Тип статьи: научная
УДК 621.899
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-6-27-33

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА УДАЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИЗ МОТОРНОГО МАСЛА БЕЗ ЕГО СЛИВА ИЗ СИСТЕМЫ СМАЗКИ

Александр Викторович Кошелев [1]***, Дар Али Юсиф Аль – Саади*** [2]***,***
Алла Владимировна Забродская [3]***, Виктор Сергеевич Вязинкин*** [4]
[1,3,4] *Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, Россия*
[1] viitinlab8@bk.ru
[2]*Аль – Салам университетский колледж, Багдад, Ирак*
[2] dar-alsaadi@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Александр Викторович Кошелев, viitinlab8@bk.ru
Corresponding author: Alexander Koshelev, viitinlab8@bk.ru

Реферат. *В дизельных двигателях внутреннего сгорания тракторов в процессе эксплуатации под воздействием высоких температур, нагрузок на деталях цилиндро – поршневой группы образуются загрязнения, которые далее попадают в моторное масло, что влияет на срок службы масла, характеристики машинно – тракторного агрегата. Важным мероприятием, влияющим на загрязненность деталей и срок службы масла, является промывка системы смазки при регламентной замене отработанного масла. Однако, по ряду известных объективных и субъективных причин данный технологический приём в реальных условиях эксплуатации практически не проводится. В ФГБНУ ВНИИТиН разработана ресурсосберегающая технология промывки системы смазки моторным маслом, работающим в двигателе трактора. Рассмотрен ряд технологических приемов очистки масла от загрязнений, смол под действием химических реагентов, добавляемых в масло, с последующей работой двигателя на холостом ходу. Получены зависимости изменения загрязненности, щелочного числа, вязкости и цвета масла от способа очистки, концентрации внесения реагентов карбамида, моноэтаноламина, изопропанола. Определено, что внесение изопропанола может увеличивать температуру вспышки масла. Установлены зависимости изменения щелочного числа, вязкости от концентрации моноэтаноламина с изопропанолом в масле. Рациональной концентрацией внесения данной добавки является 2 – 3 % объёма масла. Определено, что цвет масла при этом изменяется с 9 до 4 баллов в ед. ЦНТ. Исследованиями по использованию в качестве разделяющего агента и коагулянта мелкодиспергированных загрязнений установлено, что 3 % об. растворенного в гидроксиде аммония карбамида позволяет получить наилучший результат. Исследования по данному направлению будут продолжены и требуют подтверждения в широком диапазоне масел, технологического состояния двигателей тракторов.*

Ключевые слова: *моторное масло, загрязнение деталей, система смазки, реагенты, очистки, показатели, зависимости.*

RESEARCH RESULTS TO DETERMINE A RATIONAL METHOD FOR REMOVING CONTAMINATIONS FROM MOTOR OIL WITHOUT DRAINING IT FROM THE LUBRICATION SYSTEM

Alexander Koshelev [1]***, Dar A.Yu. Al – Saadi*** [2]***, Alla Zabrodskaya*** [3]***, Viktor Vyazankin*** [4]
[1,3,4] *All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia,* [1] viitinlab8@bk.ru
[2]*Al-Salam University College, Baghdad, Iraq*
[2] dar-alsaadi@mail.ru

Abstract. *Contaminants are formed in diesel internal combustion engines of tractors during operation under the influence of high temperatures and loads on the parts of the cylinder-piston group, which then enter the engine oil, which affects the service life of the oil and the characteristics of the machine-tractor unit. An important measure that affects the contamination of parts and the service life of the oil is flushing the lubrication system during routine replacement of used oil. However, for a number of well-known objective and subjective reasons, this technological method is practically not carried out under real operating conditions. Resource-saving technology for flushing the lubrication system with motor oil running in the tractor engine was developed at TSTU. A number of technological methods for cleaning oil from contaminants and resins under the influence of chemical reagents added to the oil, followed by idling the engine, have been developed. The dependences of changes in contamination, base number, viscosity and color of the oil on the cleaning method, the concentration of the addition of urea, monoethanolamine, and isopropanol reagents were obtained. It has been determined that the addition of isopropanol can increase the flash point of the oil. The dependences of the change in base number and viscosity on the concentration of monoethanolamine with isopropanol in the oil have been established. The rational concentration for adding this additive is 2–3% of the oil volume. It was determined that the color of the oil changes from 9 to 4 points per unit. CNT. Research on the use of finely dispersed contaminants as a separating agent and coagulant has established that 3% vol. carbamide dissolved in ammonium hydroxide allows you to get the best result. Research in this area will be continued and requires confirmation in a wide range of oils and the technological state of tractor engines*.

Keywords: *engine oil, contamination of parts, lubrication system, reagents, cleaning, indicators, dependencies.*

Для цитирования: Кошелев А.В., Аль-Саади Д.А.Ю., Забродская А.В., Вязинкин В.С. Результаты исследований по определению рационального способа удаления загрязнений из моторного масла без его слива из системы смазки // Наука в центральной России Science in the Central Russia. 2023. Т. 66, № 6. С. 27-33. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-6-27-33.

For citation: Koshelev A., Al – Saadi D.A.Yu., Zabrodskaya A., Vyazankin V. Research results to determine a rational method for removing contaminations from motor oil without draining it from the lubrication system. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 66(6): 27-33. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-6-27-33.

Введение. В процессе работы двигателей тракторов в системе смазки на деталях цилиндро – поршневой группы, под маслосъмными кольцами, в масляных каналах и на днище картера могут образовываться мазеподобные, смолистые отложения как результат использования топлив и масел, не соответствующих требованиям стандартов, высоких нагрузок, температур и так далее [1,2,3].

Подобного рода отложения возможно удалить, не проводя разборку двигателя за счет промывки системы смазки специальными промывочными маслами [4, 5, 6].

Однако данная операция сопряжена со значительными затратами и не всегда эффективна при промывке систем смазки двигателей тракторов [7,8].

ФГБНУ ВНИИТиН разрабатывает ресурсосберегающую технологию промывки системы смазки моторным маслом, работающим в двигателе. Исследования проводятся в четырёх направлениях очистки отработанного моторного масла после его слива из картера двигателя с осветлением, очистка моторного масла без слива из картера двигателя за счет внесения добавок, способствующих за весь период использования масла поддержанию его высоких моющих свойств, очистка отработанного моторного масла перед его заменой без слива из картера двигателя с последующим сливом и заправкой товарного масла, ми

Методика проведения исследований.

Для исследований отбирались из картеров двигателей тракторов моторные масла с различными характеристиками, обусловленными разным техническим состоянием ДВС и различной наработкой после замены. В таблице 1 представлены некоторые основные показатели проб масел.

Таблица 1 - Физико – химические показатели проб масел

Показатели	Трактор МТЗ-82		
	ДВС-1 100 часов	ДВС-2 150 часов	ДВС-3 200 часов
Вязкость кинематическая, мм^2/с	10,1	10,8	10,5
Щелочное число, мг КОН/г	4,8	3,5	3,0
Загрязненность (смол), %	0,21	0,41	0,78
Температура вспышки. °С	200	210	180
Цвет, балл, ед. ЦНТ	7	8	9

Прежде всего, следует обратить внимание на значение щелочного числа масла, косвенно характеризующего содержание присадок и в первую очередь моюще – диспергирующих, которые, как показывает практика исследований по очистке масел и удалению из них мелкодиспергированных смол, асфальтенов, затормаживают укрупнение частиц и соответственно удаление загрязнений.

Чем выше значение щелочного числа, тем процесс укрупнения практически растворенных продуктов окисления проходит медленнее или вообще не происходит. При проведении исследований в качестве коагулянтов рассматривался водный раствор карбамида, карбамид, растворенный в гидроксиде аммония, смесь моноэтаноламина с изопропанолом [9].

Масло нагревалось до температуры 80 °С, далее в него вносились 1 – 3 % растворы вышеперечисленных коагулянтов. Данная концентрация рациональна и апробирована многократно, также описана в работах лаборатории смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов. Из различных комбинаций 1–5 % выделенные являются наиболее работоспособными с учетом многолетних исследований.

На рисунке 1 представлена зависимость изменения вязкости кинематической трех масел.

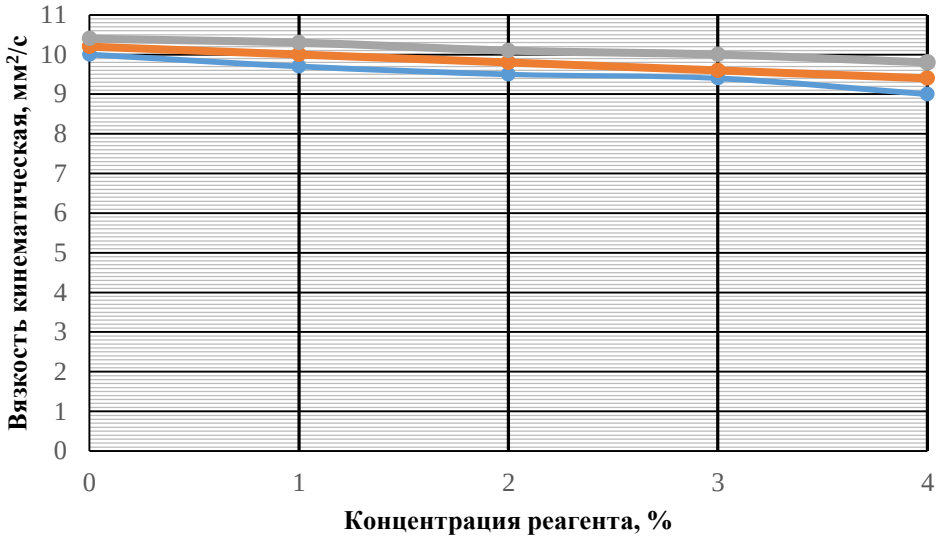

Рисунок 1- Зависимость изменения вязкости кинематической масла М-10Г$_2$.

Установлено, что во всех пробах масла вязкость кинематическая практически не изменилась. Имеющие место отклонения носят закономерный характер и связаны с удалением смолистых, более вязких примесей в двигателях технически исправных.

Резкое изменение вязкости в сторону уменьшения свидетельствует о смешивании масла с легкими дизельными фракциями.

На рисунке 2 представлены зависимости изменения загрязненности масла и цвета под воздействием выше представленных реагентов (водного раствора карбамида).

Содержание загрязнений у трактора (№ 1) снизилось с 0,21 до 0,08, цвет изменился с 7 до 4 баллов. В аналогичной закономерности изменились характеристики масел у тракторов № 2 и № 4.

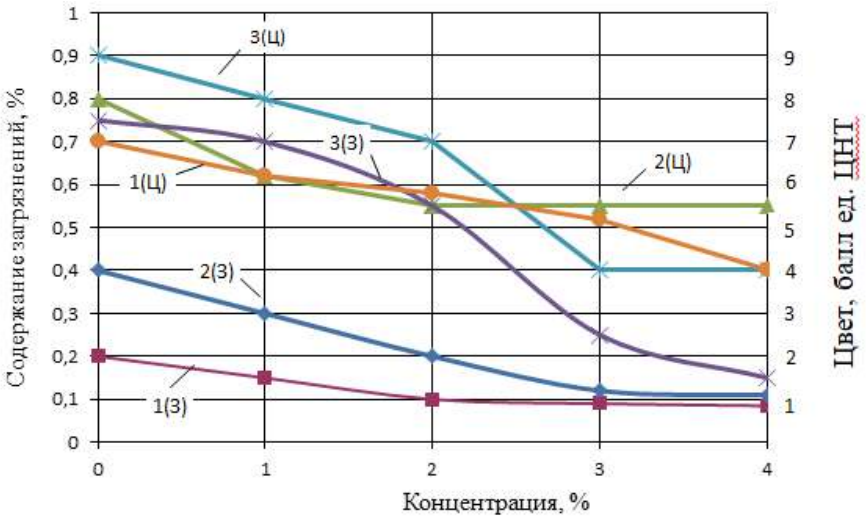

Рисунок 2– Зависимость изменения загрязнений и цвета

Для использования очищенного масла в любых других системах (кроме ДВС) полученные показатели являются удовлетворительными. Для рассмотрения масла в качестве промывочной жидкости данной характеристики не достаточно.

Способ ФГБНУ ВНИИТиН с использованием моноэтаноламина и изопропанола в ранее известных результатах более предпочтителен [10]. Однако его действие в качестве промывочного масла несмотря на присутствие растворителя (изопропанола) не всегда может быть оправдано, так как изопропанол может оставаться в масле, а принятая концепция предполагает длительное использование масла, то есть продление его срока службы.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения щелочного числа масла от концентрации внесения моноэтаноламина в смеси с изопропанолом. Вязкость у всех масел осталась практически неизменной, как показано на рисунке 1.

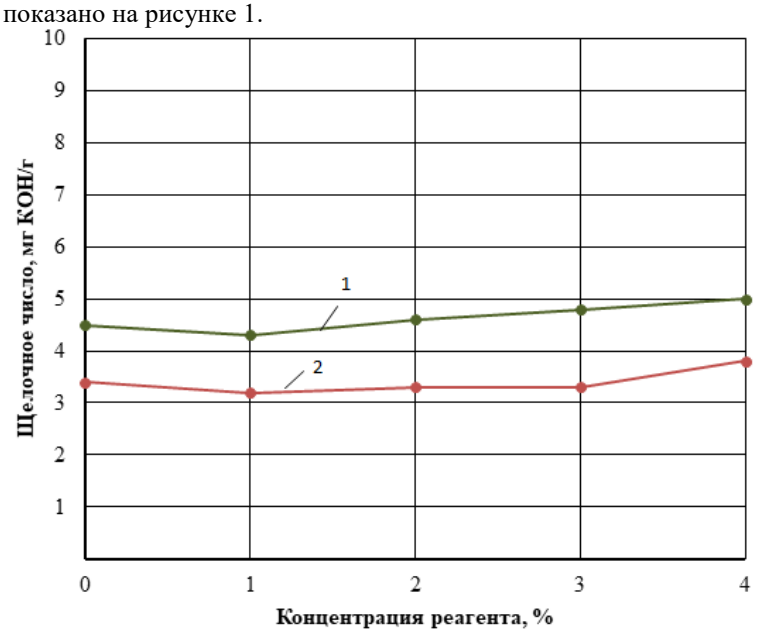

Рисунок 3 - Зависимость изменения щелочного числа масел.

Незначительное увеличение щелочного числа возможно объяснить действием моноэтаноламина.

На рисунке 4 представлена зависимость изменения цвета масла.

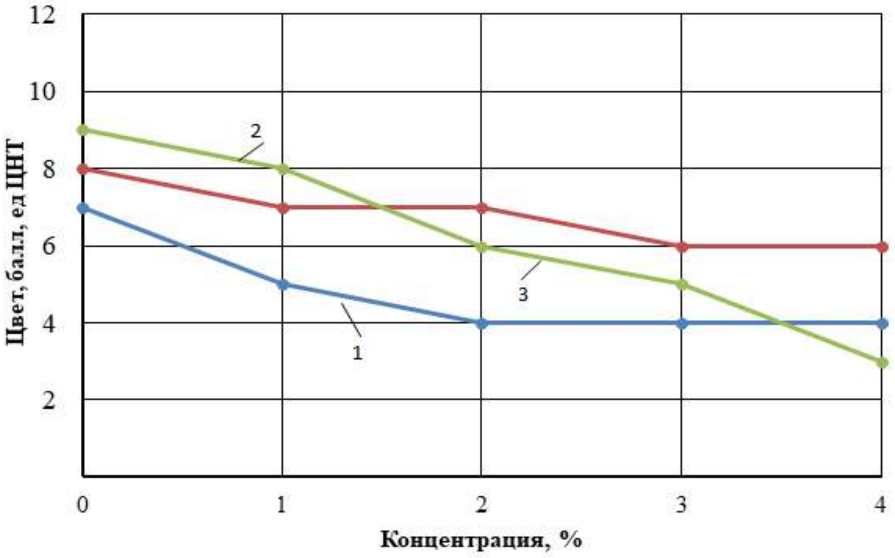

Рисунок 4 - Зависимость изменения цвета.

Для промывки системы смазки проводились исследования по анализу изменения содержания смол нерастворимого осадка в масле после очистки.

Учитывая, что карбамид показал удовлетворительный результат в данных разработках, проведём исследования по замене воды гидроксидом аммония, который способен растворить карбамид и усилить его действие.

На рисунке 5 показана динамика изменения содержания щелочного числа под действием 3% раствора карбамида в гидроксиде аммония.

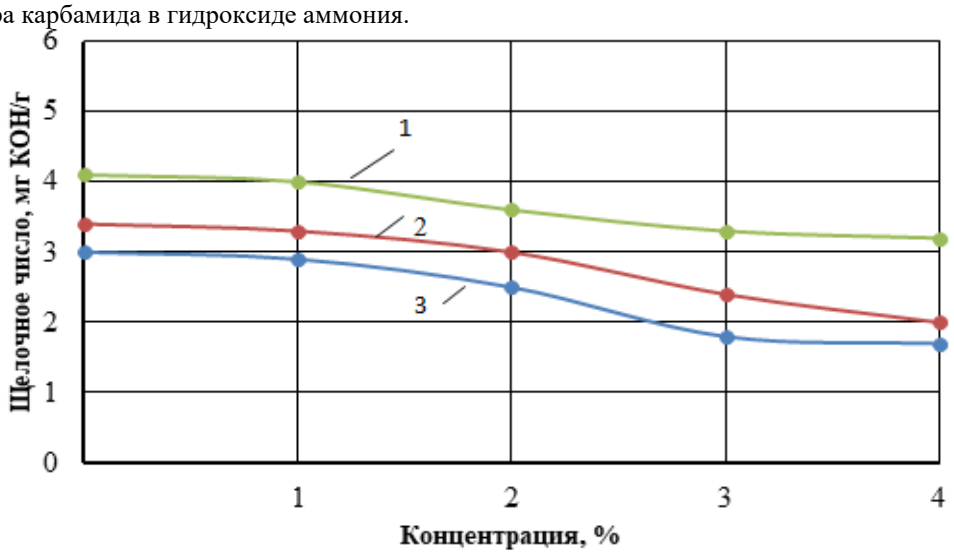

Рисунок 5 - Зависимость изменения содержания присадок в масле от концентрации реагента.

В принципе, возможно проследить определённую закономерность: с увеличением концентрации реагента щелочное число снижается. Однако нельзя однозначно утверждать, что полученные результаты могут оказать влияние на свойства масла. Более того, на основании

элементарных законов физики можно утверждать, что моющие свойства смеси могут быть улучшены за счёт «агрессивного» действия аммиака.

Следует также принимать во внимание, что снижение щелочного числа отрицательно влияет на срок службы масла до замены, а по данному показателю значение уменьшается. Также необходимо принимать во внимание тот факт, что периодически происходит долив свежего масла.

Полученные зависимости противоречат известным закономерностям в определённой степени, тем не менее, в основе «сочетаются». Возможно, имеющимся отклонениям есть объяснения. «Неконтролируемый» долив «угоревшего» масла влияет на получаемые результаты. При этом долив проводился для чистоты эксперимента, а в реальных условиях эксплуатации ситуация может быть противоположной или отличаться от действительности.

Заключение. Полученные результаты составляют только небольшую часть работы, проводимую в данном направлении. Для получения более достоверной информации следует проводить глубокие исследования.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что использование гидроксида аммония с растворенным карбамидом является более предпочтительным на данный момент исследований.

Список источников

1. Григорьев М.А., Кенжебаев С.О., Волков В.И. Комбинированные системы очистки масла дизеля //Автомобильная промышленность. 1992. №7. С. 14 - 16.

2. Кравченко И.Н., Корнеев В.М., Петровский Д.И., Катаев Ю.В. Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники: учебное пособие. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2018. 184 с.

3. Николаенко А.В. Пути улучшения использования сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1980. 304 с.

4. Остриков В.В., Вязинкин В.С., Забродская А.В., Жерновников Д.Н. Промывка системы смазки двигателей тракторов отработанным маслом. /В сборнике Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники. Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. 2019. С. 15-18.

5. Охотников Б. Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. 138 с.

6. Ленский А.В. Система технического обслуживания машинотракторного парка. М.: Россельхозиздат, 1985. 336 с.

7. Картошкин А.П. Исследование нагароотложений на деталях цилиндропоршневой группы при эксплуатации дизелей сельскохозяйственных тракторов. Л.: ЛСХИ, 1984. 97 с.

8. Остриков В.В., Балабанов В.И., Сафонов В.В., Ищенко С.А. Ресурсосберегающая технология очистки системы смазки двигателя. //Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 34-38

9. Остриков В.В., Оробинский В.И., Афоничев Д.Н., Забродская А.В. Исследования по очистке работающего моторного масла и системы с мазки от загрязнений //Химия и технология топлив и масел. 2021. № 6 (628). С. 21-24.

10. Патент на изобретение RU 2773468 C1. Способ очистки отработанных моторных минеральных масел /Остриков В.В., Вигдорович М.В., Вязинкин В.С., Забродская А.В., Нагдаев В.К., Кошелев А.В., Жерновников Д.Н./ 06.06.2022. Заявка № 2021123711 от 06.08.2021.

Reference

1. Grigoriev M.A., Kenzhebaev S.O., Volkov V.I. Combined diesel oil purification systems //Automobile industry. 1992. No. 7. pp. 14 - 16.

2. Kravchenko I.N., Korneev V.M., Petrovsky D.I., Kataev Yu.V. Resource-saving technologies for repairing agricultural machinery: a textbook. M.: FGBNU "Rosinformagrotech". 2018. 184 p.

3. Nikolaenko A.B. Ways to improve the use of agricultural machinery. M.: Kolos, 1980. 304 p.

4. Ostrikov V.V., Vyazinkin V.S., Zabrodskaya A.V., Zhernovnikov D.N. Flushing the lubrication system of tractor engines with used oil. /In the collection Problems of efficiency and operation of automotive vehicles. Materials of the International Scientific and Technical Seminar named after V.V.

Mikhailova. 2019. pp. 15-18.

5. Okhotnikov B. L. Operation of internal combustion engines: textbook. Ekaterinburg: Ural University Publishing House, 2014. 138 p.

6. Lensky A.B. Machine and tractor fleet maintenance system. M.: Rosselkhozizdat, 1985. 336 p.

7. Kartoshkin A.P. Study of carbon deposits on parts of the cylinder-piston group during the operation of diesel engines of agricultural tractors. L.: LSHI, 1984. 97 p.

8. Ostrikov V.V., Balabanov V.I., Safonov V.V., Ishchenko S.A. Resource-saving technology for cleaning the engine lubrication system. //Agroengineering. 2020. No. 3 (97). pp. 34-38

9. Ostrikov V.V., Orobinsky V.I., Afonichev D.N., Zabrodskaya A.V. Research on cleaning operating motor oil and smear systems from contaminants // Chemistry and technology of fuels and oils. 2021. No. 6 (628). pp. 21-24.

10. Patent for invention RU 2773468 C1. Method for cleaning waste motor mineral oils /Ostrikov V.V., Vigdorovich M.V., Vyazinkin V.S., Zabrodskaya A.V., Nagdaev V.K., Koshelev A.V., Zhernovnikov D.N./ 06.06 .2022. Application No. 2021123711 dated 08/06/2021.

Информация об авторах

А. В. Кошелев – мл. научный сотрудник, Д. А. Ю. Аль – Саади - преподаватель, А. В. Забродская – научный сотрудник, В. С. – научный сотрудник.

Information about the authors

A. V. Koshelev – Jr. researcher, D. A. Yu. Al-Saadi - teacher, A. V. Zabrodskaya - researcher, V.S. Vyazinkin - researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 29.10.2023 Принята к публикации (Accepted): 18.12.2023