

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

*д-р архитектуры, проф. Е.Б. МОРОЗОВА*  
(Белорусский национальный технический университет, Минск)  
ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2545-4792>

*В статье рассматривается экологический подход в промышленном проектировании. Анализируются технологические, технические и архитектурно-планировочные природоохранные средства, их развитие и совершенствование, возможности и перспективы в условиях Республики Беларусь.*

**Ключевые слова:** промышленная архитектура, природоохранные средства, экологический подход, промышленное проектирование, охрана окружающей среды.

**Введение.** Среди всех объектов архитектуры промышленные предприятия являются наиболее экологически опасными. Это утверждение никогда не подвергалось сомнению, причем не только на уровне бытового сознания, но и на уровне профессиональной деятельности. Негативное воздействие на окружающую среду заводских и фабричных построек было всегда очевидным и делало их крайне нежелательными в поселении. Так, еще в XIX в. английский теоретик искусства В. Моррис в своем философско-утопическом романе «Вести ниоткуда, или Эпоха спокойствия» изобразил Лондон XXI в. без фабрик [1].

Однако далеко не все в промышленной архитектуре сегодня так однозначно. Во-первых, не все предприятия действительно опасны с точки зрения вредных выбросов, современные тенденции развития этого вида зодчества свидетельствуют о стирании в ряде случаев граней между гражданской и промышленной средой. Во-вторых, в наших городах и поселениях размещается более 80% всех производственных объектов, и мы уживаемся с ними, при этом порой достаточно неплохо. Ну и, в-третьих, как-то уходит на второй план то, что современный уровень технологического развития общества предполагает не только воздействие производства на человека, но и обратный процесс, когда промышленное предприятие выступает сверхчистым, испытывающим негативное влияние продуктов жизнедеятельности самого общества.

И все же экологические вопросы по-прежнему остаются острыми в промышленном зодчестве, и внимание к ним сегодня не ослабевает. В этой области архитектуры важным является экологический подход, его развитие и совершенствование, возможности и перспективы.

**Основная часть.** Интерес к вопросам экологии проявился в 70-х гг. XX в., когда человечество после наступления на природу и ее ответа стало искать мира с ней<sup>1</sup>. Началась экологизация знания в разных областях, в том числе в архитектуре и градостроительстве. Тогда же сложилась градостроительная экология как самостоятельное научно-практическое направление, изучающее возможности архитектора в деле охраны и улучшения городской среды. Сознательное и целенаправленное использование всех природоохранных средств и мероприятий в процессе проектирования и строительства получило название экологического подхода. Его активно разрабатывали и внедряли в архитектуру и, конечно, в промышленное проектирование, объекты которого по праву считались самыми проблемными с экологической точки зрения.

Сегодня, по прошествии полувека, мы можем оценить направления, по которым группируются средства решения экологических вопросов в промышленной архитектуре. Их три – технологическое, техническое и архитектурно-планировочное направления [2].

Первое, технологическое направление – это использование безотходных и малоотходных технологий. Здесь возможны разнообразные варианты: от получения основного продукта вообще без отходов (например, изготовление деталей методом порошковой металлургии) до превращения отходов каждого производственного цикла в какой-либо полезный продукт (так, отходы при производстве сыра методом баромембранного фракционирования преобразуются в полезный пищевой концентрат). Возможно использование выбросов производства для попутного получения энергии либо другого применяемого в народном хозяйстве продукта.

Как организовывается безотходный или малоотходный процесс? Первый путь – формирование замкнутого цикла производства в рамках одного предприятия. Второй путь – создание территориально-производственных комплексов (ТПК), когда группа предприятий кооперируется на одной площадке и замыкает цикл, отходы первого предприятия становятся сырьем для второго и так последовательно до конца.

Опыт промышленного проектирования в этом направлении показал, что применение безотходных и малоотходных технологий является самым радикальным и перспективным средством решения экологических вопросов, но при этом самым затратным и трудоемким. Сегодня такие технологии разрабатываются в разных отраслях, однако эффективность их тоже разная. Например, нефтепереработка позволяет включить в процесс 95% получаемых отходов, а добывающая отрасль – только 10% [3]. Белорусская практика может продемонстрировать отдельные малоотходные предприятия – завод горного воска в Пуховичах, молочные и сыродельные комбинаты в Слуцке, Ошмянах, Бресте, предприятие «Гронитекс» в Гродно и др. (рисунок 1).

<sup>1</sup> «Человек во взаимоотношениях с природой проходит три этапа: защита от нее, наступление, мир с ней». – К. Доксиадис, архитектор-градостроитель, Греция [4].



Рисунок 1. – Слуцкий сыродельный комбинат, Беларусь

Достаточно успешно развивается принцип безотходного производства в лесной и деревообрабатывающей отраслях, в энергетике. В республике построено более 20 мини-ТЭЦ, которые работают на возобновляемом топливе – древесине и ее отходах, а также могут использовать фрезерный торф и проч. (Петриковская, Речицкая, Лунинецкая, Пружанская мини-ТЭЦ) (рисунок 2).



а

б

а – Лунинецкая мини-ТЭЦ; б – Пружанская мини-ТЭЦ

Рисунок 2. – Мини-ТЭЦ в Беларуси

Второе, техническое направление решения экологических вопросов промышленного проектирования заключается в использовании устройств очистки выбросов. Активная деятельность по разработке таких средств началась во второй половине XX в., и сегодня в этой области существует множество направлений, дифференцирующихся по компонентам загрязнений и принципиальным способам их улавливания или устранения. Например, способы очистки воды могут быть механические, биологические, физико-химические, а также их сочетания. За прошедшие годы в науке и практике сложились области, объектом которых являются взятые отдельно составляющие окружающей среды (атмосферный воздух, почвы, водный бассейн и проч.), а предметом – разные подходы к ликвидации загрязнений.

Эффективность технических средств очистки выбросов может быть достаточно высокой, достигать 95–99% по отдельным компонентам и даже в целом по всем загрязнениям на некоторых производствах. Однако в реальной жизни эта цифра на предприятиях разных отраслей промышленности находится в пределах 35–70% [5]. При этом, конечно, технические природоохранные средства относятся к материально затратным, и к тому же энергоемким.

Архитектурно-планировочное направление является третьим в решении экологических задач промышленного проектирования. Оно включает разработку и внедрение в проект именно архитектурных средств, касающихся планировки объекта, его объемно-пространственной и конструктивной организации, материалов, цвета, света, озеленения, ландшафтного благоустройства и проч. Будучи заложенными в объемно-планировочную структуру предприятия, эти приемы позволяют снижать и даже устранять его неблагоприятные воздействия на среду. Очевидно, что

использование таких средств менее ресурсно-затратное, чем технологических и технических. Но также и понятно, что радикального снижения загрязнений с помощью архитектурно-планировочного проектирования достичь не удастся. Тем не менее, рассмотрим это направление и его эффективность подробнее.

Прежде всего следует очертить границы применения архитектурно-планировочных природоохранных средств – на что они могут влиять, а какие факторы окружающей среды абсолютно невосприимчивы к ним. Известно, что промышленный объект способен негативно воздействовать на разные составляющие среды: воздушный и водный бассейны, флору и фауну, почву и др.; при этом негативное влияние может быть видимым, как, например, выброс в атмосферу продуктов горения, или невидимым, ощущаемым только по косвенным признакам, как то – засыхающим деревьям, «зацветшим» водоемам и проч. Достаточно опасными являются электромагнитные и другие излучения, изменение микроклимата, или характеристик среды, определяющих визуальный комфорт для человека. Научные исследования, проведенные в 1980-х гг. [2], показали, что использование архитектурно-планировочных средств в качестве природоохранных может решать следующие задачи: снижение *загрязнения воздушного бассейна*, *нейтрализация изменения микроклиматических показателей*, *предотвращение формирования дискомфорта с точки зрения психофизиологического состояния человека*, *восстановление нарушенных ландшафтов*. И, конечно, архитектурно-планировочные средства участвуют решительным образом в эстетическом, художественном формировании среды. Что же касается влияния на водный бассейн или почвы, растительный и животный мир, то природоохранные архитектурно-планировочные средства здесь, к сожалению, неэффективны, хотя возможно некоторое благоприятное воздействие на экологические показатели за счет градостроительных мер производства в населенном месте.

*Загрязнение воздушного бассейна* вредными веществами на промышленных объектах происходит в результате производственных выбросов и работы обслуживающего транспорта. Количество первых зависит от технических средств очистки, которыми оснащаются предприятия. Как правило, это касается улавливаемых, так называемых организованных, выбросов, но есть и неорганизованные, попадающие на площадку через проемы, двери, неплотно примыкающие ограждающие конструкции и т.д. Уменьшить количество технологических выбросов архитектурными средствами нельзя, но возможно снизить их концентрации. В случае низких источников выбросов это достигается специальной расстановкой и формой корпусов для обеспечения максимального естественного проветривания площадки; в случае высоких выбросов – увеличением высоты удаляющих устройств (труб, вентиляционных шахт) и их размещением на площадке с учетом розы ветров и имеющегося окружения.

Устранение загрязнений от обслуживающего транспорта с помощью архитектурных средств возможно организацией всей системы проездов на территории предприятия так, чтобы обеспечивалась минимальная длина передвижения транспортных средств и их оптимальная скорость<sup>2</sup>. При этом становится возможным непосредственно влиять на объем загрязнений, это та небольшая область применения архитектурно-планировочных средств, где они являются активными. Сокращение транспортных выбросов особенно актуально в отраслях строительной индустрии, металлургии, тяжелого машиностроения, на предприятиях которых количество обслуживающего транспорта значительно, и проезды могут занимать 35–40% всей территории.

Корректировка общего объема и концентраций загрязнения воздушной среды может, некоторым образом, осуществляться средствами ландшафтной архитектуры – озеленением площадки. Однако расчеты показали, что увеличение нормативных показателей промышленного озеленения (сегодня это 15%) не является путем достижения цели, поскольку поглотить все выбросы в приземном слое зелеными насаждениями нельзя даже на экологически малоопасных объектах [2]. Поэтому имеет смысл сосредотачивать усилия на подборе ассортимента насаждений и приемов посадок с целью использования их способности поглощать, фильтровать и рассеивать вредные вещества.

*Формирование оптимального микроклимата* на промышленных территориях на первый взгляд кажется неактуальным, тем более в средних широтах, где естественные показатели среды достаточно комфортны для человека. Но именно поэтому такими нежелательными становятся отражение и излучение дополнительного тепла от нагретых солнцем искусственных поверхностей, площадь которых на промышленных площадках очень велика: стены и крыши производственных корпусов и сооружений, покрытия площадок и дорог, проч. Искусственные материалы по сравнению с природными аккумулируют на 10–20% больше солнечной энергии, при этом нагреваются на 15–20 градусов выше, их водонепроницаемость обуславливает увеличение поверхностного стока за счет подземного (70% от выпадающих осадков против 15–20%), тем самым препятствуя расходу накопленного тепла на испарение влаги. Экспериментально получены данные, которые свидетельствуют, что у инсолируемой стены температура воздуха повышается на 1–4 градуса, относительная влажность снижается на 5–10%, а человек, находясь в техногенной среде промышленного объекта, может подвергаться добавочному воздействию тепловой энергии до 1 кал/кв. см, что приравнивается к солнечному облучению [5].

Установлено также, что степень изменения микроклиматических показателей зависит от соотношения техногенной и природной поверхностей, и при равном значении этого соотношения (1:1 или 1:1,2) неблагоприятных изменений микроклимата не возникает. Поскольку регулирование площади всех искусственных плоскостей находится в зоне ответственности архитектора, то архитектурно-планировочные средства становятся основными при формировании оптимального микроклимата на промышленной площадке (рисунок 3).

<sup>2</sup> Установлено, что количество выхлопных газов увеличивается при снижении скорости движения автотранспорта с 70 до 10 км/ч на 36%, а максимальные выхлопные выбросы наблюдаются при скорости ниже 30 км/час [4].



а



б

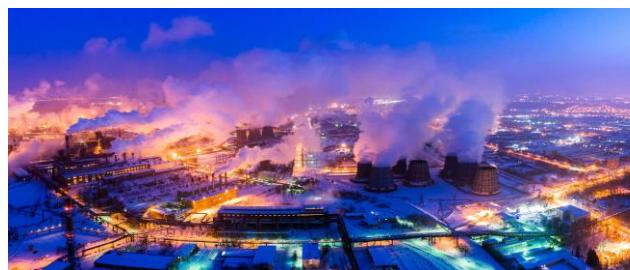
а – техногенная; б – природная

Рисунок 3. – Техногенные и природные поверхности промышленного предприятия

*Визуально комфортная среда* – это достаточно обширное и, пожалуй, не имеющее однозначных границ понятие. Применительно к промышленным территориям сюда входит, прежде всего, предотвращение формирования у человека дискомфортного состояния с точки зрения его психофизиологии. Большая вероятность возникновения такого состояния обусловлена особыми, специфическими чертами промышленной архитектуры, к которым относятся значительные линейные размеры и масштаб объектов производства, активное присутствие в среде машинных и технических форм, специфика строительных материалов и индустриального строительства, часто рассчитанного на максимальную сборность (рисунок 4).



а



б

а – металлообрабатывающее предприятие в Юзовке, Российская империя, начало XX в.;  
б – промышленный узел в Сибири, Россия, XXI в.

Рисунок 4. – Производственная среда

«Зданием можно убить с таким же успехом, что и топором», – это утверждение немецкого художника Г. Цилле в отношении промышленных построек не кажется преувеличенным [6].

Сенсорный психофизиологический уровень восприятия человеком среды – это ощущение ее физических качеств органами чувств, и, прежде всего, зрительными органами. Такое восприятие возможно достаточно объективно оценить, поскольку в основе лежит биологическая сущность человека, которая и обеспечивает всем людям единство психофизиологической организации и социальную общность психического отражения. Исследование с этих позиций производственных территорий показало, что здесь можно выделить участки вероятного возникновения отрицательных психофизиологических реакций – чувства напряженности, подавленности, раздражения и др. Это площадки, как правило, предназначенные для постоянного посещения и длительного пребывания работающих, чья застройка не масштабна человеку, отличается негармоничным сочетанием линейных размеров, монотонной повторяемостью элементов, обилием технического оборудования, замкнутостью пространства и проч., иными словами – это участки, где застройка вынуждена иметь формальные характеристики, способные провоцировать негативное воздействие на психику человека. Безусловно, что нивелирование этого воздействия доступно именно архитектурным средствам, с помощью которых возможно визуально уменьшить или увеличить постройки или их фрагменты, сделать их «понятными», соразмерными человеку, упорядочить, изменить и тем самым гуманизировать среду [2].

*Восстановление ландшафтов*, нарушенных в процессе производственной деятельности, предполагает участие многих специалистов, которые занимаются технологией рекультивации, обеззараживания почвы, подбором специального ассортимента растений и т.д. Но главное, основное – это пространственная организация среды, когда в итоге создаются практически новые, рукотворные ландшафты, и это становится результатом использования архитектурно-планировочных природоохранных средств.

Ну и, конечно, *эстетические, художественные характеристики среды* находятся полностью в сфере архитектурного проектирования. Вопрос – применимо ли к промышленной застройке понятие «художественного», уже

давно не требует обсуждения. Трехсотлетний период развития промышленной области зодчества продемонстрировал непростой путь признания художественной составляющей в этом виде деятельности. От простого копирования декоративных приемов и стилей гражданской архитектуры, отсутствия обоснованных мотиваций и профессиональных архитекторов в проектировании промышленная архитектура сегодня пришла к выработке собственных архитектурно-художественных средств и приемов, созданию теории композиции, академической подготовке своего штата специалистов. В общую теорию и практику архитектуры было внесено много новаций, причем не только объемно-планировочного и технико-конструктивного свойства, но и художественного. Достаточно упомянуть решающее участие промышленного проектирования в создании функционализма как художественного мировоззрения XX в., а также такого стилистического направления как high tech [7] (рисунки 5, 6).

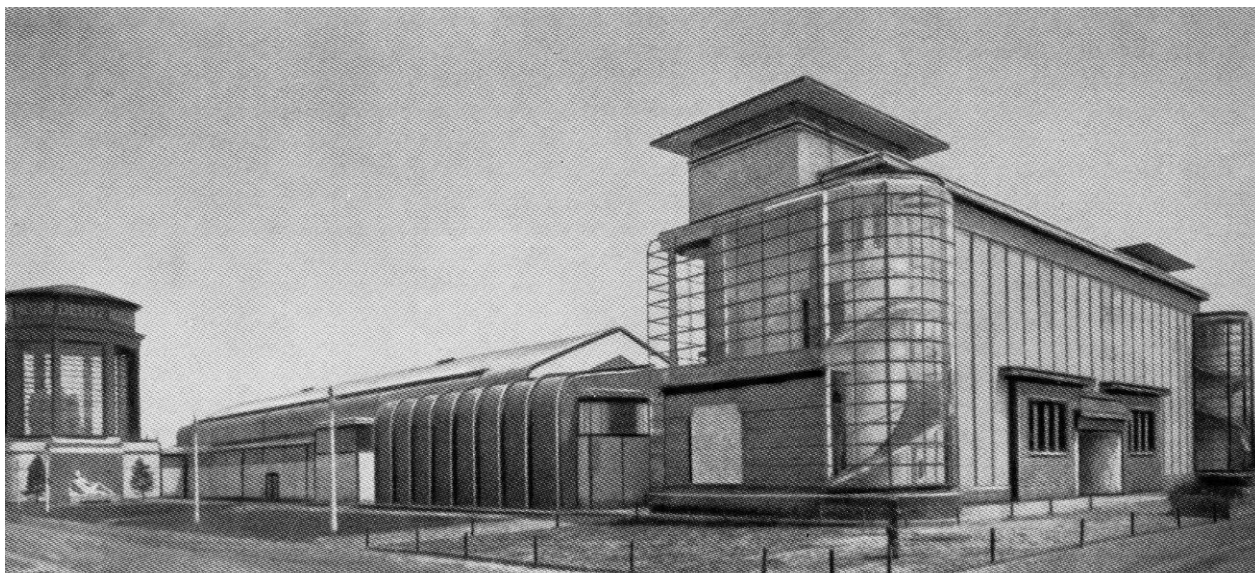


Рисунок 5. – Показательная фабрика на выставке Веркбунда в Кельне, Германия, начало XX в.



*a*



*б*

*a* – фасад; *б* – фрагмент

Рисунок 6. – Программный объект стилистического направления high tech – «Фабрика культуры», центр Помпиду в Париже, Франция, вторая половина XX в.

**Заключение.** Подводя итог развитию экологического подхода в промышленной архитектуре следует констатировать, что природоохранные мероприятия сегодня идут по трем направлениям – технологическому, техническому и архитектурно-планировочному. Наиболее радикальными являются первые два направления, с помощью которых можно непосредственно уменьшать количество выбросов и вредных воздействий производственных объектов на среду.

Архитектурно-планировочные средства с этой точки зрения относятся к так называемым пассивным, их диапазон – это снижение не объемов, а концентраций загрязнений, не негативных воздействий объекта, а их последствий. Однако при этом арсенал экологических мероприятий достаточно велик и разнообразен, в него входят: поиск формы, габаритов, способов расстановки корпусов, обеспечивающих достаточное проветривание площадки; организация проездов минимальной длины и пересечений, что способствует снижению выбросов транспорта; уменьшение

площади искусственных, техногенных поверхностей; разработка приемов озеленения, обеспечивающих максимальную нейтрализацию загрязнений в воздушном бассейне, а также корректировку микроклиматических показателей среды и проч.

Такое многообразие приемов при их совокупном использовании в процессе промышленного проектирования может дать ощутимые результаты. К тому же архитектурно-планировочные природоохранные средства широко доступные и мало затратные, а для решения отдельных экологических проблем они, порой, являются главными и даже единственными, как, например, при восстановлении нарушенных ландшафтов, снижении шумового или так называемого визуального загрязнения городских территорий, создании эстетически приемлемой, гармоничной среды.

Ну и, кроме того, необходимость дальнейшего развития сегодня архитектурно-планировочного природоохранного направления в промышленном проектировании обосновывается достаточно невысокой пока еще общей эффективностью технических систем очистки выбросов, проблематичностью быстрого совершенствования технологий и наличием значительного ущерба от загрязнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Krufft H.-V. A history of architectural theory: from Vitruvius to the present. – London: Zwemmer; New York: Princeton Architectural Press, 1994. – 706 p.
2. Морозова Е.Б. Архитектура промышленных объектов: прошлое, настоящее и будущее. – Минск: УП «Технопринт», 2003. – 316 с.
3. Алещенко Н.В. Особенности архитектурного проектирования промышленных предприятий с учетом природоохранных требований. – М.: Ротапринт МАРХИ, 1985. – 88 с.
4. Мастера архитектуры об архитектуре / Под ред. А.В. Иконникова. – М.: Искусство, 1972. – 590 с.
5. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.
6. Нагель О. Генрих Цилле. – М.: Академия художеств СССР, 1962. – 103 с.
7. Морозова Е.Б. Промышленное здание в истории архитектуры. – Минск: БНТУ, 2017. – 302 с.

#### REFERENCES

1. Krufft, H.-V. (1994). *A history of architectural theory: from Vitruvius to the present*. London: Zwemmer; New York: Princeton Architectural Press.
2. Morozova, E.B. (2003). *Arkhitektura promyshlennykh ob'ektov: proshloe, nastoyashchee i budushchee*. Minsk: UP «Tekhnoprint». (In Russ.).
3. Aleshchenko, N.V. (1985). *Osobennosti arkhitektornogo proektirovaniya promyshlennykh predpriyatii s uchetom prirodookhrannykh trebovaniy*. Moscow: Rotaprint MARKHI. (In Russ.).
4. Ikonnikov, A.V. (Eds.). (1972). *Mastera arkhitektury ob arkhitekture*. Moscow: Iskusstvo. (In Russ.).
5. Chistyakova, S.B. (1988). *Okhrana okruzhayushchei sredy*. Moscow: Stroiizdat. (In Russ.).
6. Nagel', O. (1962). *Genrikh Tsille*. Moscow: Akademiya khudozhestv SSSR. (In Russ.).
7. Morozova, E.B. (2017). *Promyshlennoe zdanie v istorii arkhitektury*. Minsk: BNTU. (In Russ.).

Поступила 21.02.2024

### ENVIRONMENTAL ASPECTS OF INDUSTRIAL ARCHITECTURE

**YE. MOROZOVA**

*(Belarussian National Technical University, Minsk)*

*The article is about the environmental approach in industrial design. The technological, technical and architectural environmental protection tools, their development and improvement, opportunities and prospects in the conditions of the Republic of Belarus are investigated.*

**Keywords:** *industrial architecture, environmental protection tools, ecological approach, industrial design, environmental protection.*