

УДК 630*114.3:551.588.6(1-925.22)

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-31-39

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПАСТБИЩ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ

Лазарева В. Г.¹, Бананова В. А.², Нгуен Ван Зунг³, Сератирова В. В.¹

¹ Ухтинский государственный технический университет
169316, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13, Российская Федерация

² Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова
358000, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, д. 11, Российская Федерация

³ Университет Куанг Нам
561210, область Кунгнам, г. Там Ки, ул. Хунг Вьонг, д. 102, Вьетнам

Аннотация

Цель. Рассмотреть динамику растительности пастбищ Северо-Западного Прикаспия под влиянием климатических флуктуаций.

Процедура и методы. В период полевых исследований использовались геоботанические, флористические методы, включающие описания растительных сообществ с 1995–2016 гг. Они основаны на классических методах геоботанических исследований. Для мониторинга и картографирования процессов деградации (опустынивания) использованы данные дистанционного зондирования (ДДЗ). Для визуальной интерпретации свойств ландшафтов, их сезонной и разнгодовой динамики под воздействием природных факторов применялись комбинации каналов Landsat TM/ETM+. Связь между показаниями NDVI, проективным покрытием надземной фитомассы сообществ и количеством выпавших осадков устанавливалась по Charin, Tateishi, Gringof.

Результаты. Выявлена связь между показаниями NDVI, проективным покрытием надземной фитомассы сообществ и количеством выпавших осадков.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты проведенных мониторинговых исследований имеют теоретическую и практическую значимость для рационального природопользования растительного покрова пастбищ Северо-Западного Прикаспия и Республики Калмыкия.

Ключевые слова: Северо-Западный Прикаспий, растительный покров, климатические флуктуации, проективное покрытие, надземная фитомасса, NDVI, деградация пастбищ, климатогенное реопустынивание

DYNAMICS OF VEGETATION OF PASTURES IN THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATIC FLUCTUATIONS

V. Lazareva¹, V. Bananova², Nguyen Van Dung³, V. Seratirova¹

¹Ukhta State Technical University
Pervomayskaya ul. 13, Ukhta 169316, Komi Republic, Russian Federation

© СС ВУ Лазарева В. Г., Бананова В. А., Нгуен Ван Зунг, Сератирова В. В., 2022.

²*Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov
Pushkina ul. 11, Elista 358000, Republic of Kalmykia, Russian Federation*

³*Quang Nam University
Hung Vuong st. 102, Tam Ky city 561210, Quang Nam province, Viet Nam*

Abstract

Aim. The purpose of the paper is to consider the vegetation dynamics of pastures in the North-Western Caspian Sea region under the influence of climatic fluctuations.

Methodology. During the period of field research, we used such traditional methods as geobotanical and floristic methods, including descriptions of plant communities from 1995–2016. They are based on classical methods of geobotanical research. For monitoring and mapping of degradation processes (desertification), Remote Sensing (RS) data were used. Landsat TM/ETM+ channel combinations were employed for visual interpretation of landscape properties and their seasonal and year-to-year dynamics under the influence of natural factors. The relationship between the NDVI readings, the projective coverage of the above-ground phytomass of communities and the amount of precipitation was established according to Charin, Tateishi, and Gringof.

Results. The relationship between NDVI readings, projective cover of aboveground phytomass of communities and amount of precipitation was established.

Research implications. The results of the monitoring studies are of theoretical and practical significance for the rational nature management of the vegetation cover of pastures in the Northwestern Caspian Sea and the Republic of Kalmykia.

Keywords: North-Western Caspian Sea, vegetation cover, climatic fluctuations, projective cover, aboveground phytomass, NDVI, pasture degradation, climatogenic re-desertification

Введение

Прикаспийская низменность – уникальный природный регион, являющийся дном древнего Каспийского моря и находящийся ниже уровня Мирового океана. Для его территории характерна естественная тенденция к обсыханию и рассолению. Она свойственна всем компонентам его природного комплекса, в т. ч. и для растительного покрова. На данную вековую тенденцию развития природных комплексов приморских равнин накладываются и современные воздействия, связанные с изменением климата, колебаниями уровня Каспийского моря и различными антропогенными факторами.

К ведущим природным факторам Прикаспия относят климатические

флуктуации, возникающие из-за колебаний погодных условий разных лет. Они стимулируют экзогенные сукцессии, направленные на формирование климатического растительного покрова [17, с. 623].

В настоящее время на фоне глобального потепления климата в регионе снизилась частота засух [4, с. 97]. В связи с этим высокая динамичность растительного покрова Прикаспия требует периодических исследований для определения современного состояния сообществ, их устойчивости к флуктуациям климата и антропогенного воздействия.

В период полевых исследований использовались традиционные: геоботанические, флористические методы, включающие описания раститель-

ных сообществ с 1995–2016 гг. Они основаны на классических трудах В. Н. Сукачева [14], Л. Г. Раменского [11], И. Г. Серебрякова [12], А. П. Шенникова [15], Е. М. Лавренко [6; 7], В. Б. Сочавы [13], Полевой геоботаники [9, т. 3, с. 448]. Для мониторинга и картографирования процессов деградации (опустынивания) использованы данные Дистанционного Зондирования (ДДЗ). Для визуальной интерпретации свойств ландшафтов, их сезонной и многолетней динамики под воздействием природных факторов применялись комбинации каналов Landsat TM/ETM+. Связь между показателями NDVI, проективным покрытием наземной фитомассы сообществ и количеством выпавших осадков устанавливалась по Charin, Tateishi, Gringof.

Влияние флуктуаций климата на динамику растительного покрова Прикаспийской низменности

В 60–80-х гг. XX столетия основной причиной катастрофической деградации растительного покрова Северо-Западного Прикаспия стало увеличение засушливости климата в сочетании с высокой антропогенной нагрузкой на пастбища. В эти годы в условиях аридного климатического цикла определена минимальная видовая насыщенность в степных и пустынных фитоценозах. В степных сообществах она снизилась с 9 до 5 видов, общее проективное покрытие с 35–40% до 20–25%, урожайность с 3,0–4,0 до 1,8–1,2 ц/га сухой поедаемой массы, в полукустарничковых пустынях 7–4:25% – 10%:2,5–0,5 ц/га [1, с. 30].

Однако анализ данных метео-агрометеосети за период 1935–2000 гг.

показал, что за декаду 1982–1991 гг. отмечается ослабление аридности климата¹. Опасных засух не наблюдалось, возросло число дней с эффективными осадками, сократились дни с пыльными бурями и суховеями. На этом фоне вне зависимости от степени деградации пастбищ начался процесс *климатогенного реопустынивания*. Его основной причиной являются благоприятные климатические факторы [5, с. 246; 22, с. 326; 6, с. 870; 9, с. 180; 10, с. 459; 22, с. 323]. Количество выпадаемых осадков в целом по региону увеличилось с 220 до 434 мм, сократились дни с пыльными бурями и суховеями. Так, по данным метеостанции (м/с) Малые Дербеты в северной части Прикаспия, среднее количество осадков увеличилось от 132 мм в 1972 г. до 495 мм в 2016 г., в центральной – от 151 мм в 1986 г. до 317 мм в 2010 г. (м/с Яшкуль), в южной – от 72 мм в 1972 г. до 332 мм в 2002 г. (м/с Лагань), (рис. 1).

В настоящее время флуктуационность климата в пределах региона продолжается, отражаясь на растительном покрове. Это подтверждают данные месячных значений NDVI с разрешением 8x8 км. Яркость растительности, регистрируемая в этих зонах, на космических снимках имеет непосредственное отношение к её современному проективному покрытию. В связи с этим этот показатель определён в качестве индикатора состояния наземной фитомассы растительных сообществ. Его вычисление производилось по формуле:

¹ Агроклиматический справочник по Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеоздат, 1961. 158 с.; 1974. 187 с.

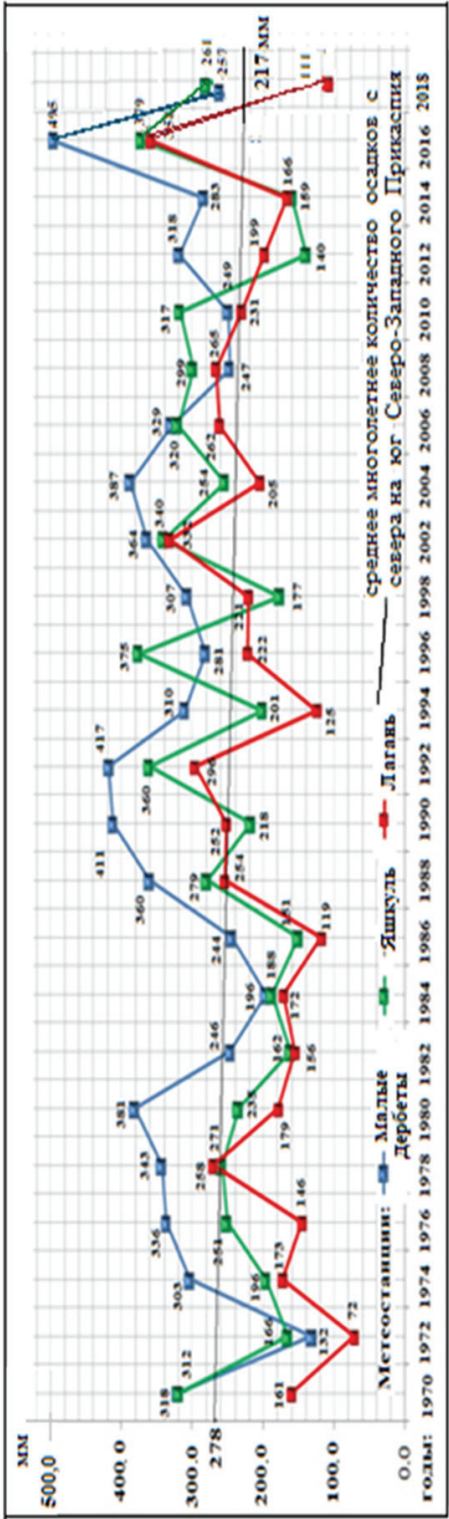


Рис. 1 / Fig. 1. Динамика среднегодового количества осадков в пределах Северо-Западного Прикаспия / Dynamics of the average annual precipitation within the North-Western Caspian region

Источник: составлено авторами

$$NDVI = IR R / IR + R$$

где:

IR – яркость в зоне спектра 0,72–0,11 мкм;

R – яркость в зоне спектра 0,55–0,68 мкм.

При дешифрировании зональной пустынной растительности в центральной части Прикаспия на космических снимках выделены 3 степени общего проективного покрытия травостоя: низкий, средний, высокий и их переходные ступени. При очень малом количестве выпавших осадков в условиях засушливого климата травостой лерхополюнной (*Artemisia lerchiana*) полукустарничковой зональной пустыни редкий, общее проективное покрытие варьирует от 0 до 5%. Показатель IDVI, в этих случаях, очень низкий – (1,0)–(–0,8); при низком общем проективном покрытии травостоя – 5–15%, NDVI – (–0,8)–(–0,6); при среднем 15–25 %, NDVI (–0,6)–(–0,4);

довольно высоком 25–40% NDVI (–0,4)–(–0,2); очень высоком 40–80% – 0–0,2. Кроме того, установлена связь между NDVI и количеством выпавших осадков. Были рассмотрены космические снимки за 1994 и 2009 гг., где первый характеризуется как засушливый (134 мм), второй – довольно влажный (355 мм).

Анализ этих снимков экстраполирован на всю территорию Северо-Западного Прикаспия, а также на отдельные его регионы. Наибольшие сезонные различия по значению NDVI обычно наблюдаются в мае, в период значительного количества выпадаемых осадков и, соответственно, наибольшего проективного покрытия сообществ. В остальные периоды года материалы КС неинформативны из-за низких различий в их значениях NDVI [12, с. 118; 18, с. 25; 19, с. 183] (рис. 2).

Данные космических снимков свидетельствуют, что май 1994 г. (для Яшкульского и Черноземельского рай-

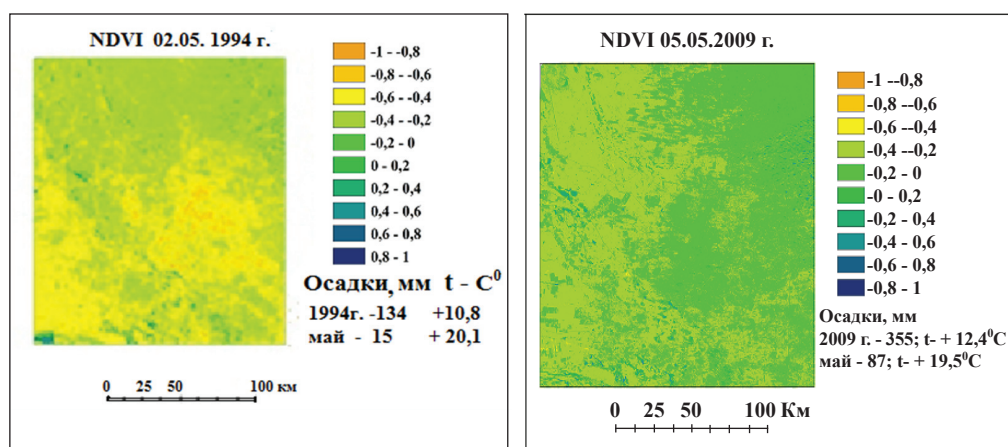


Рис. 2/ Fig. 2. Динамика NDVI и проективного покрытия растительного покрова в центральной части Прикаспия, районы: Яшкульский (2009), Черноземельский (1994) / Dynamics of NDVI and projective vegetation cover in the central part of the Caspian region, areas: Yashkulsky (2009), Chernozemelsky (1994)

Источник: [12]

онов) был сухим – выпало всего 15 мм осадков. Среднее, низкое и очень низкое общее проективное покрытие заняло 44,5% (33,3 : 11,2%) от его территории, довольно высокое – 54,4%, водоёмы с прибрежно-водной растительностью – 1,1%, что отразилось и на растительном покрове.

Наоборот, весенние месяцы (май–апрель) 2009 г. характеризовались значительным количеством выпавших осадков, из 355 мм годовых – 87 мм пришлось на майские. Они создали благоприятные условия для формирования густого для Калмыкии травостоя с общим проективным покрытием 60–80%. В это время в растительном покрове господствовали эфемеры, эфемероиды, однолетники, значительную вегетативную фитомассу развили многолетники. Высокое проективное покрытие травостоя в мае заняло 52,5% от территории центрального Прикаспия, довольно высокое – 44,7%, прибрежная растительность – 2,8%.

Заключение

Результаты наших исследований согласуются с выводами И. А. Володиной [2, с. 40; 3, с. 136], работа которой посвящена определению состояния пустынно-степных сообществ Северо-Западного Прикаспия при флуктуациях климата с помощью почвенного банка семян. Ею было установлено, что аридные экосистемы хорошо сбалансированы за счёт семян реактивного типа (многолетников). Реакция на колебания внешней среды происходит за счёт банка семян однолетников (аккумулирующий тип) и является отражением эволюционной «слаженности» сообществ, формируя замкнутый цикл самовозобновления. Таким образом, от цикличности увлажнения региона зависит цикл развития аридных экосистем, динамика структуры её растительного покрова.

Статья поступила в редакцию 07.12.2021

ЛИТЕРАТУРА

1. Бананова В. А. Пояснительная записка к «Карте антропогенного опустынивания Калмыцкой АССР». Элиста: КалмГУ, 1990. 30 с.
2. Володина И. А. Особенности горизонтального распределения семян в почвах Калмыкии // Ботанический журнал. 1992. Т. 77. № 5. С. 40–43.
3. Володина И. А. Почвенные банки семян пустынно-степных сообществ северо-западного Прикаспия: дис. ... канд. геогр. наук. М., 1996. 136 с.
4. Воздействие меняющегося климата на засухи, опустынивание и жизнедеятельность населения засушливых земель европейской части России / А. Н. Золотокрылин, Т. Б. Титкова, В. В. Виноградова, Е. А. Черенкова // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 97–100.
5. Золотокрылин А. Н. Климатическое опустынивание. М.: Наука, 2003. 246 с.
6. Золотокрылин А. Н., Титкова Т. Б., Виноградова В. В. Климатический рубеж в степной зоне Восточно-Европейской равнины: индикаторы и размещение // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 6. С. 864–873.
7. Лавренко Е. М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1970. 169 с.
8. Лавренко Е. М. Степи // Растительность Европейской части СССР. 1980. С. 203–272.
9. Лазарева В. Г. Ботаническое разнообразие Северо-Западного Прикаспия в условиях колебания уровня Каспийского моря. Элиста: АПП «Джангар», 2003. 206 с.

10. Лазарева В. Г. Особенности пространственного распределения растительного покрова в Северо-Западном Прикаспии // Ботанический журнал. 2018. Т. 103. № 4. С. 455–465.
11. Полевая геоботаника: в 5 т. / под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. М.; Л.: Наука, 1959–1976. Т. 1. 444 с.; Т. 2. 500 с.; Т. 3. 531 с.; Т. 4. 330 с.; Т. 5. 320 с.
12. Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона / Г. М. Борликов, Н. Г. Харин, В. А. Бананова, Р. Татаиши. Р. н/Д.: СКНЦ ВШ, 2000. 118 с.
13. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
14. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
15. Сочава В. Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 190 с.
16. Сукачев В. Н. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии // Вопросы ботаники. 1954. Вып. 1. С. 201–309.
17. Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л.: Издательство ЛГУ, 1964. 447 с.
18. Kharin N. G., Tateishi R., Gringof I. G. Use of NOAA/AVHRR data for assessment of precipitation and land degradation in Central Asia // Arid Ecosystems. 1998. Vol. 8. P. 25–34.
19. NDVI for Monitoring of the State of Steppe and Desert Ecosystems of the Gobi / P. D. Gunin, V. P. Dedkov, E. V. Danzhalova, A. N. Zolotokrylin, T. I. Kazantseva // Arid Ecosystems. 2019. № 9 (3). P. 179–186.
20. Sivakumar M., Ndiang'ui N. Climate and Land Degradation (Environmental Science and Engineering Environmental Science). Berlin: Springer, 2007. 623 p.
21. Tucker C. J., Sellers P. G. Satellite remote sensing of primary production // International Journal of Remote Sensing. 1986. Vol. 7. P. 1395–1416.
22. 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. № 10 (4). P. 322–328.

REFERENCES

1. Bananova V. A. *Poyasnitelnaya zapiska k "Karte antropogennogo opustynivaniya Kalmytskoi ASSR"* [Explanatory note to the "Map of anthropogenic desertification of the Kalmyk ASSR"]. Elista, KalmGu Publ., 1990. 30 p.
2. Volodina I. A. [Features of the horizontal distribution of seeds in the soils of Kalmykia]. In: *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal], 1992, vol. 77, no. 5, pp. 40–43.
3. Volodina I. A. *Pochvennye banki semyan pustynno-stepnykh soobshchestv severo-zapadnogo Prikaspiya: dis. ... kand. geogr. nauk* [Soil banks of seeds of desert-steppe communities of the northwestern Caspian region: Cand. Sci. thesis in Geographical Sciences]. Moscow, 1996. 136 p.
4. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Vinogradova V. V., Cherenkova E. A. [The impact of a changing climate on droughts, desertification and livelihoods of the population of arid lands in the European part of Russia]. In: *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Works of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2016, no. 67, pp. 97–100.
5. Zolotokrylin A. N. *Klimaticheskoe opustynivanie* [Climatic desertification]. Moscow, Nauka Publ., 2003. 246 p.
6. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Vinogradova V. V. [Climatic boundary in the steppe zone of the East European Plain: indicators and placement]. In: *Izvestiya Rossiiskoi akademii*

- nauk. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2020, vol. 84, no. 6, pp. 864–873.
7. Lavrenko E. M. *Osnovnye cherty botanicheskoi geografii pustyn Evrazii i Severnoi Afriki* [The main features of the botanical geography of the deserts of Eurasia and North Africa]. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR Publ., 1970. 169 p.
 8. Lavrenko E. M. [Steppes]. In: *Rastitelnost Evropeiskoi chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the USSR], 1980, pp. 203–272.
 9. Lazareva V. G. *Botanicheskoe raznoobrazie Severo-Zapadnogo Prikaspiya v usloviyakh kolebaniya urovnya Kaspiiskogo morya* [Botanical Diversity of the North-Western Pre-Caspian in the Conditions of Fluctuations in the Level of the Caspian Sea]. Elista, APP “Dzhangar” Publ., 2003. 206 p.
 10. Lazareva V. G. [Features of the spatial distribution of vegetation cover in the North-Western Caspian region]. In: *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal], 2018, vol. 103, no. 4, pp. 455–465.
 11. Lavrenko E. M., Korchagin A. A., eds. *Polevaya geobotanika : v 5 t.* [Field geobotany: in 5 vol.]. Moscow; Leningrad, Nauka Publ., 1959–1976, vol. 1, 444 p; vol. 2, 500 p; vol. 3, 531 p; vol. 4, 330 p; vol. 5, 320 p.
 12. Borlikov G. M., Kharin N. G., Bananova V. A., Tataishi R. *Opustynivanie zasushliviyykh zemel Prikaspiiskogo regiona* [Desertification of arid lands in the Caspian region]. Rostov-on-Don, SKNTS VSH Publ., 2000. 118 p.
 13. Ramensky L. G. *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel* [Introduction to the integrated soil-geobotanical study of lands]. Moscow, Sel’khozgiz Publ., 1938. 620 p.
 14. Serebryakov I. G. *Ekologicheskaya morfologiya rastenii. Zhiznennyye formy pokrytosemnykh i khvoinykh* [Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperms and conifers]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1962. 378 p.
 15. Sochava V. B. *Rastitelnyi pokrov na tematicheskikh kartakh* [Vegetation cover on thematic maps]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979. 190 p.
 16. Sukachev V. N. [Some general theoretical issues of phytocenology]. In: *Voprosy botaniki* [Botany issues], 1954, iss. 1, pp. 201–309.
 17. Shennikov A. P. *Vvedenie v geobotaniku* [Introduction to geobotanica]. Leningrad, Izdatelstvo LGU Publ., 1964. 447 p.
 18. Kharin N. G., Tateishi R., Gringof I. G. Use of NOAA/AVHRR data for assessment of precipitation and land degradation in Central Asia. In: *Arid Ecosystems*, 1998, vol. 8, pp. 25–34.
 19. Gunin P. D., Dedkov V. P., Danzhalova E. V., Zolotokrylin A. N., Kazantseva T. I. NDVI for Monitoring of the State of Steppe and Desert Ecosystems of the Gobi. In: *Arid Ecosystems*, 2019, no. 9 (3), pp. 179–186.
 20. Sivakumar M., Ndiang’ui N. *Climate and Land Degradation (Environmental Science and Engineering Environmental Science)*. Berlin, Springer, 2007. 623 p.
 21. Tucker C. J., Sellers P. G. Satellite remote sensing of primary production. In: *International Journal of Remote Sensing*, 1986, vol. 7, pp. 1395–1416.
 22. 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. In: *Arid Ecosystems*, 2020, no. 10 (4), pp. 322–328.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лазарева Виктория Георгиевна – доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, землеустройства и природопользования Ухтинского государственного технического университета;

e-mail: lazareva-vg@yandex.ru

Бананова Валентина Александровна – доктор географических наук, профессор, профессор кафедры ботаники, зоологии и экологии Калмыцкого государственного университета имени Б. Б. Городовикова;

e-mail: bananova2018@yandex.ru

Нгуен Ванг Зунг – мастер департамента научного менеджмента и иностранных дел Университета Куанг Нам;

e-mail: dungthanhdhqn@gmail.com

Сератирова Валентина Васильевна – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры экологии, землеустройства и природопользования Ухтинского государственного технического университета;

e-mail: seratirova-v@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Victoria G. Lazareva – Dr. Sci. (Biological), Assoc. Prof., Department of Ecology, Land Management and Nature Management, Ukhta State Technical University;

e-mail: lazareva-vg@yandex.ru

Valentina A. Bananova – Dr. Sci. (Geographical), Prof., Department of Botany, Zoology and Ecology, Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikova;

e-mail: bananova2018@yandex.ru

Nguyen Vang Tsung – Prof., Department of Scientific Management and Foreign Affairs, Quang Nam University;

e-mail: dungthanhdhqn@gmail.com

Valentina V. Seratirova – Cand. Sci. (Geographical), Assoc. Prof., Department of Ecology, Land Management and Nature Management, Ukhta State Technical University;

e-mail: seratirova-v@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Лазарева В. Г., Бананова В. А., Нгуен Ванг Зунг, Сератирова В. В. Динамика растительности пастбищ Северо-Западного Прикаспия под влиянием климатических флуктуаций // Географическая среда и живые системы. 2022. № 1. С. 31–39.

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-31-39

FOR CITATION

Lazareva V. G., Bananova V. A., Nguyen V. Z., Seratirova V. V. Dynamics of vegetation of pastures in the North-Western Caspian region under the influence of climatic fluctuations. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 1, pp. 31–39.

DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-31-39