

## ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРАМИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

А.Н. Берденгалиева

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Россия, Волгоград  
e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

Нерациональное использование песчаных почв, такое как распашка и чрезмерные пастбищные нагрузки, способствует ветровой эрозии и увеличению площадей подвижных песчаных массивов. Поэтому сохранение и мониторинг сосновых насаждений на песчаных почвах играют важную роль, так как они не только закрепляют пески, но и имеют рекреационную и охотхозяйственную ценность. Картографирование выгоревших площадей и использование технологий дистанционного зондирования Земли помогают в анализе состояния лесных насаждений и разработке эффективных мер по охране лесов от пожаров. В данном исследовании проведена оценка динамики площадей сосновых насаждений на песках на севере Волгоградского Заволжья за период 1987-2022 гг. по спутниковым данным Landsat. На протяжении исследуемого периода площадь сосновых насаждений на песчаных участках увеличилась с 2,4 тыс. га до 3,4 тыс. га, несмотря на 0,6 тыс. га погибших насаждений. Главной причиной сокращения являются ландшафтные пожары, которые неоднократно охватывали лесные массивы. Спутниковые снимки показывают разрушительные последствия пожаров, которые привели к гибели значительной части пройденных огнем насаждений. Более тщательная противопожарная профилактика и введение запрета на посещение лесов в Волгоградской области способствовали снижению числа пожаров в последние годы, после 2010 г. лесные пожары в исследованных сосновых массивах не зафиксированы.

*Ключевые слова:* лесные пожары, сосновый массив, Заволжье, Волгоградская область, Кустаревские пески, дистанционное зондирование, геоинформационные технологии.

### Введение

Песчаные почвы при их нерациональном использовании (распашке, чрезмерном превышении пастбищных нагрузок) подвержены негативному воздействию ветровой эрозии. Из-за этого площади открытых песчаных массивов увеличиваются за счет погребения песком окружающих участков. Одним из самых эффективных методов закрепления песков, в том числе с точки зрения финансовых затрат, является их фитомелиоративное обустройство с использованием различных трав, кустарников и деревьев [1]. Песчаные массивы степной зоны традиционно закрепляют массивными, кулисными или колковыми насаждениями из сосны обыкновенной и крымской, в настоящее время значительные площади песков степной зоны закреплены подобными лесами [2]. В условиях тотальной распашки степей песчаные массивы остаются участками в относительно естественном состоянии, тем не менее комплексное воздействие неблагоприятных природных и антропогенных факторов может привести к необратимым последствиям вплоть до полной утраты растительного покрова и превращения в подвижные пески, которые служат источником материала для масштабных пыльных бурь. Подобное наблюдалось на пастбищах юго-востока европейской части РФ после их распашки в 1970-80-х гг. и засухи и перевыпаса в 2020-2022 гг. [3, 4].

По данным [5], площадь деградации растительного покрова в Волгоградском Заволжье в среднем составляет 150 тыс. га, достигая в отдельные годы 300 тыс. га. В таких

условиях вопрос закрепления песков стоит достаточно остро. Данная территория отличается очень низкими значениями естественной лесистости, что связано со сложными природно-климатическими условиями, сосновые насаждения есть только в северной части региона на песках вдоль поймы реки Еруслан (Салтовский лес) и Волгоградского водохранилища [6]. В этих условиях становится крайне важным сохранение уже существующих лесных насаждений на песках, поскольку они играют значимую роль не только по их закреплению, но и имеют рекреационную и охотхозяйственную ценность. При этом многие исследователи отмечают деградацию сосновых насаждений в степной зоне из-за неблагоприятных гидротермических условий, пожаров, болезней, вредителей и незаконных рубок [7-10]. По этим причинам важную роль играет мониторинг состояния сосновых насаждений, для которого в последние десятилетия широко применяют технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные методы [11-13].

Близкое расположение лесных массивов к населенным пунктам в условиях низкой облесенности территории приводит к концентрации отдыхающих, что может вызывать пожары из-за неосторожного обращения с огнем местных жителей, поэтому требуются эффективные меры по охране лесов от пожаров. Картографирование выгоревших площадей позволяет идентифицировать наиболее пожароопасные участки, а также анализировать условия возникновения и распространения пожаров, поэтому является важным этапом в ландшафтно-экологических исследованиях [14-16]. Данные ДЗЗ достаточно широко применяются для картографирования лесных насаждений, анализа их состояния и пройденных огнем площадей [17-23]. Цель данного исследования – определить динамику площадей сосновых насаждений на севере Волгоградского Заволжья и оценить их гибель от пожаров.

### Материалы и методы

Исследуются искусственные хвойные насаждения на севере Волгоградского Заволжья в Старополтавском районе, который расположен на границе сухих и опустыненных степей (рис. 1). На территории района находятся два крупных лесных массива на песчаных почвах с преобладанием хвойных пород: Кустаревские пески (Красноярское лесничество) и Салтовский лес (Старополтавское лесничество). Песчаные холмы Кустаревских песков, площадь которых составляет приблизительно 3 тыс. га, находятся между селами Красный Яр и Черebaево. Высота песчаных холмов варьирует от 5 до 7 метров. На этих песках были высажены деревья сосны обыкновенной. Здесь также расположено охотничье хозяйство, в котором достаточно высока численность кабана и других копытных. В почвах Кустаревских песков содержание глинистых частиц составляет 3,8-3,9%. С запада территория ограничивается Волгоградским водохранилищем. В насаждениях преобладает сосна обыкновенная (лат. *Pinus sylvestris* L.) [2]. Салтовский лес расположен на песках вдоль поймы реки Еруслан, около пос. Салтово. В Салтовском лесу кроме сосны обыкновенной отмечается сосна Палласа (крымская) – *Pinus pallasiana* D. Don. Также Салтовский лес является действующей особо охраняемой природной территорией (ООПТ) – памятником природы регионального значения. Это территория, представляющая особую ценность для сохранения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Волгоградской области [24].

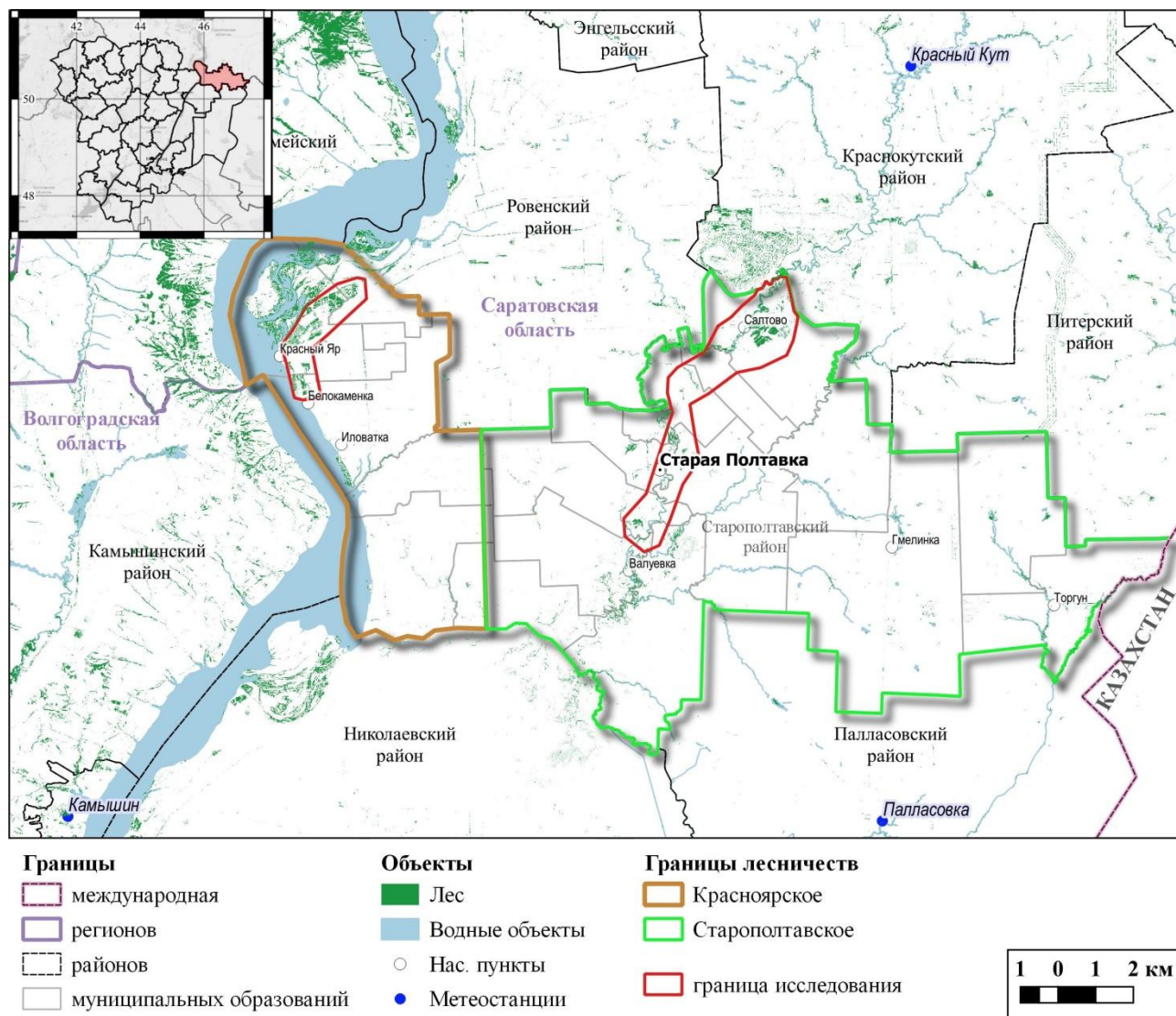


Рисунок 1 – Схема района исследования

Исследование охватывает 1984-2022 гг. в соответствии с глубиной архива данных миссии Landsat пространственного разрешения 30 м/пикс. По разновременным данным дистанционного зондирования можно отследить динамику изменения площадей лесов, выделить участки лесовосстановления или гибели насаждений [10, 11, 19]. Картографирование лесных насаждений осуществлялось на основе зимних спутниковых изображений со снежным покровом (рис. 2). Для 1987 и 2022 гг. также были рассчитаны значения бисезонного индекса леса BSFI, показавшего достаточно высокую точность при картографировании защитных лесных насаждений Саратовской и Волгоградской областей [25]. Данный индекс рассчитывается как нормализованная разница минимизированных за летние месяцы значений вегетационного индекса NDVI и максимального альбедо в период залегания снежного покрова. Таким образом, получается индексное изображение, где лесные насаждения характеризуются большими значениями BSFI, что позволяет достаточно точно отделять их от естественной травянистой растительности и сельскохозяйственных полей, т.к. в отличие от деревьев, они бывают покрыты снегом зимой и характеризуются меньшими значениями NDVI летом. Использование данных ближнего инфракрасного диапазона позволяет достаточно точно дифференцировать хвойные и лиственные насаждения, т.к. у первых в этом диапазоне большие значения спектральной яркости [19].

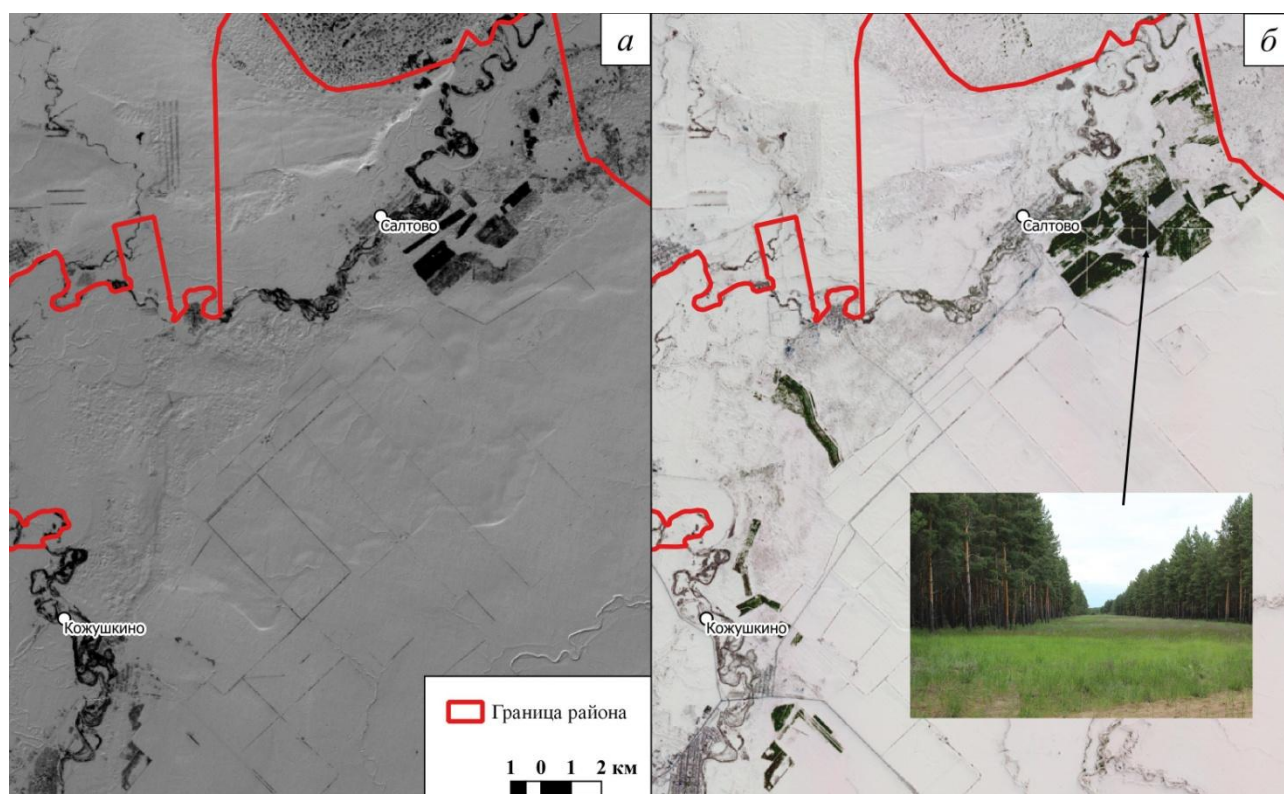


Рисунок 2 – Салтовский лес, Зимние снимки Landsat: *a* – 04.03.1987, LT05; *б* – 26.03.2022 LC09, фотография 25 мая 2020 г.

Для картографирования пройденных огнем площадей и мониторинга изменения площадей лесных насаждений на территории исследования использовались разновременные спутниковые снимки Landsat 5, 7, 8, 9. Для всех данных выбрано единое пространственное разрешение 30 метров на пиксель, т.к. спутниковая система Landsat 5 не имеет панхроматического канала, позволяющего увеличить разрешение до 15 м/пикс. Для верификации распространения пожаров использовались очаги активного горения FIRMS (<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>) с разрешением 1000 м, период съемки с 2001 г. по настоящее время [26]. На период до 2001 г. использованы контура пожаров, выполненные методом визуального дешифрирования данных Landsat в соответствии с широко распространенной методикой экспертного дешифрирования RGB-синтеза спектральных каналов с включением коротковолнового (КВИК) и ближнего (БИК) инфракрасных диапазонов [13, 27, 28, 29]. Анализировались ежегодные данные за июнь-октябрь, т.к. в эти месяцы отмечена максимальная горимость сосняков Волгоградской области [8, 9]. Выгоревшие площади характеризуются четкими дешифровочными признаками: кирпично-красным цветом и формой, соответствующей фронту пожара (рис. 3). Поэтому достаточно надежно картографируются с помощью экспертного дешифрирования. Также в мае 2020 г. и в августе 2022 г. были проведены рекогносцировочные обследования изучаемых сосновых массивов для уточнения дешифровочных признаков при их картографировании. Контроль точности картографирования лесных насаждений проводился экспертным методом по данным сверхвысокого пространственного разрешения с использованием программы Google Earth Pro. Обработка спутниковых данных и геоинформационный анализ проводились в программе QGIS 3 и представлены в проекции UTM (зона 38), система координат WGS84 (EPSG 32638). Данные о температурах и осадках получены с помощью сервиса АИСОРИ (<http://aisori-m.meteo.ru/>).

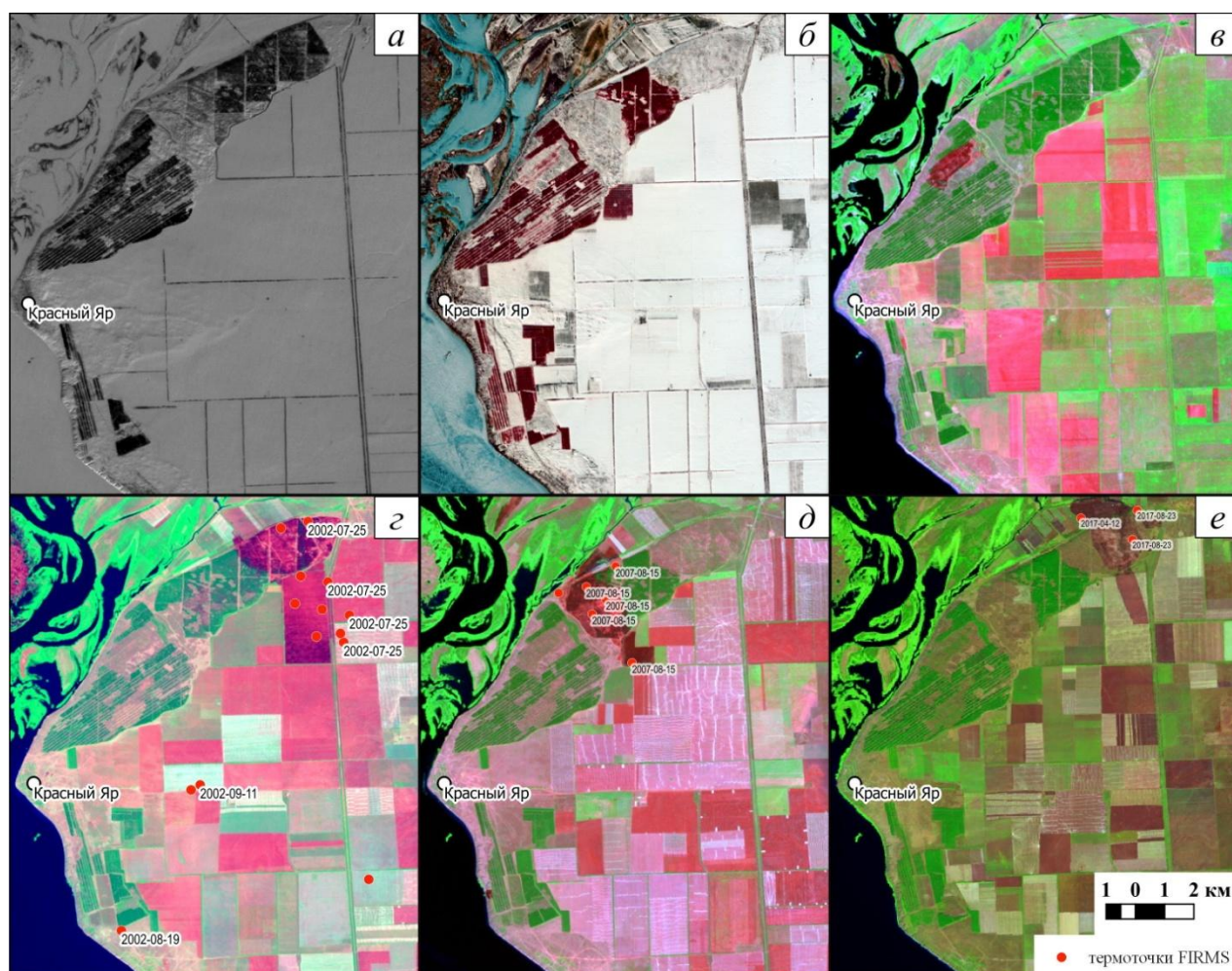


Рисунок 3 – Фрагменты спутниковых изображений Landsat на территорию массива «Кустаревские пески»: *а* – 04.03.1987, БИК-канал; *б* – 26.03.2022, комбинация каналов БИК-К-3; *в* – 14.06.1996, LT05; *г* – 01.08.2002, комбинации каналов-КВИК-БИК-3; *д* – пожар 23.08.2007, LT05; пожар; *е* – 19.09.2017

### Результаты и обсуждение

На 1987 г. площадь сосновых насаждений на территории исследований составила 2,4 тыс. га, в том числе 1,8 тыс. га в Красноярском и 0,6 тыс. га в Старополтавском лесничествах. Максимальная величина площади посадок сосны отмечена в 2010 году, составив 3,64 тыс. га. Достигшие проектных характеристик после 1987 г. лесные массивы четко видны на спутниковых снимках (рис. 3). По данным исследования Ткаченко Н.А и Кошелева А.В. в Волгоградском Заволжье площадь массивных насаждений на песках в 2015-2016 гг. составляла 4,9 тыс. га [6]. Что достаточно согласуется с полученными результатами, т.к. сосновые насаждения на песках вдоль Волгоградского водохранилища также есть и в полупустынной зоне южнее. К 2022 г. площадь сосновых лесов в районе исследований несколько уменьшилась и составила 3,4 тыс. га.

Основная причина сокращения площадей насаждений сосны – ландшафтные пожары. На рисунке 4 показаны погибшие насаждения на 2022 г. после пожаров разных лет. За последние 35 лет крупные лесные пожары площадью более 100 га каждый пять раз охватывали лесные массивы: в 1996, 1997, 1999, 2002, 2007 и 2010 гг. Также в 1990 и 1998 гг. были пожары на площади 15-20 га. В 2002 г. пройденная огнем площадь была максимальной и достигла 580 га, в том числе 373 га покрытой лесом площади, в результате насаждения погибли на площади 357 га (рис. 5). Последний крупный пожар на территории Кустаревских

песков был в августе 2017 года (рис. 3е), но покрытая лесом площадь не была затронута, т.к. пожар произошел на месте уничтоженного в 2002 г. леса.

Большая часть пожаров произошла в Красноярском лесничестве на территории Кустаревского песчаного массива. В Салтовском лесу только в 1997 году был пожар площадью 112 га, в том числе 25,3 га покрытой лесом площади, из которых погибло 22,6 га. Большая часть ландшафтных пожаров происходит по вине человека из-за неосторожного обращения с огнем или умышленных палов на сенокосах и сельскохозяйственных полях [14]. Пожары 1996 и 1999 гг. начались и закончились внутри лесных массивов, что свидетельствует о нахождении источника огня в лесу. Сосновые насаждения в малолесном Заволжье притягивают большое количество отдыхающих, при этом в Старополтавском лесничестве достаточные площади занимают пойменные леса реки Еруслан, которые более привлекательны для туристов по сравнению с сосновыми насаждениями на песках. Возможно, из-за этого в Салтовском лесу меньше пожаров. Кроме этого, Салтовский лес является региональной ООПТ, из-за чего там более тщательно проводится противопожарная профилактика. Тем не менее, за последние пять лет пожаров на территории сосновых насаждений не отмечено, что может быть связано с усилением профилактических мероприятий, в том числе ежегодно вводимым в Волгоградской области запрете на посещение лесов [15].

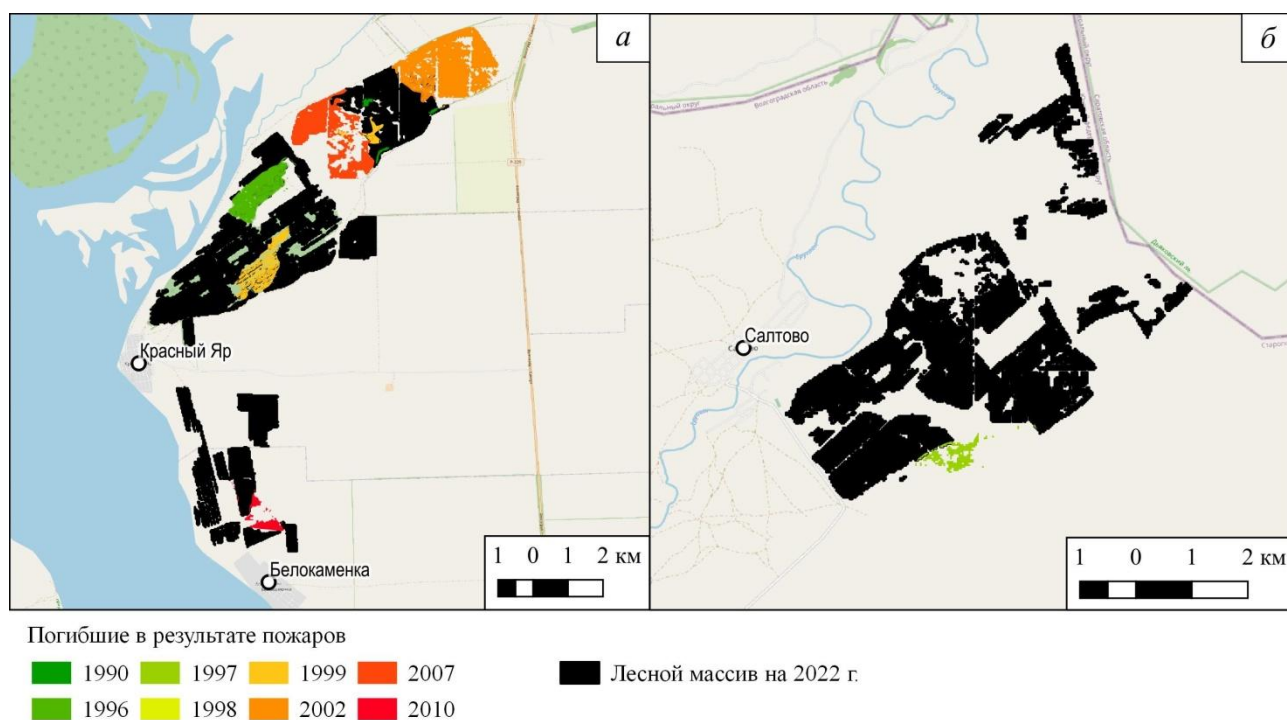


Рисунок 4 – Пространственно-временное распределение погибших от пожаров лесов: а) – Кустаревские пески, б) – Салтовский лес

Кроме источника огня для возникновения и распространения пожара важны погодные условия: в жаркую сухую погоду выгоревшая площадь в лесных насаждениях увеличивается [16]. Величина выгоревшей площади в районе исследований характеризуется положительной умеренной связью с максимальными годовыми среднемесячными температурами ( $r=0,55$ ) и сильной отрицательной связью с годовой суммой осадков ( $r=-0,70$ ), что согласуется с результатами других авторов [8, 9]. В 2001 и 2002 гг. отмечены самые высокие среднемесячные температуры за 1984-2002 гг. ( $26,5^{\circ}\text{C}$  и  $27,0^{\circ}\text{C}$  соответственно по метеостанции в Палласовке), при этом в 2001 г. выпало осадков на 20-30 % выше нормы, а в 2002 г. – на 10 % ниже. Этим может объясняться максимальная выгоревшая площадь в

2002 г.. В дальнейшем максимальные среднемесячные температуры превышали 27°C только в 2007, 2010 и 2011 гг. (28°C, 28,5°C, 28,3°C соответственно), при этом в 2007 и 2010 гг. отмечалась засуха, например, по метеостанции Красный Кут в 2007 г. осадков выпало на 33 % меньше нормы. После 2010 г. в Северном Прикаспии отмечается практически повсеместное снижение горимости [15, 28], которое может быть связано с вовлечением в оборот неиспользуемых ранее сельскохозяйственных земель, ростом поголовья скота, которое приводит к снижению массы сухой травянистой растительности. Также после значительных выгоревших площадей, в том числе в лесах, были усилены меры противопожарной профилактики. В результате даже в самый засушливый 2020 г. лесных пожаров на территории исследований удалось избежать. Поэтому сокращение площади сосновых насаждений на 225 га в 2022 г. по сравнению с 2010 г. может быть вызвано гибелью деревьев из-за неблагоприятных гидротермических условий, а также болезней и вредителей.

Визуальная оценка спутниковых изображений сверхвысокого пространственного разрешения позволила определить, что на большей части площади с погибшими сосновыми насаждениями Красноярского лесничества в настоящее время проведены работы по лесовосстановлению. Это создает предпосылки для восстановления площадей насаждений сосны на песчаных массивах при соблюдении необходимых мер по недопущению ландшафтных пожаров в будущем.

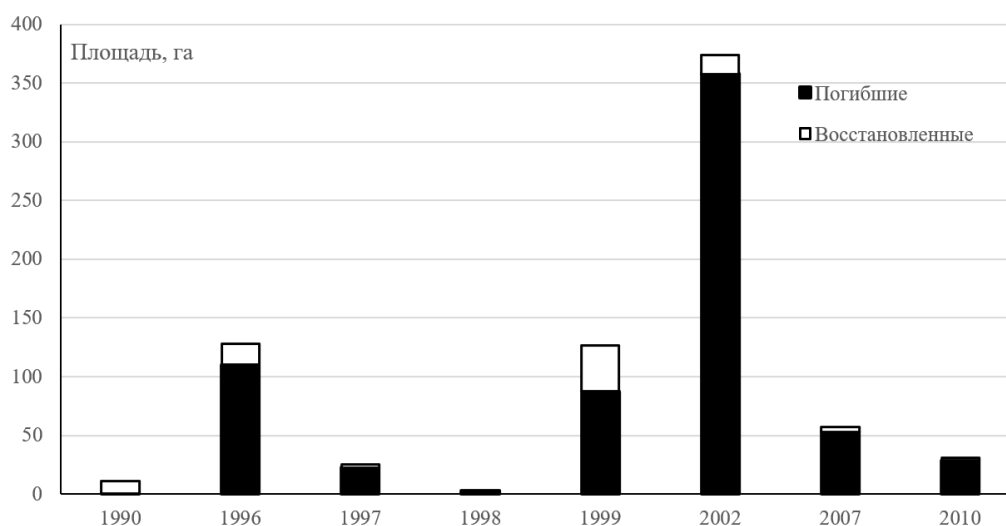


Рисунок 5 – Динамика поврежденных пожарами лесных площадей

### Выводы

В результате проведенных исследований на основе разновременных и разносезонных данных дистанционного зондирования Земли за период 1984-2022 гг. были установлены поврежденные, восстановленные и вновь созданные массивы сосновых насаждений на севере Волгоградского Заволжья. Использование комбинаций спутниковых данных за вегетационный период и зимой при наличии снежного покрова позволяет достаточно надежно картографировать лесные насаждения, а значения яркости в ближнем инфракрасном диапазоне дают возможность дифференцировать хвойные и лиственные насаждения.

Несмотря на то, что пожарами в 1990-2010 гг. было уничтожено 662 га лесов в районе, их площадь к 2010 г. после 1987 г. увеличилась на 1,2 тыс. га, достигнув 3,6 тыс. га. В дальнейшем к 2022 г. площадь сосновых лесов сократилась на 225 га предположительно из-за болезней, вредителей и неблагоприятных гидротермических условий, т.к. лесных пожаров после 2010 г. не зафиксировано ни по данным детектирования активного горения, ни с

помощью экспертного дешифрирования спутниковых изображений. Визуальная оценка состояния насаждений по спутниковым данным сверхвысокого пространственного разрешения позволила установить наличие молодых посадок сосны на месте погибших из-за пожара насаждений. Молодняки еще не достигли достаточной высоты и сомкнутости, чтобы отображаться на спутниковых изображениях Landsat, но дальнейший мониторинг позволит оценить эффективность лесовосстановления на гарях.

### Благодарности

*Работа проведена в рамках выполнения государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексной мелиорации и защитного лесоразведения Российской академии наук № 122020100406-6 «Теоретические основы и математико-картографические модели функционирования агролесомелиоративных систем в защите почв от дефляции».*

### Список литературы

1. Кулик К.Н., Манаенков А.С., Есмагулова Б.Ж. Лесная мелиорация пастбищ засушливой зоны РФ и пути повышения ее эффективности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3(63). С. 30-40.
2. Манаенков А.С. Лесомелиорация арен засушливой зоны. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 428 с.
3. Шинкаренко С.С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Черных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155-168.
4. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В. Спутниковый мониторинг опустынивания на юге европейской России в 2019-2022 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 319-327.
5. Силова В.А. Мониторинг состояния земель в переходной природно-географической зоне Волгоградского Заволжья // Исследование Земли из космоса. 2023. № 2. С. 54-60.
6. Ткаченко Н.А., Кошелев А.В. Картографирование защитной лесистости агроландшафтов Волгоградского Заволжья // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 2(26). С. 137-143.
7. Левыкин С.В., Чибилев А.А., Вельмовский П.В., Казачков Г.В., Чибилев А.А.(мл). Принципы модернизации лесомелиоративного каркаса Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 13(188). С. 168-174.
8. Манаенков А.С., Егорова Е.В. Причины и погодные особенности формирования пожарной опасности в сосняках засушливой зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 3(31). С. 61-66.
9. Манаенков А.С., Егорова Е.В. Лесообразование и пожарная опасность в монокультурах сосны на территории засушливых областей // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 3(31). С. 56-61.
10. Солдатенков А.А. Дешифрирование состава лесной растительности в условиях среднегорного рельефа // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2014. № 1(133). С. 131-134.



11. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.
12. Юферов В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С., Мушаева К.Б., Кошелев А.В., Дорохина З.П., Березовикова О.Ю. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.
13. Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е. Подходы к картографированию пройденных пожаром лесов в условиях заповедного режима // Географический вестник. 2019. № 2(49). С. 148-157.
14. Павлейчик В.М. Степные пожары как угроза экологической безопасности заповедных территорий (на примере участка «Предуральская степь» заповедника «Оренбургский») // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 245-249.
15. Шинкаренко С.С., Кошелева О.Ю., Берденгалиева А.Н., Олейникова К.А. Мониторинг ландшафтных пожаров в Волгоградской области по данным очагов активного горения // Природные системы и ресурсы. 2018. Т. 8. № 3. С. 59-66.
16. Танюкевич В.В., Верещагин Е.К., Танюкевич В.В. Влияние аридности климата на ландшафтные пожары в Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 57-64.
17. Выприцкий А.А., Шинкаренко С.С. Анализ влияния почвенно-климатических условий на сохранность государственных защитных лесных полос на основе данных Sentinel-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 147-163. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-5-147-163.
18. Мелихова А.В. Пространственный анализ защитных лесных насаждений северной части Ергенинской возвышенности // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 43-48.
19. Терехин Э.А. Пространственный анализ особенностей формирования древесной растительности на залежах лесостепи Центрального Черноземья с использованием их спектральных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 142-156.
20. Федорчук С.А., Матвеев Ш. Опыт электронного картографирования лесных насаждений западных муниципальных районов Саратовской области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 3-2(66). С. 76-80.
21. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change // Science. 2013. vol. 342. no. 6160. pp. 850-853. DOI: 10.1126/science.1244693.
22. Isaev A.S., Bartalev S.A., Lupyay E.A., Lukina N.V. Earth observations from satellites as a unique instrument to monitor Russia's forests // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. vol. 84. no. 6. pp. 413-419.
23. Koshelev A.V., Tkachenko N.A., Shatrovskaya M.O. Decoding of forest belts using satellite images // IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 875. art. no. 012065. 9 p.
24. Хаванская Н.М., Аляев В.А., Вишняков Н.В., Семенова Д.А., Кукушкина Н.А. Исследование и оценка состояния территорий Волгоградского Заволжья, представляющих особую ценность для сохранения объектов животного и растительного мира // Природные системы и ресурсы. 2021. Т. 11. № 4. С. 15-30.
25. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Васильченко А.А. Метод картографирования защитных лесных насаждений на основе разновременных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения и бисезонного индекса леса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 4. С. 207-222.
26. Giglio L., Schroeder W., Justice C.O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. 2016. vol. 178. pp. 31-41.

27. Бибаева А.Ю. Анализ пирогенного воздействия на геосистемы Приольхонья по материалам космической съемки // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-2. С. 347-351.

28. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия Российской Академии Наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 122-133. DOI 10.31857/S2587556622010113.

29. Pavleichik V.M., Chibilev A.A. Steppe fires in conditions the regime of reserve and under changing anthropogenic impacts // Geography and Natural Resources. 2018. vol. 39. no. 3. pp. 212-221.

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

Поступила в редакцию 19.07.2023

Принята к публикации 11.09.2023

## REMOTE MONITORING OF FIRE-DAMAGED PINE PLANTATIONS IN THE NORTH OF VOLGOGRAD ZAVOLZHYE

**A. Berdengalieva**

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

Volgograd, Russia

e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

The irrational use of sandy soils, such as plowing and excessive grazing pressure, contributes to wind erosion and the expansion of sandy areas. Therefore, the conservation and monitoring of pine plantations on sandy sites play a crucial role as they not only stabilize the sands but also have recreational and hunting value. Mapping burned areas and utilizing remote sensing technologies aid in the analysis of forest conditions and the development of effective measures for fire protection. This study assesses the dynamics of pine plantations on sandy areas in the northern part of Volgograd Trans-Volga from 1987 to 2022 using Landsat satellite data. Over the study period, the area of pine plantations on sandy sites increased from 2.4 thousand hectares to 3.4 thousand hectares, despite the loss of 0.6 thousand hectares of plantations. The main cause of the reduction in area is landscape fires that repeatedly affected forested areas. Satellite imagery reveals the destructive impact of fires, leading to the significant loss of plantations. Improved fire prevention measures and the implementation of forest visitation restrictions in the Volgograd region have contributed to a decrease in the number of fires for recent years. No forest fires have been recorded in the studied pine plantations since 2010.

*Key words:* forest fires, pine forest, Zavolzhye, Volgograd region, Kustarevskie sands, remote sensing, geoinformation technologies.

### References

1. Kulik K.N., Manaenkov A.S., Esmagulova B.Zh. Lesnaia melioratsiia pastbishch zasushlivoi zony RF i puti povysheniia ee effektivnosti. Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. 2021. N 3(63). S. 30-40.

2. Manaenkov A.S. Lesomelioratsiia aren zasushlivoi zony. Volgograd: FNTs agroekologii RAN. 2018. 428 s.

3. Shinkarenko S.S. Spatial-temporal dynamics of desertification in Black Lands. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2019. vol. 16, no. 6. S. 155-168.
4. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Doroshenko V.V. Satellite monitoring of desertification processes in the south of European Russia in 2019-2022. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2022. vol. 19. no. 5. S. 319-327.
5. Silova V.A. Monitoring sostoianiiia zemel v perekhodnoi prirodno-geograficheskoi zone Volgogradskogo Zavolzhia. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 2023. N 2. S. 54-60.
6. Tkachenko N.A., Koshelev A.V. Kartografirovaniie zashchitnoi lesistosti agrolandshaftov Volgogradskogo Zavolzhia. *Vestnik APK Stavropolia*. 2017. N 2(26). S. 137-143.
7. Levykin S.V., Chibilev A.A., Velmovskii P.V., Kazachkov G.V., Chibilev A.A. Printsipy modernizatsii lesomeliorativnogo karkasa Orenburgskoi oblasti. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015. N 13(188). S. 168-174.
8. Manaenkov A.S., Egorova E.V. Prichiny i pogodnye osobennosti formirovaniia pozharnoi opasnosti v sosniakakh zasushlivoi zony. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*. 2013. N 3(31). S. 61-66.
9. Manaenkov A.S., Egorova E.V. Lesoobrazovanie i Pozharnaia opasnost v monokulturakh sosny na territorii zasushlivykh oblastei. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*. 2013. N 3(31). S. 56-61.
10. Soldatenkov A.A. Deshifrirovaniie sostava lesnoi rastitelnosti v usloviiah srednegornogo relefa. *Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriia 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki*. 2014. N 1(133). S. 131-134.
11. Bartalev S.A., Egorov V.A., Zharko V.O., Loupian E.A., Plotnikov D.E., Khvostikov S.A., Shabanov N.V. Sputnikovoe kartografirovaniie rastitel'nogo pokrova Rossii (Land cover mapping over Russia using Earth observation data). Moscow: IKI RAN, 2016. 208 s.
12. Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Mushaeva K.B., Koshelev A.V., Dorohina Z.P., Berezovikova O.Yu. Geoinformatsionnye tekhnologii v agrolesomelioratsii. Volgograd: VNIALMI. 2010. 102 s.
13. Kadetov N.G., Gnedenko A.E. Podkhody k kartografirovaniiu proidennykh pozharom lesov v usloviiah zapovednogo rezhima. *Geograficheskii vestnik*. 2019. N 2(49). S. 148-157.
14. Pavleichik V.M. Stepnye pozhary kak ugroza ekologicheskoi bezopasnosti zapovednykh territorii (na primere uchastka "Preduralskaia step" zapovednika "Orenburgskii"). *Voprosy stepovedeniia*. 2019. N 15. S. 245-249.
15. Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Yu., Berdengalieva A.N., Oleinikova K.A. Monitoring landshaftnykh pozharov v Volgogradskoi oblasti po dannym ochagov aktivnogo gorenii. *Prirodnye sistemy i resursy*. 2018. T. 8. N 3. S. 59-66.
16. Taniukevich V.V., Vereshchagin E.K., Taniukevich V.V. Vliianie aridnosti klimata na landshaftnye pozhary v Volgogradskoi oblasti. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*. 2022. N 3(118). S. 57-64.
17. Vypritskii A.A., Shinkarenko S.S. Analiz vliianiia pochvenno-klimaticheskikh uslovii na sokhrannost gosudarstvennykh zashchitnykh lesnykh polos na osnove dannykh Sentinel-2. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniia Zemli iz kosmosa*. 2022. T. 19. N 5. S. 147-163.
18. Melikhova A.V. Prostranstvennyi analiz zashchitnykh lesnykh nasazhdenii severnoi chasti Ergeninskoi vozvyshechnosti. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*. 2022. N 3(118). S. 43-48.
19. Terekhin E.A. Prostranstvennyi analiz osobennostei formirovaniia drevesnoi rastitelnosti na zalezkhakh lesostepi Tsentralnogo Chernozemia s ispolzovaniem ikh spektralnykh priznakov. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniia Zemli iz kosmosa*. 2020. T. 17. N 5. S. 142-156.

20. Fedorchuk S.A., Matveev Sh. Opyt elektronnoho kartografirovaniia lesnykh nasazhdenii zapadnykh munitsipalnykh raionov Saratovskoi oblasti. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2022. N 3-2(66). S. 76-80.
21. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*. 2013. vol. 342. no. 6160. pp. 850-853. DOI: 10.1126/science.1244693.
22. Isaev A.S., Bartalev S.A., Lupyay E.A., Lukina N.V. Earth observations from satellites as a unique instrument to monitor Russia's forests. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2014. vol. 84. no 6. pp. 413-419.
23. Koshelev A.V., Tkachenko N.A., Shatrovskaya M.O. Decoding of forest belts using satellite images. *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*. 2021. vol. 875. art. no. 012065. 9 p.
24. Khavanskaia N.M., Aliaev V.A., Vishniakov N.V., Semenova D.A., Kukushkina N.A. Issledovanie i otsenka sostoianiia territorii Volgogradskogo Zavolzhia, predstavliaiushchikh osobuiu tseinnost dlia sokhraneniia obiektov zhivotnogo i rastitelnogo mira. *Prirodnye sistemy i resursy*. 2021. T. 11. N 4. S. 15-30.
25. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Vasilchenko A.A. Metod kartografirovaniia zashchitnykh lesnykh nasazhdenii na osnove raznovremennykh sputnikovykh izobrazhenii vysokogo prostranstvennogo razresheniia i bizezonnogo indeksa lesa. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniia Zemli iz kosmosa*. 2022. T. 19. N 4. S. 207-222.
26. Giglio L., Schroeder W., Justice C.O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. *Remote Sensing of Environment*. 2016. vol. 178. pp. 31-41.
27. Bibaeva A.Yu. Analiz pirogennoho vozdeistviia na geosistemy Priolkhonia po materialam kosmicheskoi siemki. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia*. 2016. N 12-2. S. 347-351.
28. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. Dinamika ploshchadi garei v zonalnykh landshaftakh iugo-vostoka evropeiskoi chasti Rossii. *Izvestiia Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*. 2022. T. 86. N 1. S. 122-133.
29. Pavleichik V.M., Chibilev A.A. Steppe fires in conditions the regime of reserve and under changing anthropogenic impacts. *Geography and Natural Resources*. 2018. vol. 39. no. 3. pp. 212-221.

#### Сведения об авторе:

Асель Нурлановна Берденгалиева

Младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН)

ORCID: 0000-0002-5252-7133

Asel Berdengalieva

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

**Для цитирования:** Берденгалиева А.Н. Дистанционный мониторинг поврежденных пожарами сосновых насаждений на севере Волгоградского Заволжья // Вопросы степеведения. 2023. № 3. С. 104-115. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-3-104-115