



УДК 728.2

Е. Р. ПОЛЯНЦЕВА, канд. архитектуры, доц. кафедры архитектурного проектирования

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЙ ОТ АТАК БПЛА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет». Россия, 620075, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23.

Тел.: (902) 874-99-46; эл. почта: potneb@yandex.ru

Ключевые слова: жилые здания, безопасность, защита, БПЛА.

Рассматривается важная потребность в пассивной защите жилых многоквартирных зданий от участвовавших в последнее время атак беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Изучаются архитектурные средства, помогающие сократить ущерб и обеспечить защиту жилых дворов, фасадов многоквартирных зданий, а также отдельных квартир. На примере нескольких проектов представлены возможные архитектурные элементы защиты фасадов жилого здания от возможных атак БПЛА. Отдельно изучены отечественные и зарубежные исследования в области защитных архитектурных элементов фасадов, исследованы планировки квартир со встроенными укрытиями.

Введение

В настоящее время значительно выросла угроза возможных атак беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА), в том числе в отношении зданий и сооружений. По этой причине целью этой работы будет анализ архитектурно-планировочных решений, используемых для минимизации ущерба и защиты жителей многоквартирных жилых домов при таких атаках, ключевыми методами будут анализ угроз и анализ аналогов жилой гражданской архитектуры.

В число задач будут входить анализ аналогов и подходов к защите жилых объектов, выявление архитектурных элементов, способствующих защите жилых дворов, фасадов многоквартирных зданий и планировок жилых ячеек.

Важные объекты критической инфраструктуры в опасных областях обычно бывают защищены, но жилые здания остаются уязвимыми, хотя их безопасность также важна, и они часто подвергаются атакам и последующим взрывам (см. таблицу).

Таблица

Случаи атак БПЛА на жилые многоквартирные здания и сопутствующий им ущерб

№	Время атаки, адрес и тип объекта	Место атаки	Нанесенный ущерб
1	12.12.2025 г. Тверь, ЖК Мичуринский, жилой многоэтажный дом	 1–3 этажи жилого дома	Выбиты окна, рамы, ограждения лоджий
2	06.12.2025 г. Рязань, жилой многоэтажный дом	Верхние этажи	Выбиты стекла в квартирах на верхних этажах, пожар на крыше здания
3	21.12.2025 г. Казань, ЖК «Лазурные небеса», 37-этажный жилой дом	 Верхние этажи	Пострадало витражное остекление
4	24.10.2025 г. Московская обл., Красногорск, 16- этажный жилой дом	 14 этаж	Разрушена наружная стена
5	04.01.2025 г. Воронеж, 9-этажный жилой дом	 3–4 этаж	Пострадало остекление витражей, окна, разрушена часть наружной стены
6	23.12.2025 г. Донецк, 5-этажный жилой дом	 3 этаж	Пострадало остекление балконов, разбиты окна

Окончание таблицы			
7	10.01.2026 г. Воронеж, несколько многоквартирных жилых домов	 10–11 этажи	Повреждения окон и фасадов получили более десяти многоквартирных домов (в том числе один строящийся), в двух из которых произошли возгорания
8	13.01.2026 г. Ростов-на-Дону	 13–14 этажи	Разрушены панели наружных стен, пострадало остекление балконов, разбиты окна

Приведенные выше случаи подтверждают, что современные требования к безопасности жилья должны трансформироваться, учитывая современные угрозы и вызовы, которые важно предупреждать, исходя из возможного сценария происшествия и его последствий [1, с. 510–514], но в каждом конкретном случае учитывать облик здания, контекст застройки, окружение, не разрушая идентичность места [2]. Требования к защите все чаще отражаются в исследованиях в области обороны и безопасности, а также защиты от взрывов. Согласно им, возможные пассивные средства защиты объектов делятся на капитальные (обваловка, специальные встроенные укрытия) и быстровозводимые (сетчатые и тросовые ограждения, комбинированные конструкции) [3, с. 166–167], также они делятся по варианту размещения – на собственных конструкциях здания, что удобно для локальной, местной защиты, и независимых отдельно стоящих конструкциях, что более надежно, так как при атаке на них не разрушаются несущие элементы самого здания [4, с. 33]. Последние из них, сетки, могут быть металлическими, синтетическими, из нитей с достаточно высокой температурой плавления, и комбинированными [5, с. 127–132]; что касается расстояний от сетки до самого фасада, оно привязано к массе заряда и для малых и средних БПЛА составляет расстояние 4 и 8 м соответственно [6, с. 58].

Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов

В современных исследованиях угрозы, сопряженные с атаками БПЛА, делятся следующим образом: угроза взрыва, угроза возгорания, угроза прямой атаки (с последующим разрушением части конструкций и с поражением людей осколками или частями БПЛА), в связи с чем важно становится предусматривать защиту от возгорания, ударной волны и прогрессивного обрушения части конструкций [7].

Описанные выше в таблице случаи атак на многоквартирные жилые дома также подтверждают реальность этих угроз: можно заметить, что наиболее уязвимыми элементами являются окна и витражи, как наиболее хрупкие, причем витражи имеют преимущество по сравнению с окнами, так как обычно они усилены стальными стойками. Помимо этого, витражное остекление обычно характерно для балконов и лоджий, которые представляют собой буферные

пространства, помогающие дополнительной защите жилых комнат, в которых могут находиться люди.

Архитектурно-планировочные средства защиты жилых зданий

Зарубежные исследования в области защиты от дронов также предлагают различные варианты средств обеспечения безопасности, от защитного озеленения [8] до навесных противоосколочных стен, состоящих из отдельных подвешенных стальных пластин [9], но большая часть исследований, важных для темы защиты жилья от БПЛА, традиционно посвящена проектированию взрывоустойчивых усиленных конструкций фасадов, дверей и окон [10]. Отдельный интерес представляют собой планировки жилых ячеек со встроенным убежищем, защищенной комнатой, или «мамад», которая представляет собой помещение минимальной площадью 9 кв. м с усиленными стенами и окном во взрывостойком исполнении [11]. Они существуют как в индивидуальном жилье, так и в многоквартирном, интегрируясь в структуру жилой ячейки. Примером первого варианта может служить жилой дом в Ашдоде (архитектурное бюро *Israel Zahavi Architects*), в котором укрытие представлено одной из комнат в подвале, в обычном режиме используемой как офис: окно через приямок ведет наружу (см. рис. 1).



Рис. 1. Индивидуальный жилой дом в Ашдоде (архитектурное бюро *Israel Zahavi Architects*, 2012 г.)

[<https://www.archdaily.com/464683/house-in-ashdod-israel-zahavi-architects>]

Примером многоквартирного жилья с защитными элементами в планировке и на фасадах здания может служить жилой комплекс *Z Design Building*, разработанный *Ami Shinar – Amir Mann* в Холоне (Израиль) (см. рис. 2). На представленном ниже рисунке безопасные помещения выделены красным. Маленькая площадь окон позволяет как минимизировать ущерб в случае взрывов

и атак, так и уменьшить нагрев помещений, расположение в глубине, ближе к центральному несущему ядру здания защищает от возможного распространения взрывной волны; в отличие от остальных жилых ячеек, смещающихся по высоте, безопасные комнаты расположены одна над другой без смещения, что делает их дополнительным стволom жесткости в здании.



Рис. 2. Жилой комплекс *Z Design Building*, (архитектурное бюро *Ami Shinar – Amir Mann* в Холоне (Израиль), 2013 г.)

[<https://www.archdaily.com/452948/z-design-building-amir-shinar-and-amir-mann>]

Часть описанных выше защитных элементов может быть интегрирована в архитектуру с учетом рисков, уместности и локальных требований к внешнему облику зданий. Один из таких вариантов представлен в курсовой работе Нурышова М. Д. «Проект жилого квартала в Санкт-Петербурге», где защитные элементы представлены сетками, защищающими уязвимую внешнюю часть квартала, в частности, окна жилых комнат в квартирах (см. рис. 3).



Рис. 3. Проект жилого квартала в Санкт-Петербурге

[Проект выполнен Нурышовым М. Д. под руководством Полянцева Е. Р.]



Суммируя способы защиты, применяемые в рассмотренных вариантах защитных конструкций, можно выделить следующие варианты:

1. В отношении защиты жилого двора в целом важно использование плотного озеленения и перепадов рельефа, которые могут играть роль физической преграды.

2. В отношении защиты фасадов жилых зданий в качестве защитных элементов могут использоваться дополнительные сетки, металлические и из синтетических волокон, располагаемые на отnose от основного фасада как временное средство, и многослойные фасады в целом, с внешним слоем из сетки, что поможет улавливать осколки конструкций, снижать ущерб от взрыва. Также возможно использование армированного фибробетона в важных зонах (первые этажи, входные группы).

3. В отношении планировок многоквартирных жилых зданий для улучшения защиты могут создаваться защищенные зоны с укрепленными стенами и специальными усиленными стеклопакетами, или зоны укрытий без окон в центральном ядре самого здания, дальше от уязвимого внешнего периметра. Могут использоваться дополнительные буферные пространства по периметру основного плана здания: перголы, навесы, балконы, лоджии, которые могут принять на себя часть удара и снизить ущерб для жилых пространств.

Предложенные архитектурные элементы защиты дворов, фасадов, планировок жилого здания от возможных атак БПЛА могут интегрироваться в проект на различных стадиях, а также использоваться для реконструкции и преобразования существующих жилых объектов. Но при этом для проектируемых зданий наилучшим средством будет их использование в рамках архитектурно-планировочного подхода, при котором угрозы и вероятный ущерб будут выявляться заранее, и, исходя из них, могут быть выбраны соответствующие методы и средства защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнова, О. В. Общие принципы оценки риска при проектировании зданий и сооружений / О. В. Смирнова, К. В. Авдеев, Н. А. Полянский // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 8 (104). – С. 508–519. – EDN TVFBJQ. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54724915&ysclid=mu3za3ip14916474471> (дата обращения 19.01.2026).

2. Цорик, А. В. Архитектурно-художественная идентичность природных территорий в городской среде / А. В. Цорик // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2021. – № 3 (59). – С. 149–154. – EDN WPQQQT.

3. Дрещинский, В. А. Способы защиты объектов технического прикрытия инфраструктуры железных дорог и формирований Железнодорожных войск от БПЛА противника / В. А. Дрещинский, С. В. Гречин // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации. – 2025. – № 4 (38). – С. 163–170. – EDN KJXTJL. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=85039249&ysclid=mu3zbb2akt852440573> (дата обращения 19.01.2026).

4. Габова, В. В. Исследование и разработка методологии проектирования защитных ограждающих конструкций от беспилотных летательных аппаратов / В. В. Габова, Е. С. Мельникова, А. А. Чураков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – № 1 (98). –

C. 28–37. – DOI 10.35211/18154360_2025_1_28. – EDN HEEKRI. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80559332&ysclid=mu3zc89m1d351525309> (дата обращения 19.01.2026).

5. Макаренко, С. И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 5. Защитные ограждающие конструкции / С. И. Макаренко, Тхакахов А. А. // Системы управления, связи и безопасности. – 2025. – № 3. – С. 121–158. – DOI 10.24412/2410-9916-2025-3-121-158. – EDN ADZOXN. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82888610&ysclid=mu3zdwa0j1845683125> (дата обращения 19.01.2026).

6. Общие принципы защиты объектов от беспилотных летательных аппаратов / А. А. Комаров, Н. В. Громов, А. Д. Корольченко, П. С. Ланской // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 5. – С. 51–60. – DOI 10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60. – EDN ULIVUK. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75155767&ysclid=mu3zf4upm0774526752> (дата обращения 19.01.2026).

7. Василян, М. С. Совершенствование методологии расчета защиты конструкций сооружений жилого типа от взрывных воздействий БПЛА / М.С. Василян, Е.С. Кашина // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 3 (123). – С. 780–794. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-rascheta-zaschity-konstruktsiy-sooruzheniy-zhilogo-tipa-ot-vzryvnyh-vozdeystviy-bpla?ysclid=mu3zmxjuh749198683> (дата обращения 19.01.2026).

8. Gajewski T. Application verification of blast mitigation through the use of thuja hedges / Tomasz Gajewski, Piotr Peksa, Robert Studziński // International Journal of Protective Structures. – November 2021. – № 13 (9). – DOI:10.1177/20414196211062927. – URL: https://www.researchgate.net/publication/356068363_Application_verification_of_blast_mitigation_through_the_use_of_thuja_hedges (дата обращения 19.01.2026).

9. Blast mitigation of a novel curtain-type blast wall / Xingjun Fan, Zhejian Li, Hong Hao, Wensu Chen // International Journal of Mechanical Sciences. – February 2025. – DOI:10.1016/j.ijmecsci.2025.110112. – URL: https://www.researchgate.net/publication/389461188_Blast_mitigation_of_a_novel_curtain-type_blast_wall (дата обращения 19.01.2026).

10 Design methods of blast resistant façades, windows, and doors in Germany: a review / Jan Dirk van der Woerd, M. Wagner, Achim Pietzsch, Matthias Andrae // Glass Structures and Engineering. – December 2022. – № 7 (4). – DOI:10.1007/s40940-022-00213-w. – URL: https://www.researchgate.net/publication/366474514_Design_methods_of_blast_resistant_facades_windows_and_doors_in_Germany_a_review (дата обращения 19.01.2026).

11. Slipestov, O. Comparative analysis of architectural and spatial solutions for civil protection shelters: the experience of Ukraine, Finland, and Israel / Oleh Slipestov, Stanislav Malliani // Architectural Bulletin of KNUCA. – September 2025. – № 33. – P. 121–133. DOI:10.32347/2519-8661.2025.33.121-133. – LicenseCC BY 4.0. – URL: https://www.researchgate.net/publication/399172628_COMPARATIVE_ANALYSIS_OF_ARCHITECTURAL_AND_SPATIAL_SOLUTIONS_FOR_CIVIL_PROTECTION_SHELTERS_THE_EXPERIENCE_OF_UKRAINE_FINLAND_AND_ISRAEL (дата обращения 19.01.2026).

POLYANTSEVA Ekaterina Romanovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of architectural planning

ARCHITECTURAL PLANNING APPROACH TO PROTECTING RESIDENTIAL MULTI-FAMILY APARTMENT BUILDINGS FROM UAV ATTACKS



Ural State University of Architecture and Art.
23, K. Liebknecht St., Ekaterinburg, 620075, Russia.
Tel.: (902) 874-99-46; e-mail: notneb@yandex.ru
Key words: residential buildings, security, protection, UAV.

This paper examines the significant need for passive protection of residential multi-apartment buildings from the recently increasing frequency of unmanned aerial vehicle (UAV) attacks. Architectural measures to reduce damage and protect residential courtyards, multi-apartment building facades, and individual apartments are explored. Several projects are used to demonstrate possible architectural elements for protecting residential building facades from potential UAV attacks. National and international research on protective architectural facade elements is also reviewed, along with apartment layouts with built-in shelters.

REFERENCES

1. Smirnova O. V., Avdeev K. V., Polyanskiy N. A. Obshchie printsipy otsenki riska pri proektirovanii zdaniy i sooruzheniy [General principles of risk assessment in the design of buildings and structures]. Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2023, № 8 (104), P. 508–519. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54724915&ysclid=mu3za3ip14916474471> (accessed: 19.01.2026).
2. Tsorik A. V. Arkhitekturno-khudozhestvennaya identichnost prirodnykh territoriy v gorodskoy srede [Architectural and artistic identity of natural territories in the urban environment]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2021, № 3 (59), P. 149–154.
3. Dreshchinskiy V. A., Grechin S. V. Sposoby zashchity obyektov tekhnicheskogo prikrytiya infrastruktury zheleznikh dorog i formirovaniy Zheleznodorozhnykh voysk ot BPLA protivnika [Methods of protecting technical cover objects of railway infrastructure and formations of the Railway Troops from enemy UAVs]. Nauchnye problemy materialno-tekhnicheskogo obespecheniya Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [Scientific problems of material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation]. Moscow, 2025, № 4 (38), P. 163–170. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=85039249&ysclid=mu3zbb2akt852440573> (accessed: 19.01.2026).
4. Gabova V. V., Melnikova E. S., Churakov A. A. Issledovanie i razrabotka metodologii proektirovaniya zashchitnykh ograzhdayushchikh konstruksiy ot bespilotnykh letatelnykh apparatov [Research and development of the methodology for designing protective enclosing structures against unmanned aerial vehicles]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture]. Volgograd, 2025, № 1 (98), P. 28–37. DOI 10.35211/18154360_2025_1_28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80559332&ysclid=mu3zc89m1d351525309> (accessed: 19.01.2026).
5. Makarenko S. I., Tkhakakhov A. A. Analiz sredstv i sposobov protivodeystviya bespilotnym letatelnykh apparatam. Chast 5. Zashchitnye ograzhdayushchie konstruksii [Analysis of means and methods of countering unmanned aerial vehicles. Part 5. Protective enclosing structures]. Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti [Control, Communication and Security Systems]. Moscow, 2025, № 3, P. 121–158. DOI 10.24412/2410-9916-2025-3-121-158. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82888610&ysclid=mu3zdwa0j1845683125> (accessed: 19.01.2026).
6. Komarov A. A., Gromov N. V., Korolchenko A. D., Lanskoj P. S. Obshchie printsipy zashchity obyektov ot bespilotnykh letatelnykh apparatov [General principles of protecting

objects from unmanned aerial vehicles]. Pozharovzryvobezопасnost [Fire and Explosion Safety]. Moscow, 2024, Vol. 33, № 5, P. 51–60. DOI 10.22227/0869-7493.2024.33.05.51-60. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75155767&ysclid=mu3zf4upm0774526752> (accessed: 19.01.2026).

7. Vasilyan M. S., Kashina E. S. Sovershenstvovanie metodologii rascheta zashchity konstruktivnykh sooruzheniy zhilogo tipa ot vzryvnykh vozdeystviy BPLA [Improvement of the methodology for calculating the protection of residential-type building structures from explosive impacts of UAVs]. Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2025, № 3 (123), P. 780–794. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-rascheta-zashchity-konstruktivnykh-sooruzheniy-zhilogo-tipa-ot-vzryvnykh-vozdeystviy-bpla?ysclid=mu3zmxjuh749198683> (accessed: 19.01.2026).

8. Gajewski T., Peksa P., Studziński R. Application verification of blast mitigation through the use of tuja hedges. International Journal of Protective Structures. November 2021, № 13 (9). DOI: 10.1177/20414196211062927. URL: https://www.researchgate.net/publication/356068363_Application_verification_of_blast_mitigation_through_the_use_of_tuja_hedges (accessed: 19.01.2026).

9. Fan X., Li Z., Hao H., Chen W. Blast mitigation of a novel curtain-type blast wall. International Journal of Mechanical Sciences. February 2025. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2025.110112. URL: https://www.researchgate.net/publication/389461188_Blast_mitigation_of_a_novel_curtain-type_blast_wall (accessed: 19.01.2026).

10. Van der Woerd J. D., Wagner M., Pietzsch A., Andrae M. Design methods of blast resistant façades, windows, and doors in Germany: a review. Glass Structures and Engineering. December 2022, № 7 (4). DOI: 10.1007/s40940-022-00213-w. URL: https://www.researchgate.net/publication/366474514_Design_methods_of_blast_resistant_façades_windows_and_doors_in_Germany_a_review (accessed: 19.01.2026).

11. Slipestov O., Malliani S. Comparative analysis of architectural and spatial solutions for civil protection shelters: the experience of Ukraine, Finland, and Israel. Architectural Bulletin of KNUCA. September 2025, № 33, P. 121–133. DOI: 10.32347/2519-8661.2025.33.121-133. License: CC BY 4.0. URL: https://www.researchgate.net/publication/399172628_COMPARATIVE_ANALYSIS_OF_ARCHITECTURAL_AND_SPATIAL_SOLUTIONS_FOR_CIVIL_PROTECTION_SHELTERS_THE_EXPERIENCE_OF_UKRAINE_FINLAND_AND_ISRAEL (accessed: 19.01.2026).

© Е. Р. Полянцева, 2026

Получено: 18.02.2026 г.