дуб черешчатый (*Quércus róbur*), смородина (*Ríbes*) и ежевика (*Rubus caesius*); лесные культуры сосны (сосна обыкновенная (*Punis sylvestris*) и сосна крымская (*Punis nígra subsp. pallasiana*)); кустарниковая и травянистая (вегетирующая) растительность (солодка (*Glycyrrhíza*), полынь (*Artemísia*), ирис (*Iris*), пырей (*Elytrígia*), наголоватка (*Jurínĕa*)), а также единично представленный вяз (*Ulmus*); заросшие пески (различные виды полыни (*Artemísia*) и ковыля (*Stipa*), молочай прутье-

видный (*Euphórbia virgáta*), вейник (*Calamagrostis*), зверобой (*Hypericum*), цмин песчаный (*Helichrýsum arenárium*), тимьян Палласа (*Thymus pallasianus*), наголоватка (*Jurínĕa*), раkitник (*Jurínĕa*), пырей (*Elytrígia*), тырса (*Stípa capilláta*), осоки (*Cárex*)); среднезаросшие пески (различные виды ковылей (*Stipa*), наголоватка (*Jurínĕa*), молочай (*Euphorbia*), тимьян Палласа (*Thymus pallasianus*), тысячелистник гербера (*Achillea millefolium*), цмин песчаный (*Helichrýsum arenárium*)).

Также стоит отметить, что при проведении полевой верификации в месте нахождения среднезаросших песков были обнаружены следы пожара, приведшего к уничтожению части сосновых лесопосадок.

Для проведения оценки исследуемой территории по величине измененности ключевого участка рассчитан суммарный индекс нарушенности территории в 2018 и 2022 годы (3) (табл. 2).

Таблица 2

Изменчивость (нарушенность) ландшафта территории ключевого участка за 2018 и 2022 годы

[расчеты авторов по данным табл. 1]

[Table 2. Variability (disturbance) of the landscape of the key area for 2018 and 2022 years

[authors' calculations according to Table 1]

| Наименование /<br>Name                     | Изменчивость ландшафта (Ил) /<br>The variability of the landscape (Il) |                 |
|--|--|-----------------|
|  | 2018 год / 2018  | 2022 год / 2022 |
| Водные объекты                             | 0,031  | 0,026           |
| Открытые и слабозаросшие пески             | 0,074  | 0,017           |
| Среднезаросшие пески                       | 0,220  | 0,167           |
| Заросшие пески                             | 1,292  | 1,268           |
| Кустарниковая и травянистая растительность | 0,124  | 0,125           |
| Лесные культуры сосны обыкновенной         | 0,077  | 0,096           |
| Лиственные древостои                       | 0,130  | 0,148           |
| Распаханные угодья                         | 0,533  | 0,533           |
| Селитебные территории                      | 0,049  | 0,049           |
| Дороги                                     | 0,033  | 0,033           |
| <b>ВСЕГО</b>                               | <b>2,563</b>   | <b>2,461</b>    |

В результате выявлено, что рассматриваемый участок относится к уровню «риск» (2,563 балла) в 2018 году, тогда как в 2022 году – «норма» (2,461 балла). Незначительное улучшение экологической ситуации достигнуто за счет сокращения слабоустойчивых к антропогенной деятельности типов ландшафта (открытых, слабозаросших и среднезаросших песков) и увеличения площади лесного покрытия.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам пространственно-временного анализа исследуемой территории установлено, что ключевой участок в восточной части Казанско-Вешенского песчаного массива незначительно подвержен антропогенной деятельности. Индекс антропогенной нарушенности ландшафта в пределах исследуемой территории в 2018 году характеризовался как «риск» из-за участков, которые имеют низкую устойчивость к хозяйственной деятельности человека. За исследуемый период отмечено улучшение геоэкологиче-

ских условий: зарастание открытых, слабозаросших и среднезаросших песков, увеличение доли земель, обладающих природно- и ресурсостабилизирующими функциями и способными в более значительной степени противостоять антропогенной нагрузке. В результате ключевой участок в 2022 году стал относиться к уровню «норма».

Из-за значительной доли песчаных почв экосистемы слабоустойчивы. Положительным типом природопользования для данной местности является посадка сосны обыкновенной и крымской. Весной 2023 года на части ключевого участка проведены агролесомелиоративные мероприятия (посадка сосны крымской) на среднезаросших песках. Данные мероприятия позволяют сократить темпы опустынивания территории. В дальнейшем работа будет продолжена с ретроспективным анализом многолетних данных аэрокосмической съемки для определения тренда изменения всего ландшафта Казанско-Вешенского песчаного массива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арчаков Д. И. История изучения и хозяйственного освоения Казанско-Вешенского песчаного массива // *Материалы VIII международной научно-практической конференции (станица Вешенская, 12-13 октября 2022 года)*, 2022, с. 69-75.
2. Виноградов Б. В. *Основы ландшафтной экологии*. Москва: ГЕОС, 1998. 418 с.
3. Гаель А. Г. *Облесение бугристых песков засушливых областей*. Москва: Государственное издательство географической литературы, 1952. 218 с.
4. Гаель А. Г. *Пески Нижнего Дона*. Москва: Сельхозгиз, 1930. 195 с.
5. Гаель А. Г., Гумилев Л. Н. Разновозрастные почвы на песках Дона и передвижение народов за исторический период // *Известия АН СССР. Серия географическая*, 1966, № 1, с. 11-20.
6. Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. *Пески и песчаные почвы*. Москва: Наука, 1999. 460 с.
7. Гумилев Л. Н. *Древняя Русь и великая степь*. Москва: Эксмо, 2006. 508 с.
8. Зюзов Н. С. *Культуры сосны на песках Юго-Востока*. Москва: Агропромиздат, 1990. 155 с.
9. Казаков Л. К. *Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования: учебное пособие для студентов высших учебных заведений*. Москва: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
10. Кулик К. Н. *Агроресомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафта*. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 248 с.
11. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. Москва: Минприроды России и Роскомземом, 1994. 12 с.
12. Рулев А. С. *Ландшафтно-географический подход в агоресомелиорации*. Волгоград: Всероссийский научно-исследовательский институт агоресомелиорации, 2007. 160 с.
13. Турчин Т. Я., Турчина Т. А. *Аренные леса степного Придонья*. Научная мысль Кавказа, 2007, № 1 (49), с. 50-54.
14. Identification of driving forces for windbreak and sand fixation services in semiarid and arid areas: A case of Inner Mongolia, China / Lihan C., Zhen S., Yuexin L. and et all // *Progress in Physical Geography*, 2022, vol. 0 (0), pp. 1-18.
15. Lomnický G. A., Herlihy A. T., Kaufmann P. R. Quantifying the extent of human disturbance activities and anthropogenic stressors in wetlands across the conterminous United States: results from the National Wetland Condition Assessment // *Environ Monit Assess*, 2019, vol. 191. no 1, pp. 324-347.
16. Xiang Y., Jiaqiang L., Xin G. An over review of desertification in Xinjiang, Northwest China // *Journal of Arid Land*, 2022, no. 14 (2), pp. 1181-1195.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 21.02.2023

Принята к публикации: 28.05.2024

UDC 502.5

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/107-113>

ISSN 1609-0683

## Analysis of the Kazansko-Vyoshensky Sand Massif by the Index of Anthropogenic Disturbance of the Landscape

D. I. Archakov, S. A. Istomin ✉, T. N. Lebedeva

*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation (97, Universitetskii Ave., Volgograd, 400062)*

**Abstract.** The purpose of the work is to analyze the anthropogenic disturbance of the landscapes of a key section of the eastern part of the Kazan-Vyoshensky sand massif with an area of 12134.3 hectares.

**Materials and methods.** The main element according to which the anthropogenic disturbance index is calculated is the normalized growing index (NDVI) obtained during the decryption of Sentinel-2 space images for 2018 and 2022 years. Four levels were allocated for the analysis of the studied area by the size of anthropogenic disturbance: norm, risk, crisis, disaster, which reflect the degree of degradation of landscapes and their resistance to economic activity.

**Results and discussion.** When constructing space photo schemes, the following elements of landscapes are distinguished: deciduous stand of trees, forest crops of common pine (*Pinus sylvestris*) and Crimean pine (*Pinus nigra subsp. pallasiana*); forest cultures of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Crimean pine (*Pinus nigra subsp. pallasiana*); shrubs and herbaceous (vegetative) vegetation; sands, which were classified by degree of vegetation coverage (open and slightly overgrown – 0-30 %; medium overgrown – 30-50 %; overgrown – over 50 %). Agricultural lands, water bodies, residential areas, road and transport network were identified by decoding features on the space photo scheme. It was revealed that in 2018 the landscape disturbance belonged to the «risk» class, while in 2022 year to the «normal» class.

**Conclusions.** The improvement of phytoecological conditions for this area is due to the reduction of lands of certain categories that are poorly resistant to anthropogenic activity. It is worth noting that the territories located on light sandy soils can change during the year due to the effects of natural and anthropogenic factors.

© Kamanina I. Z., Kaplina S. P., Chigoeva D. N., 2024

✉ Sergey A. Istomin, e-mail: [istomin-s@vifanc.ru](mailto:istomin-s@vifanc.ru)



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Keywords:** sands, Kazan-Vyoshensky sand massif, anthropogenic disturbance index, normalized vegetation index, forest crops, nature management, landscape.

**Funding:** this work was carried out within the framework of State Task No. FNFE-2022-0011 «Development of a new methodology for optimal management of biological resources in the agroland shafts of the dry zone of the Russian Federation using system-dynamic modeling of soil and hydrological processes, a comprehensive assessment of the impact of climatic changes and anthropogenic loads on agrobiological potential and forest growing conditions».

**For citation:** Archakov D.I., Istomin S.A., Lebedeva T.N. Analysis of the Kazansko-Vyoshensky Sand Massif by the Index of Anthropogenic Disturbance of the landscape. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografija. Geoekologiya*, 2024, no. 2, pp. 123-129. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/107-113>

#### REFERENCES

1. Archakov D.I. Istoriya izucheniya i hozyajstvennogo osvoeniya Kazansko-Veshenskogo peschanogo massiva [History of study and economic development of the Kazan-Veshensky sand massif]. *Materialy VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (stanica Veshenskaya, 12-13 oktyabrya 2022 goda)*, 2022, pp. 69-75. (In Russ.)
2. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoj ekologii* [Fundamentals of Landscape Ecology]. Moscow: GEOS, 1998. 418 p. (In Russ.)
3. Gael' A.G. *Obleсение bugristykh peskov zasushlivykh oblastey* [Afforestation of bumpy sands of arid regions]. Moscow: Gosudarstvennoe izd-vo geograficheskoy literatury, 1952. 218 p. (In Russ.)
4. Gael' A.G. *Peski Nizhnego Dona* [Sands of the Lower Don]. Moscow: Sel'hozizdat, 1930. 195 p. (In Russ.)
5. Gael' A.G., Gumilev L.N. Raznovozrastnye pochvy na peskah Dona i peredvizhenie narodov za istoricheskiy period [Different-age soils in the sands of the Don and the movement of peoples during the historical period]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*, 1966, no. 1, pp. 11-20. (In Russ.)
6. Gael' A.G., Smirnova L.F. *Peski i peschanye pochvy* [Sands and sandy soils]. Moscow: Nauka, 1999. 460 p. (In Russ.)
7. Gumilev L.N. *Drevnyaya Rus' i velikaya step'* [Ancient Russia and the Great Steppe]. Moscow: Eksmo, 2006. 508 p. (In Russ.)
8. Zyuz' N.S. *Kul'tury sosny na peskah YUgo-Vostoka* [Cultivation of pine on the sands of the South-East]. Moscow: Agropromizdat, 1990. 155 p. (In Russ.)
9. Kazakov L.K. *Landshaftovedenie s osnovami landshaftnogo planirovaniya: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. Zavedenij* [Landscape science with the basics of landscape planning: a textbook for students of higher education institutions]. Moscow: Izdatel'skiy centr «Akademiya», 2008. 336 p. (In Russ.)
10. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoe kartografirovaniye i fitoekologicheskaya ocenka aridnykh landshafta* [Agroforestry and reclamation mapping and phytocological assessment of arid landscapes]. Volgograd: VNIALMI, 2004. 248 p. (In Russ.)
11. *Metodika opredeleniya razmerov ushcherba ot degradacii pochv i zemel'* [Methodology for determining the extent of damage from soil and land degradation]. Uтверждено Минприроды России и Роскомземом в июле, 1994. 12 p. (In Russ.)
12. Rulev A.S. *Landshaftno-geograficheskij podhod v agrolesomeliacii* [Landscape-geographical approach in agroforestry]. Volgograd: Vserossijskiy nauchno-issledovatel'skiy institut agrolesomeliacii, 2007. 160 p. (In Russ.)
13. Turchin T.Ya., Turchina T.A. Arennye lesa stepnogo Pridon'ya [Aren forests of the steppe Don Region]. *Nauchnaya mysl' Kavkaza*, 2007, no. 1 (49), pp. 50-54. (In Russ.)
14. Identification of driving forces for windbreak and sand fixation services in semiarid and arid areas: A case of Inner Mongolia, China / Lihan C., Zhen S., Yuexin L. and et al. *Progress in Physical Geography*, 2022, vol. 0 (0), pp. 1-18.
15. Lomnický G.A., Herlihy A.T., Kaufmann P.R. Quantifying the extent of human disturbance activities and anthropogenic stressors in wetlands across the conterminous United States: results from the National Wetland Condition Assessment. *Environ Monit Assess*, 2019, vol. 191, no 1, pp. 324-347.
16. Xiang Y., Jiaqiang L., Xin G. An over review of desertification in Xinjiang, Northwest China. *Journal of Arid Land*, 2022, no. 14 (2), pp. 1181-1195.

**Conflict of interests:** The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received; 21.02.2023

Accepted: 28.05.2024

Арчаков Денис Игоревич

Младший научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-7566-443X, e-mail: archakov-di@vfanc.ru

Истомин Сергей Александрович

Младший научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-1511-832X, e-mail: istomin-s@vfanc.ru

Лебедева Татьяна Николаевна

Младший научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-5271-9768, e-mail: lebedeva-t@vfanc.ru

Denis I. Archakov

Junior Researcher at the Agroforest Landscape Hydrology Laboratory, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-7566-443X, e-mail: archakov-di@vfanc.ru

Sergey A. Istomin

Junior Researcher at the Agroforest Landscape Hydrology Laboratory, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-1511-832X, e-mail: istomin-s@vfanc.ru

Tatiana N. Lebedeva

Junior Researcher at the Agroforest Landscape Hydrology Laboratory, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5271-9768, e-mail: lebedeva-t@vfanc.ru