

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2026. Т. 28. № 2. С. 42–56.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2026; 28 (2): 42–56.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 72.01

<https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>

EDN: AXUOLD

ЗАЩИТА ОТ УГРОЗ БПЛА И МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ДВОЙНЫХ И ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ ЗАЩИТНЫХ ФАСАДОВ

Андрей Вячеславович Комиссаров

Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена возрастающим распространением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в военной и коммерческой сферах, что повышает риск их столкновений со зданиями и инфраструктурными объектами. Это создает необходимость совершенствования архитектурных решений – как с точки зрения безопасности, так и с позиции интеграции БПЛА в городскую среду.

Цель исследования – проанализировать потенциал применения двойных и трансформируемых фасадов как архитектурного средства защиты внутренних пространств зданий от воздействия беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В работе анализируются и систематизируются архитектурные методы применения защитных фасадов на основе существующих практик. Определяются возможности улучшения визуального облика защитных фасадов при сохранении их основной функции.

Методы, используемые в работе, включают изучение и обобщение теоретической базы по современным научным трудам и практическому опыту, синтез новых архитектурных приемов на основе существующих, а также формулирование и моделирование принципиальных способов улучшения внешнего вида защитных фасадов.

Результатом работы являются сформулированные способы и средства, улучшающие внешний вид фасада и добавляющие дополнительные функциональные назначения при сохранении защитных свойств фасада.

Ключевые слова: архитектура, строительство, защитный фасад, трансформируемый фасад, средства защиты, БПЛА

Для цитирования: Комиссаров, А.В. Защита от угроз БПЛА и методы улучшения внешнего вида двойных и трансформируемых защитных фасадов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2026. Т. 28. № 2. С. 42–56. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>.
EDN: AXUOLD

ORIGINAL ARTICLE

PROTECTION AGAINST UAV THREATS AND METHODS FOR IMPROVING THE APPEARANCE OF DOUBLE AND TRANSFORMABLE PROTECTIVE FACADES**Andrei V. Komissarov***State University of Land Use Planning, Moscow, Russia*

Abstract. The relevance of this study stems from the increasing prevalence of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the military and commercial sectors, which increases the risk of collisions with buildings and the infrastructure. This creates a need to improve architectural solutions in terms of safety and the integration of UAVs into the urban environment.

Purpose: The analysis of the potential use of double and transformable facades as an architectural means of protecting the building interior from the UAV impact. The analysis and systematization of architectural methods of using protective facades based on practical experience.

Methodology/approach: Generalization of the theoretical basis of modern scientific works and practical experience, the synthesis of new architectural techniques, the formulation and modeling of fundamental ways to improve the appearance of protective facades.

Research findings: Opportunities are identified for improving the appearance of protective facades while maintaining their primary function. Methods and tools are developed to improve the facade appearance and addition of functionality while maintaining its protective properties.

Keywords: architecture, construction, protective facade, transformable facade, protective equipment, unmanned aerial vehicle

For citation: Komissarov, A.V. Protection Against UAV Threats and Methods for Improving the Appearance of Double and Transformable Protective Facades. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2026; 28 (2): 42–56. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2026-28-2-42-56>. EDN: AXUOLD

Введение

Защита человека от внешних воздействий, включающих в себя природные, техногенные и другие опасности, является одной из главных задач архитектуры. На данном историческом этапе беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все более широкое применение в различных сферах жизни человека. Среди них набирают популярность методы использования в коммерческих и производственных целях, таких как перевозка грузов, сельское хозяйство, мониторинг лесного фонда и акватории, промышленных объектов, обследование и сканирование зданий и сооружений, контроль и мониторинг городского хозяйства и дорожного движения, зрелищные шоу и представления. Легкие и маневренные летательные устройства незаменимы при выполнении видеосъемки и ведении прямых трансляций [1–3]. В текущей мировой ситуации БПЛА применяются в боевых, контртеррористических и разведывательных операциях [4].

Высокая эффективность и широкое распространение БПЛА имеют также и обратную сторону – частые случаи столкновений, сбоев в работе, нарушение приватности частной жизни, несанкционированные проникновения, нападения БПЛА противника или иные противоправные посягательства. Перечисленные

аспекты требуют совершенствования теории и практики архитектуры в области защиты зданий и являются актуальными сегодня и в ближайшем будущем.

Основанием для представленных научных положений послужили теоретические исследования отечественной и зарубежной мировой практики проектирования и реализации объектов подобного типа. Последовательность работы представляет собой рассмотрение совокупных функциональных, технологических и конструктивных аспектов защитных фасадов с переходом к более частным случаям – их влиянию на архитектурный облик здания.

Основные методы исследования: обобщение теоретических знаний, изучение теоретической базы – ознакомление и изучение актуальных монографий, книг, научных статей, исследований и достижений в области науки и техники, практики возведения общественных объектов схожего типа; синтез новых (на основе существующих) архитектурных приемов, а также формулирование и моделирование принципиальных способов улучшения внешнего вида защитных фасадов.

Значительное влияние на исследование современной архитектуры и двойных фасадов, обеспечивающих защиту от БПЛА, оказали Е.Р. Полянцева [5] – архитектурные модели и средства защиты зданий от БПЛА, соблюдающие баланс между безопасностью с сохранением облика здания; Д.А. Бурхан [6] – выявление универсальных способов, средств и способов защиты зданий от БПЛА в городской застройке; В.В. Габова, Е.С. Мельникова, А.А. Чураков [7] – исследование и разработка методологии проектирования защитных конструкций; А.А. Комаров, Н.В. Громов, А.Д. Корольченко, П.С. Ланской [8] – анализ существующих конструктивных решений и строительных материалов, расчеты минимальных расстояний от сетчатого ограждения до фасада защищаемого объекта; С.И. Макаренко, А.В. Тимошенко, А.С. Васильченко [9, 10] – особенности БПЛА как объекта поражения, систематизация и анализ различных способов и средств противодействия БПЛА и др.

В настоящем исследовании проводится системный анализ вопросов, связанных с техническими и эстетическими качествами двойных динамических фасадов и защиты зданий.

Анализ уязвимости зданий при угрозах

БПЛА могут нести различные виды угроз, принося ощутимый вред не только военной, но и гражданской инфраструктуре. Угрозами считаются разведывательная деятельность летательных аппаратов снаружи и непосредственная угроза попадания внутрь через проемы.

При угрозе поражения здания летательным аппаратом, особенно возрастающей при попадании летательного аппарата непосредственно на фасад или во внутренние помещения, возможны разрушение и возгорание конструкций и отделки здания,

Угроза поражения большим количеством аппаратов выделяется в отдельную проблему, т. к. в случае их многочисленного облака многие успешно применяемые средства защиты снижают или даже теряют свою эффективность. Механическая преграда является дополнительным средством защиты от проникновения, поражения, нанесения материального ущерба и получения разве-

дывательной информации в случае преодоления нападающим летательным аппаратом первых уровней защиты.

Осколки и обломки конструкций, образующиеся при взрыве и разрушении самого аппарата, способны нанести значительный вред при столкновении с поверхностью фасада, попадании внутрь здания через проемы. Ущерб заметно снижается при падении вне строения, на прилегающую территорию или на удалении от здания [11].

Помимо противодействия беспилотным летательным устройствам, некоторые виды защитных фасадов способны служить барьером от природных стихий и климатических явлений, таких как ветер, обильные осадки, избыточное солнечное излучение, пылевые бури, вулканические выбросы, увеличивая показатели прочности и надежности здания и др.

Оценивая возможные риски и учитывая актуальность проблемы, можно предотвратить или минимизировать ущерб архитектурными средствами от следующих видов угроз:

- беспилотный управляемый или программируемый летательный аппарат, вызывающий ударную волну и осколочные поля;
- летательный аппарат, осуществляющий разведывательные действия с расстояния;
- беспилотный летательный аппарат, выполняющий гражданские или коммерческие задачи в случае поломки или сбоя;
- природные явления и катаклизмы.

В актуальной практике для объектов с повышенным риском падения обломков, проникновения и поражения ударными средствами и сбросом различных веществ и субстанций выделяются наиболее уязвимые зоны в объеме здания, к которым относятся:

- остекленные фасады, большие по площади оконные и дверные проемы;
- инженерные коммуникации, обеспечивающие жизнедеятельность зданий и комплексов;
- особо ценные и уникальные части и фрагменты фасадов;
- жилые и общественные помещения и помещения с возможным массовым пребыванием людей;
- наружные стены и стороны здания, располагающиеся вблизи маршрутов пролетов и глассад беспилотных летательных аппаратов.

Анализ опыта применения различных методов защиты зданий

Существующие практики и средства защиты от БПЛА подразделяются на два основных вида – активные и пассивные. К **активным** относятся средства ПВО, в том числе радиоэлектронная защита, подавление сигнала, оптическая блокировка и специализированные физические преграды, к **пассивным** – применение материалов и конструкций, блокирующих передачу данных и физически препятствующих проникновению аппаратов на охраняемый объект как с целью сбора информации, так и с целью поражения и разрушения.




Среди успешных практик применения защитных сеток над зданиями и фрагментами фасадов возможно выделить способы реализации защитных фасадов (табл. 1).

Таблица 1

Возможные способы реализации защитных фасадов

Table 1

Examples of protective facades

Графическое изображение	Описание
	<p>Гибкие защитные сетки. Могут иметь несколько вариаций, среди которых непрозрачные защитные многослойные одеяла и фасадные накидки.</p> <p>Антидроновая фасадная сетка на жилом доме в г. Шебекино</p>
	<p>Жесткая каркасная защита зданий, состоящая из типовых модульных элементов на самонесущем каркасе или с креплением к ограждающим конструкциям, по заданным индивидуальным параметрам, промышленного изготовления</p>
	<p>Двойной защитный фасад – синтез безопасности и эстетики, сочетающий в себе функцию защиты и имеющий при этом привлекательный внешний вид.</p> <p>Texoversum, бюро Allmannwappner и Menges Scheffler Architekten, Ройтлинген, Германия, 2023 г.</p>

Типологические виды защитных фасадов

Основываясь на текущем опыте использования, можно выделить следующие основные виды пространственного размещения защитных элементов на фасаде здания:

- оболочка – полностью закрывающая объект со всех сторон;
- отдельные фрагменты – частично закрытые зоны или стороны здания и отдельные фасады на нем;
- двойной фасад – организация буферного межфасадного пространства между внешним и внутренним слоями фасада;
- многослойная защита фасада – комбинированный защитный фасад из сочетания различных материалов для повышения эффективности защиты;

– точечная защита фасада – локальные включения защитных устройств на фасаде критически важного элемента, такого как входная группа, инженерные узлы, помещения с непрерывными процессами и др.

На выбор типа защиты влияет учет необходимого срока возведения и долгосрочности использования. В связи с этим предлагается выделить виды защитных фасадов, связанных с временным фактором.

1. Временные – требующие обеспечения защиты в определенные периоды: часы, время суток, сезоны года, на время проведения мероприятий:

- временная быстровозводимая конструкция на независимом каркасе;
- временная конструкция с креплением к существующему фасаду здания;
- временные фрагменты подвижных динамических панелей с креплением к существующему фасаду здания или на независимом каркасе.

2. Постоянные – обеспечивающие непрерывную пассивную защиту:

- постоянный двойной или многослойный фасад с защитными модификациями;
- постоянная оболочка фасада здания, закрывающая одну или несколько плоскостей фасада, обеспечивая в том числе маскировочный эффект и защиту от проникновения;
- постоянный динамический фасад как часть здания с возможностью укрытия уязвимых зон для обеспечения повышенного уровня защиты.

На данном этапе исследований предпринимаются усилия по поиску новых, более эффективных методов защиты зданий от атак БПЛА как в научной, так и в производственной и строительной сферах. Современные системы и методы защиты зданий требуют постоянного развития и адаптации к новым обстоятельствам. Расчеты динамических нагрузок, воспринимаемых различными типами защитных фасадов, производятся индивидуально для каждой отдельно взятой ситуации. Для поисков новых общих принципов защитных фасадов, интегрируемых в архитектурные решения, требуется продолжение исследований и разработок в данном направлении.

На данном этапе происходит разработка и совершенствование нормативной документации и методических рекомендаций для производителей конструкций¹. Сами производители также разрабатывают новые фасадные системы и материалы.

Архитектурные решения фасадов для защиты зданий

Среди архитектурных и технических решений для обеспечения защитной функции зданий используются следующие существующие типы защитного двойного фасада (табл. 2).

Сетка на каркасе – одно из самых простых используемых на практике решений. Может крепиться к фасаду или устанавливаться на независимые временные опоры. Удобная, при необходимости может накрыть небольшую зону или строение целиком. Практичное и недорогое решение, но ограничено применимо в плотной застройке.

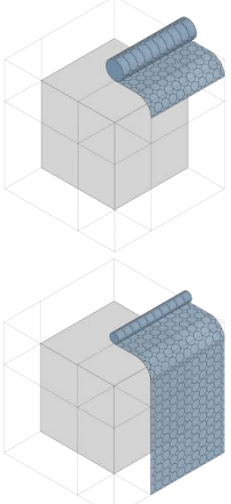
¹ СП 542.1325800.2024. Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов. Правила проектирования: свод правил: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2024 г. № 910/пр: введен в действие с 26 января 2025 г. Москва, 2025. 30 с.; Рекомендации по инженерной защите объектов МЧС России от беспилотных воздушных средств нападения. Москва, 2024. 56 с.

Таблица 2

Типы двойных защитных фасадов

Table 2

Double protective facades

Схематичное изображение	Описание
	<p>Двойной сетчатый фасад – прочная сетка из полиамида, защищающая от падающих обломков, оказывающая на БПЛА останавливающий эффект [12, 13]</p>
	<p>Двойной фасад из ламелей с возможностью сплошного перекрытия – пластинчатые элементы, обеспечивающие защиту от столкновений по касательной или при траектории с острым углом к фасаду. В данном случае защита может быть трансформируемой – при необходимости ламели могут быть повернуты, обеспечивая почти полное перекрытие плоскости фасада [14]</p>
	<p>Комбинированное использование сетки и подвижных ламелей с возможностью сплошного перекрытия – защитный фасад, усиленный дополнительным барьером в виде ламелей, предотвращающих проникновение обломков внутрь и обеспечивающих дополнительную приватность</p>
	<p>Динамический трансформируемый защитный фасад – подвижные фрагменты разворачиваемого фасада, перекрывающие необходимые части здания защитой при необходимости. В обычное время сворачиваются в компактное состояние, не влияя на внешний облик здания. Могут иметь альтернативные способы использования: откатные ворота, открываемые ставни или разворачиваемые навесы</p>

Двойной фасад может быть заложен изначально или смонтирован на уже существующий объем здания, имевшего подходящую плоскостную пространственную структуру. Остекленные фасады, особенно большой площади, с меньшей вероятностью будут повреждены и понесут меньший урон, размещаясь за оболочкой. Данная преграда не допустит проникновения летательного аппарата внутрь при установке двойного фасада на некотором расстоянии от основного.

Ламели, пластины и динамические элементы напротив оконных проемов, закрывая фасад при объявлении угрозы, снижают риски попадания БПЛА внутрь здания, сохраняя при этом эксплуатационные и микроклиматические характеристики здания [14]. Невысокая стоимость, негорючие материалы делают конструкцию ремонтно-пригодной, т. к. элементы невелики по размеру и имеют модульную структуру. В помещениях, где затруднена эвакуация и идут непрерывные рабочие процессы, например операционные в медицинских центрах, панели и ламели на оконных проемах обеспечат безопасность находящихся внутри. Они также могут комбинироваться с двойным фасадом или фасадом оболочкой, отсекая возможность попадания обломков и осколков внутрь, ослабляя ударную волну за счет упругого деформирования [15].

Сетчатые подвижные панели могут быть эффективно применены в качестве динамической защиты. Небольшой вес и несложный монтаж на металлокаркасе будут преимуществом как при возведении, так и при ремонте и замене отдельных частей. Данная конструкция может быть легко демонтирована в случае ликвидации угрозы и перенесена в необходимую зону или использоваться в качестве системы регулирования освещенности. Дополнение сетчатых панелей подвижными мерцающими элементами может служить дополнительными маскирующими факторами и добавлять элемент декоративности при размещении в городской и жилой среде.

Комбинированное использование задействует преимущества нескольких видов защитных фасадов. Одновременное применение защитной оболочки, двойного или динамического трансформируемого фасада позволяет задать требуемый уровень безопасности для отдельных зон на фасаде.

Динамический фасад может быть заложен изначально при проектировании фасада или выполнен позднее как элемент реконструкции, как ответ на возникшую угрозу. Расположенный на некотором расстоянии от основного фасада, он не потребует его изменений и дополнительной нагрузки на существующие конструкции. Использование негорючих и многослойных, мелкоячеистых или мембранных конструкций не только предотвратит доступ к зданию, но и создаст противосколочную защиту.

Таким образом, защитные фасадные решения могут сочетать функциональность с художественной выразительностью, сохраняя гармонию городской визуальной среды и обеспечивая комфорт для жителей. Кроме того, они способны выполнять маскировочную функцию.

Один из способов достижения такого результата – проецирование изображений либо нанесение декоративных элементов на внешний слой фасада. Эти элементы могут создавать маскировочный или акцентирующий визуальный эффект и выполнять коммуникационную функцию, улучшая навигацию и ориентирование в городской среде.

Улучшение визуальных качеств защитных фасадов

Примерами улучшения визуального восприятия, декорации, добавления функциональной навигации и информативного сопровождения на конструкциях двойных защитных фасадов могут служить проекты, описанные ниже.

1. Динамический акцентный фасад, обращающий на себя внимание изменяющимися световыми, цветовыми и фактурными преобразованиями, отвлекающими внимание зрителя от защитных конструкций. Подобное решение имеет высокую адаптивность к формам защитных конструкций и может быть применено в различных плоскостях, имея при этом уникальный внешний вид при использовании типовых элементов в основании (рис. 1).



*Рис. 1. Двойной динамический фасад офисного здания Ampera Six, Джакарта, Индонезия, 2013 г.
Fig. 1. Double dynamic facade of the Ampera Six office building, Jakarta, Indonesia, 2013*

2. Статичный двойной фасад, обращающий на себя внимание узорами на перфорированных панелях, которые могут формировать художественные изображения на фасаде. Подобное решение способно декорировать большие площади фасада, улучшая их внешний вид, сохраняя основную защитную функцию (рис. 2).

3. Навигационно-коммуникативный фасад – фасад с дополнительной функцией, помогающей зрителю в определении своего местоположения в городе, поиске нужного направления. Монотонное и однообразное основание защитного фасада является мотивом для выделения на нем надписей, логотипов или другой информации (рис. 3).



Рис. 2. Фасад из перфорированных металлических панелей ImageWall с узорами от Zahner Labs
Fig. 2. Facade from Zahner Labs made of perforated metal ImageWall panels with patterns



Рис. 3. Ограждение парковки музея «Гранд Макет Россия» с навигацией и логотипом, Санкт-Петербург, 2019 г.
Fig. 3. Fenced parking of the Grand Model Russia Museum with navigation and logo, Saint-Petersburg, 2019

4. Медиафасад с подсветкой представляет собой синергию двух первых пунктов и сочетает плюсы обоих: привлекает внимание в любое время суток и может транслировать практически любые изображения – от информации до произведений культуры и искусства (рис. 4).



Рис. 4. UNSTABLE's P-Cube – временный павильон с медиафасадом, ВДНХ, Москва, 2015 г.
Fig. 4. UNSTABLE's P-Cube, a temporary pavilion with media facade, VDNKh, Moscow, 2015

Результаты исследования

На основе анализа практических примеров можно выделить архитектурные решения, применимые как при проектировании новых зданий, так и при реконструкции и адаптации существующих объектов с обеспечением их защиты. После исчезновения непосредственной угрозы защитные элементы допускается демонтировать без ущерба для здания либо сохранить – например, для защиты от климатических воздействий. Кроме того, такие элементы можно использовать как часть системы регулирования микроклимата либо в качестве декоративного элемента.

Архитектурные решения с использованием двойных и динамических фасадов способны внести существенный вклад в обеспечение безопасности городской среды. При грамотном участии архитекторов подобные решения не только повышают функциональную эффективность зданий, но и формируют их уникальную идентичность, создают позитивный эмоциональный фон для жителей, укрепляя ощущение стабильности, надежности и безопасности [16].

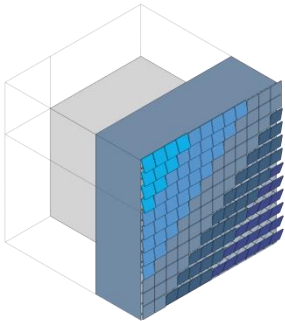
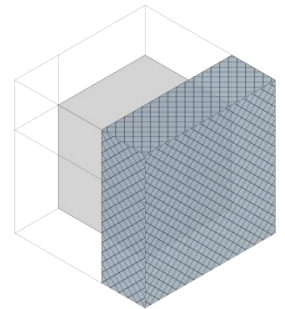
Для реализации защитной функции с одновременным сохранением или улучшением визуального облика зданий рассматриваются различные варианты размещения защитного двойного фасада. Основные схемы такого размещения представлены в табл. 3.

Таблица 3

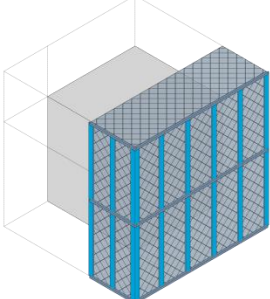
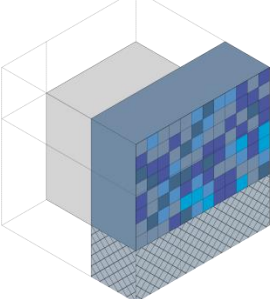
Варианты улучшения внешнего облика защитных двойных фасадов

Table 3

Options for improving the appearance of protective double facades

Схематичное изображение	Описание
	<p>Динамический подвижный фасад с инсталляцией – индивидуально разрабатываемые уникальные произведения, монтируемые на фасад здания. Могут приводиться в движение ветром, электричеством, использовать эффект памяти формы или приводиться в движение вручную. Сочетает в себе защитную и эстетическую функции</p>
	<p>Двойной сетчатый фасад – наиболее простой и дешевый вариант исполнения защитного фасада. Может монтироваться непосредственно на сам фасад или на самостоятельный пространственный каркас [12, 13]. Внешний облик может быть улучшен при помощи акцентной или маскирующей покраски</p>

Окончание табл. 3
End of table 3

Схематичное изображение	Описание
	<p>Двойной фасад из модульных элементов – изготавливаемые на заводе элементы могут иметь заданные параметры, включая вес, габариты, материал и др. Может монтироваться непосредственно на сам фасад или на самонесущий каркас. Внешний облик может быть улучшен использованием художественной перфорации плоскости модулей, акцентной или маскировочной покраской</p>
	<p>Транспарентный медиафасад – видеостены, кластерные медиаэкраны и декоративная светодиодная подсветка. Монтируется на фасад здания, может стать частью защитной конструкции, внешним маскирующим слоем или внутренней подсветкой фасада. Совмещение защитной и информационно-проводительной функции</p>

Приведенные примеры показывают широкие возможности применения двойных защитных и трансформируемых фасадов в архитектуре и строительстве. Особое внимание данным решениям фасадов может быть уделено применительно к техническим, складским, производственным и общественным зданиям.

Многофункциональность такого типа фасадов, совмещающая в себе функции защиты и маскировки или, напротив, заметности и предупреждения, делает перспективным их изучение в таких отраслях, как перевозка и доставка грузов, сельское хозяйство, зрелищные и спортивные шоу с использованием БПЛА, а также в зданиях, связанных с их обслуживанием: зарядных станциях, мастерских, логистических, складских и сортировочных пунктах.

Заключение

Результатом исследования стало выявление и систематизация существующих архитектурных решений, в том числе многослойных и динамических фасадов, которые могут применяться для защиты зданий от внешних угроз. Повышенное внимание к двойным защитным фасадам указывает на их значительный потенциал, востребованность и необходимость дальнейшего совершенствования технических и образных архитектурных решений в этом направлении.

Полученные результаты углубляют понимание проблемы, стимулируют разработку новых технических и архитектурных фасадных решений и расширяют область их применения. Возникновение направления защиты фасадов зда-

ний стало ответом на растущее использование технологий беспилотной авиации. Это особенно актуально для зон с высокой концентрацией БПЛА и повышенным риском их столкновений с объектами застройки.

В статье обоснована возможность эффективного применения принципов двойных и трансформируемых динамических фасадов как элемента системы защиты зданий. Такие решения способны обеспечить безопасность от падения БПЛА, воздействия взрывной волны, осколочных полей при угрозе внешних воздействий и неблагоприятных природно-климатических факторов.

Результаты работы могут иметь практическое значение при проектировании зданий и сооружений и усилении их защитных свойств от актуальных угроз на текущем историческом этапе и в будущем. Рассматриваемые варианты могут быть применены к различным типам зданий, включая общественные.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. 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. С. 27. EDN: YSEXRI
2. Dubravova, H., Bures, V. Review of the Application of Drones for Smart Cities // IET Smart Cities. 2024. V. 6. № 4. P. 312–332. <https://doi.org/10.1049/smc2.12093>
3. Николаева, О.Н. Пространственная интерпретация природно-ресурсных данных при разработке картографического обеспечения для управления природопользованием // Вестник СГУГиТ. 2016. Вып. 2 (34). С. 105–110.
4. Кондратьева, А.М. Современное применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) // Право и управление. 2024. № 6. С. 292–295.
5. Полянцева, Е.Р. Архитектурная защита зданий от атаки БПЛА // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 1. С. 99–109. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-1-99-109>. EDN: FQARST
6. Бурхан, Д.А. Защита многоэтажных зданий от беспилотных летательных аппаратов в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый. 2025. № 40 (591). С. 305–311.
7. Габова, В.В., Мельникова, Е.С., Чураков, А.А. Исследование и разработка методологии проектирования защитных ограждающих конструкций от беспилотных летательных аппаратов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 1 (98). С. 28–37. https://doi.org/10.35211/18154360_2025_1_28
8. Комаров, А.А., Громов, Н.В., Корольченко, А.Д., Ланской, П.С. Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов // Пожаровзрывобезопасность. 2024. Т. 33. № 5. С. 51–60. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60>
9. Макаренко, С.И., Тимошенко, А.В., Васильченко, А.С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 109–146. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10105>
10. Макаренко, С.И., Тимошенко, А.В. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 2. Огневое поражение и физический перехват // Системы управления связи и безопасности. 2020. № 1. С. 147–197. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10304>
11. Сердюченко, В.М., Руденко, А.А., Городничая, А.Н. Использование нанотехнологий в строительстве // VII Международный студенческий строительный форум – 2022 : сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума, Белгород, 24 ноября 2022 г. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 282–287. EDN: IDGOCI
12. Патент № 2845092 Российская Федерация, МПК F41H11/04, F41H3/02, F41H11/02. Укрытие для защиты объектов инфраструктуры от атак беспилотных летательных аппаратов : № 2024140172 : заявл. 27.12.2024 : опубл. 13.08.2025 / Батаков В.И., Батаков А.В. 13 с.

13. Патент № 2831851 Российская Федерация, МПК F41H11/02, F41H11/04. Способ и система инженерной защиты объектов инфраструктуры от атак беспилотных летательных аппаратов : № 2024109357 : заявл. 08.04.2024 : опубл.16.12.2024 / Павлова Ю.Г. 10 с.
14. Семенова, Э.Е., Лебедев, Д.Ю. Первичное исследование двойных фасадных систем остекления // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 1 (22). С. 206–214. EDN: XHGJHR
15. Невская, Е.Е., Глебова, Е.В., Волохина, А.Т., Фомина, Е.Е. Разработка модели защитного барьера для снижения взрывной нагрузки от ударной волны на здания и сооружения // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 8 (752). С. 57–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-8-57-65>
16. Ильвицкая, С.В., Комиссаров, А.В. Динамическая архитектура многофункциональных общественных центров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 2. С. 65–74. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2023-25-2-65-74>

REFERENCES

1. Noskov, I.V., Noskov, K.I., Tinenskaia, S.V., Ananev, S.A. Dron Technologies in Construction. Modern Solutions and Opportunities. *Vestnik Evrazijskoi nauki*. 2020; 5(12): 27. EDN: YSEXRI (In Russian)
2. Dubravova, H., Bures, V. Review of the Application of Drones for Smart Cities. *IET Smart Cities*. 2024; 6(4): 312–332, <https://doi.org/10.1049/smc2.12093>
3. Nikolaeva, O.N. Spatial Interpretation of Natural Resources Data due to Development of Cartographic Provision for Natural Resource Management. *Vestnik SSUGT*. 2016; 2(34): 105–110 (In Russian)
4. Kondratieva, A.M. Modern use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). *Pravo i upravleniye*. 2024; (6): 292–295. (In Russian)
5. Polyantseva, E.R. Architectural Protection of Buildings Against UAV Attack. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – Journal of Construction and Architecture*. 2025; 27(1): 99–109. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-1-99-109>. EDN: FQARST (In Russian)
6. Burkhan, D.A. Protection of Multi-Storeyed Buildings from Unmanned Aerial Vehicles in Dense Urban Areas. *Molodoy uchenyy*. 2025; 40(591): 305–311. (In Russian)
7. Gabova, V.V., Melnikova, E.S., Churakov, A.A. Design Methodology for Protective Barriers Against Unmanned Aerial Vehicles. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2025; 1(98): 28–37. https://doi.org/10.35211/18154360_2025_1_28 (In Russian)
8. Komarov, A.A., Gromov, N.V., Korolchenko, D.A., Lanskoj, P.S. Object Protection from Unmanned Aerial Vehicles. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2024; 33(5): 51–60. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60> (In Russian)
9. Makarenko, S.I., Timoshenko, A.V., Vasilchenko, A.S. Analysis of Means and Methods of Countering Unmanned Aerial Vehicles. Part 1. Unmanned Aerial Vehicles as Targets for Detection and Destruction. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2020; (1): 109–146. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10105> (In Russian)
10. Makarenko, S.I., Timoshenko, A.V. Analysis of Means and Methods of Countering Unmanned Aerial Vehicles. Part 2. Fire Damage and Physical Interception. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2020; (1): 147–197. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2020-10304>
11. Serdyuchenko, V.M. The Use of Nanotechnology in Construction. In: Proc. 7th Int. Student Construction Forum, Belgorod, 24 November 2022, Belgorod. 2022. Pp. 282–287. EDN: IDGOCI
12. Batakov, V.I., Batakov, A.V. Shelter for Protecting Infrastructure Facilities from Unmanned Aerial Vehicle Attacks. Patent Russ. Fed. N 2845092. 2025. 13p. (In Russian)
13. Pavlova, Yu.G. Method and System for Engineering Protection of Infrastructure Objects from Unmanned Aerial Vehicle Attacks. Patent Russ. Fed. N 2831851. 2024. 10p. (In Russian)
14. Semenova, E.E., Lebedev, D.Yu. Preliminary Study of Double Facade Glazing Systems. *Inzhenernye sistemy i sooruzheniya*. 2016; 1(22): 206–214. EDN XHGJHR (In Russian)
15. Nevskaya, E.E., Glebova, E.V., Volokhina, A.T., Fomina, E.E. Protective Barrier Model for Shock Wave Reduction. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2019; 8(752): 57–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-8-57-65>

16. *Il'vitskaya, S.V., Komissarov, A.V.* Dynamic Architecture of Multifunctional Community Centers. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2023; 25(2): 65–74. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2023-25-2-65-74>

Сведения об авторе

Комиссаров Андрей Вячеславович, аспирант, Государственный университет по землеустройству, 105064, г. Москва, ул. Казакова, 15, tixsus@yandex.ru

Author Details

Andrei V. Komissarov, Research Assistant, State University of Land Use Planning, 15, Kazakov Str., 105064, Moscow, Russia, tixsus@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 13.11.2025
Одобрена после рецензирования 19.02.2026
Принята к публикации 19.02.2026

Submitted for publication 13.11.2025
Approved after review 19.02.2026
Accepted for publication 19.02.2026