МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.613

doi: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-68-81

Влияние лесомелиоративного обустройства на продуктивность сельскохозяйственных угодий в условиях сухостепной зоны

Виктория Александровна Силова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Российская Федерация, viktoriatem@mail.ru

Аннотация. Цель: провести оценку состояния сухостепных агролесоландшафтов в Волгоградской области, проанализировать изменения значений вегетационного индекса посевных площадей во взаимосвязи с шириной благоприятного защитного влияния лесных насаждений, чтобы выявить возможность использования данных дистанционного зондирования Земли для оценки урожайности пашни в агролесоландшафтах. **Материалы и методы.** Объект исследований – агролесоландшафты сухостепной зоны. Исследования проводились в Калачевском районе Волгоградской области. Методы исследования основаны на методике аэрокосмических изысканий в сочетании с геоинформационными технологиями, дешифрированием и компьютерным моделированием на агролесоландшафтах. Анализ пахотных угодий и влияния защитных лесных насаждений на продуктивность пашни был осуществлен при помощи нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index). **Результаты.** Динамика вегетационных индексов за период 2017–2019 гг. показала взаимосвязь между зоной благоприятного влияния полезащитных лесных полос и их уровнем деградации, что отразилось на состоянии посевов озимой пшеницы, выращенных в условиях сухостепной зоны, а именно значениях NDVI. Отслеживается закономерность изменения показателей вегетационного индекса при изменении сохранности защитных лесных насаждений. По регрессионным уравнениям можно определить расчетную урожайность поля, применив взаимосвязь вегетационного индекса и сохранности лесных полос, согласно их зоне благоприятного влияния. **Выводы:** полезащитные лесные полосы с высокой сохранностью древостоя формируют благоприятные защитные условия на полях для выращивания сельскохозяйственных культур на удалении до 300 м для сухостепной зоны Волгоградской области, что подтверждается высокими урожаями в зоне влияния данных лесных насаждений.

Ключевые слова: агроландшафт, лесные полосы, эрозия, дефляция, дистанционное зондирование Земли, районирование, NDVI

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

Influence of forest reclamation improvement on the production area yield in the dry steppe zone

Victoria A. Silova

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation, viktoriatem@mail.ru

Abstract. Purpose: to assess the state of dry steppe agroforestry landscapes in Volgograd region, to analyze changes in the values of the vegetation index of sown areas in relation

to the width of the favorable protective effect of forest plantations to identify the possibility of using Earth remote sensing data to assess the yield of arable land in agroforestry landscapes.

Materials and methods. The object of research is agroforestry landscapes of the dry steppe zone. The studies were carried out in Kalachevsky district Volgograd region. The research methods are based on the aerospace survey technique in combination with geoinformation technologies, interpretation and computer modeling in agroforestry landscapes. The analysis of arable land and the impact of protective forest plantations on arable land productivity was carried out using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). **Results.** Dynamics of vegetation indices for the period 2017–2019 showed the relationship between the zone of favorable influence of the forest shelter belts and their level of degradation, which affected the state of winter wheat crops grown in the dry steppe zone, namely the NDVI values. The regularity of changes in the vegetation index is monitored when the safety of protective forest plantations changes. It is possible to determine the estimated yield of the field by the regression equations, applying the relationship between the vegetation index and the safety of forest belts, according to their zone of favorable influence. **Conclusions:** field-protective forest belts with high forest stand preservation form favorable protective conditions in the fields for growing crops at a distance of up to 300 m for the dry-steppe zone of Volgograd region, which is confirmed by high yields in the zone of influence of these forest plantations.

Keywords: agricultural landscape, forest belts, erosion, deflation, remote sensing of the Earth, zoning, NDVI

Введение. Изучив устройство агроландшафтов Волгоградской области и проанализировав их состояние, можно в дальнейшем оценить экологическую устойчивость территории с учетом региональных особенностей степи. Природное состояние агроландшафтов напрямую зависит от составляющих его компонентов и свойств, так, применение геоинформационных методов в исследуемой работе дает наглядное отображение состояния агролесоландшафтов. Эффективная взаимосвязь между земельными ресурсами и устойчивостью агроландшафта позволяет создать рациональное землепользование, направленное на снижение негативных природных процессов. Используя исследования основных аспектов формирования территории сухостепной зоны в условиях развития эрозионных процессов, определили основные необходимые меры для экологической устойчивости агроландшафтов [1].

В направлении от степных к пустынным районам Волгоградской области стремительно увеличивается опасность гибели молодых насаждений от недостатка влаги. В условиях недостаточного увлажнения, сокращения агрометеорологических наблюдений и необходимости мониторинга состо-

яния посевов сельскохозяйственных культур требуются современные способы получения информации на конкретный период вегетации для определенной территории [2, 3].

Изучая закономерности изменения во времени и пространстве вегетационного индекса посевов озимой пшеницы в зависимости от расстояния до лесных полос полей, на которых они размещены, можно оценить защищенность полей полезащитными лесными насаждениями, а также влияние их на урожайность. Так, анализ изменений значений вегетационного индекса посевных площадей во взаимосвязи с шириной благоприятного защитного влияния лесных насаждений с применением данных дистанционного зондирования Земли для оценки урожайности пашни в агролесоландшафтах является актуальной задачей и целью данной работы.

К этим особенностям прибавляется и ветровой режим области, очень напряженный, в некоторых районах области доля дефляционно опасных потоков (скоростью 5–6 м/с и более) составляет 30–41 %, а в целом по области среднегодовые скорости ветра равны 3,3 м/с. Дефляционные процессы наиболее часто вызывают восточные ветры. Летом на них приходится 22–31 % случаев, в осенне-зимний период 33–46 %, а в марте-апреле до 48 % [4].

Дефляционно опасные земли в Волгоградской области составляют 4137 тыс. га, из них дефлировано 87,23 тыс. га [5, 6].

Анализируя территории Волгоградской области, подверженные негативным процессам, можно сделать вывод, что Жирновский, Калачевский, Котовский, Нехаевский муниципальные районы являются наиболее эрозионно опасными, а Быковский, Ленинский, Палласовский, Среднеахтубинский и Старополтавский менее эрозионно опасными на фоне остальных (рисунок 1).

Материалы и методы. Методика исследования агролесоландшафтов каштановых почв сухостепной зоны основана на методах аэрокосмических исследований в сочетании с геоинформационными технологиями дешифрирования [5].

Рисунок 1 – Удельный вес деградированных земель в области

Исследование проводилось в Калачевском муниципальном районе Волгоградской области, который выявлен как наиболее эрозионно опасный район области. Рассмотрено существующее лесомелиоративное обустройство агроландшафта. Оценка сохранности лесных полос и площади деградации проводилась по результатам дешифрования космоснимка по проективному покрытию [7].

Источниками данных дистанционного зондирования для анализа агроландшафтов являлись мультиспектральные снимки, получаемые со спутников Landsat-8, и данные глобальных цифровых моделей рельефа [8].

Для оценки пахотных угодий, их продуктивности и влияния защитных лесных насаждений в исследовании используется вегетационный индекс NDVI – простой количественный показатель состояния фотосинтезирующей фитомассы. J. W. Rouse первым описал концепцию вегетационного индекса. D. W. Deering нормализовал формулу: разность коэффициентов отражения (яркости) в инфракрасной и красной зонах спектра отнес к их сумме. Этот показатель тесно взаимосвязан с густотой посевов, биомассой и др. [9].

Расчет осуществляется следующим образом:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где NIR – отраженный свет в ближней инфракрасной области спектра;

RED – отраженный свет в красной области спектра [10].

Разница интенсивности отражений в заданной точке показывает плотность растительности. Зона депрессии вдоль лесной полосы (от 0 до $2H$, где H – высота деревьев в лесной полосе) составляет 22 м (рисунок 2).

Изучение и анализ значений индекса NDVI осуществляется по мере удаления от лесных полос. Этот процесс производится с помощью программы QGIS, находящейся в свободном доступе и предназначенной для создания и использования картографической информации с территориальной привязкой [10, 11].

Рисунок 2 – Изменение значений NDVI по мере удаления от лесной полосы

После стабилизации значений вегетационного индекса можно говорить о ширине влияния лесной полосы, т. е. ширина благоприятной зоны определяется расстоянием от лесополосы до ближайшей ячейки с постоянным значением NDVI [12, 13].

Результаты и обсуждение. Исследование агроландшафтов Волгоградской области отразило сложные природно-климатические условия природных ландшафтов и высокий уровень антропогенной нагрузки территории. Поэтому необходимо более детально рассмотреть негативные дестабилизирующие факторы совместно с природно-географическими особенностями на региональном уровне для эколого-ландшафтного обустройства степи [14].

По мнению К. Н. Кулика и А. В. Кошелева [15], на эродированных ландшафтах важно оптимизировать систему земледелия с учетом противодеградационной организации территории, которая включает в себя выделение севооборотных массивов с учетом уклона, степени эродированности почвы, схемы севооборотов, размеров полей и их конфигурации, приемов и технологий обработки почв, а также рационального размещения лесных полос и других линейных рубежей.

Почвенный покров изучаемого полигона представлен каштановыми и светло-каштановыми, частично эродированными почвами, он располагается в Калачевском районе Волгоградской области. Исследованы поля выбранного тестового полигона с озимой пшеницей: в 2017 г. рассмотрено 12 полей (средний NDVI составил 0,44), в 2018 г. – 14 полей (средний NDVI составил 0,64) и 23 поля с озимой пшеницей в 2019 г. (вегетационный индекс 0,49) (рисунок 3).

Ширина зоны влияния лесных полос (породный состав которых: ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica*) и робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia*), средняя высота 11 м, 4-рядные, с междурядьями 3,0 м, ажурной конструкции), определенная по показателям NDVI, зависит

от их сохранности. Коэффициент корреляции между сохранностью и размером зоны влияния составил 0,94. Таким образом, исследования позволили выявить закономерность варьирования ширины зоны влияния.

Рисунок 3 – Карта тестового полигона с обозначением полей озимой пшеницы

Размеры территории, на которой происходило изучение взаимосвязи между сохранностью и размером зоны влияния лесных полос, в 2017–2019 гг. были различными. Отличается количество исследуемых полей и полезащитных лесных полос по их периметру. В 2017 г. было оценено 12 полей и 37 лесных полос, в 2018 г. 14 полей и 88 лесных полос, а в 2019 г. 23 поля и 96 лесных полос. Теснота взаимосвязи между сохранностью лесных полос и величиной зоны их влияния растет, что подтверждается коэффициентом корреляции. Исследование территории показало, что ширина защитной зоны лесных полос оказывает благоприятное влияние на поле в целом и растет вместе с сохранностью лесных насаждений, что наглядно отражается на урожайности сельскохозяйственных культур (таблица 1). Анализ средних значений NDVI за 2017–2019 гг. отразил тесную связь между факторами – коэффициент корреляции между сохранностью и размером зоны влияния составил 0,94, следовательно, можно утверждать, что ширина благоприятной зоны обусловлена сохранностью полезащитных лесных полос (рисунок 4).

Таблица 1 – Анализ значений NDVI и урожайности под защитным влиянием полезащитных лесных полос и вне его в 2019 г.

№ поля	NDVI в благоприятной зоне влияния лесных полос	Урожайность в благоприятной зоне влияния лесных полос, ц/га		NDVI вне благоприятной зоны влияния лесных полос	Урожайность вне благоприятной зоны, ц/га	
		Фактическая	Прогнозная		Фактическая	Прогнозная
1	2	3	4	5	6	7
6	0,49	24,7	25,38	0,42	24,0	24,10
7	0,62	27,5	28,02	0,57	26,9	27,02
12	0,46	24,3	24,74	0,41	23,8	23,89
13	0,40	23,5	23,66	0,39	23,3	23,43
14	0,41	23,3	23,82	0,36	22,7	22,77
15	0,39	23,3	23,43	0,38	23,1	23,16
16	0,50	25,7	25,58	0,51	25,7	25,77
21	0,47	23,9	25,02	0,35	22,6	22,74
34	0,28	21,0	21,23	0,25	20,6	20,67
40	0,55	26,5	26,67	0,53	26,2	26,25
41	0,61	28,1	27,73	0,65	28,4	28,47
42	0,56	26,7	26,79	0,55	26,6	26,67
43	0,74	30,2	30,29	0,73	30,0	30,05

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
44	0,70	29,6	29,44	0,72	29,7	29,84
53	0,65	28,1	28,51	0,60	27,5	27,63
54	0,62	27,7	27,95	0,59	27,3	27,39
55	0,34	21,8	22,43	0,27	21,1	21,17
56	0,56	26,2	26,79	0,50	25,4	25,53
57	0,65	28,2	28,55	0,61	27,7	27,76
59	0,65	28,2	28,47	0,62	27,8	27,91
60	0,49	25,3	25,46	0,47	24,9	25,04
61	0,53	25,8	26,24	0,49	25,2	25,34
62	0,20	19,6	19,80	0,18	19,3	19,36
		1,18 %			0,37 %

Рисунок 4 – Зависимость зоны влияния лесных полос от их сохранности (среднее за 2017–2019 гг.)

По пространственно-временным изменениям вегетационного индекса по повторяющимся полям с озимой пшеницей, согласно севообороту, отмечается связь размера зоны влияния полезащитных лесных полос с сохранностью полога и лесоводственно-мелиоративной оценкой. Значения вегетационного индекса в зоне благоприятного влияния лесной полосы на полях с озимой пшеницей выше, чем без этого влияния.

Существует взаимосвязь между значениями NDVI, проективного покрытия полей, продуктивности, состояния лесных полос, позволяющая перейти от значений индекса к показателям ширины благоприятной зоны лесных полос и их состояния. По уравнению регрессии: $Y = 18,773e^{0,6529x}$, где Y – урожайность, x – значения NDVI (коэффициент корреляции составил 0,75), можно вычислить прогнозную урожайность поля, применив взаимосвязь вегетационного индекса и сохранности лесных полос (таблица 1).

По линиям тренда получены уравнения регрессии в благоприятной зоне ($Y = 20,38x + 15,084$) и неблагоприятной зоне ($Y = 19,498x + 15,76$). Коэффициенты корреляции составляют 0,99, что отражает тесную взаимосвязь между урожайностью и значениями вегетационного индекса тестового полигона Калачевский (рисунок 5).

Рисунок 5 – Взаимосвязь урожайности и индекса NDVI

Выводы. Прослеживается устойчивая связь увеличения защитного и благоприятного влияния полезащитных лесных полос с густотой зеленой массы на полях, так, в основном ширина благоприятного влияния лесных полос, включая зону депрессии, имеющих показатели сохранности до 65 %, составляет до 150 м, а лесные полосы, сохранность которых выше, создают благоприятные защитные условия на полях на расстоянии 200–250 м от лесной полосы и более, что в дальнейшем отражается на стабильной урожайности каждого конкретного поля севооборота.

Общая тенденция защитного влияния благоприятной зоны на показатель NDVI на полях озимой пшеницы исследуемого севооборота следующая: значения на 8 % выше в зоне влияния полезащитной лесной полосы,

чем вне ее, что при благоприятных агроклиматических условиях отразится на урожайности (разница составит 1,18 % и вне зоны влияния лесной полосы 0,37 % (таблица 1)).

Таким образом, применение выявленных закономерностей позволяет оценить состояние и анализировать урожайность пашни в агролесоландшафте с использованием данных дистанционного зондирования Земли и применением методов геоинформационного картографирования и моделирования исследуемой территории.

Список источников

1. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
2. Использование спутниковой информации MODIS в оперативной агрометеорологии / А. Д. Клещенко, В. М. Лебедева, Т. А. Найдина, О. В. Савицкая // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 2. С. 143–154.
3. Береза О. В., Страшная А. И., Лупян Е. А. О возможности прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Среднем Поволжье на основе комплексирования наземных и спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 1. С. 18–30.
4. Барабанов А. Т., Кулик А. В. Научное обоснование инновационного проекта агролесомелиоративного адаптивно-ландшафтного обустройства балочных водосборов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2(46). С. 67–73.
5. Воробьев А. В. Земельный фонд Волгоградской области. Волгоград, 2003. 48 с.
6. Редкие и исчезающие почвы природных парков Волгоградской области / В. М. Кретинин, В. В. Брагин, К. Н. Кулик, В. М. Шишкунов. Волгоград: ВолГУ, 2006. 161 с.
7. Способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации: пат. 2327107 Рос. Федерация: МПК G 01 C 11/00 / Юферев В. Г., Кулик К. Н., Рулев А. С., Бакурова К. Б.; заявитель ВНИАЛМИ Россельхозакадемии. № 2006112379/28; заявл. 13.04.06; опубл. 20.06.08, Бюл. № 17. 3 с.
8. Рулев А. С., Юферев В. Г., Юферев М. В. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015. 150 с.
9. Клещенко А. Д., Вирченко О. В., Савицкая О. В. Спутниковый мониторинг состояния и продуктивности посевов зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. 2013. Вып. 38. С. 54–70.
10. Свободная географическая информационная система с открытым кодом QGIS [Электронный ресурс]. URL: <https://qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 15.02.2021).
11. GIS and Archaeological Site Location Modelling / Edited by M. W. Mehrer, K. L. Wescott. CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. 454 p.
12. Weier J., Herring D. Measuring Vegetation (NDVI & EVI) // NASA Earth Observatory [Electronic resource]. Aug. 30, 2000. URL: <https://www.earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation> (date of access: 15.02.2021).

13. Шинкаренко С. С. Фитомелиоративное картографирование пастбищ Приэль-тонья на основе геоинформационных технологий: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Волгоград, 2015. 24 с.

14. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года / А. Л. Иванов [и др.]. Волгоград: Нива, 2009. 304 с.

15. Кулик К. Н., Кошелев А. В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга // Лесотехнический журнал. 2017. № 3. С. 107–114.

References

1. Gordeeva A.V., Romanenko G.A., 2008. *Problemy degradatsii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossii* [Problems of Agricultural Land Degradation and Productivity Restoration in Russia]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 67 p. (In Russian).

2. Kleshchenko A.D., Lebedeva V.M., Naidina T.A., Savitskaya O.V., 2015. *Ispol'zovaniye sputnikovoy informatsii MODIS v operativnoy agrometeorologii* [MODIS satellite data usage in operational agrometeorology]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space], vol. 12, no. 2, pp. 143-154. (In Russian).

3. Bereza O.V., Strashnaya A.I., Lupyan E.A., 2015. *O vozmozhnosti prognozirovaniya urozhaynosti ozimoy pshenitsy v Srednem Povolzh'e na osnove kompleksirovaniya naziemnykh i sputnikovykh dannykh* [On the possibility of forecasting the yield of winter wheat in the Middle Volga region based on the integration of land and satellite data]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space], vol. 12, no. 1, pp. 18-30. (In Russian).

4. Barabanov A.T., Kulik A.V., 2017. *Nauchnoe obosnovanie innovatsionnogo proekta agroлесомелиоративного адаптивно-ландшафтного обустройства балочных водосборов* [Scientific substantiation of the innovative project of agroforestry-adaptive-landscape arrangement of gully watersheds]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bull. of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2(46), pp. 67-73. (In Russian).

5. Vorobiev A.V., 2003. *Zemel'nyy fond Volgogradskoy oblasti* [Land Fund of Volgograd Region]. Volgograd, 48 p. (In Russian).

6. Kretinin V.M., Bragin V.V., Kulik K.N., Shishkunov V.M., 2006. *Redkie i ischezayushchie pochvy prirodnkh parkov Volgogradskoy oblasti* [Rare and Endangered Soils of Natural Parks of Volgograd Region]. Volgograd, VolSU, 161 p. (In Russian).

7. Yuferev V.G., Kulik K.N., Rulev A.S., Bakurova K.B., 2008. *Sposob opredeleniya sostoyaniya pastbishch, podverzhennykh degradatsii* [Method for Determining the State of Pastures Subject to Degradation]. Patent RF, no. 2327107. (In Russian).

8. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V., 2015. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye i modelirovaniye erozionnykh landshaftov* [Geoinformation Mapping and Modeling of Erosion Landscapes]. Volgograd, VNIALMI, 150 p. (In Russian).

9. Kleshchenko A.D., Virchenko O.V., Savitskaya O.V., 2013. *Sputnikovyi monitoring sostoyaniya i produktivnosti posevov zernovykh kul'tur* [Satellite monitoring of the state and productivity of grain crops]. *Trudy VNIISKHM* [Proc. of VNIISHM], iss. 38, pp. 54-70. (In Russian).

10. *Svobodnaya geograficheskaya informatsionnaya sistema s otkrytym kodom QGIS* [Free Geographic Information System with Open Source QGIS], available: <https://qgis.org/ru/site/> [accessed 15.02.2021]. (In Russian).

11. Mehrer M.W., Wescott K.L., 2006. *GIS and Archaeological Site Location Modeling*. CRC Press Taylor & Francis Group, 454 p.

12. Weier J., Herring D., 2000. Measuring Vegetation (NDVI & EVI). NASA Earth Observatory, Aug. 30, available: <https://www.earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation> [accessed 15.02.2021].

13. Shinkarenko S.S., 2015. *Fitomeliorativnoe kartografirovaniye pastbishch Pri-el'ton'ya na osnove geoinformatsionnykh tekhnologiy. Avtoreferat diss. kand. s.-kh. nauk* [Phytomeliorative mapping of pastures in Elton region on the basis of geoinformation technologies. Abstract of cand. agri. sci. diss.]. Volgograd, 24 p. (In Russian).

14. Ivanov A.L. [et al.], 2009. *Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Volgogradskoy oblasti na period do 2015 goda* [The System of Adaptive Landscape Farming of Volgograd Region for the Period up to 2015]. Volgograd, Niva Publ., 304 p. (In Russian).

15. Kulik K.N., Koshelev A.V., 2017. *Metodicheskaya osnova agrolesomeliorativnoy otsenki zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy po dannym distantsionnogo monitoringa* [Methodical basis of agroforestry reclamation assessment of protective forest plantations by remote monitoring data]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Journal], no. 3, pp. 107-114. (In Russian).

Информация об авторе

В. А. Силова – младший научный сотрудник.

Information about the author

V. A. Silova – Junior Researcher.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.10.2020; одобрена после рецензирования 25.03.2021; принята к публикации 31.03.2021.

The article was submitted 28.10.2020; approved after reviewing 25.03.2021; accepted for publication 31.03.2021.