

Ю.Н. Баранчиков, А.А. Ефременко, Д.А. Демидко

ЗАТОПЛЕНИЕ КАК СПОСОБ УНИЧТОЖЕНИЯ ЖУКОВ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В КОРЕ ПИХТОВЫХ БРЕВЕН

Введение. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) в настоящее время является одним из наиболее агрессивных вредителей темнохвойных лесов с участием пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.). Проблеме инвазии этого дальневосточного пришельца в период с 2000 по 2024 гг. посвящено около 450 статей почти 400 авторов [Кривец и др., 2025]. Очаги инвайдера разбросаны на огромной площади его вторичного ареала от Забайкалья до Московской области [Кривец и др., 2024]. Наиболее действенным средством ограничения численности полиграфа в настоящее время служит вырубка зараженных деревьев и последующее обязательное уничтожение зимующего запаса жуков [Гниненко и др., 2017]. Последнего можно добиться поверхностной обработкой стволов инсектицидами [Серая и др., 2018] или их инъектированием системными препаратами [Перцовая и др., 2023], либо окоркой стволов с последующим уничтожением коры (сжиганием либо закапыванием [Гниненко и др., 2017]). Одним из относительно экологически безопасных способов уничтожить подкорových обитателей всегда считалось затапливание зараженных бревен. Этот простой метод широко используется как в мировой, так и в отечественной практике [ГОСТ..., 1978; Руководство..., 1996; Руководство..., 2011; Webber, Gibbs, 1996; Olsson, 2005]. Открытым остается вопрос о времени вымачивания бревен. Этот параметр в значительной степени будет зависеть от вида и стадии развития вредителя, а также от места его локализации в тканях дерева [Siebert et al., 2014].

Мы сделали экспериментальную попытку определить время вымачивания бревна пихты, необходимое для полного уничтожения жуков уссурийского полиграфа. Одновременно проследили судьбу комплекса паразитов полиграфа в обрабатываемых отрубках.

Материал и методы исследования. В эксперименте участвовали отрубки, полученные из одного заселенного полиграфом летом 2018 г. ствола пихты сибирской V категории санитарного состояния, срубленной в январе 2019 г. в действующем очаге полиграфа в Емельяновском районе Краснояр-

ского края. Начиная от комля, ствол был разрезан на бревна длиной в 70 см и хранился в сухом неотапливаемом помещении. В конце апреля комлевой участок ствола был убран, а из последующих трёх брёвен были вырезаны по 5 отрезков длиной 10–12 см. Первый (нижний) отрезок каждого бревна использовали в качестве контроля. Остальные отрезки (со второго по пятый) выдерживали под водой в течение, соответственно, одной, двух, трех и четырех недель. Для этого помеченные отрезки были помещены в высокие стеклянные цилиндры для бумажной хроматографии и залиты предварительно отстоянной водопроводной водой (рис. 1). Эксперимент проводили в трех повторностях в условиях лаборатории, температура воды колебалась от 20 до 22 °С. Диаметры центральной части трёх экспериментальных бревен были равны, соответственно, 15, 13 и 12,5 см. Контроль и отрубки после одной, двух, трех и четырех недель затопления помещали в сетчатые мешки и выдерживали в термостатах производства Смоленского СКТБ СПУ в течение 15 дней при температуре 22 °С. Ежедневно учитывали и изымали отродившихся из каждого отрезка насекомых (жуков и имаго паразитоидов). Затем с отрезков снимали кору и, тщательно её расслаивая, выбирали всех оставшихся в коре и под корой жуков и, по возможности, имаго и личинок других насекомых. Обнаруженных жуков полиграфа делили на подающих любые признаки жизни и мертвых (неподвижных).



Рис. 1. Внешний вид эксперимента по затоплению отрубков бревен пихты

Fig. 1. External view of the experiment on submersion of fir log sections

Результаты и обсуждение. Все отрезки бревен, несмотря на некоторую разницу в их размерах, были освоены полиграфом относительно равномерно. Это подтверждает немногочисленные пока наблюдения об относительной равномерности заселения стволов пихт по всей высоте дерева при массовом нападении вредителя [Takei et al., 2021]. Контрольные отрубки всегда имели больший диаметр, с чем, по-видимому, и связано большее суммарное число жуков в них.

При анализе соотношения вышедших из бревна, оставшихся в бревне живых и мертвых жуков бросается в глаза очевидный вывод: по отрождению (выходу) жуков из перезимовавшего бревна нельзя судить об их запасе в бревне (табл. 1). Из более сухих бревен выходит более 80% живых жуков, в то время как из бревен с влажной корой – не более 50% от запаса имаго короеда. Ранее было показано, что иссушение коры провоцирует покидание бревен жуками полиграфа до зимовки [Баранчиков и др., 2016]. Это важное методологическое заключение необходимо учитывать при дальнейших работах по учету продукции гнезд вредителя.

Время выдерживания под водой однозначно повышает смертность жуков: к концу третьей недели затопления все жуки в ходах, проложенных в коре отрубков, погибли.

Таблица 1

Влияние длительности затопления отрубков бревна пихты на выживаемость и выход жуков уссурийского полиграфа*

Influence of submersion duration of fir log chops on survival and emergence of four-eyed fir bark beetles

Показатели	Период затопления, недели				
	0	1	2	3	4
Плотность жуков, экз./дм ²	32,2 ± 3,1	31,0 ± 3,5	34,3 ± 2,1	27,0 ± 2,0	33,6 ± 2,2
Жуков в отрубке, экз.	102,6 ± 10,9	54,0 ± 6,5	57,3 ± 1,9	57,0 ± 5,1	75,0 ± 9,5
из них, %:					
вышло	76,8 ± 3,3	25,2 ± 3,1	5,9 ± 1,7	0,0	0,0
живых в бревне	14,7 ± 2,5	24,8 ± 0,5	7,6 ± 0,3	0,0	0,0
мертвых в бревне	8,5 ± 1,3	50,0 ± 3,3	86,5 ± 1,5	100,0	100,0

* Среднее ± ошибка по трем отрубкам.

Таблица 2

**Влияние длительности затопления отрубков бревна пихты
на выход имаго паразитоидов уссурийского полиграфа**
(суммарные данные по трем отрубкам)

**Influence of submersion of fir log chops duration on emergence
of four-eyed fir bark beetle parasitoids**
(summary data on three log chops)

Показатели	Период затопления, недели				
	0	1	2	3	4
Вышло паразитоидов, экз.	3	20	6	2	0
из них, %:					
<i>Dinotiscus eupterus</i>	66,6	75,0	83,3	50,0	0
<i>Raptrocerus mirus</i>	33,4	25,0	16,7	50,0	0

Интересна динамика выхода двух видов паразитических хальцид *Dinotiscus eupterus* Walker и *Raptrocerus mirus* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) из затопленных бревен (табл. 2). Их суммарное число резко возросло при кратковременном повышении влажности коры – после недельного затопливания. По-видимому, различия во влажности коры (в толще которой и зимуют паразитоиды) играют важную роль в способности прогрызания ими лётных отверстий для выхода наружу.

Практически во всех вариантах опыта доминировал *D. eupterus*, что свойственно соотношению этих двух видов в природных популяциях полиграфа [Баранчиков и др., 2012; Кривец, Керчев, 2016].

Заключение. Согласно результатам эксперимента для полного отмирания жуков уссурийского полиграфа необходимо вымачивать зараженные бревна в течение не менее 3 недель. В природных условиях, весной, время вымачивания нужно увеличить, так как при низких температурах метаболизм насекомых может быть понижен и их гибель в анаэробных условиях наступит позднее. Весной мы рекомендуем выдерживать зараженные бревна под водой не менее 6 недель.

Благодарности. Авторы признательны В.М. Петько за существенный вклад в реализацию эксперимента.

Сведения о финансировании исследования. Работа выполнена в рамках Государственного задания ИЛ СО РАН, проект № FWES-2024-0029.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В., Петько В.М. Факторы динамики численности популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) на фронтах его инвазийного наступления // VIII Межд. науч. конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012»: матер. межд. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Новосибирск, 2012. Т. 4. С. 99–103.

Баранчиков Ю.Н., Демидко Д.А., Петько В.М. Влажность коры дерева-хозяина и вероятность летне-осеннего лёта жуков уссурийского полиграфа // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: IX чтения памяти О. А. Катаева. СПб., 2016. С. 5.

Гниненко Ю.И., Клюкин М.С., Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Петько В.М., Демидко Д.А., Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н. Технология комплексной защиты пихты от уссурийского полиграфа и пихтовой grosмании. Пушкино: ВНИИЛМ, 2017. 20 с.

ГОСТ 9014.1–78. Лесоматериалы круглые. Хранение. Защита дождеванием. М.: Госкомстандарт СМ СССР, 1978. 7 с.

Кривец С.А., Керчев И.А. Энтомофаги уссурийского полиграфа в Сибири и возможность их использования в контроле инвазийных популяций // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: матер. Всерос. конф. с межд. уч. М.; Красноярск, 2016. С. 107–109.

Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Волкова Е.С., Астапенко С.А., Ефременко А.А., Косилов А.Ю., Кудрявцев П.П., Кузнецова Ю.Р., Пономарёв В.И., Потапкин А.Б., Тараскин Е.Г., Титова В.В., Шилоносов А.О., Баранчиков Ю.Н. Обзор современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blanford) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2024. Вып. 1. С. 49–69.

Кривец С.А., Ефременко А.А., Баранчиков Ю.Н. Инвазия уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford в пихтовые леса Евразии. Русско-английский указатель публикаций 2000–2024 гг. 2-е изд., испр. и доп. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, 2025. 116 с.

Перцовая А.А., Пашенова Н.В., Ефременко А.А., Баранчиков Ю.Н. Опыт инжектирования пихт системными пестицидами для борьбы с уссурийским полиграфом // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 213–226. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.213-226.

Руководство по защите хвойной древесины от вредных насекомых. М.: ВНИИЛесресурс, 1996. 17 с.

Руководство по применению фитосанитарных стандартов в лесном хозяйстве. Документ ФАО по лесному хозяйству 164. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2011. 114 с.

Серая Л.Г., Пашенова Н.В., Демидко Д.А., Коженкова А.А., Ефременко А.А., Гниненко Ю.И., Баранчиков Ю.Н. Попытки химического контроля инвазивных популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* (Coleoptera: Curculionidae) // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: X чтения памяти О. А. Катаева: матер. межд. конф. / под ред. Д.Л. Мусолина и А.В. Селиховкина. СПб., 2018. Т. 1: Насекомые и прочие беспозвоночные животные. С. 97–98.

Olsson V. Wet storage of timber – problems and solutions. Stockholm: Royal Institute of Technology, 2005. 105 p.

Siegert N.W., Secord T., McCullough D.G. Submersion as a tactic to prevent emergence of emerald ash borer *Agrilus planipennis* from black ash logs // Agricultural and Forest Entomology. 2014. Vol. 16. P. 321–325.

Takei S-Y., Kobayashi K., Takagi E. Distribution pattern of entry holes of the tree-killing bark beetle *Polygraphus proximus* // PLoS ONE. 2021. Vol. 16(2). Art. no. e0246812. DOI: 10.1371/journal.pone.0246812.

Webber J.F., Gibbs J.N. Water storage of timber: experience in Britain // Bulletin 117., L., 1996. 16+48 p.

References

Baranchikov Yu.N., Pashenova N.V., Pet'ko V.M. Faktory dinamiki chislennosti ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) na frontakh yego invazionnogo nastupleniya [Factors of population dynamics of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) on the fronts of its invasive attack]. VIII Mezhd. nauch. kongress «Interespo GEO-Sibir'-2012»; Ekonomicheskoye razvitiye Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodopol'zovaniya, zemleustroystva, lesoupravleniya, upravleniya nedvizhimost'yu: mater. mezhd. nauch. konf. Novosibirsk, 2012, T. 4, pp. 99–103. (In Russ.)

Baranchikov Yu.N., Demidko D.A., Petko V.M. Vlazhnost' kory dereva-khozyaina i ugrozy letne-osennego lotchika zhukov ussuriyskogo poligrafa [Humidity of host tree bark and probability of summer-autumn flight of four-eyed fir bark beetle] Dendrobiontnyye bespozvonochnyye zhivotnyye i griby i ikh rol' v lesnykh ekosistemakh: IX chteniya pamyati O. A. Katayeva. SPb., 2016, p. 5. (In Russ.)

Gninenko Yu.I., Klyukin M.S., Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Pet'ko V.M., Demidko D.A., Pashenova N.V., Baranchikov Yu.N. Tekhnologiya kompleksnoy zashchity pikhty ot ussuriyskogo poligrafa i pikhtovoy grosmannii. [Technology of integrated protection of fir from four-eyed fir bark beetle and fir grosmannia]. Pushkino: VNIILM, 2017. 20 p. (In Russ.)

GOST 9014.1–78. Lesomaterialy kruglye. Khraneniye. Zashchita dozhdevaniyem. [Round timber. Storage. Protection by sprinkling]. Moskva: Goskomstandart SM SSSR, 1978. 7 p. (In Russ.)

Krivets S.A., Yefremenko A.A., Baranchikov Yu.N. Invaziya ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* Blandford v pikhtovykh lesakh Yevrazii. Russko-angliyskiy ukazatel' publikatsii 2000–2024 gg. [Invasion of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford in Eurasian fir forests. Russian-English Index of Publications 2000–2024]. 2-e izd., ispr. i dop. Krasnoyarsk: Institut lesa im. V.N. Sukacheva FITS KNTS SO RAN, 2025. 116 p. (In Russ.)

Krivets S.A., Kerchev I.A. Entomofagi ussuriyskogo poligrafa v Sibiri i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v kontrole invazionnykh populyatsiy [Entomophages of four-eyed fir bark beetle in Siberia and the possibility of their use in the control of invasive populations]. *Monitoring i biologicheskiye metody kontrolya vrediteley i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k vnedreniyu*: mater. Vseros. konf. s mezhd. uch. Moskva; Krasnoyarsk, 2016, pp. 107–109. (In Russ.)

Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Volkova Ye.S., Astapenko S.A., Yefremenko A.A., Kosilov A.Yu., Kudryavtsev P.P., Kuznetsova Yu.R., Ponomarov V.I., Potapkin A.B., Taraskin Ye.G., Titova V.V., Shilonosov A.O., Baranchikov Yu.N. Obzor sovremennogo vtorichnogo areala ussuriyskogo poligrafa (*Polygraphus proximus* Blandford) na territorii Rossiyskoy Federatsii [Review of the modern secondary range of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) on the territory of the Russian Federation]. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy*, 2024, vol. 1, pp. 49–69. (In Russ.)

Olsson V. Wet storage of timber – problems and solutions. Stockholm: Royal Institute of Technology, 2005. 105 p.

Pertsovaya A.A., Pashenova N.V., Yefremenko A.A., Baranchikov Yu.N. Opyt in'yektsiy pikht sistemnymi pestitsidami dlya bor'by s ussuriyskim poligrafom [Experience of injecting fir trees with systemic pesticides to combat four-eyed fir bark beetle]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2023, iss. 244, pp. 213–226. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.213-226. (In Russ.)

Rukovodstvo po zashchite khvoynoy drevesiny ot vrednykh nasekomykh. [Manual on protection of coniferous wood from pests]. Moskva: VNIITslesresurs, 1996. 17 p. (In Russ.)

Rukovodstvo po primeneniyu fitosanitarnykh standartov v lesnom khozyaystve. [Guidelines for the application of phytosanitary standards in forestry]. Dokument FAO po lesnomu khozyaystvu 164. Rim: Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya Ob'yedinennykh Natsiy, 2011. 114 p. (In Russ.)

Seraya L.G., Pashenova N.V., Demidko D.A., Kozhenkova A.A., Yefremenko A.A., Gninenko Yu.I., Baranchikov Yu.N. Popytki khimicheskogo kontrolya invazivnykh populyatsiy ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* (Coleoptera: Curculionidae) [Attempts of chemical control of invasive populations of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* (Coleoptera: Curculionidae)]. *Dendrobiontnyye*

bespozvonochnyye zhivotnyye i griby i ikh rol' v lesnykh ekosistemakh. X chteniya pamyati O. A. Katayeva: mater. mezhd. konf. / pod red. D.L. Musolina i A.V. Selikhovkina. St. Petersburg, 2018, T. 1: Nasekomye i prochiye bespozvonochnyye zhivotnyye, pp. 97–98. (In Russ.)

*Siebert N.W., Secord T., McCullough D.G. Submersion as a tactic to prevent emergence of emerald ash borer *Agrilus planipennis* from black ash logs. *Agricultural and Forest Entomology*, 2014, vol. 16, pp. 321–325.*

*Takei S-Y., Kobayashi K., Takagi E. Distribution pattern of entry holes of the tree-killing bark beetle *Polygraphus proximus*. *PLoS ONE*, 2021, vol. 16(2), art. no. e0246812. DOI: 10.1371/journal.pone.0246812.*

*Webber J.F., Gibbs J.N. Water storage of timber: experience in Britain. *Bulletin 117*. London, 1996, 16+48 p.*

Материал поступил в редакцию 10.03.2025

Баранчиков Ю.Н., Ефременко А.А., Демидко Д.А. Затопление как способ уничтожения жуков уссурийского полиграфа в коре пихтовых бревен // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 254. С. 246–255. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.246-255

В ходе лабораторного эксперимента определяли время вымачивания бревна пихты, необходимое для полного уничтожения жуков уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) – дальневосточного инвайдера. Одновременно в обрабатываемых отрубках проследили судьбу комплекса паразитоидов полиграфа – двух видов паразитических хальцид *Dinotiscus eupterus* Walker и *Raptrocerus mirus* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae). При комнатной температуре 100% смертность жуков полиграфа наступила через 3 недели вымачивания, а паразитоидов – через 4 недели. В природных условиях, весной, время вымачивания нужно увеличить, так как при низких температурах метаболизм насекомых может быть понижен и их гибель в анаэробных условиях наступит позднее. Мы рекомендуем весной выдерживать зараженные бревна под водой не менее 6 недель.

Ключевые слова: уссурийский полиграф, *Polygraphus proximus*, контроль жуков, сроки вымачивания бревен.

Baranchikov Yu.N., Efremenko A.A., Demidko D.A. Submersion as a tactic to destroy beetles of four-eyed fir bark beetle in the bark of fir logs. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2025, iss. 254, pp. 246–255 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.246-255

The laboratory experiment was used to determine the time of fir log submersion necessary for complete mortality of the beetles of the four-eyed fir

bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), a Far Eastern invader. Simultaneously, the fate of a complex of *Polygraphus* parasitoids: two species of parasitic chalcids *Dinotiscus eupterus* Walker and *Raptrocerus mirus* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) – was traced in the processed cuts. At room temperature, 100% mortality of four-eyed fir bark beetle occurred after 3 weeks of submersion and of parasitoids after 4 weeks. In natural conditions, in spring, the submersion time should be increased, because at low temperatures the metabolism of insects may be reduced and their death in anaerobic conditions will occur later. We recommend keeping infested logs under water for at least 6 weeks in spring.

Key words: submersion, *Polygraphus proximus*, beetle control, timing of log submersion.

БАРАНЧИКОВ Юрий Николаевич – заведующий лабораторией лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. SPIN-код: 4317-7018. ORCID: 0000-0002-2472-7242. Scopus AuthorID: 6505865279. WoS ResearcherID: K-1112-2018.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: baranchikov_yuri@yahoo.com

BARANCHIKOV Yuriy N. – PhD (Biological), Head of the Department of Forest Zoology, V.N. Sukachev Forest Institute, FRC KSC SB RAS, Senior Researcher. SPIN-code: 4317-7018. ORCID: 0000-0002-2472-7242. Scopus Author ID: 6505865279. WoS ResearcherID: K-1112-2018.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: baranchikov_yuri@yahoo.com

ЕФРЕМЕНКО Антон Андреевич – младший научный сотрудник лаборатории лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН. SPIN-код: 9008-1794. ORCID: 0000-0002-9715-8546. Scopus AuthorID: 57950105900. WoS ResearcherID: GPP-2658-2022.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: efremenko2@mail.ru

EFREMENKO Anton A. – Junior Researcher at the Department of Forest Zoology, Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 9008-1794. ORCID: 0000-0002-9715-8546. Scopus AuthorID: 57950105900. WoS ResearcherID: GPP-2658-2022.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: efremenko2@mail.ru

ДЕМИДКО Денис Александрович – научный сотрудник лаборатории лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, кандидат биологических наук. SPIN-код: 1579-0843. ORCID: 0000-0001-6538-9828. Scopus AuthorID: 14622168900. WoS ResearcherID: FIF-6936-2021.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия.

DEMIDKO Denis A. – PhD (Biological), Researcher at the Department of Forest Zoology, Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 1579-0843. ORCID: 0000-0001-6538-9828. Scopus AuthorID: 14622168900. WoS ResearcherID: FIF-6936-2021.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia.