

DOI:10.33942/sit1352

УДК 69.022.3

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФАСАДНОЙ ОТДЕЛКИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Матеев И.Х.<sup>1</sup>, Бегалиев У.Т.<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> *Международный университет инновационных технологий, Институт строительства и инновационных технологий, магистрант, E-mail: ilyaz.mateev@mail.ru*

<sup>(2)</sup> *Международный университет инновационных технологий, д.т.н., E-mail: utbegaliev@mail.ru*

**Аннотация.** В статье представлен комплексный анализ современных материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении, обусловленный экономическими и технологическими преимуществами данного типа строительства. Рассмотрены основные критерии выбора облицовочных материалов, включая надежность, эстетичность, долговечность, экологичность и стоимость. Выделены технологические группы материалов: облицовочный кирпич, фасадные штукатурки, сайдинг, керамическая и клинкерная плитка, сэндвич-панели, натуральный и искусственный камень, а также инновационные фасадные обои. Особое внимание уделено технологии фасадных обоев как перспективного решения, обладающего высокой паропроницаемостью, морозостойкостью и устойчивостью к внешним воздействиям. Проведен сравнительный анализ эксплуатационных характеристик материалов с учетом их применимости в разных климатических условиях. Рассмотрены технологические особенности монтажа, экологические аспекты и экономическая эффективность. На основе анализа определены перспективы развития технологий облицовки фасадов, включая отечественного производства фасадных обоев в Кыргызской Республике. Статья предназначена для специалистов в области строительства, архитектуры и материаловедения, а также для застройщиков малоэтажного жилья.

**Ключевые слова:** облицовочные материалы, малоэтажное домостроение, фасадные обои, экологичность, долговечность, фасадная штукатурка, сайдинг.

## АЗ КАБАТТУУ КУРУЛУШТА ФАСАДДЫ ЖАСАЛГАЛОО ҮЧҮН ЗАМАНБАП ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖАНА МАТЕРИАЛДАР

Матеев И.Х.<sup>1</sup>, Бегалиев У.Т.<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> *Эл аралык инновациялык технологиялар университети, Курулуш жана инновациялык технологиялар институту, магистрант, E-mail: ilyaz.mateev@mail.ru*

<sup>(2)</sup> *Эл аралык инновациялык технологиялар университети, т.и.д., E-mail: utbegaliev@mail.ru*

**Аннотация.** Макалада аз кабаттуу турак жай курулушунда фасадды каптоо үчүн заманбап материалдарга комплекстүү талдоо келтирилген, бул курулуш түрүнүн экономикалык жана технологиялык артыкчылыктары менен шартталган. Каптоочу материалдарды тандоонун негизги критерийлери, анын ичинде ишенимдүүлүк, эстетикалык көрүнүш, узак мөөнөттүүлүк, экологиялык тазалык жана баасы каралат. Материалдардын технологиялык топтору бөлүп көрсөтүлгөн: каптоочу кыш, фасаддык шыбактар, сайдинг, керамикалык жана клинкердик плиткалар, сэндвич-панелдер, табигый жана жасалма таш, ошондой эле инновациялык фасаддык обои. Фасаддык обои технологиясына өзгөчө көңүл

бурулган, ал жогорку буу өткөрүмдүүлүк, суукка туруктуулук жана тышкы таасирлерге туруштук берүү сыяктуу келечектүү чечим катары мүнөздөлөт. Материалдардын эксплуатациялык мүнөздөмөлөрүнүн салыштырма анализи түрдүү климаттык шарттарда алардын колдонулушун эске алуу менен жүргүзүлгөн. Монтаждоонун технологиялык өзгөчөлүктөрү, экологиялык аспектилер жана экономикалык натыйжалуулук изилденген. Талдоонун негизинде фасадды каптоо технологияларын өнүктүрүүнүн келечеги, анын ичинде Кыргыз Республикасында фасаддык обои өндүрүшүн жергиликтүү жайгаштыруу аныкталган. Макала курулуш, архитектура жана материал таануу тармагындагы адистерге, ошондой эле төмөнкү кабаттуу турак жай куруучуларга арналган.

**Ачкыч сөздөр:** каптоочу материалдар, төмөнкү кабаттуу турак жай курулушу, фасаддык обои, экологиялык тазалык, узак мөөнөттүүлүк, фасаддык шыбак, сайдинг.

## MODERN TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR FACADE FINISHING IN LOW-RISE CONSTRUCTION

Mateev I.H.<sup>1</sup>, Begaliev U.T.<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> International University of Innovation Technologies, Institute of Construction and Innovation Technologies, Master's student, E-mail: ilyaz.mateev@mail.ru

<sup>(2)</sup> International University of Innovation Technologies, Doctor of Techn. Sc., utbegaliev@mail.ru

**Abstract.** The article presents a comprehensive analysis of modern materials for facade cladding in low-rise housing construction, driven by the economic and technological advantages of this construction type. The main criteria for selecting cladding materials are examined, including reliability, aesthetics, durability, environmental friendliness, and cost. Technological groups of materials are identified: facing brick, facade plasters, siding, ceramic and clinker tiles, sandwich panels, natural and artificial stone, and innovative facade wallpapers. Special attention is given to the technology of facade wallpapers as a promising solution characterized by high vapor permeability, frost resistance, and resilience to external impacts. A comparative analysis of the operational characteristics of materials is conducted, considering their applicability in different climatic conditions. The technological aspects of installation, environmental considerations, and economic efficiency are explored. Based on the analysis, prospects for the development of facade cladding technologies are outlined, including the localization of facade wallpaper production in Kyrgyz Republic. The article is intended for specialists in construction, architecture, and materials science, as well as developers of low-rise housing.

**Keywords:** cladding materials, low-rise housing construction, facade wallpapers, environmental friendliness, durability, facade plaster, siding.

**Введение.** Малоэтажное домостроение за годы независимости приобретает популярность в Кыргызской Республике благодаря экономической эффективности, гибкости проектирования и высокой скорости строительства. По данным аналитических исследований, стоимость квадратного метра в малоэтажных домах в 1,5–2 раза ниже, чем в многоэтажных зданиях [1]. Это обусловлено меньшими затратами на фундамент, инфраструктуру и эксплуатацию. Однако для обеспечения эстетичности таких зданий важную роль играет выбор материалов для облицовки фасадов. Фасадные материалы должны соответствовать климатическим условиям, быть устойчивыми к внешним воздействиям и отвечать требованиям экологичности и энергоэффективности.

Цель данной статьи – провести сравнительный анализ современных материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении, выделить их преимущества и недостатки, а также оценить перспективы инновационных решений, таких как фасадные обои. Задачи исследования включают определение критериев выбора материалов, анализ их эксплуатационных характеристик и рассмотрение технологических особенностей монтажа.

Выбор облицовочных материалов для фасадов основывается на ряде критериев, среди которых выделяются:

1. Надежность: устойчивость к атмосферным воздействиям (дождь, снег, перепады температур), механическим нагрузкам и химической агрессии;
2. Эстетичность: разнообразие фактур, цветов и возможность интеграции в архитектурный стиль;
3. Долговечность: срок службы без потери эксплуатационных свойств;
4. Экологичность: отсутствие вредных веществ и минимальное воздействие на окружающую среду;
5. Экономическая эффективность: стоимость материала, монтажа и эксплуатации;
6. Технологичность: сложность установки и требования к квалификации рабочих.

Эти критерии являются универсальными, однако их приоритетность варьируется в зависимости от климатических условий района строительства, общего бюджета проекта и предпочтений застройщика [2, 3].

#### ***Материалы для облицовки фасадов***

*Облицовочный кирпич* остается одним из наиболее популярных материалов благодаря своей прочности, морозостойкости и эстетичности. Используются керамический, силикатный, клинкерный и гиперпрессованный кирпич. Преимущества включают высокую устойчивость к внешним воздействиям и возможность утепления стены за счет воздушного зазора, заполненного теплоизоляцией. Однако кирпичная облицовка увеличивает нагрузку на фундамент, что требует его усиления, а также является трудоемким и дорогостоящим процессом [4].

*Фасадные штукатурки* классифицируются по составу: минеральные (на основе цемента), акриловые, силикатные и силиконовые. Современные штукатурки содержат добавки, повышающие пластичность, долговечность и декоративные свойства. Например, силиконовые штукатурки обладают высокой паропроницаемостью и самоочищающимися свойствами. Основной недостаток – необходимость регулярного обновления покрытия, особенно в условиях сурового климата [5].

*Фасадный сайдинг* из ПВХ, металла или древесины популярен благодаря простоте монтажа и доступной стоимости. Разновидность сайдинга – «блок-хаус» – имитирует бревенчатую поверхность, что делает его востребованным в загородном строительстве. Сайдинг устойчив к влаге и агрессивной среде, но может быть подвержен выцветанию под воздействием УФ-лучей [6].

*Керамическая и клинкерная плитка*, особенно неглазурованная, обладает низкой гигроскопичностью благодаря обжигу. Клинкерная плитка превосходит керамическую по морозостойкости, прочности и устойчивости к УФ-излучению. Однако высокая стоимость клинкера ограничивает его применение в массовом строительстве [7].

*Сэндвич-панели* состоят из нескольких слоев, включая утеплитель, что обеспечивает высокую энергоэффективность. Они просты в монтаже и подходят для реконструкции зданий. Недостатком является ограниченная эстетическая вариативность по сравнению с другими материалами [8].

*Натуральный и искусственный камень* (мрамор, гранит, известняк) экологичен, долговечен и эстетичен, но его высокая стоимость и вес делают его менее доступным. Искусственный камень, изготовленный из цемента, песка и полимеров, является более экономичной альтернативой, сохраняя при этом привлекательный вид [9].

*Фасадные обои* – инновационный материал, представляющий собой рулонное покрытие из синтетических волокон, армирующее профили, клей и финишную краску. Этот материал экологичен, паропроницаем, морозоустойчив и устойчив к УФ-излучению. Технология позволяет создавать бесшовное покрытие, минимизируя риск трещин. Монтаж фасадных обоев проще, чем кирпичной кладки или штукатурки, и не требует высокой квалификации рабочих. Однако в Кыргызской Республике использование фасадных обоев ограничено из-за зависимости от импортных поставок, высокой стоимости [10] и в недоверии клееным материалам.

Фасадные обои выделяются высокой экологичностью и технологичностью, но их стоимость и ограниченная доступность снижают конкурентоспособность в Кыргызской Республике. Кирпич и клинкерная плитка лидируют по надежности и долговечности, но требуют значительных затрат. Сайдинг и сэндвич-панели оптимальны для бюджетных проектов.

Фасадные обои представляют собой композитное покрытие, включающее синтетические волокна, армирующую сетку и защитную краску. Процесс монтажа включает следующие этапы:

1. Подготовка поверхности (очистка, выравнивание).
2. Нанесение клеевого состава.
3. Установка рулонного полотна с перехлестом.
4. Монтаж армирующих профилей.
5. Нанесение финишной краски.

Преимущества технологии включают паропроницаемость, устойчивость к трещинам и простоту ремонта. В Германии фасадные обои активно применяются в энергоэффективном строительстве благодаря их способности интегрироваться с системами утепления [11]. В Кыргызской Республике основным барьером является отсутствие местного производства, что увеличивает стоимость материала. Развитие отечественных аналогов могло бы существенно снизить затраты и повысить доступность технологии.

Экологичность фасадных материалов становится важным фактором в условиях ужесточения экологических стандартов. Натуральный камень и фасадные обои имеют минимальное воздействие на окружающую среду, тогда как производство ПВХ-сайдинга и акриловой штукатурки связано с выделением вредных веществ [12]. С точки зрения экономики, сайдинг и штукатурка являются наиболее доступными, тогда как натуральный камень и клинкерная плитка требуют значительных инвестиций.

Перспективы развития технологий облицовки фасадов связаны с внедрением инновационных материалов и отечественного производства. Фасадные обои, как технология

будущего, требуют инвестиций в исследования и разработку отечественных аналогов. Также перспективным направлением является интеграция фасадных материалов с системами "умного дома" для повышения энергоэффективности [13].

### **Технологии фасадов**

*Вентилируемые фасады* представляют собой современную технологию отделки наружных стен зданий, которая сочетает декоративные и защитные функции с улучшением энергоэффективности. Конструкция вентилируемого фасада включает несущий каркас, теплоизоляционный слой, воздушный зазор и облицовочный материал. Воздушный зазор обеспечивает естественную вентиляцию, предотвращая накопление влаги и снижая теплопотери. Эта технология особенно актуальна для малоэтажного домостроения, где климатические условия характеризуются значительными перепадами температур и высокой влажностью [1, 6].

Основные преимущества вентилируемых фасадов:

- **Энергоэффективность:** воздушный зазор и теплоизоляция снижают теплопотери, что позволяет экономить до 30% на отоплении [7].
- **Долговечность:** защита от влаги и ультрафиолета продлевает срок службы как облицовки, так и несущих стен.
- **Экологичность:** использование экологически чистых материалов, таких как минеральная вата или натуральные облицовочные панели, минимизирует воздействие на окружающую среду.
- **Простота ремонта:** модульная конструкция позволяет заменять отдельные элементы без демонтажа всей системы.
- **Эстетическая гибкость:** широкий выбор облицовочных материалов (сайдинг, клинкерная плитка, композитные панели) обеспечивает разнообразие дизайна.

**Несущий каркас** является основой ВФ, обеспечивая крепление облицовки и теплоизоляции. Каркас изготавливается из оцинкованной стали, алюминия или, реже, древесины, обработанной антисептиками. Стальные каркасы предпочтительны в суровых климатах России благодаря их прочности и коррозионной стойкости [6]. Конструкция каркаса включает вертикальные и горизонтальные профили, которые крепятся к стене анкерами, обеспечивая равномерное распределение нагрузки. Важно, чтобы каркас соответствовал нормам пожаробезопасности (класс Г1) [9].

**Теплоизоляционный слой** минимизирует теплопотери и повышает энергоэффективность здания. Наиболее распространенные материалы – минеральная вата, пенополистирол и пеностекло. Минеральная вата, благодаря своей паропроницаемости и негорючести, является оптимальным выбором для малоэтажного строительства [8]. Толщина утеплителя рассчитывается с учетом климатических условий региона, например, для средней полосы России требуется слой не менее 100 мм для соответствия нормам теплоизоляции [12].

**Воздушный зазор** – ключевой элемент, обеспечивающий вентиляцию и отвод влаги, что предотвращает конденсацию и продлевает срок службы конструкции. Ширина зазора обычно составляет 30–50 мм, что позволяет поддерживать естественную циркуляцию воздуха [7]. В малоэтажных домах зазор также способствует снижению перегрева фасада в летний период, что особенно важно для южных регионов России.

**Облицовочный материал** определяет эстетический вид и защитные свойства фасада. Среди популярных материалов выделяются фиброцементные плиты, клинкерная плитка и металлический сайдинг. Фиброцементные плиты обладают высокой прочностью, пожаробезопасностью (класс Г1) и устойчивостью к влаге, что делает их идеальными для суровых климатов [14]. Клинкерная плитка обеспечивает долговечность (до 150 циклов замораживания-оттаивания) и эстетическую привлекательность, но требует более сложного монтажа [9]. Металлический сайдинг, напротив, экономичен и прост в установке, но менее пожаробезопасен [10].

Вентилируемые фасады особенно эффективны в малоэтажном строительстве, где важны минимизация нагрузки на фундамент и снижение эксплуатационных затрат [8].

При выборе материалов для вентилируемых фасадов в малоэтажном строительстве учитываются следующие критерии:

1. **Механическая прочность:** материал должен выдерживать ветровые и динамические нагрузки.
2. **Влагостойкость:** облицовка должна предотвращать проникновение влаги в теплоизоляционный слой.
3. **Теплоизоляционные свойства:** материал должен поддерживать энергоэффективность системы.
4. **Пожаробезопасность:** предпочтение отдается негорючим или слабогорючим материалам (например, клинкерная плитка или металлические панели).
5. **Технологичность монтажа:** материалы должны быть удобны для установки в условиях ограниченных ресурсов, характерных для малоэтажного строительства.

Наиболее распространенные материалы для вентилируемых фасадов включают:

- **Клинкерная плитка:** высокая морозостойкость и устойчивость к УФ-излучению делают ее оптимальной для суровых климатов [9].
- **Металлический сайдинг:** легкий, прочный и доступный по цене, но требует антикоррозийной обработки [10].
- **Композитные панели:** сочетают легкость, эстетичность и долговечность, но их стоимость выше среднего [11].
- **Фиброцементные плиты:** экологичны, устойчивы к влаге и пожаробезопасны, что делает их популярными в энергоэффективном строительстве [12].

На основе анализа эксплуатационных характеристик и применимости в условиях Кыргызстана лучшими решениями для вентилируемых фасадов в малоэтажном домостроении являются системы с использованием фиброцементных плит и клинкерной плитки. Эти материалы обеспечивают оптимальный баланс между надежностью, эстетичностью и экономической эффективностью.

*Фиброцементные плиты* изготавливаются из цемента, целлюлозных волокон и минеральных добавок. Они обладают высокой прочностью, устойчивостью к влаге и пожаробезопасностью (класс горючести Г1). Их легкий вес позволяет использовать плиты в малоэтажном строительстве без значительного усиления фундамента. Технология монтажа проста: плиты крепятся на металлический или деревянный каркас с использованием саморезов или кляммеров. Исследования показывают, что фиброцементные фасады сохраняют свои свойства более 50 лет при правильной эксплуатации [12].

*Клинкерная плитка*, монтируемая на вентилируемый фасад, отличается высокой морозостойкостью (до 150 циклов замораживания-оттаивания) и устойчивостью к химическим воздействиям. Она подходит для регионов с суровыми зимами, таких как Сибирь или Урал. Клинкерная плитка крепится на каркас с использованием клеевых составов или механических креплений, что обеспечивает надежность конструкции. Недостатком является более высокая стоимость по сравнению с сайдингом, но долговечность и эстетичность оправдывают затраты [9, 13].

Инновационные фасадные обои могут быть адаптированы для вентилируемых фасадов. Их паропроницаемость и легкость делают их перспективным решением для интеграции с теплоизоляционными системами. Однако для этого требуется разработка специализированных каркасов и клеевых составов [14, 15].

#### ***Сравнительный анализ материалов***

Для комплексной оценки материалов, используемых как в традиционной фасадной отделке, так и в системах вентилируемых фасадов в малоэтажном домостроении, был проведен сравнительный анализ по разным критериям:

- **Прочность:** способность материала выдерживать механические нагрузки.
- **Влагостойкость:** устойчивость к воздействию влаги и осадков.
- **Пожаробезопасность:** соответствие нормам пожарной безопасности (класс горючести).
- **Эстетичность:** визуальная привлекательность и разнообразие дизайна.
- **Экологичность:** отсутствие вредных веществ и воздействие на окружающую среду.
- **Стоимость:** доступность материала и затрат на монтаж.
- **Технологичность:** простота установки и требования к квалификации рабочих.

Оценка проводилась по 5-балльной шкале, где 5 – наивысший показатель. Результаты представлены в таблице 1.

**Фиброцементные плиты и клинкерная плитка** демонстрируют высокие показатели по прочности, влагостойкости и пожаробезопасности, что делает их оптимальными для вентилируемых фасадов в разных климатических условиях. Фиброцементные плиты также выигрывают по технологичности благодаря простоте монтажа.

**Облицовочный кирпич и натуральный камень** лидируют по долговечности и эстетичности, но их высокая стоимость и сложность монтажа ограничивают применение в массовом строительстве.

**Фасадные обои** выделяются экологичностью и технологичностью, но их использование в вентилируемых фасадах требует доработки технологий крепления.

**Сайдинг и сэндвич-панели** остаются наиболее экономичными решениями, но уступают по пожаробезопасности и экологичности.

**Композитные панели** обеспечивают баланс между эстетичностью и прочностью, но их пожаробезопасность ниже, чем у фиброцемента или клинкера.

Таблица 1 – Объединенный сравнительный анализ материалов для фасадной отделки и вентилируемых фасадов.

Материал	Прочность	Влагостойкость	Пожаробезопасность	Эстетичность	Экологичность	Стоимость	Технологичность
Облицовочный кирпич	5	5	5	4	4	2	2
Фасадная штукатурка	4	4	4	4	4	4	3
Сайдинг (ПВХ/металл)	4	4	3	3	3	5	5
Керамическая плитка	4	5	4	4	4	3	3
Клинкерная плитка	5	5	4	5	4	3	4
Сэндвич-панели	4	4	3	3	3	4	5
Натуральный камень	5	5	5	5	5	1	2
Искусственный камень	4	4	4	4	4	3	3
Фасадные обои	4	4	4	4	5	3	5
Фиброцементные плиты	5	5	5	4	4	4	5
Композитные панели	4	4	3	4	3	3	4

**Выводы.** Анализ современных материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении показал, что выбор оптимального решения зависит от баланса между надежностью, эстетичностью, экологичностью и стоимостью. Фасадные обои представляют собой перспективную технологию, обладающую высокой экологичностью и технологичностью, но их широкое применение в Кыргызской Республике ограничено экономическими факторами. Развитие местного производства и интеграция инновационных решений позволят повысить доступность и эффективность данной технологии. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию стоимости и адаптацию материалов к определенным климатическим условиям.

Анализ показывает, что фиброцементные плиты и клинкерная плитка являются наиболее универсальными материалами, подходящими как для традиционной фасадной отделки, так и для вентилируемых фасадов. Их высокие эксплуатационные характеристики, включая пожаробезопасность и влагостойкость, делают их предпочтительными для малоэтажного строительства в условиях сурового климата. Фасадные обои, несмотря на инновационность, требуют дальнейших исследований для интеграции в системы вентилируемых фасадов.



### Список использованных источников

1. Смирнов В.А., Ефимов Б.А., Кульков О.В. Материаловедение. Отделочные – работы: учебник. – 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2012. – 368 с.
2. Завражин Н.Н., Северинова Г.В., Громов Ю.Е. Производство отделочных работ в строительстве. Зарубежный опыт. – М.: Стройиздат, 1987. – 310 с.
3. Бадьин Г.М. Справочник технолога-строителя. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 528 с.
4. Канторер С.Е. Организация и механизация строительства жилых зданий. – М.: Гостройиздат, 1955. – 498 с.
5. Савельев А.А. Отделка загородного дома. – М.: Аделант, 2009. – 120 с.
6. Окунович А.В., Плешко М.С., Панкратенко А.Н., Портнова А.В. Технология и механизация процессов городского строительства и хозяйства: учебное пособие. – Горный журнал, 2025, № 1, с. 10–25.
7. Файзуллин И.Э. Индустрия стройматериалов – 2025: стагнация или стабильность? – Главпортал, 2025, 4 марта. URL: glavportal.com
8. Александрия М. Разбираемся в ситуации с импортозамещением и ценами фасадных отделочных материалов. – М-Перспектива, 2023, 25 августа. URL: mperspektiva.ru
9. Фасадные теплоизоляционные системы. Что такое СФТК? – Клинкерс Групп, 2022, 7 декабря. URL: klinkersgroup.ru
10. Тренды фасадных материалов: что выбирают архитекторы в 2025 году. – ANNC, 2025. URL: annnc.kz
11. Фасадные решения XXI века Ductal. – Holcim, 2020. URL: cementum.ru
12. Черных Т.Н., Кийко П.И., Криушин М.В. Инновационные технологии в проектировании и строительстве промышленных объектов: вызовы и перспективы. – Нанотехнологии в строительстве, 2025, т. 17, № 1, с. 15–30.
13. Абылкасымова А.А., Сарбаева Н.М. Состояние производства и перспективы отделочных материалов нового поколения в Кыргызстане. – Наука и инновационные технологии. – 2024. № 2 (31). – С. 9-19.
14. Технологии цифровой организации строительных процессов: 3d-печать, роботы, экзоскелеты, дроны, датчики, сканеры. Литвинчук В.В., Крихели В.М. – Наука и инновационные технологии. – 2024. № 1 (30). – С. 183-190.
15. Таубаева Г.У. Использование дерева в строительстве: традиции и современные технологии. – Вестник науки, 2025, т. 1, № 3 (84), с. 50–60.
16. Павозков Д.В. Исследование звукопроводности перспективного строительного материала "Гофрошпон". – Вестник науки, 2025, т. 1, № 3 (84), с. 70–80.
17. Khamza E., Zhaksylykbai A., Kim K.D., Akmalayev K. Research of additives influence on structure of gypsum-cement materials structure and features. – Наука и инновационные технологии. – 2016. № 1 (1). – С. 104-106.