

# ENGINEER



international scientific journal

## SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**  
Tashkent state  
transport university



# **ENGINEER**

**A bridge between science and innovation**

**E-ISSN: 3030-3893**

**ISSN: 3060-5172**

**SPECIAL ISSUE**

**24-april, 2025**



[engineer.tstu.uz](http://engineer.tstu.uz)

**MUHAMMADAMIN KABULOVICH TOHIROVNING TAVALLUDINING  
80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN  
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA  
TEXNOLOGIYALARI”  
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMUY-AMALIY KONFERENSIYASI  
ILMYI ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining akademigi, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yoshlari murabbiysi, texnika fanlari doktori, professor **Muhammadamin Kabulovich Tohirovning tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan “Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.

Muhammadamin Kabulovich kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda Muhammadamin Kabulovich Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan, bu esa ularning qurilish materialshunosligi sohasiga qo'shgan ilmiy hissasining xalqaro miqyosdagi e'tirofi bo'ldi. Ular o'z ilmiy faoliyati davomida 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqola va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomasi yaratganlar.

Ushbu konferensianing asosiy maqsadi – qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash hamda qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalarini muhokama qilish, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini aniqlashdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

**“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensianing asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

- 1. Resurs va quvvatni tejaydigan qurilish materiallari va texnologiyalari** – zamonaviy ekologik va iqtisodiy talablarni qondirishga qaratilgan innovatsion yechimlar.
- 2. Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari** - muhandislik va texnologik yechimlarni takomillashtirish yo'nalishlari.
- 3. Arxitektura va shaharsozlik** – estetik va funksional jihatlarni uyg'unlashtirgan zamonaviy loyihalar yaratish.
- 4. Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish** – kelajak mutaxassislarini yuqori malakali darajada tayyorlash uchun ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

## The use of energy-efficient and environmentally friendly materials in modern construction

N.V. Drobchenko<sup>1</sup>a

<sup>1</sup>Samarkand State University of Architecture and Civil Engineering named after Mirzo Ulugbek, Samarkand, Uzbekistan

**Abstract:**

The article discusses current trends and innovative approaches in the field of energy-efficient and environmentally friendly materials in construction. Special attention is paid to the analysis of modern technological solutions aimed at reducing energy consumption and the carbon footprint of the construction industry. Key categories of such materials are described, including biocomposite thermal insulation solutions, geopolymers, energy-efficient double-glazed windows, and wood-polymer composites. Their technological features, advantages, and impact on the sustainable development and environmental safety of construction are considered. The introduction of digital technologies and artificial intelligence into the design and production of building materials is discussed, which opens up new opportunities for optimizing production and increasing resource efficiency. The prospects for the further development of these technologies and their impact on the environmental and economic efficiency of the construction industry are analyzed. The presented data confirm the significant potential of modern innovative materials in implementing the concept of sustainable construction and reducing the negative impact on the environment.

**Keywords:**

innovation, ecology, technology, construction industry, environment, energy efficiency, technology, materials, sustainability, safety

## Применение энергоэффективных и экологически безопасных материалов в современном строительстве

Дробченко Н.В.<sup>1</sup>a

<sup>1</sup>Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека, Самарканд, Узбекистан

**Аннотация:**

В статье рассматриваются актуальные тенденции и инновационные подходы в области применения энергоэффективных и экологически безопасных материалов в строительстве. Особое внимание уделено анализу современных технологических решений, направленных на снижение энергопотребления и углеродного следа строительной отрасли. Описаны ключевые категории таких материалов, включая биокомпозитные теплоизоляционные решения, геополимерные бетоны, энергоэффективные стеклопакеты и древесно-полимерные композиты. Рассматриваются их технологические особенности, преимущества, а также влияние на устойчивое развитие и экологическую безопасность строительства. Обсуждается внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта в процессы проектирования и производства строительных материалов, что открывает новые возможности для оптимизации производства и повышения эффективности использования ресурсов. Анализируются перспективы дальнейшего развития данных технологий и их влияние на экологическую и экономическую эффективность строительной индустрии. Представленные данные подтверждают значительный потенциал современных инновационных материалов в реализации концепции устойчивого строительства и снижении негативного воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:**

инновация, экология, технология, строительная отрасль, энергоэффективность, материалы, технологии, устойчивость, окружающая среда, безопасность, отношение

## 1. Введение

В условиях стремительного роста городов и увеличения потребления энергоресурсов перед строительной отраслью встает задача поиска инновационных решений, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Традиционные строительные материалы, такие как

бетон и кирпич, требуют значительных затрат энергии на производство и сопровождаются значительными выбросами углекислого газа [1]. В связи с этим развитие энергоэффективных и экологически безопасных строительных материалов становится приоритетной задачей для строительной индустрии.

Современные технологии позволяют создавать материалы с улучшенными характеристиками, которые не только снижают энергопотребление зданий, но и способствуют повышению их долговечности, комфорта

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0009-0003-3488-481X>

и безопасности. Использование таких материалов играет важную роль в реализации концепции устойчивого строительства, которая предполагает минимизацию негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла здания - от проектирования до эксплуатации и утилизации [2].

## 2. Методология исследования

**Литературный анализ.** Современное строительство стремится к снижению воздействия на окружающую среду и увеличению энергоэффективности зданий. Это достигается за счёт применения инновационных строительных материалов, которые позволяют сокращать энергопотребление, уменьшать выбросы CO<sub>2</sub> и обеспечивать комфортные условия проживания.

Преимущества использования экологически безопасных и энергоэффективных материалов таковы:

1. Экономят энергию:

- снижение затрат на отопление и кондиционирование за счёт улучшенной теплоизоляции зданий;

- уменьшение потребления электричества при использовании энергоэффективных осветительных и климатических систем;

2. Уменьшают углеродный след:

- снижение выбросов CO<sub>2</sub> за счёт уменьшения потребности в ископаемом топливе;

- использование возобновляемых и переработанных материалов, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду.

3. Безопасны для здоровья людей:

- отсутствие токсичных выделений и вредных химических соединений, что снижает риск аллергий и заболеваний;

- применение натуральных материалов, способствующих улучшению микроклимата в помещениях.

4. Долговечны и устойчивы к внешним факторам:

- высокая стойкость к влаге, плесени и насекомым;
- продолжительный срок эксплуатации без потери эксплуатационных характеристик;
- снижение затрат на ремонт и замену конструкций благодаря прочности и устойчивости материалов.

Рассмотрю основные виды энергоэффективных и экологически безопасных материалов:

1. Биокомпозитные теплоизоляционные материалы.

Биокомпозитные утеплители представляют собой природные и переработанные материалы, обладающие высокой теплоизоляционной способностью и низким углеродным следом. Среди наиболее распространённых биокомпозитов можно выделить (Табл.1):

- Льняные и конопляные утеплители. Эти материалы характеризуются высокой паропроницаемостью, устойчивостью к плесени и грибкам, а также способностью поддерживать комфортный микроклимат в помещении. Они не содержат вредных химических веществ и являются полностью биоразлагаемыми [3].

- Овечья шерсть. Отличается отличными теплоизоляционными свойствами, способностью впитывать и отдавать влагу без потери изоляционных характеристик. Кроме того, натуральный ланолин, содержащийся в шерсти, защищает её от насекомых и микроорганизмов.

Таблица 1

Сравнительная таблица льняных и конопляных утеплителей

Характеристика	Льняной утеплитель	Конопляный утеплитель
<b>Сырьё</b>	Льняное волокно	Конопляное волокно
<b>Экологичность</b>	Высокая, без химии	Высокая, без химии
<b>Паропроницаемость</b>	Высокая	Высокая
<b>Устойчивость к плесени и грибкам</b>	Высокая	Высокая
<b>Способность регулировать микроклимат (влагу и температуру)</b>	Хорошая, впитывает и отдаёт влагу, создавая комфортные условия	Отличная, лучше удерживает тепло зимой и сохраняет прохладу летом
<b>Теплопроводность (Вт/</b>	0,037–0,045	0,038–0,042
<b>Звукоизоляция</b>	Хорошая	Очень хорошая
<b>Плотность (кг/м<sup>3</sup>)</b>	25–45	30–50
<b>Прочность и долговечность</b>	Средняя	Высокая

- Древесные волокна и пробковые панели. Эти материалы обладают высокой плотностью и теплоёмкостью, что позволяет эффективно накапливать и удерживать тепло. Пробка также является отличным звукоизолятором и устойчива к воздействию влаги[2].

Применение биокомпозитных утеплителей позволяет существенно снизить энергопотребление зданий, уменьшить воздействие на окружающую среду и создать более здоровые условия проживания.

2. Геополимерные бетоны. Геополимерные бетоны являются альтернативой традиционным цементным смесям и обладают рядом преимуществ:

- Экологичность. Производство геополимерного бетона требует в 40-80% меньше выбросов CO<sub>2</sub> по сравнению с обычным цементом, так как не включает процесс обжига клинкера. Согласно исследованиям, производство геополимерного цемента на основе различных материалов позволяет значительно снизить выбросы углекислого газа (CO<sub>2</sub>) [4] по сравнению с традиционным портландцементом. Например: при



использовании каолина в качестве сырья выбросы CO<sub>2</sub> могут быть уменьшены примерно на 80% [4]. Применение шлака в производстве геополимерного цемента приводит к снижению выбросов CO<sub>2</sub> на 70% [4]. Использование геополимерных технологий в целом может сократить выбросы CO<sub>2</sub> до 90% за счёт отказа от обжига клинкера и применения промышленных побочных продуктов [5]. Эти данные подтверждают, что геополимерный бетон является более экологически чистой альтернативой традиционному бетону на основе портландцемента.

- Высокая прочность и долговечность. Геополимерные материалы демонстрируют улучшенные механические характеристики, такие как устойчивость к истиранию, сжатию и растяжению.

- Устойчивость к агрессивным средам. Благодаря своей химической структуре геополимерные бетоны устойчивы к кислотам, сульфатам и другим агрессивным веществам, что делает их идеальными для использования в промышленном и инфраструктурном строительстве [1].

- Тепло- и огнестойкость. Геополимерные материалы обладают высокой термостойкостью, выдерживая температуры до 1000°C, что делает их отличным выбором для огнеупорных конструкций [6].

Внедрение геополимерных бетонов в строительство позволит сократить углеродный след отрасли и повысить долговечность возводимых зданий и сооружений.

**3. Энергоэффективные стеклопакеты.** Современные стеклопакеты позволяют значительно снизить теплопотери и повысить энергоэффективность зданий. Их основные особенности:

- Низкоэмиссионные (Low-E) покрытия. Эти покрытия отражают инфракрасное излучение, предотвращая потерю тепла зимой и снижая нагрев помещения летом [7].

- Использование инертных газов. Заполнение межстекольного пространства аргоном или криptonом снижает теплопроводность и увеличивает теплоизоляционные характеристики стеклопакета.

- Многослойные конструкции. Двух- и трёхкамерные стеклопакеты обеспечивают лучшую звуко- и теплоизоляцию по сравнению с обычными однослойными окнами [8].

- Селективные покрытия. Они позволяют регулировать поступление солнечного света и тепла в помещение, уменьшая необходимость в кондиционировании.

- Самоочищающиеся стекла. Нано-технологические покрытия позволяют стеклу очищаться под воздействием солнечного света и дождя, снижая потребность в чистке окон и уходе за ними.

Применение различных энергоэффективных стеклопакетов позволяет значительно снизить расходы на отопление и кондиционирование, повышая комфорт

проживания и уменьшая воздействие на окружающую среду.

**4. Древесно-полимерные композиты (ДПК)** [9] ДПК представляют собой сочетание древесных волокон и полимеров, что обеспечивает им высокую прочность, долговечность и устойчивость к внешним воздействиям. Основные характеристики и преимущества ДПК:

- Экологичность. В составе используются переработанные материалы, что снижает нагрузку на природные ресурсы.

- Влагостойкость. В отличие от традиционной древесины, ДПК не впитывают влагу и не подвержены гниению.

- Устойчивость к ультрафиолетовому излучению. Материал сохраняет свои характеристики даже при длительном воздействии солнца.

- Малое требование к уходу. ДПК не требуют покраски и дополнительной обработки антисептиками.

- Простота монтажа. Благодаря системе пазов и замков, элементы легко собираются и устанавливаются.

ДПК активно применяются в строительстве фасадов, террас, настилов, ограждений и малых архитектурных форм. Их использование позволяет повысить долговечность конструкций и улучшить эстетические характеристики зданий.

Перспективы развития, будущее строительной отрасли связаны с дальнейшим совершенствованием энергоэффективных и экологически безопасных материалов. В ближайшие десятилетия можно ожидать:

- Развитие биоматериалов. (Табл.2). Использование гибких структур, водорослей и других биологических компонентов в строительных материалах может значительно снизить углеродный след и сделать здания более самовосстанавливающимися.

- Совершенствование технологий переработки. Повышение доли вторичной переработки в производстве стройматериалов позволит минимизировать отходы и снизить нагрузку на окружающую среду.

- Интеграция цифровых технологий. Использование искусственного интеллекта и цифрового моделирования позволит проектировать и тестировать новые материалы с оптимальными характеристиками еще до их реального производства.

- Энергогенерирующие материалы. Развитие технологий, позволяющих строительным материалам не только сохранять, но и генерировать энергию (например, солнечные панели, встроенные в фасады), приведет к созданию полностью автономных зданий.

- Гибридные композиты. Комбинация различных инновационных материалов с целью создания сверхпрочных, легких и многофункциональных конструкций будет способствовать развитию строительства в экстремальных условиях, включая космические проекты.

Таблица 2

## Развитие биоматериалов в строительстве

Биоматериал	Описание	Преимущества	Недостатки	Применение
<b>Грибные структуры (мицелий)</b>	Материал на основе грибного мицелия, выращенного на органическом субстрате, таком как опилки или сельскохозяйственные отходы. После выращивания материал высушивается и становится прочным.	- Биоразлагаемый - Лёгкий и прочный - Отличная тепло- и звукоизоляция	- Уязвим к влаге - Долгое время производства	Изоляционные панели, кирпичи, упаковка
<b>Водоросли (например, спирулина, ламинария)</b>	Используются в биобетоне, панелях, биопластике, а также в фасадных системах для производства кислорода и улавливания углерода.	- Быстро возобновляемый ресурс - Улавливают CO <sub>2</sub> - Повышают прочность материалов	- Требует специальных условий выращивания - Высокая стоимость	Фасады, биобетон, декоративные элементы
<b>Бактериальный бетон (самовосстанавливающийся бетон)</b>	В состав добавляют бактерии, которые выделяют известь и заполняют трещины в бетоне, увеличивая срок его службы.	- Увеличивает срок службы - Снижает затраты на ремонт - Уменьшает потребность в цементе	- Высокая стоимость - Требует определённых условий активации	Дорожное покрытие, мосты, фундаменты
<b>Биоасфальт</b>	Альтернатива традиционному асфальту с использованием биосмолы (например, из линнина), что снижает зависимость от нефтепродуктов.	- Уменьшает использование нефтепродуктов - Более экологичен	- Дорогой - Ограниченнная доступность технологий	Дорожное покрытие
<b>Биоразлагаемый пластик</b>	Производится из кукурузного крахмала, грибов или бактерий и может разлагаться естественным путём без вреда для окружающей среды.	- Разлагается в природе - Может быть переработан	- Не всегда достаточно прочный - Стоимость выше традиционного пластика	Отделочные материалы, упаковка, элементы мебели
<b>Древесные композиты с органическими добавками</b>	Смесь древесных волокон с грибами, водорослями, растительными смолами, повышающая прочность и устойчивость материала.	- Устойчив к влаге и плесени - Экологичный и лёгкий	Ограниченнная прочность - Требует доработки технологий	Панели, облицовка, мебель



### 3. Заключение

Применение энергоэффективных и экологически безопасных материалов играет ключевую роль в развитии устойчивого строительства. Развитие данной области способствует сокращению энергозатрат, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и улучшению качества жизни людей. Внедрение инновационных материалов позволит сделать строительство более экологичным и экономически эффективным в долгосрочной перспективе.

### Использованная литература / References

- [1] Вавилова, Т. Я., & Лауф, Е. В. Деятельность немецких организаций-лидеров продвижения энергоэффективного строительства. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн. С. 22-26, 2016.
- [2] Порфириев, Б. Н., Дмитриев, А. Н., Владимирова, И. Л., Гурьев, В. В., & Цыганкова, А. А. "Зеленые" стандарты: оценка состояния и задачи совершенствования нормативной базы. Стандарты и качество, (8), С.16-21, 2016.
- [3] Романовский С.А. Опыт применения теплоизоляционных плит на основе волокон растительного происхождения/ Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2022, №1 С. 31-43
- [4] Кабирова А. И., Ибрагимов Р. А. Геополимеры, полученные механоактивацией исходных компонентов: обзор текущих тенденций. Журнал: вестник Белгородского Государственного Технологического Университета Им. В.Г. Шухова Том 9 № 5 , 2024

[5] Геополимерный цемент. Электронный ресурс. [https://www.geopolymer101.com/ru?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.geopolymer101.com/ru?utm_source=chatgpt.com)

[6] Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин. Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов: моногр. / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 128 с. ISBN 978-5-9282-1221-6

[7] Яицкий, С. Н., Брагина, Л. Л., & Нестеренко, Д. О. Низкоэмиссионные магнетронные покрытия для флоат–стекла, 2017.

[8] Криволапова, В. В. Шумо-и звукоизоляция с применением современных строительных материалов и технологий. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова С. 4200-4204, 2015.

[9] Хантимиров, А. Г., Абдрахманова, Л. А., Низамов, Р. К., & Хозин, В. Г. Древесно-полимерные композиты на основе поливинилхлорида, усиленные базальтовой фиброй. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, (3 (61)), С. 75-81, 2022.

### Информация об авторах/ Information about the authors

Дробченко Наталья Валерьевна	Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени мирзо Улугбека канд.арх. (PhD), и.о.профессора Email: <a href="mailto:n.drobchenko@samdaqu.edu.uz">n.drobchenko@samdaqu.edu.uz</a> Tel.: +998974067153 <a href="https://orcid.org/0009-0003-3488-481X">https://orcid.org/0009-0003-3488-481X</a>
------------------------------------	--

**1 section. Resource- and energy-saving construction materials and technologies**

**A. Adylkhodjayev, I. Kadyrov, O. Tukhtasinov,  
H. Sadykova**

*Study of Porous Structure of Concrete on the Basic of Polyfunctional Additive and Low-Active Mineral Filler .....* 7

**Kh. Akramov, Sh. Rakhimov**

*Properties of fine-grained concrete from raw materials of our Republic .....* 10

**I. Makhamataliev, R. Muminov, Sh. Uzakov**

*Optimization of the composition of fine-grained concrete reinforced with polypropylene fiber .....* 14

**V. Soy, G. Nuriddinova**

*Critical analysis of modern technologies and formulations of non-autoclaved aerated concrete for production conditions in the Republic of Uzbekistan .....* 18

**N. Takhirzhanov, A. Ismaylova**

*Vermiculite-based energy-saving concretes: experimental study of strength .....* 22

**R. Auezbaev, P. Lepesbaeva**

*Structure of ceramic fragments with vermiculite additives in various forming methods .....* 27

**M. Musazhonov, A. Ibadullaev, U. Chorshanbiev**

*Study of polymer compositions for pipe washing on the hydraulic transport of dispersed systems .....* 33

**N.V. Drobchenko**

*The use of energy-efficient and environmentally friendly materials in modern construction .....* 37

**G. Moskvitin, V. Arkhipov, M. Pugachev**

*Production of non-corrosive coatings based on copper and zinc by gas-dynamic method .....* 42

**M. Mekhmonov**

*Theoretical and experimental studies of embankment reinforcement in the area where the railway roadbed meets the bridge .....* 48

**V. Soy, U. Shermukhamedov, N. Mukhammadiev,**

**Vang Meng, Zhao Yue**

*Fine-grained basalt-fiber concrete for reinforced concrete structures of formwork-free production .....* 52