Научная статья
УДК 621.311
doi:10.35694/YARCX.2026.73.1.011

ВОЗМОЖНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

В. В. Морозов[1], Н. Ю. Махаева[2], Г. М. Зюзин[3], Д. А. Васиков[4], М. В. Кныш[5], А. В. Беляев[6]
[1, 2, 3]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[4, 5, 6]Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л. А. Говорова, Ярославль, Россия

Автор, ответственный за переписку: Дмитрий Александрович Васиков, zooomd@yandex.ru

Реферат. Проведён анализ использования двух возможных режимов работы энергосилового оборудования электростанций. Рассмотрен режим работы дизельных электростанций в параллель при использовании синхронных генераторов и генераторов на основе машин двойного питания. Показаны возможности по повышению энергоэффективности дизельных электростанций при использовании генераторов на основе машин двойного питания. Показана возможность работы более двух дизельных электростанций параллельно на один источник нагрузки.

Ключевые слова: *машина двойного питания, двигатель внутреннего сгорания, задатчик частоты, параллельная работа, дизельная электрическая станция*

THE POSSIBILITIES OF DIESEL POWER PLANTS USING DUAL-POWER MACHINES IN PARALLEL OPERATION

V. V. Morozov[1], N. Yu. Makhaeva[2], G. M. Zyuzin[3], D. A. Vasikov[4], M. V. Knysh[5], A. V. Belyaev[6]
[1, 2, 3]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[4, 5, 6]Yaroslavl Higher Military Institute of the Air Defense, Yaroslavl, Russia

Author responsible for correspondence: Dmitriy A. Vasikov, zooomd@yandex.ru

Abstract. The analysis of the use of two possible modes of operation of power equipment of power plants was carried out. The mode of operation of diesel power plants in parallel when using synchronous generators and generators based on dual-power machines was considered. The possibilities for improving the energy efficiency of diesel power plants when using generators based on dual-power machines were shown. The possibility of operation more than two diesel power plants in parallel per on one load source was shown.

Keywords: *dual-power machine, internal combustion engine, frequency setter, parallel operation, diesel power plant*

Введение. Сегодня развитию агропромышленного комплекса (АПК) в России и за её пределами уделяется большое внимание. На современном этапе развития страны продовольственная безопасность стоит в одном ряду с энергетической, финансовой, экологической, промышленной и другими видами экономической безопасности. Надёжное, экономичное и экологически чистое энергоснабжение сельскохозяйственных предприятий, повышение их эффективности требует разработки и внедрения всё большего количества самых современных технологических процессов.

Проведённый анализ использования в АПК разнообразных типов энергии показывает, что зачастую рост производства количества сельскохозяйственной продукции и повышение производительности труда имеющегося персонала достигались в основном за счёт использования более

мощной техники, создания новых линий производств, что приводит к росту потребления топлива, электроэнергии, увеличению производственных площадей.

Невысокие показатели энергоэффективности технологических процессов в АПК, большой расход топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) вызван, прежде всего, следующими факторами:

– недооценка роли современных технологий в области энергетики и электрификации для развития АПК;

– недостаточное финансирование энергетической составляющей при модернизации технологических процессов в АПК;

– наличие проблемы технического сервиса, ремонта и обслуживания имеющегося энергетического оборудования из-за реалий геополитической обстановки;

– отсутствие комплексного внедрения современных технологий, что приводит к значительным потерям ТЭР при создании, переработке и хранении сельскохозяйственной продукции.

Целью исследования является повышение показателей энергоэффективности технологических процессов в АПК и, прежде всего, снижение расхода ТЭР.

При реализации технологических процессов в АПК и отсутствия централизованной сети энергоснабжения для электрификации объектов первой и второй категорий потребителей среди автономных источников электроэнергии получили распространение дизельные электростанции (ДЭС) [1; 2; 3]. ДЭС давно зарекомендовали себя лёгкими в обслуживании, надёжными в различных климатических зонах изделиями, к тому же имеющийся модельный ряд позволяет найти их под любые мощности производств как в АПК, так и в других отраслях экономики страны.

Как правило, нагрузка на автономных средствах энергоснабжения в ходе выполнения технологических циклов в АПК превышает мощность одного дизель-генератора. Это связано с плавным расширением производств и более экономически выгодном способе покупки ещё одной ДЭС, небольшой относительно имеющегося производства мощности. Продажа уже имеющейся ДЭС и покупка более мощной – затратный способ, так как уже использованная электростанция может значительно упасть в цене, а наиболее мощные электростанции имеют более высокую цену при покупке и обслуживании. Также наработанный опыт в обслуживании персоналом уже имеющейся электростанции и отсутствие необходимости их переквалификации экономит не только деньги, но и время. В связи с вышеизложенным выходом из этого положения будет использование сразу нескольких ДЭС. Особенности многих технологических циклов порой не позволяют нескольким ДЭС работать автономно, и они работают в параллельном режиме, то есть на одну нагрузку.

Исследованию параллельной работы дизель-электрических установок посвящено много работ и исследований [1– 4]. В настоящее время обнаружено и решено много задач по реализации режима параллельной работы различных автономных источников энергоснабжения. Многие процессы были переведены из автоматизированных режимов работы в автоматические, но задача параллельной работы нескольких ДЭС с синхронными генераторами (СГ) требует дальнейших исследований. Есть необходимость в автоматических режимах подстройки симфазности между агрегатами ДЭС, механическую подстройку заменить электрической. Эта необходимость возникает при работе автономных ДЭС, когда в одном агрегате объединены двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и СГ.

Необходимость параллельной работы двух и более автономных ДЭС, имеющих в составе энергосилового оборудования СГ, предполагает обязательное обеспечение постоянства определённых параметров тока, таких как напряжение и частота, а также синхронности вращения валов ДВС энергоустановок. Несоблюдение названных условий приведёт к отсутствию симфазности между энергосиловым оборудованием нескольких агрегатов, что обязательно повлечёт за собой перераспределение нагрузки от потребителей между работающими СГ и падению мощности ДЭС. В условиях жёсткой конкуренции не только на внутреннем рынке, но и на мировом это может привести к нерентабельности имеющегося технологического процесса. Кроме необходимости соблюдения вышеназванных условий, должна быть решена задача по согласованию (индентичности) переходных характеристик автономных электростанций при работе в динамических режимах, а также параметров системы возбуждения генераторов. Ещё одним условием является то, что устройства распределения активной и реактивной нагрузок ДЭС при параллельной работе должны иметь небольшую постоянную времени и обладать устойчивостью во время работы. Осуществляя энергоснабжение потребителей в динамических режимах, энергосиловое оборудование ДЭС должно обеспечить равенство частоты вращения валов ДВС, частота не должна отличаться более чем на три процента от рабочей, в противном случае СГ ДЭС выпадут из синхронизма.

Изучение теоретических исследований и экспериментальных данных параллельной работы нескольких ДЭС на основе машин двойного питания (МДП) позволяет по-новому посмотреть на возможности параллельной работы и подойти к решению возникающих при этом задач. Назван-

ный подход даёт возможность повысить энергетическую эффективность автономных ДЭС и решить задачи, возникающие при параллельной работе на новом качественном уровне [4]. На данный момент соблюдение описанных условий при параллельной работе более двух автономных ДЭС – очень сложная задача, а устойчивая параллельная работа и пропорциональное распределение всех видов нагрузок – ещё сложнее.

Исследования в области энергоэффективности ДЭС, использующих МДП [3], уже показывают свою эффективность, но вот особенности работы их на одну нагрузку в режиме синхронизации не до конца изучены.

Данная работа раскрывает принципы параллельной работы ДЭС на основе МДП и показывает достоинства этих машин.

Методика. Предлагается при необходимости организации параллельной работы автономных дизельных электростанций на одну нагрузку при использовании агрегатов совместно с синхронными генераторами заменить их на генераторы на основе машин двойного питания.

Новизна предложенной методики заключается в том, что в качестве электромеханического преобразователя используют асинхронную машину с фазным ротором, а возбуждение со стороны ротора возможно как постоянным током во время необходимости создания начального электромагнитного поля, так и переменным током с частотой скольжения, которая обуславливает отличие частоты вращения вала двигателя от рабочей.

Результатом работы является возможность использования нескольких ДЭС с генераторами на основе МДП при параллельной работе на одну нагрузку, что позволяет получить следующие отличительные особенности от дизельных электростанций с синхронными генераторами:

– вектор результирующего магнитного поля ротора, создаваемый обмотками генератора на основе МДП, имеет свойство свободно вращаться относительно самого ротора;

– работа ДЭС на параллельную нагрузку может происходить при разной скорости вращения вала ДВС энергосилового оборудования;

– полностью отсутствует зависимость между фазовым положением ротора и углом нагрузки;

– параллельная работа более двух автономных ДЭС;

– на выходе системы возбуждения при любой частоте вращения вала генератора автоматически образуется частота скольжения;

– возможность изменения нагрузочных характеристик ДЭС и подстройки их под необходимую нагрузку.

При изменении частоты вращения вала ДВС энергосилового оборудования происходит смещение фазы выдаваемого напряжения относительно фазы управляющих сигналов задатчика частоты в имеющемся в составе энергосилового оборудования ДЭС на основе МДП преобразователе частоты. Значение разности фаз между управляющим сигналом и выдаваемым напряжением может достигать до 190–195 градусов при больших диапазонах изменения частоты вращения вала ДВС на холостом ходу. Изменение фазы выходного напряжения будет происходить с опережением фазы управляющих сигналов от задатчика частоты. При этом увеличение частоты вращения ДВС возможно от его минимальных значений (практически до холостого хода) и до максимальных значений, обусловленных его нагрузочной характеристикой [5; 6].

Приведённые особенности работы генераторов на основе МДП качественно отличают их от ДЭС с СГ, в которых изменение фазового положения ротора приводит к изменению угла между фазами и электромагнитного момента, что в свою очередь препятствует дальнейшему перемещению ротора. Во многих случаях работа ДЭС с использованием в составе энергосилового оборудования СГ позволяет им выдавать электроэнергию требуемого качества при параллельной работе не более двух изделий.

Кроме того, регулирование активной нагрузки ДЭС с МДП генератором при параллельной работе возможно электрическим способом. Для этого в схему энергосилового оборудования включается управляемый фазовращатель. Он размещается в цепи между задатчиком частоты и преобразователем частоты. Наличие данного элемента позволяет использовать его в качестве регулятора активной мощности, он также регулирует изменение угла сдвига фазы сигналов преобразователя частоты. В новой системе энергосилового оборудования ДЭС изменение угла будет определяться фазой напряжения, сформированного имеющимся преобразователем частоты подведённого к ротору МДП генератора, и углом сдвига фаз между этим напряжением и значением тока ротора, что в свою очередь практически не будет зависеть от работы регулятора, входящего в состав ДВС.

Ещё одной отличительной особенностью ДЭС с МДП генератором является включение в систему энергосилового оборудования такого элемента, как задатчик частоты. Задатчик частоты обеспечивает при любых оборотах дизеля одинаковую частоту вырабатываемого тока обоих ДЭС с МДП генератором.

Исходя из вышеизложенного материала, можно выделить достоинствами параллельной работы ДЭС с генератором на основе МДП:

– нет жёстких требований к синхронности и к симфазности вращения роторов, а, следовательно, к частоте вращения вала ДВС;

– распределение нагрузки на ДЭС будет зависеть от регуляторных характеристик энергосилового оборудования и имеет возможность изменять своё значение за счёт сдвига фазы напряжения возбуждения ротора с помощью управляющего воздействия на систему возбуждения;

– появляется возможность параллельной работы более двух агрегатов ДЭС.

При параллельной работе более двух ДЭС переключатель обеспечивает управление системой возбуждения всех автономных источников через формирователь сигналов управления. За счёт этого частоты у разных автономных источников будут абсолютно одинаковыми независимо от частоты вращения валов ДВС дизелей. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о перспективности использования машин двойного питания генераторов в дизельных электростанциях, используемых для энергоснабжения технологических процессов в АПК, при отсутствии возможности осуществить подключение потребителей к центральной энергосети [7; 8].

Анализ экспериментальных исследований, проведённых в области параллельной работы МДП генераторов [4; 9], показал, что ДЭС мощностью 3,5 кВ, включённые на параллельную работу, имеют возможность регулирования нагрузки как изменением частоты вращения вала ДВС, так и за счёт изменения сдвига фазы между управляющими сигналами и напряжением.

Повышение показателей энергоэффективности технологических процессов в АПК и, прежде всего, снижение расхода топливно-энергетических ресурсов при использовании представленной методики составит:

– снижение удельного эффективного расхода топлива на 18–23%;

– снижение расходов условного топлива на 8–12%;

– повышение сроков автономности объектов АПК на 8–12%;

– обеспечение номинального режима работы системы электроснабжения (СЭ) на базе дизельной электростанции в режимах от 25–110% нагрузки по мощности [3; 10].

Выводы. В агропромышленном комплексе страны традиционно используются автономные ДЭС для обеспечения электроэнергией производственных технологических процессов. Массовость их использования обусловлена географическими факторами нашей страны и наличием первой и второй категорий потребителей в производствах АПК. При модернизации производств более рациональным является повышение мощностей автономных энергосетей за счёт увеличения количества силовых агрегатов и организации работы их в параллель. При использовании более двух агрегатов на базе ДЭС, мы считаем, наиболее эффективно использовать генераторы на основе машин двойного питания вместо СГ. При использовании ДЭС с генераторами на основе МДП изменить параметры тока и получить симфазный режим работы агрегатов возможно электрическим путём.

Список источников

1. Кривуля А. Н., Жогалев А. П. Оценка эффективности использования газопоршневых электростанций для энергоснабжения объектов АПК // Обоснование и разработка новых технологий и технических средств в животноводстве : сб. науч. тр. / Российская академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ). Зерноград : Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2001. С. 181–184. EDN SIXMBH.

2. Шульга Р. Н., Путилова И. В., Смирнова Т. С. Мобильные модульные подстанции для АПК // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2019. № 19-21 (303-305). С. 70–83. DOI 10.15518/isjaee.2019.19-21.070-083. EDN EOQPCR.

3. Морозов В. В., Махаева Н. Ю., Зюзин Г. М. [и др.] Сбережение энергоресурсов, потребляемых дизельной электростанцией в аграрном промышленном комплексе, путём изменения режимов работы потребителей // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). С. 116–119. DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.017. EDN VGYOSS.

4. Басаргин В. Д. Расчетно-экспериментальный метод определения динамических качеств двух импульсных регуляторов скорости с шаровыми чувствительными элементами при работе дизель-генераторов в параллель // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2015. № 4 (39). С. 71–80. EDN UZDHXL.

5. Хватов О. С., Бурда Е. М., Тарпанов И. А. [и др.] Параллельная работа дизель-генераторных установок постоянной и переменной частоты вращения // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2018. № 1. С. 93–99. DOI 10.24143/2073-1574-2018-1-93-99. EDN YOQFDF.

6. Пат. 2212356 C1 Российская Федерация, МПК B63H 23/06. Устройство параллельной работы валодизель-генераторов / В. С. Богомолов, С. А. Панкратов ; заявитель и патентообладатель Калининградский военный институт ФПС РФ. № 2002107331/28 ; заявл. 22.03.2002 ; опубл. 20.09.2003, Бюл. № 26. 5 с.

7. Дружинин П. В., Чмиль В. П. Перспективы развития энергоисточников транспортных средств. СПб. : ВИТУ, 2004. 110 с.

8. Васиков Д. А., Абсалямов Д. Р. Применение асинхронизированных генераторов в системе внешнего электропитания вооружения зенитных ракетных систем // Молодёжь. Техника. Космос : сб. науч. тр. СПб. : Балтийский государственный технический университет, 2014. С. 141–142. ISBN 978-5-85546-791-8.

9. Семенов В. В., Шайбеков А. Ф. Применение асинхронизированного синхронного генератора в ветроэлектростанции // Электромеханика, электротехнические комплексы и системы : межвузовский науч. сб. / под ред. Ф. А. Гизатуллина. Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2010. С. 253–257.

10. Морозов В. В., Махаева Н. Ю., Зюзин Г. М. [и др.] Совершенствование дизельных электростанций при энергообеспечении объектов сельского хозяйства // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 4 (68). С. 120–124. DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.018. EDN WBQOAC.

References

1. Krivulya A. N., Zhogalev A. P. Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya gazoporshnevyh elektrostancij dlya energosnabzheniya ob"ektov APK // Obosnovanie i razrabotka novyh tekhnologij i tekhnicheskih sredstv v zhivotnovodstve : sb. nauch. tr. / Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk; Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij i proektno-tekhnologicheskij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo hozyajstva (VNIPTIMESKH). Zernograd : Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij i proektno-tekhnologicheskij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo hozyajstva, 2001. S. 181–184. EDN SIXMBH.

2. Shul'ga R. N., Putilova I. V., Smirnova T. S. Mobil'nye modul'nye podstancii dlya APK // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal Al'ternativnaya energetika i ekologiya. 2019. № 19-21 (303-305). S. 70–83. DOI 10.15518/isjaee.2019.19-21.070-083. EDN EOQPCR.

3. Morozov V. V., Makhaeva N. Yu., Zyuzin G. M. [i dr.] Sberezhenie energoresursov, potreblyaemyh dizel'noj elektrostanciej v agrarnom promyshlennom komplekse, putyom izmeneniya rezhimov raboty potrebitelej // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2024. № 4 (68). S. 116–119. DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.017. EDN VGYOSS.

4. Basargin V. D. Raschetno-eksperimental'nyj metod opredeleniya dinamicheskih kachestv dvuh impul'snyh regulyatorov skorosti s sharovymi chuvstvitel'nymi elementami pri rabote dizel'-generatorov v parallel' // Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 4 (39). S. 71–80. EDN UZDHXL.

5. Khvatov O. S., Burda E. M., Tarpanov I. A. [i dr.] Parallel'naya rabota dizel'-generatornyh ustanovok postoyannoj i peremennoj chastoty vrashcheniya // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya. 2018. № 1. S. 93–99. DOI 10.24143/2073-1574-2018-1-93-99. EDN YOQFDF.

6. Pat. 2212356 S1 Rossijskaya Federaciya, MPK V63N 23/06. Ustrojstvo parallel'noj raboty valo-dizel'-generatorov / V. S. Bogomolov, S. A. Pankratov ; zayavitel' i patentoobladatel' Kaliningradskij voennyj institut FPS RF. № 2002107331/28 ; zayavl. 22.03.2002 ; opubl. 20.09.2003, Byul. № 26. 5 s.

7. Druzhinin P. V., Chmil' V. P. Perspektivy razvitiya energoistochnikov transportnyh sredstv. SPb. : VITU, 2004. 110 s.

8. Vasikov D. A., Absalyamov D. R. Primenenie asinhronizirovannyh generatorov v sisteme vneshnego elektropitaniya vooruzheniya zenitnyh raketnyh sistem // Molodyozh'. Tekhnika. Kosmos : sb. nauch. tr. SPb. : Baltijskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2014. S. 141–142. ISBN 978-5-85546-791-8.

9. Semenov V. V., Shajbekov A. F. Primenenie asinhronizirovannogo sinhronnogo generatora v vetroelektrostancii // Elektromekhanika, elektrotekhnicheskie kompleksy i sistemy : mezhvuzovskij nauch. sb. / pod red. F. A. Gizatullina. Ufa : Ufimskij gosudarstvennyj aviacionnyj tekhnicheskij universitet, 2010. S. 253–257.

10. Morozov V. V., Makhaeva N. Yu., Zyuzin G. M. [i dr.] Sovershenstvovanie dizel'nyh elektrostancij pri energoobespechenii ob"ektov sel'skogo hozyajstva // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2024. № 4 (68). S. 120–124. DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.018. EDN WBQOAC.

Информация об авторах

Вадим Владимирович Морозов – кандидат физико-математических наук, доцент, первый проректор – проректор по научной работе и цифровой трансформации, заведующий кафедрой электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2150-3745.

Наталья Юрьевна Махаева – проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет».

Глеб Максимович Зюзин – обучающийся инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет».

Возможности дизельных электростанций, использующих машины двойного питания при параллельной работе

Дмитрий Александрович Васиков – кандидат технических наук, преподаватель кафедры командных пунктов зенитных ракетных систем, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л. А. Говорова» Министерства обороны Российской Федерации, spin-код: 2619-5730.
Марина Владимировна Кныш – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л. А. Говорова» Министерства обороны Российской Федерации, spin-код: 2165-3430.
Артем Владимирович Беляев – кандидат технических наук, доцент кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 5598-9844.

Information about the authors

Vadim V. Morozov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, First Vice-Rector – Vice-Rector for Research and Digital Transformation, Head of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2150-3745.
Natalya Yu. Makhaeva – Vice-Rector for Academic and Educational Work, Youth Policy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University".
Gleb M. Zyuzin – student of Faculty Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University".
Dmitriy A. Vasikov – Candidate of Technical Sciences, Lecturer of the Department of Command posts of Anti-aircraft Missile Systems, Federal Educational Institution of Higher Professional Education "Yaroslavl Higher Military Institute of the Air Defense" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, spin-code: 2619-5730.
Marina V. Knysh – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Physics, Federal Educational Institution of Higher Professional Education "Yaroslavl Higher Military Institute of the Air Defense" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, spin-code: 2165-3430.
Artem V. Belyaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 5598-9844.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.