

Анализ и синтез образов экологически ориентированных инновационных технологий строительного производства

Валерий Иванович Теличенко, Азарий Абрамович Лapidус,
Михаил Юрьевич Слесарев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Возможно или нет автоматизированное генерирование технологических изобретений? Для проверки этой гипотезы предлагается опробовать интеграцию машинного и живого интеллекта человека с помощью искусственного интеллекта (ИИ) на примере разработанной Microsoft и OpenAI нейросети GPT.

Материалы и методы. Использование ИИ в креативном синтезе экологически ориентированных прогрессивных или перспективных словесных и графических образов прорывных технологий с учетом машинной статистической обработки патентной информации и фондов технических регламентов представляется одной из задач креативного прогнозирования объектов техносферы.

Результаты. Намечены подходы к разработке методики автоматизированного прогнозирования прорывных технологий строительного производства. Решены задачи исследования: поиск методов исследования будущего строительной отрасли; поиск корректной терминологии для синтеза образов будущих прорывных технологий и вариантов использования ИИ, способного креативно генерировать словесные и графические образы технологий. Рассмотрены аспекты автоматизированного прогнозирования перспективных строительных технологий, словесные и графические образы будущих прорывных технологий экологически ориентированного строительного производства.

Выводы. Обзор образов прорывных технологий строительного производства показал возможность интеграции живого и искусственного интеллекта при соответствующей терминологической и методологической проработке баз данных и алгоритмов информационной логистики для автоматизированного генерирования новых технологических изобретений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: живой интеллект, искусственный интеллект, прогнозирование прорывной технологии, методология экологически ориентированного прогнозирования, образ прорывной технологии, экологически ориентированная инновация, экологически ориентированное техническое решение

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Теличенко В.И., Лapidус А.А., Слесарев М.Ю. Анализ и синтез образов экологически ориентированных инновационных технологий строительного производства // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18. Вып. 8. С.1298–1305. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.8.1298-1305

Автор, ответственный за переписку: Михаил Юрьевич Слесарев, Slesarev@mgsu.ru.

Analysis and synthesis of images of environmentally oriented innovative technologies of construction production

Valeriy I. Telichenko, Azariy A. Lapidus, Mikhail Yu. Slesarev

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Is automated generation of technological inventions possible or not? To test this hypothesis, the authors propose to test the integration of human machine and living intelligence using artificial intelligence, using the example of the GPT neural network developed by Microsoft and OpenAI.

Materials and methods. The use of artificial intelligence in the creative synthesis of environmentally oriented progressive or perspective verbal and graphic images of breakthrough technologies, taking into account the statistical processing of patent information and funds of technical regulations is one of the tasks of creative forecasting of technosphere objects.

Results. The purpose of the study has been achieved – approaches to the development of methods of automated forecasting of breakthrough technologies of construction production have been outlined. The following research tasks were solved: search for methods of researching the future of the construction industry; search for correct terminology for synthesizing images of future breakthrough technologies and options for using artificial intelligence capable of creatively generating verbal and graphic images of technologies. The object of research — aspects of automated prediction of promising construction technologies is confirmed. The subject of the study — verbal and graphic images of future breakthrough technologies of environmentally oriented construction production is confirmed.

Conclusions. The review of images of breakthrough technologies of construction production showed the possibility of integrating live and artificial intelligence with appropriate terminological and methodological elaboration of databases and information logistics algorithms for automated generation of new technological inventions. The use of artificial intelligence in the creative synthesis of environmentally oriented verbal and graphic images of breakthrough technologies, taking into account the statistical processing of patent information and funds of technical regulations, is one of the tasks of creative forecasting of technosphere objects.

Keywords: living intelligence, artificial intelligence, forecasting of breakthrough technology, methodology of environmentally oriented forecasting, image of breakthrough technology, environmentally oriented innovation, environmentally oriented technical solution

FOR CITATION: Telichenko V.I., Lapidus A.A., Slesarev M.Yu. Analysis and synthesis of images of environmentally oriented innovative technologies of construction production. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2023; 18(8):1298-1305. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.1298-1305. (rus.).

Corresponding author: Mikhail Yu. Slesarev, Slesarev@mgsu.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования — обзор образов прорывных технологий строительного производства при интеграции живого и искусственного интеллекта (ИИ).

Задачи исследования:

- поиск методов исследования будущего строительной отрасли и образов прорывных технологий;
- поиск корректной терминологии для синтеза образов будущих прорывных технологий с помощью ИИ;
- автоматизированный скрининг существующих технологий и экологическая экспертиза сгенерированных образов проектов прогрессивных и перспективных технологий.

В границах исследования поднимается проблема устойчивости развития отрасли и общества для предстоящего решения, состоящая из двух вопросов: 1) как с помощью живого человеческого и искусственного интеллекта обеспечить совместимость бесконфликтного, т.е. устойчивого развития на планете биосферы и техносферы; 2) как заставить ИИ креативно генерировать самостоятельно, или в интеграции с живым интеллектом эксперта, инновационные прорывные решения экологически ориентированных технологий, например, в области строительства. При этом постулируется, что представителем биосферы выступает человек, а представителем техносферы — искусственный интеллект.

Возможность наметить новые направления развития перспективных, неизвестных и нереализованных ранее в техносфере инновационных технологий, очевидно, может информационная технология генерирования текстов на основе использования собственного подсознания и футуристических произведений, созданных как человеком, так и ИИ; плюс

алгоритмы теории решения изобретательских задач, идеология конструирования, технология обработки больших данных и существующие базы данных патентной и научно-технической информации, а также правовой информации для экспертизы экологической безопасности принимаемых технических решений.

Использование ИИ в креативном синтезе экологически ориентированных перспективных образов прорывных технологий с учетом статистической обработки патентной информации и фондов технических регламентов является одной из задач креативного прогнозирования объектов техносферы, интегрированного с подсознанием квалифицированного разработчика, грамотного в области идеологии конструирования компонентов технологии и алгоритмов решения изобретательских задач.

Объект исследования — это методология автоматизированного прогнозирования перспективных строительных технологий при интеграции живого и искусственного интеллекта. *Предмет исследования* — образы будущих прорывных технологий строительного производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматривается состояние разработки и решение проблемы автоматизации анализа и синтеза прорывных технологий в строительной отрасли. Сегодня наиболее популярен метод прогнозирования — быстрый форсайт¹ [1]. Метод управления подсознанием человека изучается в книге Д. Кехо [2]; алгоритмы выработки новых технических решений, или алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ), представлены в работах по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и идеологии конструирования [3, 4], и на страницах организаций ТРИЗ²,

¹ Быстрый форсайт (англ. Rapid Foresight — RF) — это инструмент для прогнозирования и формирования будущего, позволяющий за короткий период времени получить точные прогнозы и объединить людей для реализации своих представлений о нем. URL: https://research.nevafilm.ru/public/research/articles/foresight_manual.pdf

² Официальный фонд Г.С. Альтшуллера. URL: <http://www.altshuller.ru>; Методолог. URL: <http://www.metodolog.ru>; TRIZLAND.RU. URL: <http://www.trizland.ru>; ОТСМ-ТРИЗ. URL: <http://www.trizminsk.org>; Саммит разработчиков ТРИЗ. URL: <http://www.triz-summit.ru>; МАТРИЗ. URL: <http://www.matriz.org/o-матриз>; Европейская Ассоциация ТРИЗ (ETRIA — European TRIZ Association). URL: <http://etria.eu/portal/>; Altshuller Institute for TRIZ studies. URL: <http://www.aitriz.org>; TRIZ Forum. URL: <http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eTRIZforum.html>; KATA (Korea Academic TRIZ Association). URL: <http://www.koreatrizen.kr>

а также в многочисленных авторских публикациях по прогнозированию и перспективам «зеленой» экономики, в том числе «зеленого» строительства.

В настоящее время известны прорывы технологий в следующих главных направлениях — информатизация и цифровизация, а также новые прогрессивные³ и перспективные⁴ материалы и конструкции для строительства, в том числе авторские разработки [4–15].

Во-первых, рассмотрим некоторые образы прорывных информационных технологий, которые могут составить главный тренд развития технологий разработки методики автоматизированного прогнозирования прорывных технологий строительного производства.

GPT — нейросеть [16, 17]. GPT-3 — нейросеть-трансформер, генерирующая ответы на вопросы. Недавно OpenAI выпустила модель языкового прогнозирования четвертого поколения (GPT-4) с открытым исходным кодом, успешно заменяющая труд программистов от начального до среднего уровня квалификации. Языковые модели позволяют компьютерам создавать случайные предложения приблизительно той же длины и грамматической структуры, что и заданные в качестве образца.

Data Trusts — «доверительное хранение данных» [18]. Доверительный фонд хранит и управляет данными людей по их поручению и от их имени.

Wi-Fi 6 и 5G — стандарты связи и беспроводного интернета [19]. 5G улучшает мобильную широкополосную связь: скоростную передачу потокового видео в соцсетях и онлайн-сервисах с минимальными задержками в передаче сигнала (всего 1–2 мс); по данным Accenture, с помощью 5G станет возможна поддержка до 1 млн устройств на км².

*Виртуальная и дополненная реальность*⁵.

Вычисления как сервис [20].

Голосовой поиск и голосовые помощники [21].

Во-вторых, рассмотрим некоторые образы прорывных «зеленых» технологий, которые могут составить главный тренд развития технологий в строительстве в ближайшей перспективе:

*3D-модели*⁶; подход к использованию BIM-модели продемонстрировала ГК «Неолант».

3D-печать зданий и сооружений [22].

Получение воды из воздуха — уникальная водосборная система, которая извлекает воду из сухого воздуха, а работает на солнечной энергии [23].

Дороги из переработанного пластика — разработка нидерландской компании VolkerWessels.

Пищевой цемент. Исследователи из Токийского университета придумали оригинальный способ рециклинга пищевых отходов — производить из них строительный материал, по прочности не уступающий бетону [24].

«Зеленый» водород [25].

Сверхпроводники, работающие при комнатной температуре [26].

Литий-металлические аккумуляторы имеют все шансы изменить расстановку сил на рынке [27].

Самовосстанавливающийся бетон [28].

Оксинитрид алюминия (прозрачный алюминий) — керамика на основе алюминия [29].

Аэрогель — твердый и одновременно легкий изоляционный материал [30].

Прозрачный бетон — бетон, пропускающий свет [31].

Антибактериальная плитка [32].

Строительные дроны [33].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Все вышеприведенные примеры прорывных технологий так или иначе проявили себя на рынке и могут относиться к прогрессивным технологиям, которые будут продвигаться на строительный рынок технологий, обеспечивая конкурентное преимущество компаниям, обладающим патентами и лицензиями на использование этих технических решений в форме изобретений устройств и способов применения.

Методология синтеза экологически ориентированных прогрессивных инновационных технологий строительного производства в НИУ МГСУ была опробована в 2005–2008 гг. в ручном режиме. В то время не было ни поисковой системы Яндекс патенты, ни нейросетей типа GPT — нейросеть на базе алгоритмов распознавания текста NLP, а ТРИЗ уже существовала, также как и идеология конструирования [34], и в результате реализации были синтезированы и получены патенты на изобретения, запатентованные технические решения

³ Прогрессивные материалы для строительства — это усовершенствованные уже используемые в современном технологическом укладе материалы.

⁴ Перспективные материалы для строительства — материалы с новыми свойствами и еще неиспользуемые в современном технологическом укладе материалы.

⁵ Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженев А.В., Богатырев В.А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности : учебное пособие. СПб. : Университет ИТМО, 2018. 59 с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2321.pdf>

⁶ Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства : Постановления Правительства РФ от 05.03.2021 № 331.

прогрессивных и перспективных строительных технологий [4–15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одно из самых перспективных направлений в развитии ИИ и, в частности, нейросетей — это креативная интеграция с человеком (исследователем или изобретателем, или экспертом), например, по вопросам синтеза образов экологической безопасности строительной технологии. Сейчас алгоритмы умеют распознавать изображения, лица, отпечатки пальцев, звуки и голос. Они также умеют говорить и генерировать изображения и видео, имитируя наше восприятие разных органов чувств. Профессиональные навыки, которые могут дополнить или заменить программы ИИ, в первую очередь — диагностика неполадок и состояния как живых организмов, так и технических объектов, подготовка экспертных заключений всех видов экспертизы, включая экологическую, патентную, юридическую и др. Перед разработчиками ИИ, и в том числе нейросетей, стоит задача создать мультимодальные экспертные системы, которые машинное распознавание вкупе с обработкой текста объединили бы с человеческим живым ассоциативным восприятием информации вместе с творческим поиском новых технических решений, безопасных для окружающей среды. Возможно предположить, что крупные компании и университеты начнут объединять усилия в области патентной экспертизы, объединенной с экологической экспертизой и генеративным дизайном, и в будущем можно будет не тратить человеческие ресурсы, пытаясь найти необходимую информацию в огромном каталоге патентной информации с описанием изобретений или в нормативах с требованиями экологической безопасности, а просто написать в поисковой строке нужный запрос на техническое решение с заданными функциями и параметрами. Нейросеть обработает запрос эксперта и выдаст подходящую схему с описанием нового технического решения прорывной строительной технологии. Если будет предложена технология, не совсем подходящая, по мнению эксперта, то придется уточнить запрос ИИ. Сегодня это пока доступные в открытом доступе GPT-2, GPT-3, GPT-4.

Задачи интеграции живого и искусственного интеллекта могут решаться с использованием эффективных инструментов для вовлечения студентов в обучение на электронных курсах: поиск образцов прорывных технологий и корректной терминологии для синтеза образов будущих прорывных технологий с помощью ИИ; автоматизированный скрининг существующих технологий и экологическая экспертиза сгенерированных образов проектов прогрессивных и перспективных технологий.

Подходы к разработке методики автоматизированного прогнозирования прорывных технологий строительного производства: поиск нейросетей и машинных методов исследования будущего строительной отрасли; поиск корректной терминологии для синтеза образов будущих прорывных технологий и вариантов использования ИИ, способного креативно генерировать словесные и графические образы технологий. Объект исследования — аспекты автоматизированного прогнозирования перспективных строительных технологий. Предмет исследования — словесные и графические образы будущих прорывных технологий экологически ориентированного строительного производства.

Тренды развития строительной отрасли:

- экологизация всех видов деятельности, в первую очередь, образования на всех уровнях, в том числе подготовка кадров для строительной отрасли и коммунального хозяйства с учетом создания повсеместно «зеленой» среды жизнедеятельности на основе «зеленой» инновационной продукции;
- автоматизация интеллектуального творческого труда инженеров, архитекторов, экспертов, изобретателей, ученых и исследователей во всех отраслях, и прежде всего в строительной и градостроительной отрасли;
- повышение производительности труда и эффективности производства на основе внедрения прорывных прогрессивных и перспективных технологий, в первую очередь, в строительной отрасли и коммунальном хозяйстве;
- риски разработчиков перемещаются в область возможной утраты моральных ценностей и потери прав интеллектуальной собственности с вытекающими последствиями возможной утраты научного и технологического суверенитета, так как материальные затраты на производство инновационной продукции обесцениваются применением искусственного интеллекта и доступностью программных средств и баз знаний и данных.

Обзор образов прорывных технологий строительного производства показал возможность интеграции живого и искусственного интеллекта при соответствующей терминологической и методологической проработке баз данных и алгоритмов информационной логики для автоматизированного генерирования новых технологических изобретений. Использование ИИ в креативном синтезе экологически ориентированных словесных и графических образов прорывных технологий с учетом машинной статистической обработки патентной информации и фондов технических регламентов представляется одной из задач креативного прогнозирования объектов техносферы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Песков Д., Кожаринов М., Лукша П., Савчук И. Методология развития Rapid Foresight. Версия 0.4 // Агентство стратегических инициатив. 2017. 91 с. URL: https://research.nevafilm.ru/public/research/articles/foresight_manual.pdf
2. Кехо Д. Подсознание может все! / пер. с англ. Минск : Попурри, 2012. URL: https://www.google.ru/books/edition/_/NpE3zwEACAAJ?hl=ru&sa=X&ved=2ahUKewjpp6m8wef9AhUPqIsKHRtnAn8Qre8FegQIHRAH
3. Петров В. Основы ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. 2-е изд., испр. и доп. Издательские решения, 2018. 507 с.
4. Патент RU № 2307901 C1. Противопожарный строительный блок, способ его изготовления и огнезащитная конструкция стены из этих блоков / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139175/03 от 15.12.2005, опубл. 10.10.2007. Бюлл. № 28. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307901C1_20071010
5. Патент RU № 2304201 C1. Фильтрующий строительный блок для очистки воздуха / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139178/03 от 15.12.2005, опубл. 10.08.2007. Бюлл. № 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304201C1_20070810
6. Патент RU № 2304204 C1. Мехатронный строительный блок / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139174/03 от 15.12.2005, опубл. 10.08.2007. Бюлл. № 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304204C1_20070810
7. Патент RU № 2304203 C1. Вентилируемый строительный блок и система противорадиоловой защиты здания с использованием этих блоков / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139177/03 от 15.12.2005, опубл. 10.08.2007. Бюлл. № 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304203C1_20070810
8. Патент RU № 2303684 C1. Строительный блок с терморегулируемым пневматическим фасадом / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139176/03 от 15.12.2005, опубл. 27.07.2007. Бюлл. № 21. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2303684C1_20070727
9. Патент RU № 2303109 C1. Аккумулирующий тепло или холод строительный блок и стена из этих блоков / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139179/03 от 15.12.2005, опубл. 20.07.2007. Бюлл. № 20. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2303109C1_20070720
10. Патент RU № 2324037 C1. Вакуумный строительный блок и способ его изготовления / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139173/03 от 15.12.2005, опубл. 10.05.2008. Бюлл. № 13. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2324037C2_20080510
11. Патент RU № 2307029 C1. Способ сборки и разборки опалубки / Король Е.А., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139172/03 от 15.12.2005, опубл. 27.09.2007. Бюлл. № 27. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307029C1_20070927
12. Патент RU № 2307903 C1. Способ изготовления многослойного строительного изделия / Король Е.А., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2005139170/03 от 15.12.2005, опубл. 10.10.2007. Бюлл. № 28. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307903C1_20071010
13. Патент RU № 2339771 C1. Резервуарный строительный блок / Король Е.А., Слесарев М.Ю.; заявл. № 2007106768/03 от 26.02.2007, опубл. 27.11.2008. Бюлл. № 33. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2339771C1_20081127
14. Патент RU № 2338038 C1. Отопительный строительный блок / Король Е.А., Макаров Г.В., Слесарев М.Ю.; заявл. № 2007106770/03 от 26.02.2007, опубл. 10.11.2008. Бюлл. № 31. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2338038C1_20081110
15. Патент RU № 2338039 C1. Электрогенерирующий строительный блок изделия / Король Е.А., Слесарев М.Ю., Теличенко В.И.; заявл. № 2007106769/03 от 26.02.2007, опубл. 10.11.2008. Бюлл. № 31. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2338039C1_20081110
16. Heaven W.D. Why GPT-3 is the best and worst of AI right now. URL: <https://www.technologyreview.com/2021/02/24/1017797/gpt3-best-worst-ai-openai-natural-language/>
17. Brown T.B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P. et al. Language models are few-shot learners // arXiv:2005.14165 [cs.CL]. 2020. DOI: 10.48550/arxiv.2005.14165
18. Ruhaak A. How data trusts can protect privacy. 2021.
19. Shpak M. Сходства и различия между Wi-Fi 6 и 5G. 2020. URL: <https://habr.com/ru/companies/huawei/articles/505042/>
20. Хабаров Р.С., Хомоненко А.Д. Расчет многоканальной системы массового обслуживания с прерываниями и гиперэкспоненциальными распределениями времен обработки заявок и периода непрерывной занятости // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т. 11. № 5. С. 48–56. DOI: 10.24411/2409-5419-2018-10287
21. Поначугин А.В., Пичужкина Д.Ю., Смекалова Е.С. Голосовой помощник как технология обработки данных // Наука без границ. 2020. № 6 (46). С. 96–100. URL: <https://nauka-bez-granic.ru/No-6-46-2020/6-46-2020/>
22. Абаева А.В. Инновационные технологии строительства зданий и сооружений: 3D-печать // Столыпинский вестник. 2022. Т. 4. № 6. EDN NMQDNE.

23. Kim H., Yang S., Rao S.R., Narayanan S., Kapustin E.A., Furukawa H. et al. Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered by natural sunlight // *Science*. 2017. Vol. 356. Issue 6336. Pp. 430–434. DOI: 10.1126/science.aam8743

24. Сочалин О. «Вкусная архитектура» — в Японии создали бетон из переработанных пищевых отходов. 2022. URL: https://www.architime.ru/news/institute_industrial_science_ut/edible_cement.htm#1.jpg

25. Корнеев К.А. Зеленый водород в Восточной Азии // *Геоэкономика энергетики*. 2021. Т. 15. № 3. С. 98–115. DOI: 10.48137/2687-0703_2021_15_3_98. EDN XDQKZK.

26. Snider E., Dasenbrock-Gammon N., McBride R., Debessai M., Vindana H., Vencatasamy K. et al. RETRACTED ARTICLE: Room-temperature superconductivity in a carbonaceous sulfur hydride // *Nature*. 2020. Vol. 586. Issue 7829. Pp. 373–377. DOI: 10.1038/s41586-020-2801-z

27. Singh J. This super-energy-dense battery could nearly double the range of electric vehicles // *MIT Technology Review*. 2020. URL: <https://www.technologyreview.com/2020/12/08/1013357/quantumscape-vw-lithium-metal-battery/>

28. Жукова Г.Г., Сайфулина А.И. Исследование применения самовосстанавливающегося бетона // *Construction and Geotechnics*. 2020. Т. 11. № 4. С. 58–68. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.05

29. Матренин С.В., Мостовицков А.В., Мировой Ю.А., Чудинова А.О. Исследование структуры

и физико-механических свойств керамики на основе оксинитридов алюминия и циркония // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2022. Т. 333. № 2. С. 184–192. DOI: 10.18799/24131830/2022/2/3569. EDN ZXMQQM.

30. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // *Авиационные материалы и технологии*. 2015. № 1 (34). С. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33. EDN TJEMOB.

31. Кодзоев М.Х., Исаченко С.Л. Светопроводящий бетон // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4. № 6. С. 184–187. DOI: 10.5281/zenodo.1289841. EDN XQVWQP.

32. Левицкий И.А., Шиманская А.Н. Металлизированные глазурные покрытия для керамогранита, обладающие биоцидными свойствами // *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2018. Т. 2. № 2. С. 132–139.

33. Носков И.В., Носков К.И., Тиненская С.В., Ананьев С.А. Дрон-технологии в строительстве — современные решения и возможности // *Вестник Евразийской науки*. 2020. № 5. URL: <https://esj.today/PDF/37SAVN520.pdf>

34. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. М. : Машиностроение-1, 2003. 384 с.

Поступила в редакцию 3 мая 2023 г.

Принята в доработанном виде 23 мая 2023 г.

Одобрена для публикации 7 июля 2023 г.

ОБ АВТОРАХ: Валерий Иванович Теличенко — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 449402; President@mgsu.ru;

Азарий Абрамович Лapidус — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; Lapidusaa@mgsu.ru;

Михаил Юрьевич Слесарев — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 6464-2922, Scopus: 657608631, ResearcherID: B-3423-2016; ORCID: 0000-0003-4528-2817; Slesarev@mgsu.ru.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Peskov D., Kozharinov M., Luksha P., Savchuk I. Methodology of Rapid Foresight development. Version 0.4. *Agency for Strategic Initiatives*. 2017; 91. URL: https://research.nevafilm.ru/public/research/articles/foresight_manual.pdf (rus.).

2. Keho D. *Subconsciousness can do anything!* / transl. from English. Minsk, Popurri, 2012. URL: https://www.google.ru/books/edition/_/NpE3zwEACAAJ?hl=ru&sa=X&ved=2ahUKewjpp6m8wef9AhUPqIsKHRTnAn8Qre8FegQIHRAH (rus.).

3. Petrov V. *Fundamentals of TRIZ. Theory of inventive problem solving. 2nd edition, corrected and supplemented*. Publishing solutions, 2018; 507. (rus.).
4. Patent RU No. 2307901 C1. *Fire building block, method for building block production and fire-proofing wall structure to be constructed of said blocks* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139175/03, 15.12.2005, publ. 10.10.2007. Bull. No. 28. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307901C1_20071010
5. Patent RU No. 2304201 C1. *Filtering building block for air cleaning* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 005139178/03, 15.12.2005, publ. 10.08.2007. Byull. No. 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304201C1_20070810
6. Patent RU No. 2304204 C1. *Mechatronic building block* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139174/03, 2005.12.15, publ. 10.08.2007. Byull. No. 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304204C1_20070810
7. Patent RU No. 2304203 C1. *Vented building block and radon-protective system for building using above building blocks* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139177/03, 2005.12.15, publ. 10.08.2007. Byull. No. 22. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2304203C1_20070810
8. Patent RU No. 2303684 C1. *Building unit with heat-controlled pneumatic facade* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139176/03, 2005.12.15, publ. 27.07.2007. Byull. No. 21. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2303684C1_20070727
9. Patent RU No. 2303109 C1. *Construction heat-or cold-accumulation block and wall erected of above blocks* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139179/03, 2005.12.15, publ. 20.07.2007. Bull. No. 20. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2303109C1_20070720
10. Patent RU No. 2324037 C1. *Vacuum concrete block and method of making same* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139173/03, 2005.12.15, publ. 10.05.2008. Byull. No. 13. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2324037C2_20080510
11. Patent RU No. 2307029 C1. *Method of assembling and disassembling casing* / Korol' E.A., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139172/03, 2005.12.15, publ. 27.09.2007. Byull. No. 27. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307029C1_20070927
12. Patent RU No. 2307903 C1. *Method for laminated building article production* / Korol' E.A., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2005139170/03, 2005.12.15, publ. 10.10.2007. Byull. No. 28. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2307903C1_20071010
13. Patent RU No. 2339771 C1. *Storage construction block* / Korol' E.A., Slesarev M.Ju.; application No. 2007106768/03, 2007.02.26, publ. 27.11.2008. Byull. No. 33. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2339771C1_20081127
14. Patent RU No. 2338038 C1. *Heating masonry unit* / Korol' E.A., Makarov G.V., Slesarev M.Ju.; application No. 2007106770/03, 2007.02.26, publ. 10.11.2008. Byull. No. 31. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2338038C1_20081110
15. Patent RU No. 2338039 C1. *Electrogenerating masonry unit* / Korol' E.A., Slesarev M.Ju., Telichenko V.I.; application No. 2007106769/03, 2007.02.26, publ. 10.11.2008. Byull. No. 31. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2338039C1_20081110
16. Heaven W.D. *Why GPT-3 is the best and worst of AI right now*. URL: <https://www.technologyreview.com/2021/02/24/1017797/gpt3-best-worst-ai-openai-natural-language/>
17. Brown T.B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P. et al. Language Models are few-shot learners. *arXiv:2005.14165 [cs.CL]*. 2020. DOI: 10.48550/arxiv.2005.14165
18. Ruhaak A. *How data trusts can protect privacy*. 2021.
19. Shpak M. *Similarities and Differences between Wi-Fi 6 and 5G*. 2020. URL: <https://habr.com/ru/companies/huawei/articles/505042/> (rus.).
20. Khabarov R.S., Khomonenko A.D. Calculation of preemptive multi-server queueing systems with hyperexponential distributions of service times and busy period. *H&ES Research*. 2019; 11(5):48-56. DOI: 10.24411/2409-5419-2018-10287 (rus.).
21. Ponachugin A.V., Pichuzhkina D.Yu., Smealova E.S. Voice assistant as a data processing technology. *Science Without Borders*. 2020; 6(46):96-100. URL: <https://nauka-bez-granic.ru/No-6-46-2020/6-46-2020/> (rus.).
22. Abaeva A.V. Innovative technologies for the construction of buildings and structures: 3D printing. *Stolypin Annals*. 2022; 4(6). EDN NMQDNE. (rus.).
23. Kim H., Yang S., Rao S.R., Narayanan S., Kapustin E.A., Furukawa H. et al. Water harvesting from air with metal-organic frameworks powered by natural sunlight. *Science*. 2017; 356(6336):430-434. DOI: 10.1126/science.aam8743
24. Sochalin O. *"Delicious architecture" — in Japan, concrete was created from recycled food waste*. 2022. URL: https://www.architime.ru/news/institute_industrial_science_ut/edible_cement.htm#1.jpg (rus.).
25. Korneev K.A. Green hydrogen in east Asian countries. *Geoeconomics of Energetics*. 2021; 15(3):98-115. DOI: 10.48137/2687-0703_2021_15_3_98. EDN XDQKZK. (rus.).

26. Snider E., Dasenbrock-Gammon N., McBride R., Debessai M., Vindana H., Vencatasamy K. et al. RETRACTED ARTICLE: Room-temperature superconductivity in a carbonaceous sulfur hydride. *Nature*. 2020; 586(7829):373-377. DOI: 10.1038/s41586-020-2801-z
27. Singh J. This super-energy-dense battery could nearly double the range of electric vehicles. *MIT Technology Review*. 2020. URL: <https://www.technologyreview.com/2020/12/08/1013357/quantumscape-vw-lithium-metal-battery/>
28. Zhukova G.G., Saifulina A.I. Research on the use of self-healing concrete. *Construction and Geotechnics*. 2020; 11(4):58-68. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.05 (rus.).
29. Matrenin S.V., Mostovshchikov A.V., Mirovoy Y.A., Chudinova A.O. Research of structure and physical and mechanical properties of ceramics based on aluminum and zirconium oxynitrides. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2022; 333(2):184-192. DOI: 10.18799/24131830/2022/2/3569. EDN ZXMQQM. (rus.).
30. Kablov E.N. Innovative developments of FSUE “VIAM” SSC of RF on realization of “strategic directions of the development of materials and technologies of their processing for the period until 2030”. *Aviation Materials and Technologies*. 2015; 1(34):3-33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33. EDN TJEMOB. (rus.).
31. Kodzoev M.-B., Isachenko S. Light transmitting concrete. *Bulletin of Science and Practice*. 2018; 4(6):184-187. DOI: 10.5281/zenodo.1289841. EDN XQVWQP. (rus.).
32. Levitsky I.A., Shimanskaya A.N. Biocidal metallic glazes for porcelain floor tiles. *Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technology, biotechnology, geoecology*. 2018; 2(2):132-139 (rus.).
33. Noskov I.V., Noskov K.I., Tinenskaia S.V., Ananov S.A. Dron-technologies in construction — modern solutions and opportunities. *The Eurasian Scientific Journal*. 2020; 5. URL: <https://esj.today/PDF/37S AVN520.pdf> (rus.).
34. Krainev A.F. *Ideology of design*. Moscow, Mashinostroenie-1 Publ., 2003; 384. (rus.).

Received May 3, 2023.

Adopted in revised form on May 23, 2023.

Approved for publication on July 7, 2023.

B I O N O T E S : **Valeriy I. Telichenko** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, President; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 449402; President@mgsu.ru;

Azariy A. Lapidus — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; Lapidusaa@mgsu.ru;

Mikhail Yu. Slesarev — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 6464-2922, Scopus: 657608631, ResearcherID: B-3423-2016, ORCID: 0000-0003-4528-2817; Slesarev@mgsu.ru.

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

The authors declare that they have no conflicts of interest.