

**Полянцева** Екатерина Романовна

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова

Уральский государственный экономический университет

**Polyantseva** Ekaterina

Ural State University of Architecture and Art named after N.S. Alferov

Ural State Economic University

## АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРИЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ARCHITECTURAL TECHNIQUES FOR PROTECTING INDUSTRIAL BUILDINGS

*В статье определены архитектурные особенности производственных зданий, устойчивых к потенциальным террористическим и иным атакам. Рассмотрены наиболее характерные угрозы (внешние атаки, угроза взрыва снаружи и изнутри) и соответствующие им цели защиты (защита периметра участка, контроль за точками входа, использование устойчивых конструктивных систем, безопасных элементов отделки, применение защитных сооружений на уровне ландшафта). Краткий исторический экскурс покажет, какие фортификационные приемы могут быть актуальными в наше время. Изучаются современные аналоги промышленных зданий, проанализированы новые инновационные меры защиты. В качестве выводов будут описаны архитектурные средства, которые необходимо учитывать в планировке промышленных зданий и генерального плана промышленных зон в целом для создания безопасной и защищенной от возможных атак среды.*

*The article will discuss the architectural features of industrial buildings that are resistant to potential terrorist and other attacks. The most typical threats will be considered (external attacks, threat of explosion from outside and inside) and the corresponding protection goals (protection of the site perimeter, control of entry points, use of sustainable structural systems, safe finishing elements, use of protective structures at the landscape level). A brief historical excursion will show what fortification techniques may be relevant in our time. Modern analogues of industrial buildings are studied, new innovative protection measures are analyzed. As conclusions, architectural means that must be taken into account in the layout of industrial buildings and the master plan of industrial zones in general will be described to create a safe environment that is protected from possible attacks.*

**Ключевые слова:** безопасность, производственные здания, промышленная архитектура, антитерроризм, фортификация, проектирование

**Keywords:** security, industrial buildings, industrial architecture, anti-terrorism, fortification, design

### Введение

Цель данной работы – изучение объемно-планировочных и ландшафтных характеристик, способствующих обеспечению безопасности промышленных зданий. В соответствии с этой целью можно вывести ряд задач:

- рассмотрение общих мер защиты зданий и участков, исторически предшествующих возникновению промышленных сооружений и комплексов;
- анализ современных аналогов промышленной архитектуры и ее защитных характеристик;
- изучение методов, применяющихся для защиты от терроризма и других атак;
- выявление алгоритма, применимого при проекти-

ровании данного типа зданий;

- формулирование набора принципов и средств архитектурной защиты.

Промышленные здания объединяются в комплексы и ансамбли, что роднит их с крепостными сооружениями, и эта аналогия не нова – исторически многие из первых крупных заводов в стране были одновременно и защитными сооружениями. Сложность технологического процесса, крупные размеры и потребность в охране ресурсов в дальнейшем превратили производственные комплексы в своего рода современные крепости. Тем не менее многие из промышленных кластеров нельзя назвать полностью защищенными из-за ряда сопутствующих проблем:

- часто пустующие и заброшенные площади;

- разрушения периметра;
- недостаток наблюдения;
- визуальное и физическое засорение ландшафта;
- нехватка возможностей наблюдения;
- небезопасные при разрушении материалы и фасадные системы.

### **История развития защитных сооружений и объемно-планировочных мер защиты**

Меры укрепления территорий можно поделить на ландшафтные и архитектурные. Первые применимы, когда есть необходимые природные условия: наличие реки, возвышенностей, оврагов. Их, в свою очередь, можно поделить на естественные и искусственные: реку может заменить выкопанный канал, овраг или балку – заглубленный ров, природный холм – насыпанная возвышенность или обваловка стен. Другие способы – архитектурные, достигаются средствами защиты: защитой периметра возведением стен, укреплением их контрфорсами, применением рavelинов, использованием заглубленных и защищенных выступами стены входов и др. Итак, защитные территориально-пространственные сооружения исторически формировались по границам защищаемых территорий и представляли собой укрепленные линии, замки, крепости и монастыри. В свою очередь, кроме территорий, защитными характеристиками могли обладать и отдельные сооружения: церкви, башни, хозяйственные и жилые здания [1, с. 14-16]. Соответственно защитные характеристики придавались любым зданиям и местам хранения ресурсов, приспособляясь к участку и его особенностям.

Именно в период активного развития фортификации сложились первые принципы обеспечения безопасности отдельных зданий и участков [2]:

- проектирование нескольких укрепленных линий защиты (периметр участка, периметр наружных стен и т. д.);
- стремление к созданию укрепленного периметра (дублирование стен рвом или водным каналом);
- создание точек наблюдения и защиты (машикули, бойницы);
- укрепление конструкций (контрфорсы).

### **Современные методы проектирования с применением антитеррористических мер защиты**

В отношении промышленных зданий и сооружений можно выявить несколько видов угроз. Прежде всего возможны внешние и внутренние атаки. Помимо этого, они делятся на те, которые ставят целью взрыв, отравление, разрушение конструкций ударными и другими методами. Выявление характерных и наиболее вероятных угроз является первым шагом на пути к разработке защитных мер. Предварительный анализ угроз и опасностей, происходивших с производственными зданиями, особенно важен. Как только появятся наиболее ве-

роятные угрозы и определены опасности, может быть разработан соответствующий разумный уровень мер защиты.

Основными факторами, которые следует учитывать при защите объекта от взрывов, являются:

1. расположение здания и удаленность от путей общего пользования;
2. защита периметра;
3. стекло и системы остекления;
4. упрочнение конструкции;
5. защита от обрушения конструкций;
6. зона безопасного убежища и пути эвакуации.

С точки зрения архитектурных средств защиты наиболее важные материалы и физическое расположение несущих и ограждающих конструкций. Расстояние, на котором фасад здания находится от точки расположения угрозы взрыва, имеет решающее значение для уровня упрочнения конструкции. Важно, чтобы здание было защищено устройствами, препятствующими въезду транспортных средств, за исключением защищенных подъездов. Большие или постепенно раскрывающиеся углы здания будут иметь меньший эффект разрушения, чем маленькие или острые углы или выступы. Здания выпуклой формы предпочтительнее, чем вогнутые формы для внешней отделки зданий, чтобы уменьшить воздействие взрывов [3, 4].

Пространственная организация играет важную роль в проектировании. Как правило, технические помещения располагаются снаружи здания, что является хорошим решением для обеспечения безопасности, облегчающим размещение крупногабаритного оборудования, но также снижает риск взрыва глубоко в центре здания. Зона погрузки-разгрузки также должна рассматриваться как помещение повышенной опасности и размещаться снаружи здания с учетом возможности взрыва стен в случае обнаружения бомбы. Рекомендуется, чтобы вестибюль и погрузочные площадки располагались снаружи здания, по возможности за пределами площади здания, поскольку они очень уязвимы для атак [5, с. 189-192].

В итоге можно приступить к рассмотрению алгоритма действий для проектировщика. Он будет следующим:

1. Всесторонняя оценка ресурсов, угроз, уязвимых мест промышленного здания или комплекса.
2. Проектирование генерального плана: защита уязвимых зон, разработка путей передвижения транспорта и людей, установка безопасных расстояний, точек входного контроля, обеспечение физической возможности наблюдения за участком.
3. Проектирование промышленного здания: выбор конфигурации плана, создание защищенных функциональных зон внутри, защита конструкций и инженерных систем, выбор отделочных материалов.
4. Конкретизация угроз и применение специальных защитных мер [6, гл. 2-4].

Основной целью проектировщика будет минимизация потерь, полученных в результате атаки. Важными принципами, используемыми им, станут те планировочные принципы, которые помещают физическую безопасность в контекст общей безопасности объекта. Компоненты безопасности включают визуальные и физические защитные меры, использование данных предварительной оценки (в том числе глазами возможных террористов), оперативную защиту и усиление конструкций. Эти компоненты взаимосвязаны [7, гл. 5-6].

Важная особенность промышленных зданий – наличие защищенного участка, который является буферной зоной и первым периметром защиты. Наружные ограждающие конструкции здания представляют собой второй такой периметр, а внутри здания планировка должна учитывать наличие особенно уязвимых инженерно-технических зон и

сетей, которые должны быть огорожены, защищены планировочно или расположены в недоступных местах.

#### **Анализ современной промышленной архитектуры и ее защитных характеристик**

Промышленное здание по производству электроники в Пенанге, Малайзия, спроектировано с учетом принципов устойчивого развития, но помимо защиты от солнца, использования зеленых зон и природных материалов, в нем можно выделить несколько приемов защиты (рис. 1, 2):

- защитная сетка используется как пергола и в то же время может помочь от атак с воздуха;
- зеленая зона по периметру и искусственный холм внутри затрудняют доступ к фасаду;
- многослойный фасад и повернутые под углом ламели также играют роль защиты, рассеивая возможный взрыв [8].



*Рис. 1. Фабрика в лесу. Уровень взгляда и фрагмент фасада. 2017, Пенанг, Малайзия*

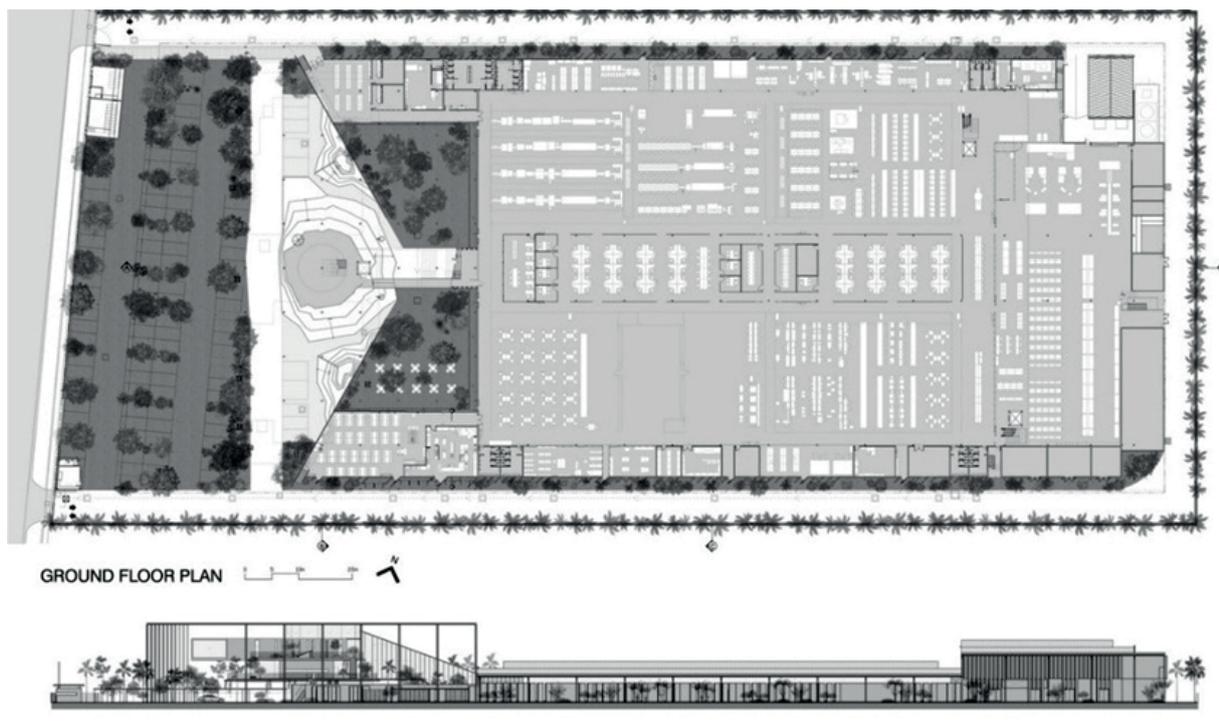


Рис. 2. Фабрика в лесу. План 1-го этажа, разрез. 2017, Пенанг, Малайзия



Рис. 3. Фабрика и центр Metalsa Factory. Вид с уровня взгляда и фрагмент фасада. Brooks + Scarpa Architects, 2013. Мексика

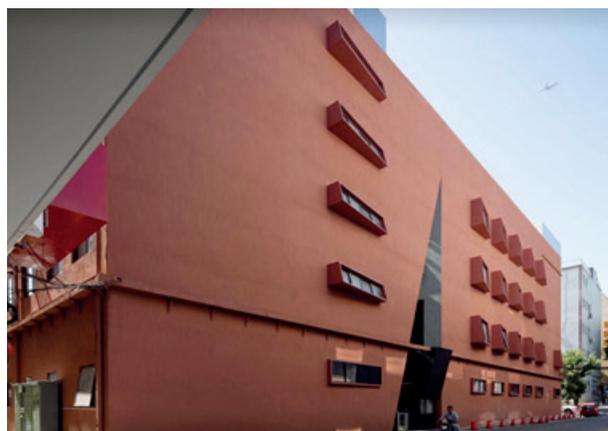


Рис. 4. Реконструкция промышленных зданий в Шэньчжэне. Вид с уровня взгляда человека. Diagonal Architectural Design, 2022. Китай

Другим примером использования защитной сетки является научно-производственный кластер в Мехико, Мексика (рис. 3). Металлическая сетка с различной степенью перфорации, используемая для отделки фасада, полностью защищает стекло от внешних угроз, а также от лишнего солнца. Навесной фальшфасад создает дополнительный элемент защиты, обеспечивая безопасность более хрупкого внутреннего стеклянного объема. Первый этаж, где расположены лаборатории и другие места работы людей, доступен для легкой и беспрепятственной эвакуации, складская зона, хранилище материальных активов помещены над ним и защищены

структурными фермами [9].

Пример расположения здания и применения защитных средств в плотной сложившейся застройке – это реконструкция зданий промышленных зон 7 и 8 в районе Донгчай в Шэньчжэне, Китай (рис. 4). Особая форма окон в вынесенных и развернутых вверх эркерах помогает сохранить обзор, освещенность и сохраняет приватность. Одновременно форма эркера защищает от атак снизу, вынесенное наружу стекло защищает работников от разлетающихся осколков в момент взрыва. Окна со слегка наклоненной на 5° стороной закрывают линию обзора от городской местности. Дизайн направ-

лен на то, чтобы улавливать солнечный свет в условиях плотной застройки [10].

### Выводы

Для архитектора важно учесть иерархию уровней безопасности, а именно:

- окружение участка здания и подъездные пути;
- наружный периметр участка;
- безопасность внутри территории комплекса, выделение зон, доступных всем посетителям или работникам, а также дополнительно огороженных, защищенных и изолированных зон;
- защита внешнего периметра здания, его фасадов и входов, выходящих на фасад лестниц, воздухозаборных отверстий или вентиляционных шахт.

Способы защиты делятся на ландшафтно-планировочные, конструктивные, архитектурные.

Ландшафтные средства применяются на уровне генплана здания: использование природного рельефа, террасирование, проложенные пути проезда с изгибами и препятствиями, чтобы не допустить разгона, создание возможностей обзора (отсутствие препятствующих обзору деревьев, кустов, мусора и отходов).

В качестве конструктивных мер используются те, что влияют на структуру здания: спроектировано ли здание таким образом, чтобы выдерживать локальные повреждения, а структурная система остается устойчивой, целостной и не повреждается в непропорциональной степени.

В качестве архитектурных учитываются те, которые влияют на объемно-планировочные характеристики, внешнюю и внутреннюю отделку зданий. Среди объемно-планировочных особенностей можно выделить защиту важных инженерных сооружений и сетей, минимизацию, защиту и контроль входных зон, вынесение зон предварительного контроля за периметр здания (создание вынесенных контрольно-пропускных пунктов).

Среди характеристик внешних и внутренних отделочных систем важно учитывать, насколько они безопасны при пожаре или взрыве, являются ли они легкими и легко сбрасываемыми, применяются ли защитные сетки, чтобы не допустить разлет осколков, используются ли формы стен, рассеивающие взрыв, – выпуклые, с минимальным периметром.

Сформулированный механизм работы позволяет выявить уязвимые места и защитить их различными методами, не нарушая принятой технологии, которой подчинена вся планировка производственного здания или комплекса зданий.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новенькова Т.В. Архитектурно-планировочная организация пограничных территорий России в XVIII веке.: дис.... канд. архитектуры: 18.00.01. Екатеринбург, 2006. 254 с.
2. Гранстрем М.А. Начальные этапы освоения юж-

ной береговой линии острова Котлин // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, №4. С. 83–89. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.11.

3. Алсус М.М., Щербина Е.В. Предложения к территориальному планированию Пустынного региона Сирии // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, №1. С. 53–60. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.6.

4. Юнис А. Градостроительная безопасность городских объектов, пострадавших в результате террористических атак // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, №4. С. 156–163. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19.

5. Atlas R.I. 21st Century Security and CPTED: Designing for Critical Infrastructure Protection and Crime Prevention. Los Angeles: CRC Press. Taylor and Francis Group. 2008.

6. FEMA 426. Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings. Risk Management Series. Available at: [https://wbdg.org/ccb/DHS/ARCHIVES/fema426\\_2003.pdf](https://wbdg.org/ccb/DHS/ARCHIVES/fema426_2003.pdf) (accessed 15 January 2024).

7. FEMA 427. Primer for Design of Commercial Buildings to Mitigate Terrorist Attacks. Federal Emergency Management Agency. Available at: <https://wbdg.org/FFC/DHS/fema427.pdf> (accessed 15 January 2024).

8. Hana Abdel. Factory in the Forest / Design Unit Architects Snd Bhd. Published on September 16, 2020. Available at: <https://www.archdaily.com/947771/factory-in-the-forest-design-unit> (accessed 15 January 2024).

9. Metalsa / Brooks + Scarpa Architects // ArchDaily magazine. Published on October 10, 2013. Available at: <https://www.archdaily.com/436388/metalsa-brooks-scarpa-architects> (accessed 15 January 2024).

10. HAN Shuangyu. Dongcai Industrial Zone 7 and 8 Building Reconstruction / Diagonal Architectural Design // ArchDaily magazine. Published on December 09, 2022. Available at: [https://www.archdaily.com/993317/dongcai-industrial-zone-7-number-and-8-number-building-reconstruction-diagonal-architectural-design?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/993317/dongcai-industrial-zone-7-number-and-8-number-building-reconstruction-diagonal-architectural-design?ad_source=search&ad_medium=projects_tab) (accessed 15 January 2024).

### REFERENCES

1. Novenkova T.V. Architectural and planning organization of Russian border territories in the 18th century. : dis.... Ph.D. architecture: 18.00.01. [Electronic resource]. – Access mode: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01003306153.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003306153.pdf). – Ekaterinburg, 2006. – 254 p.
2. Granstrem M.A. Initial development of Cotlin Island south shoreline. Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 4, pp. 83–89. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.11.
3. Alsus M.M., Scherbina E.V. Proposals for Territorial Planning of the Desert Region of Syria. Grados-troitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 1. pp. 53–60. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.6.
4. Younis A. Urban Security of Urban Objects Affected

as a Result of Terrorist Attacks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 156–163. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19.

5. Atlas R.I. 21st Century Security and CPTED: Designing for Critical Infrastructure Protection and Crime Prevention [Text] / Randall I. Atlas. – Los Angeles: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2008.

6. FEMA 426. Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings. Risk Management Series [Electronic resource]. – Access mode: [https://wbdg.org/ccb/DHS/ARCHIVES/fema426\\_2003.pdf](https://wbdg.org/ccb/DHS/ARCHIVES/fema426_2003.pdf)

7. FEMA 427. Primer for Design of Commercial Buildings to Mitigate Terrorist Attacks. Federal Emergency Management Agency [Electronic resource]. – Access mode: <https://wbdg.org/FFC/DHS/fema427.pdf>

8. Hana Abdel. Factory in the Forest / Design Unit Architects Snd Bhd [Electronic resource]. - Published on September 16, 2020. - Access mode: <https://www.archdaily.com/947771/factory-in-the-forest-design-unit>

9. Metalsa / Brooks + Scarpa Architects // ArchDaily magazine. - Published on October 10, 2013. - Access mode: <https://www.archdaily.com/436388/metalsa-brooks-scarpa-architects>

10. HAN Shuangyu. Dongcai Industrial Zone 7 and 8 Building Reconstruction / Diagonal Architectural Design // ArchDaily magazine. - Published on December 09, 2022. - Access mode: [https://www.archdaily.com/993317/dongcai-industrial-zone-7-number-and-8-number-building-reconstruction-diagonal-architectural-design?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab](https://www.archdaily.com/993317/dongcai-industrial-zone-7-number-and-8-number-building-reconstruction-diagonal-architectural-design?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)

Для ссылок: Полянцева Е.Р. Архитектурные приемы защиты промышленных зданий // Innovative project. 2024. Т.9, №15. С. 72-77. DOI: 10.17673/IP.2024.9.15.9.

For references: Polyantseva E.R. Architectural techniques for protecting industrial buildings. Innovative project. 2024. Vol.9, No.15. pp.72-77. DOI: 10.17673/IP.2024.9.15.9