

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

Научная статья

УДК 334

<https://doi.org/10.37493/2307-907X.2024.5.4>

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ КОНСТРУКЦИЙ В МЕХАНИЗМЕ РЕАЛИЗАЦИИ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЕ КАФЕДРЫ

Владимир Васильевич Галайко^{1*}, Александр Андреевич Карпекин²

^{1,2} Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева (д. 31, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», Красноярск, 660014, Российская Федерация)

¹ galaikovladimir@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0001-5708-1521>

² karpeka1@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-6995-6580>

* Автор, ответственный за переписку

Аннотация. Введение. Инновационная экосистема является условием достижения результативности новаций в механизме реализации сквозных технологий через управление надежностью конструкций, осуществляемых на предприятиях региона. Особое влияние она оказывает на развитие региональной промышленности, обеспечивая снижение себестоимости изделий путем выпуска наукоемкой продукции. **Цель.** Выявление проблемы, влияющей на надежность конструкций в системе реализации сквозных технологий и перспектив в стимулировании научных исследований и практическом применении новых материалов, повышающих качество подготовки специалистов. **Материалы и методы.** Исследование построено на анализе и поисковой работе в научной литературе, патентном информационном базам и онлайн-данным. Методами исследования являются: общенаучные – анализ, синтез, обобщение, моделирование и др. – и специализированные научные методы – генерация новшеств, использование материала по новому назначению, графический и сравнительный виды анализа. **Результаты и обсуждение.** В ходе работы обнаружено влияние экосистемы кафедры на формирование культуры реализации сквозных технологий в машиностроении в учебном процессе, повышению уровня профессиональной подготовки специалистов-инноваторов и созданию условий для их успешной карьеры в будущем. Предложена технология изготовления вала из инновационного композитного базальтового гибридного материала, являющаяся более выгодным решением для сквозных технологий, сочетающий в себе высокую прочность, долговечность, легкость используемого материала. **Заключение.** По итогам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что инновационные компетенции обучающихся по генерированию новшеств в экосистеме кафедры представляются инструментом реализации сквозных технологий в машиностроении.

Ключевые слова: сквозные технологии в машиностроении, гибридный базальтопластик, инновационные компетенции, инновационная экосистема кафедры, инструменты сквозных технологий

Для цитирования: Галайко В. В., Карпекин А. А. Управление надежностью конструкций в механизме реализации сквозных технологий в инновационной экосистеме кафедры // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2024. № 5 (104). С. 35–42. <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2024.5.4>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 20.05.2024;
одобрена после рецензирования 22.06.2024;
принята к публикации 28.06.2024.

Research article

MANAGING THE RELIABILITY OF STRUCTURES IN THE MECHANISM OF IMPLEMENTATION OF END-TO-END TECHNOLOGIES IN INNOVATIVE ECOSYSTEM OF THE DEPARTMENT

Vladimir V. Galayko^{1*}, Alexander A. Karpekin²

^{1,2} Siberian State University of Science and Technology named after Academician M. F. Reshetnev (31, Avenue named after the newspaper "Krasnoyarsky Rabochiy", Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation)

¹ galaikovladimir@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0001-5708-1521>

² karpeka1@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-6995-6580>

* Corresponding author

Abstract. Introduction. An innovative ecosystem is a condition for achieving the effectiveness of innovations in the mechanism for implementing end-to-end technologies, through managing the reliability of structures carried out at regional enterprises. It has a particular impact on the development of regional industry, ensuring a reduction in the cost of products and economic sectors through the production of high-tech products. **Goal.** The study identifies the problems affecting the reliability of structures in the system of implementation of end-to-end technologies and specifies the prospects for stimulating scientific research and practical application of new materials that improve the quality of training of specialists. **Materials and methods.** The research is based on analysis and analytical search work in the scientific sources, patent information databases and online data. Research methods are general scientific analysis, synthesis, generalization, modeling, etc., as well as specialized scientific methods in the form of generating innovations, using material for a new purpose, graphical and comparative analysis. **Results and discussion.** The influence of the department's ecosystem on the formation of a culture of implementing end-to-end technologies in mechanical engineering in the educational process, increasing the level of professional training of innovator specialists and creating conditions for their successful career in the future was specified. The technology for manufacturing a shaft from an innovative composite basalt hybrid material is proposed, which is a more advantageous solution for end-to-end technologies, combining high strength, durability and lightness of the material used. **Conclusion.** Based on the results of the study, the authors conclude that the innovative competencies of students to generate innovations in the ecosystem of the department are represented as a tool for implementing end-to-end technologies in mechanical engineering.

Keywords: end-to-end technologies in mechanical engineering, hybrid basalt plastic, innovative competencies, innovative ecosystem of the department, tools of end-to-end technologies

For citation: Galayko VV, Karpekin AA. Managing the reliability of structures in the mechanism of implementation of end-to-end technologies in innovative ecosystem of the department // Newsletter of North-Caucasus Federal University. 2024;5(104):35-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2024.5.4>

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 20.05.2024;

approved after reviewing 22.06.2024;

accepted for publication 28.06.2024.

Введение / Introduction. Управление надежностью конструкций является ключевым фактором машиностроительной промышленности. Постоянный поиск новых материалов играет важную роль в обеспечении эффективности и долговечности производимых изделий. В таком направлении инновационная экосистема кафедры представляет собой уникальную базу для разработки и внедрения передовых методов управления надежностью. Кафедра играет важную роль в развитии научно-исследовательской деятельности при подготовке высококвалифицированных специалистов. В учебном процессе создаются условия для обмена опытом между преподавателями и студентами, проведения совместных исследований и разработок, а также привлечение инвестиций для реализации учебных проектов. Экосистема кафедры способствует формированию культуры реализации сквозных технологий в машиностроении в учебном процессе, повышению уровня профессиональной подготовки специалистов инноваторов и созданию условий для их успешной карьеры в будущем. Субъекты инновационных экосистем в целом мотивированы к поиску новых знаний, разработке инноваций, согласованность их действий служит платформой, на которой могут возникнуть радикальные инновации.

Актуальность данной статьи обусловлена требованием в настоящее время новых организационных и научно-исследовательских подходов, позволяющих эффективно производить трансформацию предприятий, стимулировать их деятельность в сторону инноваций, способствовать инициализации и реализации учебных проектов по созданию новых инструментов в механизме реализации сквозных технологий в машиностроении.

Материалы и методы исследований / Materials and methods of research. Настоящее исследование построено на анализе и поисковой работе в научной литературе, патентных информационных базах и онлайн-данных. В качестве методов исследования использовались: общенаучные – анализ, синтез, обобщение, моделирование и др., – специализированные научные методы – генерация новшеств, использование объекта по новому назначению, графический и сравнительный виды анализа.

Результаты исследований и их обсуждение / Research results and their discussion. Инновационные экосистемы включают структуру, объединяющую различных участников, в виде специалистов компаний, ученых, правительственных организаций и общество, с целью создания и поддержания высоких стандартов качества продукции или услуг [1]. Такие экосистемы объединяют в себе различные инструменты и методы, продвигающие обучение, обмен знаниями и опытом, а также обмен технологиями.

Главными факторами инновационной экосистемы кафедры являются: взаимодействие участников процесса обучения, в ходе которого добиваются общих целей; создание инновационного продукта на практических занятиях; разработка и внедрение новой технологии в учебных проектах; получение инновационных компетенций таков актив работы системы.

Преимущества инновационных экосистем включают в себя улучшение качества продукции и услуг, увеличение конкурентоспособности компаний, снижение издержек и повышение эффективности производства, а также укрепление доверия потребителей к бренду.

Основными элементами успешной инновационной экосистемы кафедры являются сотрудничество участников, обмен информацией и знаниями, постоянное обновление и совершенствование стандартов и процессов, а также постоянное обучение и развитие специалистов в различных областях [1]. Создание таких экосистем требует усилий и поддержки всех участников, а также активного продвижения в ходе улучшения продукции и услуг в процессе подготовки специалистов на кафедрах вузов.

Инновационная экосистема кафедры – это новый этап развития инновационной инфраструктуры, который характеризуется особым взаимодействием между участниками, в результате возникают определенные системные результаты, создающие благоприятные условия для скорейшей реализации и коммерциализации учебных проектов.

Взаимодействие акторов инновационной экосистемы кафедры может происходить на разных уровнях и в различных формах, способствующих развитию инновационной деятельности [2]. При изучении дисциплины «Организация и управление интеллектуальной собственностью» обучающийся составляет заявку на полезную модель, объект интеллектуальной собственности (ОИС), который может быть использован в проекте кафедры или может быть организовано партнерство на предприятии. В современных условиях становится важным человеческий капитал, который представляет собой совокупность знаний и умений индивида, полученных им в жизни и используемых в профессиональной деятельности [3].

Наибольшей популярностью в России пользуются субтехнологии, связанные с новыми материалами, машинным обучением, нейронными сетями, теорией управления и умным контролем сквозных технологий – все это обусловлено количеством и стоимостью НИР, ОКР и патентов [4].

На рис. представлена функциональная схема инновационной экосистемы кафедры в механизме реализации сквозных технологий в машиностроении региона.



Рис. Функциональная схема инновационной экосистемы кафедры в механизме реализации сквозных технологий в машиностроении региона / Fig. Functional diagram of the innovative ecosystem of the department in the mechanism for implementing end-to-end technologies in mechanical engineering of the region

*Источник: составлено авторами / *Source: compiled by the authors

Вовлеченность студентов в инновационный процесс создания наукоемкой продукции в настоящее время является ключевым звеном для развития механизма реализации сквозных технологий в машиностроении и инструментов их достижения, повышения конкурентоспособности наукоемкой продукции и эффективного управления производством. Вал, повышающий износостойкость конструкций механических передач, разработан из композитного базальтопластикового материала в инновационной экосистеме кафедры с опорой на глубокие теоретические исследования свойств гибридных эпоксидных композитов [5–6]. Студенты на практических занятиях разбирают производственные ситуации, связанные с механизмом реализации сквозных технологий в машиностроении, анализируют, моделируют, прогнозируют, генерируют и оформляют заявку на патент. Получают аттестацию по дисциплине, а заявку и сам патент продвигают через инкубатор на завод.

Например, разработка технологии по изготовлению инновационного гибридного базальтопластикового вала. Инновационный вал из композитного базальтопластикового материала содержит подступичную головку вала, шип правый, шип левый, буртик опорный, шпоночный паз. При этом вал выполнен из базальтопластикового материала, включающего базальтопластиковую основу в виде волокна, пропитанного связующими смолами. Вал выполняют путем порезки цилиндрической заготовки на мерные отрезки и деформирование их горячей объемной штамповкой с шпоночным пазом для крепления. Базальтопластиковую основу вала в виде волокна, пропитанную связующими смолами, выполняют с добавлением базальтового порошка, предварительно равномерно перемешанного в смоле.

Базальтопластиковая основа вала, пропитанная связующими смолами с добавлением базальтового порошка, повышает износостойкость механического соединения за счёт усиления жесткости эпоксидных композитов, как объемной, так и поверхностной, путем сочетания базальтопластиковых волокон с базальтовым порошком в теле вала.

Предварительное равномерное перемешивание базальтового порошка в связующей эпоксидной смоле повышает поверхностную прочность вала, снижающую износостойкость вала, деталей конструкции механической передачи за счёт усиления жесткости гибридных эпоксидных композитов.

Сырьем для производства вала из композита выступает базальтопластикровинг. Его изготавливают путем расплавления базальтовой массы с последующим вытягиванием в нить толщиной от 10 до 20 микрон. Нити, пропитанные специальным замасливателем, собираются в пучок, называемый базальторовингом. Для изготовления вала из базальтового композита требуются: смолы, спирт этиловый, ацетон, дициандиамида. Основой сырья вала из гибридного материала выступает базальтовый порошок, полученный из базальтовой крошки путем перемалывания её в планетарной шаровой мельнице АГО-2С. Оптимальным параметром по крупности базальта выступает фракция до 83 мкм.

Технология производства вала из композитного базальтового материала выполняется в следующем порядке. Нити базальторовинга со специального устройства шпулярика поступают на механизм натяжения, в котором они располагаются в соответствующем порядке, далее они проходят стадию сушки и предварительного подогрева горячим воздухом. Подогретый ровинг погружают в пропиточную ванну со смолой, предварительно равномерно перемешанной с базальтовым порошком в миксере. Непрерывный пруткок пропускается через протягивающий механизм, на выходе из которого производится резка прутка согласно заданному размеру заготовки вала.

При производстве вала из гибридного базальтового композита применяют трехпозиционный автоматический пресс. Горячую штамповку заготовки вала ведут в три позиции технологических операций. Первым штамповочным приемом производят калибровку базальтовой заготовки и начинают формирование подступичной головки вала. Вторым штамповочным приемом ведут формирование шипа правого, шипа левого, буртика опорного и начинают формирование паза для шпонки. На третьей штамповочной операции завершается формирование шпоночного паза базальтового вала.

Сформированный базальтовый вал направляют в туннельную печь, предназначенную для ускорения процесса полимеризации пропиточных смол. Горячую заготовку композитного вала направляют в охлаждающую ванну для полного охлаждения под проточной водой. Охлажденный базальтовый вал на токарном автомате калибруют.

Сопротивление базальта на одноосное сжатие в среднем составляет 160 МПа [7], применение такого материала в связующей смоле повышает поверхностную и внутреннюю износостойкость устройства.

При разработке приведенного выше инновационного объекта особое значение приобретают компетенции специалистов, подготовленных для оборонных предприятий в поле деятельности инновационной экосистемы кафедры, которые имеют накопленные взаимодействия, характеризующиеся как опыт. Причем методика и технология выполнения такого инновационного объекта интеллектуальной собственности немногим отличается для других ОИС. В опыте работы кафедры организации и управления наукоемких производств Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева за 6 последних лет получено выпускниками 200 патентов, есть специалисты, ушедшие на оборонные предприятия с двумя и тремя патентами. Инновационные компетенции выпускников кафедры имеют универсальный характер, судя по студенческим работам, которые выполнены от медицины до космоса, можно считать такие компетенции инструментами в механизме реализации сквозных технологий.

Понятие «сквозные» применено к технологиям, связанным не с каким-либо отдельным продуктом или сферой деятельности, а со многими отраслями и секторами экономики, например, образованием, строительством, сельским хозяйством, машиностроением и т. д. В нашем примере инновационная студенческая разработка показала, что если взять среднюю стоимость одного килограмма полезной нагрузки космического аппарата 2 730 тыс. руб./кг и сравнить стоимость титанового вала весом в 800 г с плотностью титана 4,54 г/см³ и с композитным гибридным базальтопластиковым валом, такой же конфигурации и объема с плотностью 2,0 г/см³, то стоимость полезной нагрузки космического аппарата в виде базальтопластикового вала составит 962,1 тыс. руб., т. е. имеем снижение затрат в 2,27 раза.

В целях полного понимания описанной задачи, представим таблицу.

Таблица / Table

Направления управления надежностью конструкций в механизме реализации сквозных технологий и инструменты их достижения / Directions for managing the reliability of structures in the mechanism for implementing end-to-end technologies and tools for achieving them

Направления	Направления
Специальные показатели измерения динамики инновационных процессов и качественных сдвигов сквозных технологий	Показатели результативности в виде доли лицензионной продукции
Формирование аппаратно-программных комплексов, концентрирующих информацию и базы данных по развитию сквозных технологий	Автоматизированные системы управления базами данных сквозных технологий
Поддержка объектов интеллектуальной деятельности, внедряемых на рынок с последующим потребительским спросом	Управление надежностью конструкций в экосистеме кафедры
	Управление компетенциями обучающихся по генерированию новшеств сквозных технологий в экосистеме кафедры
	Кооперация с вузовскими инновационными экосистемами кафедр по совершенствованию механизма реализации сквозных технологий

*Источник: составлено авторами / *Source: compiled by the authors

Главным преимуществом композитных материалов является легкость, низкая стоимость и прочность. Они обладают высокой прочностью при сравнительно небольшом весе, что позволяет создавать легкие и прочные конструкции, которые можно также отнести к инструментам в механизме реализации сквозных технологий.

Преподавателям и обучающимся в скором времени придется изменить сложившееся взгляды на образовательный процесс с учетом распространяющихся новых поисковых цифровых инструментов [8, 9].

При разработке приведенного выше примера показана взаимосвязь участников инновационной экосистемы кафедры: их взаимодействие является ключевым элементом для успешной реализации научно-исследовательских проектов и разработок в процессе обучения, где учебный процесс совмещен с научными аналитическими исследованиями.

Оформление патента на изобретение предоставляет студенту ряд преимуществ, такие как защита интеллектуальной собственности, повышение профессиональной репутации, вклад в научное сообщество и отрасль в целом. Этот опыт будет хорошей базой для карьерного роста специалиста машиностроительного предприятия. Экосистема объединяет образовательную, научную и предпринимательскую сферы и связана с созданием, передачей и коммерциализацией знаний, компетенций, информации и технологий [10]. Роль государства

в такой системе стимулирующая, оно предоставляет льготу на патентные пошлины обучающимся, а для предприятий затраты на НИОКР включаются в себестоимость продукции.

Заключение / Conclusion. В настоящей статье определена роль инновационной экосистемы кафедры высшего учебного заведения в управлении надежностью конструкций в механизме реализации сквозных технологий. Повышение несущей способности конструкции на примере инновационной технологии изготовления вала из композитного базальтового гибридного материала, дающего преимущество для машиностроительных предприятий в разработке и инновациях, в конкурентоспособности всей отрасли. Взаимодействие акторов инновационной экосистемы кафедры показало ее преимущества для практической, научной и творческой деятельности обучающихся. Генерация идей, оформление заявок на полезные модели, защита ОИС, информационный поиск с учетом мировых научно-технических новшеств – все это способствует развитию науки и техники, повышает качество и конкурентоспособность специалиста на рынке труда. Развитие информационных технологий в обучении специалистов ведет к трансформации всех сфер жизни, науки и техники, способов достижения определенных результатов. Инновационная экосистема кафедры улучшает учебный процесс, стимулирует развитие инновационных компетенций обучающихся, представляющих инструмент реализации сквозных технологий в машиностроении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Деньщик М. Н., Година О. В. Особенности формирования и развития инновационных экосистем // The Global Problem Of Human Security: economic and legal aspects: международный научно-практический конгресс экономистов и правоведов. Geneva; Moscow; Odessa, 2017. С. 16–23.
2. Люлюченко М. В. Формирование и развитие инновационных экосистем мезоуровня в условиях цифровой экономики: дис. ... канд. эконом. наук. Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2022. 217 с.
3. Пономарева О. Н. Роль современных моделей университетов в формировании человеческого капитала // Центр инновационных технологий и социальной экспертизы. 2019. № 5 (22). С. 344–353.
4. Черпаков И. В., Шевченко А. В. Обзор «сквозных» технологий в Российской Федерации // Вопросы студенческой науки. 2019. Вып. № 7 (35). С. 149–151.
5. Гибридное влияние базальтовых волокон и базальтового порошка на термомеханические свойства эпоксидных композитов // Композиты. Часть В: Машиностроение. 2017. Т. 125. С. 157–164.
6. Гаврилов М. А. Технология получения и химико-биологическая стойкость эпоксидных композитов на основе отходов производства: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск: КГТУ, 1997. 278 с. URL: https://dissovet.pguas.ru/files/212-18401/Gavrilov/Dissertaciya_GavrilovMA.pdf. (дата обращения: 23.08.2024).
7. Порцевский А. К., Катков Г. А. Основы физики горных пород, геомеханики и управления состоянием массива / Московский государственный открытый университет. М., 2004. 120 с.
8. Егорова А. О., Курылёва О. И., Долгова Ю. А. Сквозные технологии в образовательной деятельности // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/skvoznnye-tehnologii-v-obrazovatelnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 23.08.2024).
9. Суровицкая Г. В. «Сквозные» цифровые технологии в региональной экономике // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/skvoznnye-tsifrovye-tehnologii-v-regionalnoy-ekonomike> (дата обращения: 20.04.2024).
10. Тарасова А. Н., Берсенева А. В. Инновационная экосистема инженерного образования в России // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 6А. С. 370–380.

REFERENCES

1. Denshchik MN, Godina OV. Features of formation and development of innovative ecosystems. The Global Problem Of Human Security: economic and legal aspects: international scientific and practical congress of economists and lawyers. Geneva, Moscow, Odessa; 2017. P. 16-23.
2. Lyulyuchenko MV. Formation and development of meso-level innovation ecosystems in the digital economy. Dis. PhD economy Sci. Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhova; 2022. 217 p.
3. Ponomareva ON. The role of modern university models in the formation of human capital. Center for Innovative Technologies and Social Expertise. 2019;5(22): 344-353.
4. Cherpakov IV, Shevchenko AV. Review of end-to-end technologies in the Russian Federation. Questions of student science. 2019;7(35):149-151.

5. Hybrid effect of basalt fibers and basalt powder on the thermomechanical properties of epoxy composites. Composites, Part B: Mechanical Engineering. 2017;(125):157-164.
6. Gavrilo MA. Production technology and chemical and biological resistance of epoxy composites based on industrial waste. Dis. Ph. D. Tech. Sci. Krasnoyarsk: KSTU; 1997. 278 p. Available from: https://dissovet.pguas.ru/files/212-184-01/Gavrilo/Dissertaciya_GavriloMA.pdf [Accessed 23 August 2024].
7. Portsevsky AK, Katkov GA. Fundamentals of rock physics, geomechanics and rock mass control / Moscow State Open University. Moscow; 2004. 120 p.
8. Egorova AO, Kuryleva OI, Dolgova YuA. Cross-cutting technologies in educational activities. Problems of modern pedagogical education. 2023;(1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/skvoznnye-tehnologii-v-obrazovatelnoy-deyatelnosti> [Accessed 23 August 2024].
9. Surovitskaya GV. End-to-end digital technologies in the regional economy. Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2019;(1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/skvoznnye-tsifrovye-tehnologii-v-regionalnoy-ekonomike> [Accessed 20 April 2024].
10. Tarasova AN Berseneva AV. Innovative ecosystem of engineering education in Russia. Pedagogical Journal. 2023;13(6A):370-380.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир Васильевич Галайко – кандидат технических наук доцент, доцент кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, Researcher ID: KLZ-0755-2024

Александр Андреевич Карпекин – магистрант кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, Researcher ID: KLZ-0756-2024

ВКЛАД АВТОРОВ

Владимир Васильевич Галайко. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Александр Андреевич Карпекин. Подготовка и редактирование текста – составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта, участие в научном дизайне.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladimir V. Galayko – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Organization and Management of High-Technology Industries, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M. F. Reshetnyova, Researcher ID: KLZ-0755-2024

Alexander A. Karpekin – Master Student of the Department of Organization and Management of high-tech Industries, Siberian State University of Science and Technology named after academician M. F. Reshetnyova, Researcher ID: KLZ-0756-2024

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Vladimir V. Galayko. Conducting research – collecting, interpreting and analyzing the data obtained. Approval of the final version – acceptance of responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Alexander A. Karpekin. Text preparation and editing – drafting of the manuscript and its final version, contribution to the scientific layout.