



Методологические инструментарины университетского трансфера востребованных нанотехнологий в региональную стройиндустрию

У.Ш. Шаяхметов¹, А.А. Ларькина², Р.М. Халиков³ , Д.А. Синицин³ , И.В. Недосеко³

¹ Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

² Московский государственный университет технологий и управления, г. Москва, Россия

³ Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

*Контакты: e-mail: rauf_khalikov@mail.ru

РЕЗЮМЕ: Введение. Разработка методических инструментариев мониторинга для генерации внедрения строительных наноматериалов в производство является составным элементом проектирования механизма эффективного управления развитием бизнес-структур. Университетское предпринимательство и научно-образовательные центры в экосистемном тренде рассматриваются в качестве центральных акторов в процессе создания инструментов вузовского трансфера нановяжущих строительного назначения. **Методы и материалы.** Процесс формирования цифровых компетенций у студентов и преподавателей в процессе коммерциализации научных разработок строительного вуза (института, факультета, кафедры) целесообразно рассматривать как результат фрактальных взаимодействий. Развитие инновационной экосистемы университета достигается эффективной реализацией процесса трансфера результатов интеллектуальной деятельности по созданию гипсовых и керамических нанокомпозитов, востребованных региональной стройиндустрией. **Результаты.** Интеллектуально-технологический потенциал университетов, готовящих бакалавров и магистрантов для стройиндустрии, определяют в инновационном обществе перспективы успешного развития отрасли. Ускоренное продвижение инвестиционных разработок, востребованных нанотехнологий университетов обеспечивает вузы дополнительным внебюджетным финансированием. На примере разработки технологии получения мелкоштучных стеновых и перегородочных изделий на базе наноструктурированных гипсовых вяжущих были апробированы в опытно-промышленных условиях. **Обсуждение.** Эффективными методологическими инструментариями трансфера нанотехнологических вузовских разработок в стройиндустрию являются: создание базовых кафедр на предприятиях и успешное функционирование научно-образовательных центров, участие работодателей в учебно-производственной практике и др. С точки зрения трудоемкой коммерциализации и трансфера научных разработок эффективным путем от идеи до широкого внедрения наукоемкой продукции служит реальное приложение интеллектуального потенциала профессорско-преподавательского состава вуза, института, кафедр. **Заключение.** Разработка методологического инструментария надежного мониторинга привлекательности региональной предпринимательской экосистемы для генерации и развития процессов трансфера востребованных наноматериалов является составным элементом проектирования механизма эффективного управления бизнес-структурами в строительстве. Благодаря формированию инновационной экосистемы университета достигается эффективная реализация процесса коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности в сфере нанотехнологий, которые востребованы строительной отраслью региона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коммерциализация нанотехнологий, трансфер интеллектуальной деятельности, наноструктурированные гипсовые изделия, керамические нанокомпозиты.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шаяхметов У.Ш., Ларькина А.А., Халиков Р.М., Синицин Д.А., Недосеко И.В. Методологические инструментарины университетского трансфера востребованных нанотехнологий в региональную стройиндустрию // Нанотехнологии в строительстве. – 2021. – Том 13, № 1. – С. 12–17. – DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-1-12-17.

ВВЕДЕНИЕ

Использование авангардных достижений прорывных нанотехнологических проектов дает стра-

тегическое преимущество государству и частному бизнесу при внедрении новаций в стройиндустрию. В нынешних обострившихся условиях и неустойчивости межгосударственных договоренностей при-

менение новейших разработок ученых и инженеров, а также внедрение изобретений является важным фактором успеха, способствует эффективному решению проблем импортозамещения и повышения производительности труда в строительстве [1]. Вместе с тем существенная часть результатов научно-исследовательской деятельности строительных вузов, а также востребованные нанотехнологические проекты остаются невнедренными в практику и не приносят доходы вследствие слабой разработанности организационных и экономических механизмов трансфера. В этой связи актуальным остается поиск инновационных решений повышения эффективности коммерциализации нанотехнологических инноваций с учетом запросов государства и предпринимательства в региональной стройиндустрии.

Данная статья нацелена на апробирование экосистемного подхода трансфера и коммерциализации научных проектов, востребованных стройиндустрией нанотехнологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Современные вызовы, которые стоят перед Российской Федерацией, обострились в условиях коронавирусной пандемии, делают злободневными и животрепещущими ускоренный поиск трендов полноформатной модернизации региональной и общероссийской строительной отрасли. Наше государство может сохранить «экологическую нишу» в ускоренном строительстве XXI столетия лишь только коммерциализацией и расширением предпринимательского сектора вузовской науки: корреляция между результативностью научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и валовым внутренним продуктом достаточно высока $r = 0,99$ [2]. Только интегральный подход к каждому этапу трансфера: от создания идей нового бизнеса и оценки коммерческого потенциала [3] до прогнозирования научно-технического развития отраслей и внедрения разработок технологических стратегий строительных компаний – приводят к успеху.

Формирование инфраструктуры поддержки инновационной деятельности вузов России осуществляется в рамках ряда организационных форм: научно-технологические парки, центры коммерциализации технологий, малые инновационные предприятия, научно-образовательные центры университетов, институтов и др. В реалиях современности формирование результативного трансфера – одного из инструментов преодоления непрерывных кризисных ситуаций – встречает разнообразные барьеры; в то же время стратегия технологического прорыва обеспечивает динамичный старт конкурентоспособных секторов экономики РФ. Результативное

решение такой актуальной задачи невыполнимо без вовлечения университетской высокотехнологичной науки, т.к. именно практичные трансферы выступают в качестве точек роста стройиндустрии.

Расчетный показатель удельного объема хозяйствующих субъектов предпринимательства среди предприятий малого и среднего бизнеса в 2010–2015 годах указывает, что только $\approx 70\%$ ведут реальную деятельность [4]. Это значит, что в деловой среде РФ имеются многообразные и разнонаправленные факторы, которые сдерживают увеличение активности бизнеса в стройиндустрии. Многие потенциально прорывные разработки не выявляются до тех пор, пока не будут обеспечены устойчивые конкурентные преимущества и возможности их трансфера в строительной отрасли.

Узловым вопросом современных нанотехнологий в стройиндустрии становится эффективная передача (трансфер) востребованных разработок от одних участников рынка другим на коммерческой и некоммерческой базе. Трендовый подход, основанный на предпринимательской экосистеме стройиндустрии, отличается от кластерного подхода тем, что главным субъектом выступает предприниматель, способный координировать усилия и ресурсы, а не строительная компания (фирма). Следует отметить, что в экосистемном тренде предпринимательство рассматривается не только как часть стройиндустрии, но и в качестве центрального актора успешного функционирования строительных организаций и в поддержании трансфера нанотехнологических проектов.

В рамках системного подхода [5] доминирующее влияние приобретает окружение, где происходит интерактивное взаимодействие экономически активных строительных компаний между собой и экономической сферой. Для конструирования эффективных систем управления трансфера результатов интеллектуальной деятельности вузов и формирования активного предпринимательства на региональном уровне необходимо учитывать фрактальные взаимодействия в стройиндустрии [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Экосистемный подход фокусируется на географической логистике взаимосвязанных стройфирм, поставщиков услуг и компаний-смежников, которые, соперничая между собой, при этом также взаимодействуют в формате сотрудничества и трансфера научно-исследовательской деятельности строительных вузов [7]. В современных условиях трансформации постиндустриального общества формируются методологические инструменты коммерциализации и трансфера университетских нанотехнологий в стройиндустрию (рис. 1).

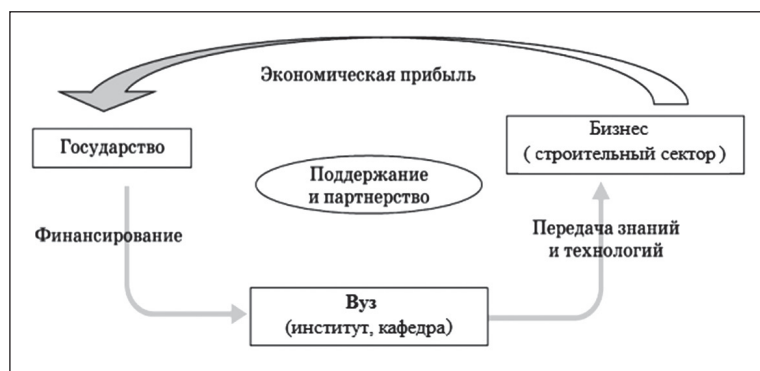


Рис. 1. Интерактивное и фрактальное взаимодействие государства, бизнеса и вузов в рамках коммерциализации востребованных технологий в стройиндустрии

Разработка методических инструментариев мониторинга привлекательности региональной предпринимательской экосистемы для генерации развития является составным элементом проектирования механизма эффективного управления развитием бизнеса в стройиндустрии. В таком контексте важно оценить состояние экосистемы с точки зрения ее привлекательности для воспроизводства (рождения) новых высокотехнологичных предприятий в строительной отрасли [8]. Интерпретация экосистемы вузовской науки и предпринимательства в качестве ансамбля социальных, экономических структур в регионе, которые поддерживают рост инновационных стартапов, способствует зарождению новых бизнес-структур с достаточно высоким уровнем риска.

С точки зрения трудоемкой коммерциализации и трансфера научных разработок эффективным путем служит реальное приложение интеллектуального потенциала профессорско-преподавательского состава вуза, строительного института (факультета), кафедр; компетентность и опыт для привлечения дополнительного финансирования, а также усиление функционирования университетов в качестве драйверов технологического развития государства. Например, вузовский трансфер востребованных нанотехнологий с участием преподавателей Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ) позволил реализовать (рис. 2) на базе

наноструктурированных гипсовых вяжущих размером ≈ 2 нм–100 нм [9] технологии получения мелкоштучных стеновых и перегородочных изделий, которые были апробированы в опытно-промышленных условиях [10–12].

Высшее профессиональное образование должно обеспечить подготовку квалифицированных и мобильных специалистов для строительной отрасли, готовых самостоятельно и эффективно решать возникающие проблемы [13]. Нами обозначены результативные условия развития профессиональных компетенций бакалавров и магистрантов в период обучения в вузе: фрактальный подход дает возможность преподавателю и студентам нестандартно посмотреть на тривиальные вещи, перестроиться на креативное мышление. Немаловажную роль при этом играет коммерческая составляющая сотрудничества образования «наука+технологии» [14] с усилением интеграционных процессов в рамках научно-образовательных центров, реализованная в архитектурно-строительном институте УГНТУ.

лю и студентам нестандартно посмотреть на тривиальные вещи, перестроиться на креативное мышление. Немаловажную роль при этом играет коммерческая составляющая сотрудничества образования «наука+технологии» [14] с усилением интеграционных процессов в рамках научно-образовательных центров, реализованная в архитектурно-строительном институте УГНТУ.

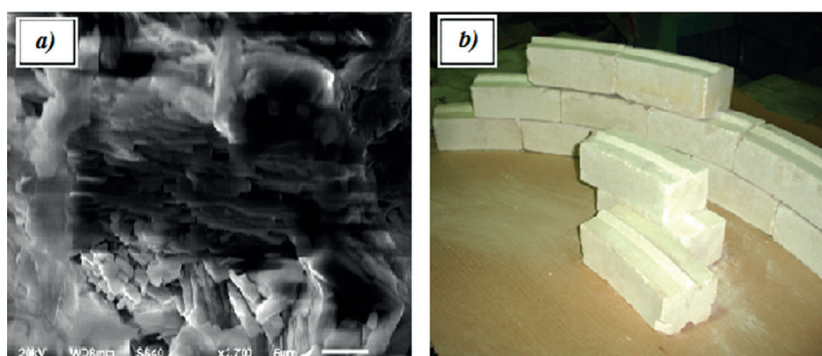
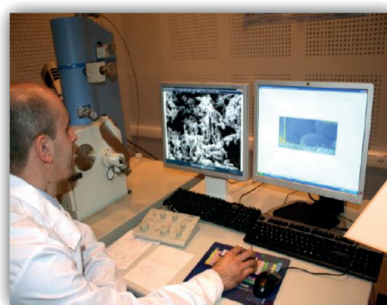


Рис. 2. Технологичное производство на основе: а) наноструктурированных гипсовых вяжущих; б) прессованных перегородочных изделий



Микроанализ нанокомпозитов позволяет:

- ✓ изучать морфологию поверхности образца;
- ✓ проводить измерения размеров, формы, элементный состав образцов и других параметров нанообъектов в диапазоне размеров от нескольких сантиметров до нанометров с увеличениями до 100000 крат. и более;
- ✓ изучать ориентацию микрокристаллов, распределение химических элементов по площади строительного наноматериала.

Рис. 3. Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6610LV с энергодисперсионным спектрометром Oxford Inca Energy



Рис. 4. Динамичность многообразных факторов, влияющих на скорость внедрения нанотехнологических разработок вузов в строительную отрасль

В Инновационном центре («Лаборатория нанотехнологий цементных систем имени профессоров А.Ф. Полака и Н.Х. Каримова») архитектурно-строительного института УГНТУ проводят востребованные исследования ведущие специалисты кафедр, а также бакалавры, магистранты, аспиранты, докторанты по направлению разработки строительных материалов, исследование их наноструктуры и технологических свойств. Для проведения микроанализа наноматериалов на кафедре «Строительные конструкции» УГНТУ активно используется растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6610LV (рис. 3); для выполнения рентгеноструктурного и фазового анализа — рентгеновский дифрактометр D2 PHASER.

ОБСУЖДЕНИЕ

Каждый регион, в том числе и Республика Башкортостан, имеет свою уникальную архитектуру региональной экосистемы строительного предпринимательства, а ее эффективность с точки зрения генерации развития определяется качеством инте-

рактивного взаимодействия элементов (предпринимателей) экосистемы между собой и университетами. Одним из механизмов успешного внедрения и трансфера нанотехнологических проектов строительного ВУЗа (института, факультета, кафедры) является ориентация на «региональную привязку» и создание научно-образовательных центров.

Эффективный процесс трансфера и коммерциализации востребованных нанотехнологий в современных вузах не может рассматриваться в отрыве от их главной — образовательной деятельности. Учебная деятельность по содержанию имеет синтетический характер: ее основу составляет познавательная деятельность; студенты архитектурно-строительного института УГНТУ в научно-образовательном центре формируют практические компетенции. Осуществление инновационной деятельности посред-

ством организации и развития трансфера востребованных технологий в реальную стройиндустрию является актуальной задачей отечественных университетов по результатам опытно-промышленных испытаний и промышленного масштабирования. Наноматериалы (нанокремнезем, углеродные нанотрубки диаметром от 1 нм до 50 нм, керамические нанокомпозиты и т.п.) и микронаполнители оказались подходящими компонентами для уменьшения коррозионных повреждений и повышения долговечности строительных композитов [15–18].

Достаточно эффективными методологическими инструментами вузовского трансфера нанотехнологических разработок в региональную стройиндустрию являются: создание базовых кафедр на предприятиях, участие работодателей в учебно-производственной практике, развитие инновационной экосистемы университета и др. Тщательный анализ воздействия разнообразных факторов на скорость внедрения и трансфера университетских инноваций (рис. 4) в строительный комплекс на базе фрактальной концепции показывает динамичный характер алгоритмов коммерциализации.

Качество инновационной деятельности вузов в виде механизмов коммерциализации и трансфера необходимо не только требовать и контролировать, но и мотивировать. Одним из завершающих этапов успешного трансфера интеллектуальной деятельности является формирование внутренних защитных механизмов от недобросовестной конкуренции. Междисциплинарная интеграция с учетом особенностей широкомасштабного внедрения нанотехнологических разработок строительного назначения [19–23] способствует «переносу» будущей производственно-технологической и других видов деятельности в образовательный процесс и формирования профессиональных компетенций бакалавров и магистрантов архитектурно-строительного института Уфимского государственного нефтяного технического университета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (ВЫВОДЫ)

Таким образом, разработка методологического инструментария мониторинга привлекательности региональной предпринимательской экосистемы для генерации и развития процессов трансфера современных наноматериалов является составным элементом проектирования механизма эффективного управления развитием бизнес-структур в строительстве. Благодаря развитию инновационной экосистемы университета (строительного института, факультета, кафедры) достигается эффективная реализация процесса коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности в сфере нанотехнологий, востребованных региональной стройиндустрией: т.е. в процессе трансфера знания и технологии превращаются в конкретные продукты и услуги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Л.А., Капустин И.А., Борисова О.Н. и др. Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть II // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 2. – С. 71–76. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-2-71-76](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-2-71-76).
2. Пушкаренко А.Б. Коммерциализация научно-технических разработок как составляющий элемент инновационной деятельности научно-образовательных учреждений // Известия Томского политехн. ун-ва. – 2004. – № 3. – С. 137–141.
3. Антонец В.Л., Нечаева Н.В., Хомкин К.А. и др. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разработок. – М.: Дело, 2009. – 302 с.
4. Моргунов Е.В., Жаворонков И.В. Развитие высокотехнологического сектора российской экономики // Вестник университета (ГУУ). – 2012. – № 7. – С. 116–126.
5. Солодилова Н.З., Маликов Р.И., Гришин К.Е. Методический инструментарий оценки состояния региональной предпринимательской экосистемы // Экономика региона. – 2018. – Том 14, вып. 4. – С. 1256–1269.
6. Угнич Е.А., Изотов М.А., Волощенко И.И. Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности в университетах: концепция инновационной экосистемы // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – Том 7, № 4. – С. 48.
7. Acs Z., Audretsch D., Lehmann E. et al. National systems of entrepreneurship // Small Business Economics. – 2016. – V.16, No. 4. – P. 527–535.
8. Дорошенко С., Шеломенцев А. Предпринимательская экосистема в современных социоэкономических исследованиях // Журнал экономической теории. – 2017. – № 4. – С. 212–221.
9. Халиков Р.М., Синицина Е.А., Силантьева Е.И. и др. Модифицирующее усиление твердения пресованных строительных гипсовых нанокомпозитов // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 5. – С. 549–560. – DOI: [10.15828/2075-8545-2019-11-5-549-560](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2019-11-5-549-560).
10. Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Юнусова С.С. и др. Фосфогипсовые отходы химической промышленности в производстве стеновых изделий. – Москва: Химия, 2004. – 176 с.
11. Шаяхметов У.Ш., Мустафин А.Г., Недосеко И.В. и др. Сырьевая смесь для получения гипсового вяжущего и изделий на его основе // Патент RU 2413688. Оpubл. 10.03.2011.
12. Гайтова А.Р., Ахмадуллина И.И., Печенкина Т.В. и др. Наноструктурные аспекты гидратации и твердения гипсовых и гипсошлаковых композиций на основе двуводного гипса // Строительные материалы. – 2014. – № 1–2. – С. 46–51.
13. Управление инновационными проектами / Под ред. И.Л. Тукелля. – СПб.: БХВ, 2011. – 416 с.
14. Смирнова Л.Н., Ручинска Т., Звездов А.И. Достижения наноиндустрии: проекты, область применения, экономический эффект и общественная значимость // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 1. – С. 41–45. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-1-41-45](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-1-41-45).

15. Синицин Д.А., Халиков Р.М., Булатов Б.Г. и др. Технологичные подходы направленного структурообразования нанокompозитов строительного назначения с повышенной коррозионной устойчивостью // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 2. – С. 153–164. – DOI: [10.15828/2075-8545-2019-11-2-153-164](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2019-11-2-153-164).
16. Синицина Е.А., Недосеко И.В., Халиков Р.М. и др. Применение технологии фильтрационного пресования в производстве кровельных изделий // Строительные материалы. – 2020. – № 1–2. – С. 66–72. DOI: [10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-66-72](https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-66-72).
17. Гусев Б.В., Кудрявцева В.Д., Потапова В.А. Бетоны с нанодобавкой из обожженного вторичного бетона // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 5. – С. 245–249. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-5-245-249](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-5-245-249).
18. Diab A.M., Elyamany H.E., Abd Elmoaty M. et al. Effect of nanomaterials additives on performance of concrete resistance against magnesium sulfate and acids // Construction and Building Materials. – 2019. – V. 210. – P.210–231. DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2019.03.099](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.099).
19. Шаяхметов У.Ш., Фахретдинов И.А., Халиков Р.М. и др. Процесс формирования профессиональных компетенций у бакалавров-материаловедов в области термостойких наноструктурированных композитов // Вестник Башкирского университета. – 2014. – Том 19, № 1. – С. 248–252.
20. Пашкевич А.В. Основы проектирования компетентностно-ориентированных заданий как эффективный способ оценивания метапредметных результатов // Инновации в образовании. – 2015. – № 11. – С. 50–67.
21. Бакунов В.С., Халиков Р.М., Шаяхметов У.Ш. и др. Твердение алюмофосфатной композиции при нагреве // Огнеупоры и техническая керамика. – 2016. – № 3. – С. 24–27.
22. Писаренко Ж.В., Иванов Л.А., Ванг Ц. Нанотехнологии в строительстве: современное состояние и тенденции развития // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 4. – С. 223–231. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-4-223-231](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-4-223-231).
23. Чернышов Е.М., Артамонова О.В., Славчева Г.С. Наномодифицирование цементных композитов на технологической стадии жизненного цикла // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 3. – С. 130–139. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-3-130-139](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-3-130-139).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шаяхметов Ульфат Шайхизаманович, доктор технических наук, зав. кафедры «Инженерная физики и физика материалов», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»; г. Уфа, Россия, e-mail: rusairu@ufanet.ru

Ларькина Альфия Алпыспаевна, ст. преп. кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления»; г. Москва, Россия, e-mail: alfiaais@mail.ru

Халиков Рауф Музагитович, кандидат химических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции», архитектурно-строительный институт, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; г. Уфа, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7584-5516>; e-mail: rauf_khalikov@mail.ru

Синицин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; г. Уфа, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3780-2800>; e-mail: d4013438@yandex.ru

Недосеко Игорь Вадимович, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; г. Уфа, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6360-6112>; e-mail: nedoseko1964@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 12.01.2021.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 05.02.2021.

Статья принята к публикации: 08.02.2021.