



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

UDC 55

LBC 26.8

MAPPING OF LANDSCAPE FIRES IN THE MEKONG DELTA ¹

Ruslan N. Berdengaliev

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of the analysis of the spatial-temporal dynamics of wildfires within the boundaries of the economic region “Mekong Delta” in the south-west of the Republic of Vietnam for the period from 2001-2020. according to various information products of satellite monitoring based on data MODIS spatial resolution 250-1000 m and Landsat resolution 30 m. Mapping of burnt-out areas was performed and the recurrence of fires was determined for 13 provinces of the Mekong Delta. In the future, this will allow us to determine the influence of natural and anthropogenic factors on the burnability of the territory, as well as to study the consequences of pyrogenic effects on landscapes. According to various information products of the burnt areas, the total area of the hares ranged from 1 to 8.7 million hectares or from 15 to 37 % of the entire territory. Data on the recurrence of fires during the study period were obtained, which allows us to find out in which areas fires occur most often. The maximum frequency of fires is typical for Anjiang Province, located in the north of the region. The ability to harvest rice 2-3 times a year creates prerequisites for burning rice straw in the fields. This is probably why the increased frequency of fires and the burning of the most agricultural-developed provinces of the Mekong Delta are associated with this. This indicates the high importance of fires as an exogenous factor for the ecosystems of the lower Mekong in the conditions of climate change. In the future, an analysis of the dynamics of the territory’s burnability under the influence of climatic and hydrological factors may be carried out, considering the peculiarities of agricultural use of the Mekong Delta territory.

Key words: landscape fires, Mekong Delta, remote sensing, FIRMS, MCD64A1, GABAM, FireCCI51.

Citation. Berdengaliev R.N. Mapping of Landscape Fires in the Mekong Delta. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 47-54. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

УДК 55

БКК 26.8

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

В ДЕЛЬТЕ РЕКИ МЕКОНГ ¹

Руслан Нурланович Берденгалиев

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа пространственно-временной динамики природных пожаров в границах экономического региона «Дельта реки Меконг» на юго-западе Республики Вьетнам за период с 2001–2020 гг. по данным различных информационных продуктов спутникового мониторинга, основанных на данных MODIS пространственного разрешения 250–1000 м и Landsat разрешения 30 м. Выполнено картографирование выгоревших площадей и определена повторяемость пожаров для 13 провинций дельты Меконга. В дальнейшем это позволит определить влияние природных и антропогенных факторов на горимость территории, а также изучить последствия пирогенного воздействия на ландшафты. По данным разных информационных продуктов выгоревших площадей суммарная площадь гарей составила от 1 до 8,7 млн га или от 15 до 37 % всей территории. Получены данные повторяемости пожаров в течение исследуемого периода, что позволяет узнать на каких участках, пожары происходят чаще всего. Максимальная частота пожаров характерна для провинции Анзянг, расположенной на севере региона. Возможность получать уро-

жаи риса 2-3 раза в год создает предпосылки для выжигания рисовой соломы на полях. Вероятно, именно с этим связана повышенная частота пожаров и горимость наиболее сельскохозяйственно-освоенных провинций дельты реки Меконг. Это свидетельствует о высокой значимости пожаров как экзогенного фактора для экосистем нижнего течения Меконга в условиях изменения климата. В будущем может быть проведен анализ динамики горимости территории под влиянием климатических и гидрологических факторов с учетом особенностей сельскохозяйственного использования территории дельты реки Меконг.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, дельта реки Меконг, дистанционное зондирование, FIRMS, MCD64A1, GABAM, FireCCI51.

Цитирование. Берденгалиев Р.Н. Картографирование ландшафтных пожаров в дельте реки Меконг // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 47–54. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.6>

В условиях глобального изменения климата и растущего антропогенного воздействия существует необходимость в мониторинге состояния окружающей среды и откликов природы на воздействие экзогенных факторов. Для этих целей широко распространено применение средств дистанционного зондирования Земли, поскольку они позволяют проводить ретроспективный анализ при отсутствии наземных наблюдений, существенно сокращают стоимость и время получения данных, также могут выполняться в оперативном режиме в зависимости от источников данных.

Пойменные и дельтовые ландшафты крупных рек очень сильно зависят как от климатических изменений, которые определяют и гидрологический режим рек, так и от регулирования речного стока. С давних пор строятся дамбы и плотины для регулирования гидрологического режима, что ведет к изменениям сезонных особенностей пойменного режима: смещаются сроки половодья, снижается высота и длительность стояния воды на пойме, падает уровень грунтовых вод [12]. В зоне влияния гидротехнических сооружений из-за подпора, наоборот, уровень грунтовых вод повышается [14], что приводит к подтоплению и заболачиванию территории. В результате природные ландшафты деградируют. Установлено влияние гидрологического режима пойм и на горимость ландшафтов: недостаточная водность половодья приводит к обсыханию водно-болотных угодий, что увеличивает пожарную опасность [3].

Одной из самых освоенных речных дельт является дельта реки Меконг во Вьетнаме. Трансграничное расположение речного бассейна и каскад водохранилищ и плотин в разных государствах приводят к нерациональному управлению водными ресурсами реки [10].

В результате в нижнем течении Меконга падает уровень воды, увеличивается влияние приливно-отливных явлений, что влечет рост засоления почв. Экологические проблемы дельты Меконга, вызванные изменением гидрологического режима реки, изучены достаточно хорошо [4]. Но исследований пожарного режима ландшафтов нижнего течения реки Меконг практически не проводилось, а официальная статистика охватывает только лесные пожары [9]. Необходимость учета выброса парниковых газов при пожарах также дополняет актуальность исследований закономерностей горимости ландшафтов и определения выгоревших площадей.

Целью данного исследования является анализ многолетней динамики выгоревших площадей в дельте реки Меконг по данным дистанционного зондирования Земли за 2001-2020 гг. В дальнейшем это позволит определить влияние природных и антропогенных факторов на горимость территории, а также изучить последствия пирогенного воздействия на ландшафты.

Объект, материалы и методика исследований

Исследование проводилось в границах экономического региона «Дельта реки Меконг» (ДРМ) на юго-западе Республики Вьетнам. Регион имеет административно-территориальное деление на 13 провинций общей площадью свыше 39 тыс. км² (см. рис. 1). Река Меконг одна из двух крупных рек Вьетнама, протоки которой протекают по равнине Намбо и впадает в Южно-Китайское море [4].

Дельта Меконга имеет влажный тропический муссонный климат с отчетливыми сезонами дождей и засухи. Сезон дождей

длится с мая по ноябрь, а сухой сезон – с декабря по апрель. Среднемесячная температура колеблется от 25 °С до 29 °С. Среднегодовое количество осадков в дельте составляет примерно 1800 мм, из которых более 90 % приходится на сезон дождей [11].

Регион исследования практически полностью используется в сельском хозяйстве [4]. Дельта Меконга является ключевым сельскохозяйственным регионом Вьетнама, на долю которого приходится половина национального производства риса, в то время как водно-болотные угодья в дельте обеспечивают ресурсы, такие как лекарства, продукты питания (рыба и креветки) и др. Также регион включает в себя множество различных типов естественной растительности и землепользования. Среди этих типов лесные массивы, которые составляют 6,1 %. Лесные пожары представляют собой растущую угрозу в регионе из-за усиления засухи и повышения температуры в результате изменения климата. Период пожаров в дельте Меконга приходится на сухой сезон, пик которого приходится на март. По данным [9], с 1995 по 2016 год в общей сложности более 200 тыс. га леса было уничтожено пожарами. Лесные пожары оказали особенно серьезное воздействие на водно-болотные угодья: в 2002 году катастрофические пожары уничтожили около 2800 га и 3300 га насаждений чайного дерева (*Melaleuca* sp.) в национальных

парках «Ю Мин Ха» и «Ю Мин Тхыонг» соответственно [9].

В данной работе проведен анализ пространственно-временной динамики природных пожаров на исследуемой территории за период с 2001-2020 года по данным различных информационных продуктов спутникового мониторинга, основанных на данных MODIS пространственного разрешения 250-1000 м и Landsat разрешения 30 м [5–7; 13]. Геоинформационная обработка данных ДЗЗ была выполнена в программе QGIS3. Статистические результаты получены и обработаны в Microsoft Office Excel.

Исследование основано на многолетнем архиве данных информационных продуктов детектирования активного горения FIRMS и выгоревших площадей MCD64A1, FireCCI51 и GABAM за 2001–2020 гг. Данные продукты достаточно широко применяются в исследованиях ландшафтных пожаров [1–3; 8; 9].

Данные активного горения (горячие точки, ГТ) основаны на результатах обработки изображений прибора MODIS разрешения 1000 м (спутники Terra и Aqua). В атрибутивной информации каждой ГТ содержатся сведения о дате и времени фиксации, на основе которых был определен год и месяц пожара [6]. Пиксели MODIS, которые были отнесены к ГТ, объединялись в один объект на основе данных о сезоне и годе пожара.

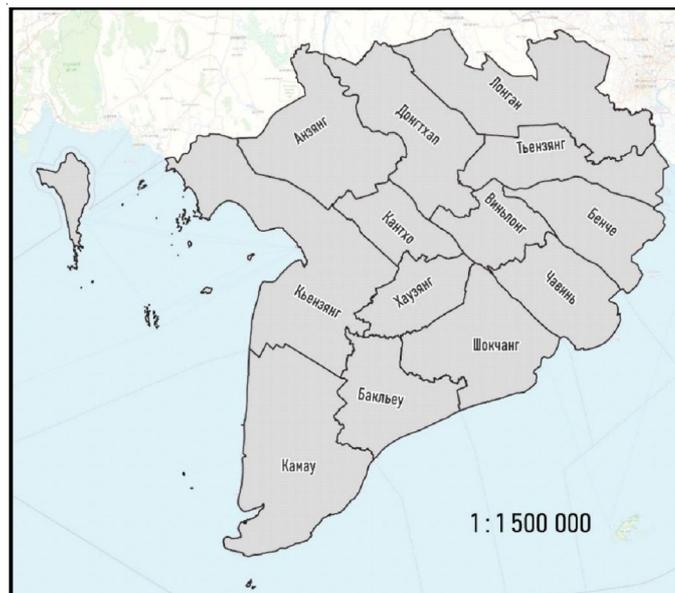


Рис. 1. Территория исследования

Остальные три информационных продукта являются результатами картографирования выгоревших площадей. Данные MCD64A1 и FireCCI51 основаны на материалах FIRMS и имеют разрешение 500 и 250 м соответственно. GABAM получен по данным Landsat разрешения 30 м [5]. Первые два набора данных представлены растровыми месячными композитами с датой выгорания в значениях пикселей, что позволяет определить период пожара. Данные GABAM являются годовыми композитами, поэтому для них невозможно определение сезонности пожаров. Все исходные данные детектирования пожаров были переведены в векторный формат и пересечены электронной картой границ провинций. После чего были рассчитаны площади пожаров в провинциях региона.

Результаты и обсуждение

В результате геоинформационной обработки данных детектирования активного го-

рения и выгоревших площадей получена серия электронных карт пройденной огнем площади за 2001–2020 гг. (рис. 2).

Из всех четырех продуктов, значения выгоревшей площади по данным MCD64A1 сильно завышены, когда по продукту GABAM данные значительно меньше по отношению к другим (рис. 3, табл. 1). Как ранее было показано, продукт MCD64A1 имеют пространственное разрешение 500 м [13], а GABAM основан на данных Landsat, временное разрешение которого один раз в 8–16 дней [1; 5]. С этим и связана такая разница в значениях. По трем продуктам, кроме GABAM площади пожаров за период исследования значительно растут, 2015 г. является самым пожароопасным.

Большая часть пожаров приходится на провинцию Анзянг, общая площадь гарей за весь период исследований по различным данным составляет от 1076,6 тыс. га (по данным GABAM) до 8720,4 тыс. га (по данным MCD64A1). Это связано с хозяйственным освоением региона, провинция Анзянг лиди-

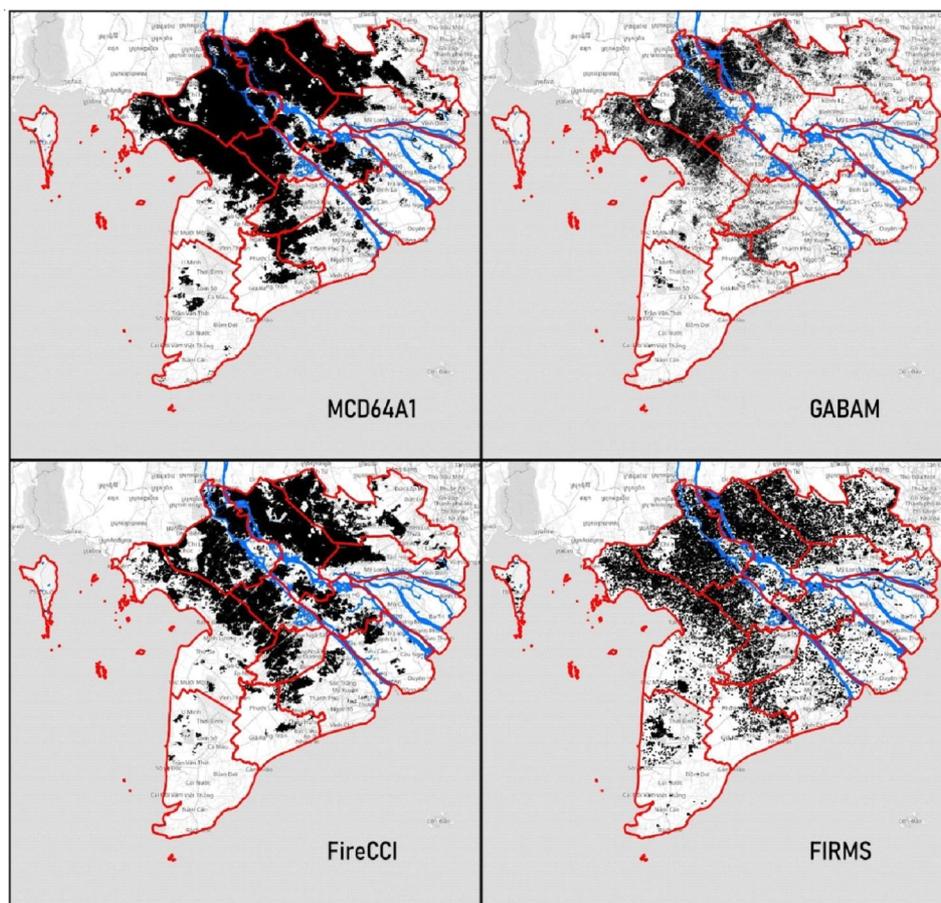


Рис. 2. Суммарная выгоревшая площадь с 2001–2020 гг. по разным данным

рует по производству риса. На севере региона находятся фруктовые сады и крупнейшие леса чайных деревьев Чашы, Танлап, Сеокюит, Гаозёнг. По данным статьи Mondal A. [11], использование продукта земного покрова показывает, что на севере региона находятся естественные леса и рисовые поля, а на юго-востоке вдоль побережья распространены креветочные фермы и мангровые заросли. Таким образом, наибольшей горимостью характеризуются наиболее освоенные в сельскохозяйственном отношении земли, а также леса. Переувлажненные побережья, занятые

мангровыми лесами, а также земли отведенные под производство аквакультур практически не горят из-за наличия водной поверхности.

Всего за весь период исследования общая площадь, пораженная огнем, варьируется от 15 (по данным GABAM) до 37 % (по данным MCD64A1) от всей площади территории исследования. С помощью пересечения годовых слоев всех продуктов были получены данные повторяемости пожаров в течение исследуемого периода (см. рис. 4). Это позволяет узнать на каких территориях пожары происходят чаще всего. Максимальная час-

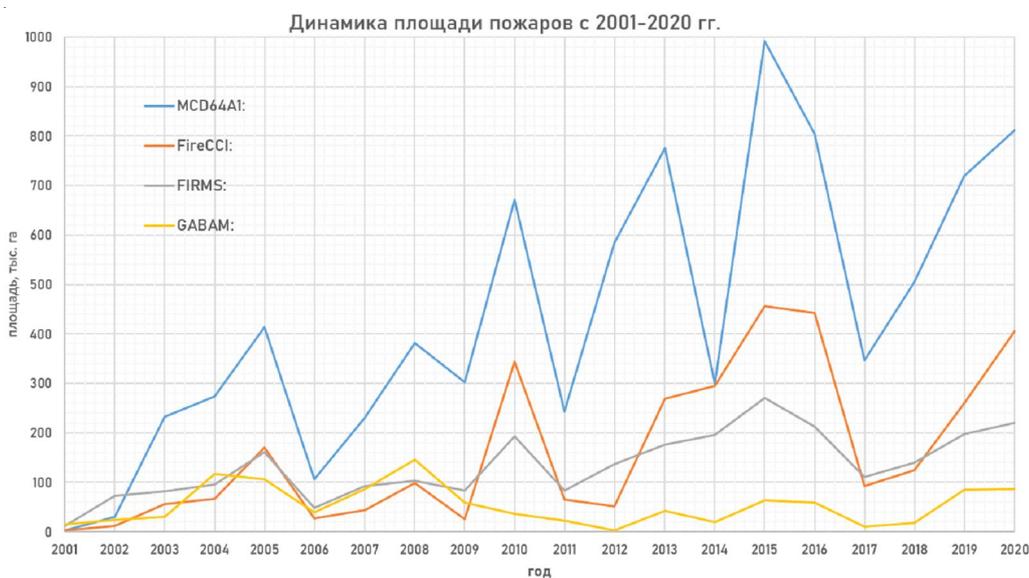


Рис. 3. Динамика площади пожаров в 2001–2020 гг. по различным данным

Таблица 1

Площадь пожаров за 2001–2020 гг. в провинциях дельты реки Меконг

Провинции		Площадь, тыс. га			
№	Названия	MCD64A1	FireCCI	FIRMS	GABAM
1	Виньлонг	194,8	110,2	60	18,1
2	Чавинь	19,3	42,3	40,2	3,3
3	Тьензянг	137,3	197,2	102,2	1,8
4	Шокчанг	124,4	77,4	105,8	37,2
5	Лонган	1242,4	491,4	450,4	123,6
6	Кьензянг	1346,8	384,2	485,6	300,6
7	Хаузянг	154,5	112,3	95,3	23
8	Донгтхап	1852,8	1004,7	470,2	176,8
9	Кантхо	690,9	255,5	157,3	48
10	Камау	23,4	9,1	126,4	9,9
11	Бенче	3,8	0,1	20,1	0,1
12	Бакльеу	62,3	19,2	55,2	17,8
13	Анзянг	2867,8	602,5	515,4	316,3
Всего		8720,4	2684	3306	1076,6

тота пожаров также характерна для провинции Анзянг. Возможность получать урожай риса 2-3 раза в год создает предпосылки для выжигания рисовой соломы на полях. Видимо, именно с этим связана повышенная частота пожаров и горимость наиболее сельскохозяйственно-освоенных провинций дельты реки Меконг.

Заклучение

В результате исследований выполнено картографирование выгоревших площадей в дельте реки Меконг за 2001–2020 годы. По данным разных информационных продуктов выгоревших площадей суммарная площадь гарей составила от 1 до 8,7 млн га или от 15 до 37 % всей территории. Это свидетельствует о высокой значимости пожаров как экзогенного фактора для экосистем нижнего течения Меконга.

Распространение пожаров связано с хозяйственным освоением территории. Наибольшее количество пожаров зафиксировано в провинциях, в которых преобладают рисовые поля.

Ежегодные сельскохозяйственные палы проводятся для выжигания рисовой соломы, поскольку здесь возможно получение 2–3 урожаев риса в год.

В дальнейшем может быть проведен анализ динамики горимости территории под влиянием климатических и гидрологических факторов с учетом особенностей сельскохозяйственного использования территории дельты реки Меконг.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН Эколан Э-3.7, раздел «Оценка существующих систем и технологий мониторинга гидрологической ситуации и состояния ландшафтов в нижнем течении реки Меконг».

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS Ecolan E-3.7, section “Assessment of existing systems and technologies for monitoring the hydrological situation and the state of landscapes in the lower reaches of the Mekong River”.

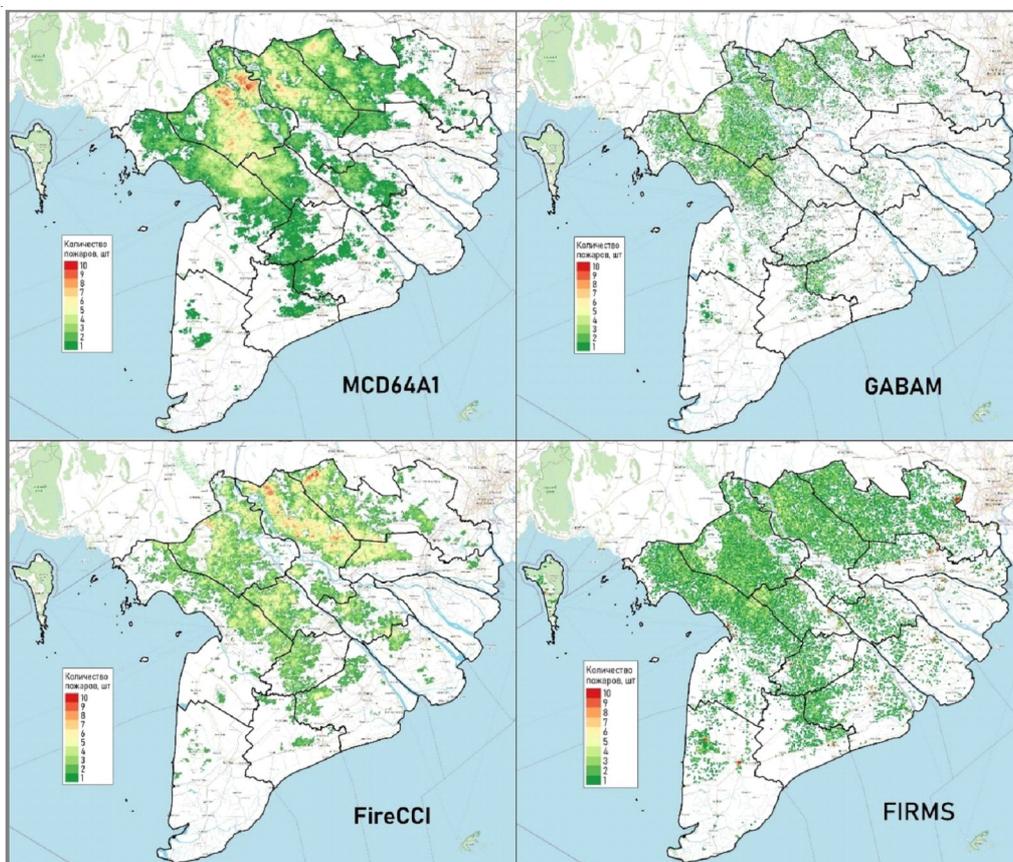


Рис. 4. Повторяемость пожаров с 2001–2020 гг. по различным продуктам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берденгалиева, А. Н. Анализ горимости пойменных ландшафтов нижней Волги по данным информационных продуктов спутникового детектирования активного горения и выгоревших площадей / А. Н. Берденгалиева // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 346–358. – DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358>
2. Берденгалиева, А. Н. Тренды горимости пойменных ландшафтов Нижнего Дона по данным дистанционного зондирования / А. Н. Берденгалиева, Р. Н. Берденгалиев // *Природные системы и ресурсы*. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 67–76. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8>
3. Пространственно-временной анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги / С. С. Шинкаренко [и др.] // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 143–157. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>
4. Рогожина, Н. Г. Экологические и социальные проблемы дельты реки Меконг во Вьетнаме / Н. Г. Рогожина // *Вьетнамские исследования: электронный научный журнал*. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 37–45. – DOI: <https://doi.org/10.54631/VS.2022.62-101585>
5. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine / T. Long [et al.] // *Remote Sensing*. – 2019. – № 11. – P. 489. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11050489>
6. An Active-Fire Based Burned Area Mapping Algorithm for the MODIS Sensor / L. Giglio [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2020. – Vol. 113. – P. 408–420. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.006>
7. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel Product, Version 5.1 / E. Chuvieco, M. L. Pettinari, J. Lizundia-Loiola [et al.] // *Centre for Environmental Data Analysis*. – 2018. – DOI: <https://doi.org/10.5285/58f00d8814064b79a0c49662ad3af537>
8. Estimating Long-Term Average Carbon Emissions from Fires in Non-Forest Ecosystems in the Temperate Belt / A. Ostroukhov, E. Klimina, V. Kuptsova [et al.] // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14, № 5. – P. 1197. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14051197>
9. Fire Danger Assessment Using Geospatial Modelling in Mekong Delta, Vietnam: Effects on Wetland Resources / A.T.N. Dang [et al.] // *Remote Sensing Applications Society and Environment*. – 2021. – Vol. 21. – P. 100456. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100456>
10. Flood Mapping and Flood Dynamics of the Mekong Delta: ENVISAT-ASAR-WSM Based Time Series

- Analyses / C. Kuenzer [et al.] // *Remote Sensing*. – 2013. – Vol. 5, no. 2. – P. 687–715. – DOI: <https://doi.org/10.3390/rs5020687>
11. Mondal, A. Land Use, Climate, and Water Change in the Vietnamese Mekong Delta (VMD) Using Earth Observation and Hydrological Modeling / A. Mondal, M.H. Le, V. Lakshmi // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. – 2022. – Vol. 42. – P. 101132. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101132>
12. Solodovnikov, D. A. Present-Day Hydrological and Hydrogeological Regularities in the Formation of River Floodplains in the Middle Don Basin / D. A. Solodovnikov, S. S. Shinkarenko // *Water Resources*. – 2020. – Vol. 47, no. 6. – P. 977–986. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S0097807820060135>
13. The Collection 6 MODIS Burned Area Mapping Algorithm and Product / L. Giglio [et al.] // *Remote Sensing of Environment*. – 2018. – Vol. 217. P. 72–85. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.005>
14. The Effects of River Control and Climatic and Hydrological Changes on the State of Floodplain and Delta Ecosystems of the Lower Don / Zh. V. Kuzmina [et al.] // *Arid Ecosystems*. – 2022. – Vol. 12. – No. 4. – P. 361–373. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118040066>

REFERENCES

1. Berdengalieva A.N. Analiz gorimosti poimennykh landshaftov nizhnei Volgi po dannym informatsionnykh produktov sputnikovogo detektirovaniia aktivnogo goreniia i vygorevshikh ploshchadei [Analysis of the Lower Volga Floodplain Landscapes Burning According to Active Fire and Burnt Areas Satellite Data]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii "InterKarto. InterGIS"* [Proceedings of the International Conference "InterCarto. InterGIS"], 2022, vol. 28, no. 1, pp. 346-358. DOI: <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358>
2. Berdengalieva A.N., Berdengaliev R.N. Trendy gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnego Dona po dannym distantsionnogo zondirovaniia [Burning Trends of the Lower Don Floodplain Landscapes According to Remote Sensing Data]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8>
3. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Ivanov N.M. Prostranstvenno-vremennoi analiz gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnei Volgi [Spatio-Temporal Analysis of Burnt Area in the Lower Volga Floodplain]. *Sovremennye problemy*

distantnyonnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2022, vol. 19, no. 1, pp. 143-157. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157>

4. Rogozhina N. G. Ekologicheskie i sotsialnye problemy delty reki Mekong vo Vetname [Socio-environmental problems of the Mekong delta in Vietnam]. *Vetnamskie issledovaniia: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Russian Journal of Vietnamese Studies]. 2022, vol. 6, no. 2, pp. 37-45. DOI: <https://doi.org/10.54631/VS.2022.62-101585>

5. Long T., Zhang Z., He G., et al. 30 m Resolution Global Annual Burned Area Mapping Based on Landsat Images and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 2019, no. 11, p. 489. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11050489>

6. Giglio L., Loboda T., Roy D.P., et al. An Active Fire Based Burned Area Mapping Algorithm for the MODIS Sensor. *Remote Sensing of Environment*, 2020, vol. 113, pp. 408-420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.10.006>

7. Chuvieco E., Pettinari M.L., Lizundia-Loiola J., et al. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1. *Centre for Environmental Data Analysis*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5285/58f00d8814064b79a0c49662ad3af537>

8. Ostroukhov A., Klimina E., Kuptsova V., Naito D. Estimating Long-Term Average Carbon Emissions from Fires in Non-Forest Ecosystems in the Temperate Belt. *Remote Sensing*, 2022, vol. 14, no. 5, p. 1197. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14051197>

9. Dang A.T.N., Kumar L., Reid M., Mutanga O. Fire Danger Assessment Using Geospatial Modelling

in Mekong Delta, Vietnam: Effects on Wetland Resources. *Remote Sensing Applications Society and Environment*, 2021, vol. 21, p. 100456. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100456>

10. Kuenzer C., Guo H., Huth J., Leinenkugel P., Li X., Dech S. Flood Mapping and Flood Dynamics of the Mekong Delta: ENVISAT-ASAR-WSM Based Time Series Analyses. *Remote Sensing*, 2013, vol. 5, no. 2, pp. 687-715. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs5020687>

11. Mondal A., Le MH., Lakshmi V. Land Use, Climate, and Water Change in the Vietnamese Mekong Delta (VMD) Using Earth Observation and Hydrological Modeling. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2022, vol. 42, p. 101132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101132>

12. Solodovnikov D.A., Shinkarenko S.S. Present-Day Hydrological and Hydrogeological Regularities in the Formation of River Floodplains in the Middle Don Basin. *Water Resources*, 2020, vol. 47, no. 6, pp. 977-986. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0097807820060135>

13. Giglio L., Boschetti L., David P.R., et al. The Collection 6 MODIS Burned Area Mapping Algorithm and Product. *Remote Sensing of Environment*, 2018, vol. 217, pp. 72-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.005>

14. Kuzmina Zh.V., Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Markov M.L. The Effects of River Control and Climatic and Hydrological Changes on the State of Floodplain and Delta Ecosystems of the Lower Don. *Arid Ecosystems*, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 361-373. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118040066>

Information About the Author

Ruslan N. Berdengaliev, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation, berdengaliev-r@vfanc.ru

Информация об авторе

Руслан Нурланович Берденгалиев, лаборант-исследователь лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, berdengaliev-r@vfanc.ru