

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-46-61

Шамаева Т.В.*Национальный Исследовательский Московский государственный строительный университет**E-mail: ShamaevaTV@yandex.ru*

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Аннотация. *Промышленность перешла в новый качественный этап своего развития. Предпосылками перехода явились следующие факторы: развитие науки, применение современных технологий, инноваций, материалов, компьютеризация и программирование.*

Тема архитектурного облика «устойчивой архитектуры» промышленного назначения остается малоизученной на текущий момент времени. Объектом исследования стал архитектурный облик современных промышленных зданий. Проведен анализ облика промышленных объектов, принадлежащих к «устойчивой архитектуре». Изучены характерные особенности архитектурных решений, с помощью которых достигнута принадлежность объекта к «устойчивой архитектуре», в том числе, в решениях облика промышленного объекта. Проанализированы объемы, фасады, основные планировочные идеи, влияющих на объем и облик объекта. Сформулированы выводы.

Меняется идеология создания промышленного объекта, и это отражается на архитектуре. Выявлена общая тенденция – это гуманизация промышленной архитектуры: частичный отход от стандартизации архитектурных решений; многофункциональность; отход от «закрытого» производства; облик здания с «размытыми» типологическими чертами промышленной архитектуры, смещение в сторону облика общественного объекта.

Сформулированы тенденции к выполнению критериев «устойчивого развития архитектуры»: использование альтернативных источников электроэнергии, инновационных технологий и строительных материалов; активное применение научных разработок; компьютеризация и программирование. Особое внимание уделяется безопасности для населения и работающего персонала, безопасности экологии. Принимается комплекс мер по ее достижению, в том числе, применение архитектурно-конструктивных решений. Уникальность фасадов, объемов, не стандартные решения идейно-планировочного характера также становятся визитной карточкой «устойчивого развития архитектуры».

Ключевые слова: *архитектурный облик, инновационные идеи в архитектуре, безопасность экологии, энергоэффективные проекты.*

Введение. Современная промышленная архитектура проходит новый этап своего развития. Это связано с появлением современных технологий, инновационного оборудования и материалов, компьютеризацией процессов в промышленности, – данные изменения касаются производственно-технологического процесса, основой любого промышленного объекта. Но есть и другие признаки нового этапа. Меняется идеология создания промышленного объекта, в первую очередь, это отражается в архитектуре. В том числе, и сама архитектура постепенно меняет отношение людей к промпредприятию: от заказчиков и архитекторов, до простых жителей.

В нашем сознании еще в советский и постсоветский периоды было сформировано определенное мнение о промышленных объектах: эстетически не привлекательные с точки зрения архитектуры, техногенно-опасные, несущие агрессивновредное воздействие на окружающую среду и человека. Промышленная архитектура выполняла только одну задачу, – стать оболочкой для технологического процесса. Это приводило к психологическому отторжению территорий промышленной застройки [1]. Технологический процесс и по

сей день остается в центре проектирования, но меняются требования к производству и ко всем составляющим его создания и эксплуатации объекта.

Актуальность темы. Концепция «устойчивого развития архитектуры» набирает свои обороты. Она немного сложна в понимании, так как объединяет в себя различные слагаемые. В первую очередь, это комплексный подход в проектировании объекта, симбиоз методов и принципов, которые направлены на обеспечение сегодняшнего и будущего поколений комфортной, безопасной, экологически чистой архитектурной средой высокого качественного технологического уровня. Для промышленной архитектуры данный вектор развития как никогда актуален и важен. Качество окружающей среды, экономическая привлекательность, безопасность выходят в авангард на всех стадиях создания и существования объекта: в проектировании, строительстве и во время эксплуатации. Но это не единственные требования. Архитектура промышленных объектов должна стать не агрессивной ни к человеку,

ни к окружающей среде. К архитектурному облику также есть требования, в том числе, привлекательный гуманный вид.

Цель исследования. Проанализировать архитектурный облик промышленных современных объектов, принадлежащих к «устойчивой архитектуре». Сформулировать особенности, с помощью которых достигнута принадлежность к данной архитектуре в решениях облика промышленного объекта, в том числе, объемов, фасадов, основных планировочных идей и решений, влияющих на объем и облик объекта. Ответить на ряд вопросов. Каким образом, и с помощью каких архитектурных приемов изменился облик промышленных объектов последних 10-15 лет? Если мы знаем, что объект по ряду критериев, которые касаются технологий, планировок, транспортно-пешеходных связей, взаимодействия с экологией, окружающей средой, жизненного цикла объекта, его эксплуатации и другого, принадлежит к «устойчивой архитектуре», то отличается ли его архитектурный облик от его предшественников? В чем эти отличия, и какие идеи закладываются именно в облик объекта? А какие идеи «устойчивой архитектуры» «вышли наружу» и получили отражение в облике объекта?

Вначале мы вспомним, по каким критериям, признакам объект получает статус «устойчивого развития архитектуры». Применение энергоэффективных проектов, в том числе, с возобновляемыми источниками энергии, экологически чистыми материалами; строительство высокотехнологичных объектов, применение мер по защите и даже улучшению окружающей среды, сбережению и восстановлению природных ресурсов, - не полный список признаков принадлежности объекта к «устойчивой архитектуре».

Формирование «гуманной среды» – одна из задач устойчивой архитектуры. Не навредить природе, создать безопасность, комфортность, экологичность, ориентированность на применение новейших технологий для построения организации среды жизнедеятельности. *Путь диверсификации* традиционных производств и постепенный переход к безотходным технологиям. Наступила эра качественных технологических скачков. В XX веке в производственном проектировании стали все больше внедрять «гуманизацию производственной среды». В XXI веке экологизации энергоэффективность производства выходят на первые роли. *Гуманизация* означает адаптацию промышленной среды к пребыванию в ней человека, к комфортным условиям для работающих [2]. Стремление к гармоничному балансу между вмешательством человека и существовавшей ранее природой, связь с местом и

ландшафтом играет важную роль в процессе проектирования [3].

Обзор литературы. Обратимся к литературе других авторов по аналогичной тематике и узнаем их мнение в данной области.

В статьях [1, 4] отмечены некоторые особенности планировочных решений, такие как, увеличение площадей непроизводственной части, к которым относятся не только административно-бытовые и обслуживающие помещения, но и площадей для науки и отдыха. Первые, это лаборатории, помещения для научных испытаний, офисные, обучающие помещения, - связанные с обучением и образованием, направленные на дальнейшее использование в производстве. Вторая группа помещений предназначена для совместного отдыха, проведения культурно-информационного обмена между различными слоями работающих, от офисного, административного персонала до рабочего с производства. Данные коммуникации направлены на обмен информацией и опытом, что, несомненно, полезно и важно [1, 4]. Разделение между «синими воротничками» (ручная работа) и «белыми воротничками» (канцелярская, профессиональная работа) вытесняется работой «радужных» воротничков, где различие между производственными и офисными функциями становится размытым [5]. Происходит расширение социально-рекреационных зон. Комфортные и озелененные зоны отдыха стимулируют обмен новыми идеями и неформальное общение между сотрудниками [6].

Освоение крыш – не только эстетически привлекательное использование, технологически оправданное, но оставлять большие плоскости плоских крыш – это недопустимое расточительство при создании промышленных объектов [2].

Многие авторы отмечают: уход от классической типологии современных промышленных предприятий, многофункциональность и различные способы борьбы с «закрытостью» промышленных территорий и самих объектов [1, 2, 4, 6, 9], но в тоже время одноэтажный производственный корпус остается самым удобным для размещения производственного процесса при различных объемно-планировочных принципах проектирования предприятия [7].

Важным элементом функционирования любого промышленного объекта, кроме производственного оборудования, становится инженерное оборудование и сооружения [8]. Особенно очистных сооружений, что подтвердилось на практике, при анализе объектов. Свободная планировка, естественное освещение и инсоляция, естественная вентиляция, увеличение шага конструктивных элементов, отказ от конструктивной связи

между несущими элементами здания и технологическим оборудованием, что может быть подчеркнута архитектурными средствами – отмечают многие авторы [1, 2, 4, 7–11], сокращение производственных площадей [9].

Концепции устойчивого развития должна базироваться на создании здания, в первую очередь, как экологически безопасного объекта [1, 12]. О необходимости перехода к альтернативным видам источников энергии пишут многие авторы, о возможности передачи избытка энергии от производственного объекта к другим объектам [1, 8, 9, 12–15]. Альтернативные виды источников энергии предложено разделить на возобновляемые, природные и экологически-нейтральные [1]. К альтернативным источникам относятся: не только солнце, но и геотермальные источники, а также инженерные системы накопления и распределения альтернативной энергии возобновляемых источников, а в сочетании с инновационными приемами по теплоизоляции светопрозрачного ограждения даже прямой солнечный свет можно использовать для обогрева зданий [14].

Энергетическая безопасность и автономность производства становятся неотъемлемыми требованиями современных предприятий [9]. Но невозможно полностью перейти на возобновляемые источники энергии в промышленности, не используя традиционные [13]. Нужно стремиться к разработке нулевого энергетического баланса производственного здания за счет комплекса энергосберегающих объемно-планировочных и конструктивных решений, а также использования естественных источников энергии [14]. Данные меры приведут к повышению энергоэффективности здания [15].

Сегодняшний этап развития промышленности авторы называют и третьей революцией [1, 16], и четвертой революцией [9], но название – это не столь важно, главное, все сходится во мнении, что идет новый период и он отражается, в том числе, на архитектуре промышленных объектов. Трансформации ведут к поиску новых соответствующих объемно-планировочных, функциональных и инженерных решений производственных объектов. Необходимо дальнейшее совершенствование методов проектирования [17], но полностью уходить от типизации, унификации в промышленной области не имеет смысла [18, 19].

За последние 10–20 лет появились здания и комплексы промышленного назначения, не только высокотехнологические, но и эстетически привлекательные. Такие тенденции уверенно распространяются по всему миру, и все больше проектируют промышленные здания, которые

становятся настоящими архитектурными шедеврами.

Авторы отмечают следующие особенности в современном проектировании, формировании промышленных объектов, имеющих статус «устойчивого развития архитектуры»:

- изменение соотношения площадей базового функционального назначения; расширение спектра площадей различного функционала, ранее не свойственного для промышленной архитектуры; и в связи с этим, появляется многофункциональность промышленных зданий, комплексов:

- освоение крыш, использование эксплуатируемых крыш;

- частичный или полный переход на альтернативные виды источников энергии; энергетическая безопасность и автономность производства; и другое.

Многие авторы отмечают необходимость поиска архитектурных, конструктивно-технологических решений, которые приведут к общей концепции «устойчивого развития архитектуры» в промышленном проектировании. Тема архитектурного облика «устойчивой архитектуры» промышленного назначения остается малоизученной на текущий момент времени.

Научная новизна исследования состоит в том, что в данной статье объектом исследования станут современные зарубежные здания и комплексы, бесспорно относящиеся к объектам «устойчивого развития архитектуры» промышленного назначения, но с акцентом на их архитектурном облике. Здания уникальные по разным критериям: по объемным, фасадным и/или планировочным решениям, с нестандартными техническими, идеологическими внедрениями. Рассмотрение, изучение объектов будет происходить с позиции проявления и отражения «устойчивой архитектуры» в архитектурном облике зданий.

Задачи исследования: провести анализ архитектурных решений промышленных объектов, описать характерные особенности фасадных, объемно-планировочных решений, инженерно-конструктивных, влияющие на архитектурно-градостроительный облик; сделать обобщающие выводы. В процессе анализа, не делая акцента на функциональном назначении промышленных предприятий, внимание будет уделено критериям «устойчивой архитектуры». Следующая задача, – определить тенденции в развитии промышленной архитектуры, в том числе, облика объекта, которые формируются с учетом критериев «устойчивого развития архитектуры».

Материалы и методы. Данное исследование базируется на анализе существующих промышленных объектов, построенных за рубежом. Данные объекты являются представителями «устойчивого развития архитектуры», – это главное условие выбора объекта для анализа, а также объекты имеют неповторимый и нестандартный облик, характеризуются яркими концептуальными идеями, получившими отражение в облике здания. Приведенные примеры меняют привычное представление об архитектуре промышленного значения. Попробуем разобраться и выяснить, какие особенности в объекте определили его как «устойчивой архитектуры» и что повлияло на облик объекта. Далее определим, какие принципы устойчивой архитектуры применялись в данных объектах, и какие тенденции намечаются в проектировании промышленной архитектуры.

В архитектуре современных промпредприятий встречаются решения не свойственные типовой промышленной архитектуре, такие как, освоение крыш, использование солнечных батарей, применение современных и инновационных материалов в фасадах, включение дополнительных функций не промышленного значения и так далее. Рассмотрим подробнее на примерах.

Объект 1 (рис. 1). Крупнейшая в мире электростанция в Копенгагене работает на основе мусороперерабатывающего завода, используя вторсырье как топливо для получения электроэнер-

гии. Крыша здания с одной стороны представляет собой искусственный лыжный склон площадью 9000 м², с длиной склона 400 м, высотой 90 м; а с другой – масштабный парк с пешими тропинками, где растет древесно-кустарниковая растительность. Для подъема лыжников предусмотрены специальные лифты. Склон работает круглогодично. Инновационным решением покрытия склона стала специальная пластиковая сетка, через которую прорастает трава, в результате образуется шероховатая поверхность, со схожим коэффициентом трения, что и снег. Фасад здания состоит из алюминиевых блоков, расположенных в шахматном порядке с окнами. В фасад встроена самая большая в мире стена для скалолазания. На верхней точке крыши расположена смотровая площадка с видом на город. Кроме производственных помещений и офисов, предусмотрены образовательный центр, кафе. Благодаря применяемым технологиям очистки газов, тепловая электростанция Copenhagen работает практически без вредных выбросов в атмосферу [20]. Необычные, новаторские идеи, воплощенные в проекте, привели к следующему: предприятие вышло из статуса закрытого объекта и стало многофункциональным общественным пространством для населения; инновационные технологии и материалы; экологически чистый объект; уникальные фасады, эксплуатируемая кровля.

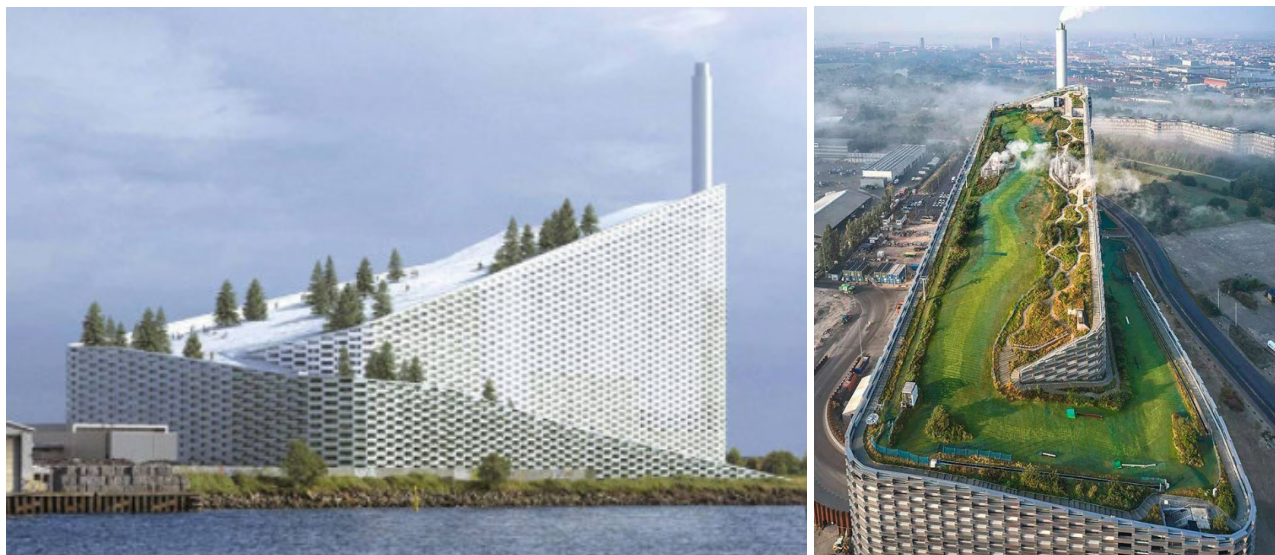


Рис. 1. Мусороперерабатывающий завод с тепловой электростанцией Copenhagen. Копенгаген, Дания. Авторы: Bjarke Ingels Group. 2019 г.

Объект 2 (рис. 2). Основной архитектурной идеей в создании облика электрической подстанции в Иматре перед авторами проекта стояла двойная задача. Сформировать единый комплекс со старым зданием подстанции и органично вписать его в окружающий природный ландшафт. Новое здание подстанции имеет бетонный каркас

и двухслойные фасады. Внешний слой фасада состоит из длинных кирпичей ручной работы, уложенных в зигзагообразном узоре с перфорацией в верхней части для создания пористой решетки, пропускающей свет и воздух, что переключается с треугольными стальными профилями новых опор линий электропередач и терминалов. Внут-

ренный слой двойного фасада состоит из монолитных и сборных бетонных стен, прорезанных ленточным остеклением. Архитектура придает единую идентичность новому проекту и помещает его в существующий контекст [21, 22]. В

данном проекте архитектура зданий и инженерных сооружений выступает как симбиоз архитектурно-скульптурного подхода в решении облика комплекса. Инфраструктурный объект выполнен в гармонии с окружающей средой.



Рис. 2. Электрическая подстанция. Иматра, Финляндия. Авторы: бюро Virkkunen & Co. 2020 г.

Объект 3 (рис. 3). В проекте индустриального комплекса по производству текстиля и одежды Integral Esquel изменен традиционный образ текстильного производства. Получился не просто завод-изготовитель, а промышленный парк экотуризма, охватывающий концепции буддизма, со-

хранения экологии и другие элементы устойчивой архитектуры. Кроме строительства основного текстильного производства и ремесленного центра, проект предусматривает создание ботанических садов, плантаций, выставочных залов, ресторанов для персонала, учебных центров и других объектов [23].



Рис. 3. Фабрика Integral компании Esquel. Г. Гуйлинь провинции Гуанси, Китай. Авторы: Ronald Lu & Partners. 2019–2020 гг. Общий вид

В фасадных материалах зданий фабрики Integral Esquel использовались бамбук, синий кирпич, стекло (рис. 4). Большая часть крыши ремесленного центра покрыта зелеными растениями, что не только увеличивает общее зеленое

покрытие участка, но и помогает изолировать здание и поддерживать стабильную температуру в помещениях. Архитектурное решение проекта отличается: многофункциональность, открытость для населения; использование плоскостей крыш,

рельефа; единство с природой, с традициями, что отражается на всем облике комплекса и делает его уникальным. Модель предприятия сочетает в себе современные инновации, технологии и материалы, элементы традиционной культуры и экологическую устойчивость, тем самым пока-

зывая, как производство, природа и человек могут сосуществовать в гармонии. *Проект* также воплотил в себе несколько устойчивых принципов: восстановление земель, рециркуляция воды, пополнение ресурсов, гармонизация и поддержание местной флоры и фауны.



Рис. 4. Фабрика Integral компании Esquel. Г. Гуялинь провинции Гуанси, Китай. Фасад здания

Объект 4 (рис. 5). На мебельной фабрике Vestre, расположенной в лесу рядом с деревней Магнор на востоке Норвегии, воплощены идеи экологической архитектуры: использование местной древесины, низкоуглеродного бетона, размещение солнечных батарей на крыше здания, тепло от производства используется для обогрева помещений. Фабрика употребляет на 90 % меньше энергии и выбрасывает в атмосферу вдвое меньше парниковых газов [24]. Интересно то, что фабрика открыта для туристов. Предусмотрены пешеходные мосты-тропы, идущие от

земли и поднимающиеся на крышу здания. План фабрики имеет форму креста с круглым помещением в центре, которое максимально остеклено и открыто для просмотра посетителей. Многофункциональность, открытость, не стандартное объемно-планировочное решение, эксплуатируемые крыши, использование альтернативных источников энергии, экологичность, «растворение» архитектуры в природной среде, – характерные черты *проекта*.

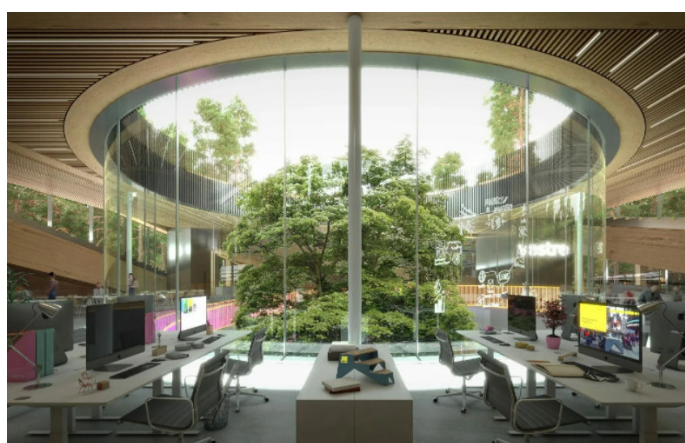
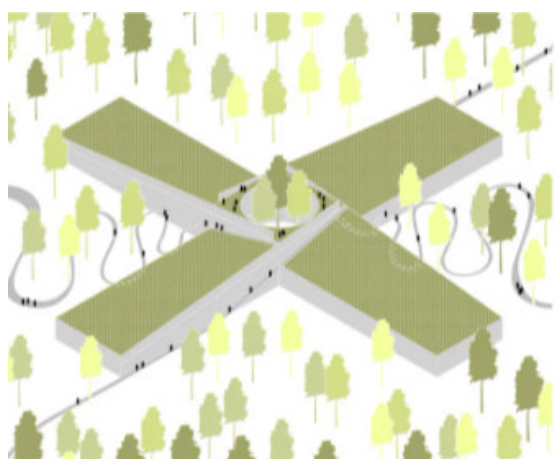


Рис. 5. Мебельная фабрика Vestre. Норвегия. Авторы: бюро BIG. 2020 г.

Объект 5 (рис. 6). Одета из «Лебединого озера» представлена в образе белоснежного лебедя. Поэтому весь замысел архитектурного облика винодельни Odette Estate ассоциируется с белыми лебедиными крыльями. Здание состоит

из трех старых грузовых контейнеров. В одном из них установили пресс для винограда, во втором – офис, в третьем – лабораторию. Не привлекательные стены контейнеров скрыли за белыми полупрозрачными перфорированными панелями, они

маскируют рабочую зону от взгляда посетителей. Фасадные панели и крыша в форме лебединых крыльев определяют оригинальный облик одноэтажного здания. Кровля винодельни «зеленая»,

с естественным озеленением, на крыше расположены солнечные батареи. Устройство солнечных батарей, применение повторно-используемых контейнеров, - винодельня получила сертификат ресурсоэффективности [25].



Рис. 6. Винодельня Odette Estate. США. Авторы: Бюро Signum Architecture. 2017 г.

Объект 6 (рис. 7). Новое сооружение винодельческого производства Шато Шеваль-Блан в регионе Сент-Эмильон включает в себя цех для брожения и выдержки вина и открытые общественные зоны. Вытянутый объем многоуровневой постройки с криволинейным силуэтом вприт холмам окружающей местности. В центре постройки находится внутренний двор, закрытый от солнца и дождя навесным этажом. Во двор привозят собранный виноград, далее он попадает в расположенный на том же уровне цех-бродильню. В подвальном этаже бочки расставлены по кривым линиям, что подчеркивает сложный

план здания. На втором этаже расположен дегустационный зал. Из зала можно попасть на крышу винодельни, занятую деревянной террасой, с полевыми цветами, дикими травами и кустарниками. Свет в интерьер здания попадает сквозь прозрачные стеклянные поверхности террасы [26]. В непосредственной близости находится замок Шеваль-Блан. Волнистый бетонный объем винодельни с зеленой крышей, строгие ряды деревянных панелей и стоек в сочетании с плоскостями стекла, озелененная кровля, нестандартные планировочные решения в сочетании с инновационными производственными технологиями, – отличительные черты винодельни.



Рис. 7. Винодельня Шато Шеваль-Блан, регион Сент-Эмильон, Франция. Арх. Christian de Portzamparc. 2011 г.

Объект 7 (рис. 8). Мусороперерабатывающий завод «МОР» в Майшиме, – облик завода может быть необычным и привлекательным. Оснащение передовыми системами обработки мусора, озелененные крыши, открытые общественные пространства, музей, – появились после

реконструкции завода. Создал образ Фриденрайх Хундертвассер, – мастер со своим узнаваемым стилем, наполненным формами без единой прямой линии, и страстному защитнику окружающей среды. В процессе переработки отходов вырабатывается электричество. Фасады

красочные и причудливые, напоминают сказочный замок или парк развлечений; 120-ти метровая дымовая труба с золотистым куполом, а на крыше разместился сад. Завод принимает около 12 000 посетителей в год и может считаться туристическим объектом [27]. «Я прикрываю глаза так же, как когда рисую в воображении свои картины, и я вижу дома цвета Dunkelbunt* вместо

уродливого кремового цвета и зеленые луга на всех крышах вместо бетона», – так писал архитектор, живописец и автор завода Хундертвассер, 1979г. (Dunkelbunt* – «сияющие чистотой яркие и глубокие цвета, немного грустные, как во время дождливого дня», – примечание Хундертвассера) [28].



Рис. 8. Мусороперерабатывающий завод «МОР», о. Майшима, Осака, Япония. Фасад и эскиз, арх. Ф. Хундертвассера. 2001 г.

Объект 8 (рис. 9). Производственный центр McLaren расположен в сельской местности на окраине Лондона и состоит из группы зданий и сооружений, главные из которых, это технологический центр и производственное здание, между собой здания соединены подземным переходом. Оба здания выполнены со схожими решениями фасадов, состоящими из алюминиевых труб облицовки и остекления. Производственный центр предназначен для сборки спортивных автомобилей. Технологические процессы и условия труда – на высочайшем уровне, а забота об экологии окружающей среды стояла на первом месте.

Двухэтажное здание завода заглубляется ниже уровня земли и над землей высится не более 6,6 м, здание скрыто за специально высаженными деревьями. На крыше собирается дождевая вода, с последующей очисткой и повторным применением в производстве, а также на крыше будут установлены солнечные батареи. В здании работает ресурсосберегающая система вентиляции [29, 30]. Архитектурные решения объемов, фасадов и градостроительная композиция всего комплекса выглядят необычно, но в тоже время вписываются в ландшафт, не нарушая его восприятие.



Рис. 9. Производственный центр McLaren. Уокинг, Великобритания. Арх. Норман Фостер 2011 г.

Объект 9 (рис. 10). Производственная площадка фармацевтической фирмы Kirsch Pharma

Health Care состоит из административно-офисного здания и производственного корпуса. Площадка расположена на территории со свободным

ландшафтом. Комплекс становится стартовым объектом в данной местности. Производственный корпус простой прямоугольной формы, удобной для производственных процессов. Фасадная отделка из навесных светло-серых кассетных панелей, с наклонной «разрезкой». Выделенные швы между панелями темно-серого цвета в вечернее и ночное время с подсветкой. Задача административного корпуса – стать представительским, презентабельным и привлекать внимание посетителей [31]. Прямоугольное в плане здание выглядит необычно за счет решения кровли. Кровля состоит из разноформатных серых сегментов-ромбов с покрытием из титан-цинка, спускается к земле и соприкасается с остекленными виражами стен. Сложная геометрия кровли запроектирована с помощью 3Д-моделирования. Несколько стыков также имеют подсветку. При такой ломаной крыше в здании предусмотрен внутренний водосток. Нижняя облицовка кровли и на улице, и в помещении выполнена из красных трапециевидных панелей. Данные цвета и

наклонные направляющие в архконцепции комплекса были выбраны в соответствии с логотипом компании. Острые углы и ромбы административного здания, наклонное расположение навесные панели производственного корпуса создают ансамбль в едином стиле [32]. Фасадные материалы долговечны, не требуют ухода во время эксплуатации, и отвечают самым высоким требованиям экологичного строительства; свободная градостроительная ситуация позволит в будущем расширить промзону; технология производства на высоком инновационном уровне. В отношении потребления таких ресурсов, как вода и энергия, был реализован целый комплекс мер по поддержанию эффективного и ресурсосберегающего объекта. Технология управления зданием сводит к минимуму потребление энергии, например, за счет последовательного использования рекуперации тепла. Часть электроэнергии производят на собственной блочной теплоэлектростанции [33].



Рис. 10. Здание головного офиса и производство фармацевтической компании Kirsch Pharma HealthCare GmbH в г. Ведемарке, Германия. Авторы: бюро SAOTA. 2018 г.

Объект 10 (рис. 11). Производственный и научно-инновационный центр L'Oreal расположен на берегу залива. Работа центра основана на возобновляемых источниках энергии. Вытянутый вдоль береговой линии объем здания с плавными формами, главным остекленным фасадом обращен в сторону залива. Комплексный подход в проектировании здания, сооружений и организации самой территории предусматривает ряд архитектурно-конструктивных, инженерных решений, направленных на сокращение влияния на экосистему и потребление ресурсов. Применено покрытие кровли из фотоэлектрических панелей с эффектом солнечных батарей, с системой датчиков для поддержания микроклимата внутри здания, в здании предусмотрена система перекрестной вентиляции. Мощная фильтрация воды создает нулевое воздействие на экологию. Первый этаж выполнен в каркасе с тремя параллельными рядами колонн, на половину открыт и

предусмотрен для автостоянки, также содержит не освещенную зону технических и складских помещений. Основной объем здания консольно выдвинут над первым этажом. Второй этаж выполнен из металлической коробчатой балки, внутри которой находится антресоль третьего уровня. Антресоль опирается на колонны, стоящие на нижней плите коробчатой балки. Большую часть второго и третьего этажей занимают лаборатории и исследовательские модули, остальную часть – административные помещения, конференцзалы, залы совещаний, ресторан. В центре предусмотрен кампус для временного проживания. На территории восстановлен естественный заповедник с созданием холмистого рельефа, который помогает замаскировать систему очистных сооружений в обваловке [34]. Симбиоз принятых мер создает благоприятную, экологически чистую среду.

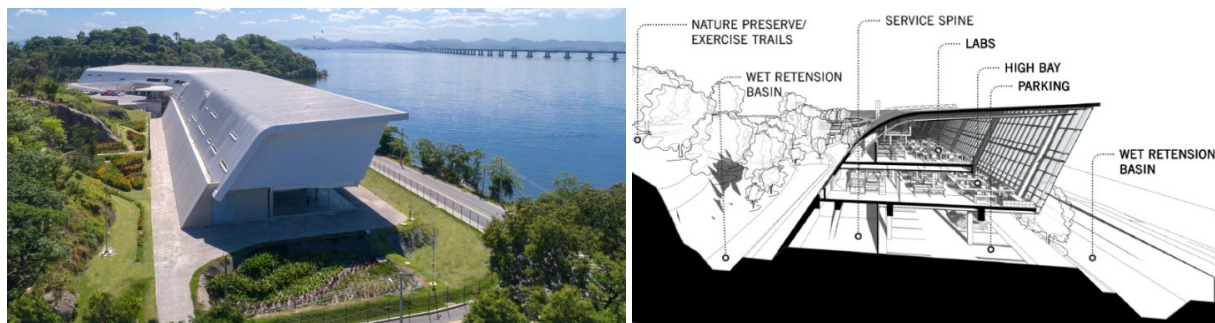


Рис. 11. Производственный и научно-инновационный центр L'Oreal. Рио-де-Жанейро, Бразилия.

Авторы: Perkins&Will. 2016 г.

Основная часть. В архитектуре современных промышленных объектов встречаются интересные и смелые решения, которые касаются внешнего архитектурного облика и планировочных решений, а также несут новаторские идеи по технологическому оснащению, оборудованию. Комплекс архитектурных, инженерно-конструктивных решений приводит к успешному результату, – это безопасность и комфорт работающих

и посетителей, экологическая безопасность, энергоресурсосбережение и автономность частичная или полная в работе предприятия и так далее, а также *запоминающийся и привлекательный облик*. Рассмотрим особенности архитектурных решений по различным критериям в таблице 1.

Таблица 1

Характерные черты и особенности рассмотренных объектов

№	Критерии	Характерные черты и особенности
1	Планировочные особенности Дополнительные функции	Многофункциональное общественное пространство, открытое для общего доступа населения, туристический объект: - общественный парк, образовательный центр, кафе, развлекательные функции, музей, выставочные залы/пространства, учебные центры (как для персонала, так и для посетителей), смотровая площадка, - спорт (скалолазание, искусственный лыжный склон), - экотуризм, промышленный туризм, ботанические сады и плантации Внутренние дворы; заглубление здания ниже уровня земли, подземные переходы, сады/парки/террасы на кровле, антресольные этажи, консольные этажи.
2	Особенности облика здания Объем, фасады	Криволинейные объекты (5, 6, 7, 10), не стандартные формы/объемы (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Фасад – стена для скалолазания. Кровля: инженерно-технологическая функция (солнечные батареи, датчики, устройства, оборудование), «зеленая» кровля, эксплуатируемая крыша, эстетически привлекательный «пятый фасад здания» (1-10).
4	Градостроительная ситуация	В границах города (1, 7). Визуально доминантный объект в существующей ситуации (1, 3, 9). В природном ландшафте (2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10)
5	Материалы отделки	Панели: перфорированные, решетчатые, кассетные; навесные системы, «двойные» фасады, инновационные материалы с различными свойствами, задействованными в общей системе получения и сбережения тепла, в системе вентиляции, - создание микроклимата. Дерево (в том числе, местная древесина), бамбук, стекло, бетон (переход на низкоуглеродистый цемент*), кирпич, титаново-цинковое покрытие, керамопласт, архитектурный бетон, сэндвич-панели, фибробетонные панели («фиброцементные» панели), фасадные материалы «под дерево», современные композитные материалы. Использование вторичной арматурной стали (4). Грузовые контейнеры (вторичное использование). Искусственные отделочные материалы, которые не требуют ухода в эксплуатации и с нулевым воздействием на экологию.
6	Инженерно-технологические особенности Технологии, инновации, инженерные системы	Работа на вторсырье или с использованием вторсырья. Получение электроэнергии на основе собственного производства. Инновационные технологии очистных сооружений по очистке отходов, воздуха от газов и примесей, фильтрации воды. Без вредных выбросов в атмосферу, отсутствие или минимальное потребление природных ресурсов. Возобновляемые источники энергии. Солнечные батареи. Ресурсосберегающая система вентиляции. Специализированное компьютерное программирование на стадии проектирования и эксплуатации здания (1-10). Современные технологии производства с минимальным воздействием на окружающую среду или его отсутствием, - экологически чистые производства. Восстановление земель, рециркуляция воды, пополнение ресурсов, рекуперация тепла, гармонизация и поддержание местной флоры и фауны.

* низкоуглеродистый цемент – производство которого сопровождается низким потреблением энергии и низким выделением углерода

Можно сделать следующие выводы по проведенному анализу объектов. Все объекты имеют индивидуальный, неповторимый облик, когда можно сказать, что данный облик промышленных объектов стал «другим», отличающимся от аналогичных объектов прошлой эпохи.

1. *Архитектурный облик промышленного здания* кардинально меняется. Мы видим архитектурные решения, необычные и несвойственные промышленной архитектуре. Несомненно, облик здания должен отражать и отвечать функции здания. Но что происходит сейчас? Архитектура промышленного здания напоминает и приближается к архитектуре общественного здания. Человек привык к той архитектуре, которая его окружает в повседневной жизни, а это офисные и административные здания, торговые центры, многофункциональные комплексы. Такая архитектура его не пугает, от нее не исходит угрозы и опасности, как от чистого образа промпредприятия, запечатленного в нашей памяти. Внешний облик нарочито отходит от идентификации промышленной архитектуры. Появляются объекты со схожими архитектурными чертами туристических, общественно-развлекательных комплексов, любопытные «инопланетные», космические образы.

Спектр проектных средств, применяемых для достижения данного эффекта, многогранен. В отделке фасадов применяют два вида материалов: искусственные материалы, которые не требуют ухода в эксплуатации, а также инновационные материалы на основе различных сплавов – композитные и натуральные материалы. Сочетание различных материалов и систем фасадной отделки, – эксперименты, которые раньше были не типичны для промышленной архитектуры. Причем, главные требования к любым материалам – нулевое воздействие на экологию и на человека; огнестойкость и негорючесть. Во многих объектах задействован «пятый» фасад здания, работающий на создание облика, архитектуры здания в целом; «зеленые кровли» – создание искусственного ландшафта с естественным озеленением. Эксплуатируемые кровли для отдыха, как для работающего персонала, так и для посетителей предприятия.

Очень четко видны *тенденции в решении объемов, фасадов*, зависящие от существующих градостроительных условий. Первое, это максимально гармонично вписаться в окружающий ландшафт. Не навредить визуальному восприятию природы, местности. Здания «повторяют» форму рельефа, – холмы, растительность, водоемы. При наличии свободной территории здание может «уходить» в подземные этажи, заглубляться, с целью сохранить небольшую высоту

возводимых объектов и максимальное внимание сфокусировать на ландшафте. Второе направление, это здания – доминанты. С уникальной и даже с «причудливой» или с «космической» архитектурой. Как вариант, это создание скульптурной архитектуры, задающей будущую идентичность, узнаваемость места. Совсем иной подход при реконструкции, пристройки, расширении, модернизации и так далее, то есть, при наличии существующих корпусов. Добиться максимального сочетания с существующими корпусами, сооружениями.

2. *Планировочные решения* уходят от типизации проектных решений. Особенно, это касается общественных зон и пространств, корпусов не производственного назначения. Практически во всех рассмотренных зданиях характерна многофункциональность. Раскрытие предприятия для населения, города. Расширение функций и уход от «закрытого» производства.

На предприятии предусмотрены лаборатории, научные и экспериментальные отделы, обучающие центры, библиотеки, конференц-залы, медиапространства, места отдыха и общения персонала, где происходит обмен опытом, знаниями, информацией между рабочими, научными сотрудниками, а также отдых, разгрузка и комфорт на рабочем месте.

3. *Инновации и наука в технологии и производстве, инженерное оборудование.*

Применение научных разработок, программирования при создании энергоэффективных проектов.

4. *Компьютерное программирование.* Архитектурно-конструктивное программирование: разновеликие и сложные формы, многоуровневые объемы; применение нетиповых конструктивных систем и конструкций. Без инженерного, технологического программирования сегодня нельзя представить работу промпредприятия. Пространственное и математическое моделирование объема здания в зависимости от жизненного цикла, прогнозирование с моделированием процессов.

Выводы. Аккумулируя проведенный анализ и вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

1. В современной промышленной архитектуре прослеживается тенденция к выполнению критериев «устойчивого развития архитектуры»: использование энергоэффективных систем, в том числе, на основе естественных источников энергии; бережное отношение к окружающей среде, неприемлемость ее загрязнения; использование инновационных технологий и современных строительных и отделочных материалов. Инновационные научные разработки, компьютеризация и

программирование, - обязательные инструменты для достижения успешных результатов.

Особое внимание уделяется безопасности. Безопасность для населения и работающего персонала, безопасность экологии, окружающей среды. Целый комплекс мер: по применению огнестойких конструкций, негорючих материалов, строительство очистных сооружений по очистке воздуха, фильтрации стоков, воды. Санитарно-защитные зоны для промпредприятий (СЗЗ) утвержденные нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», предназначены для создания поясов защиты населения от промпредприятия. Самые распространенные зоны «отчуждения» для промпредприятий установлены в 500 и 1000 метров. Устанавливая такие защитные зоны в метрах, километрах, тем самым мы констатируем факт того, что данное предприятие априори имеет вредное, опасное производство. Лучше устанавливать требования по выбросам, предельным значениям загрязнения окружающей среды. И если определять зоны СЗЗ, то в зависимости от просчитанного количества и качества данных выбросов и степени защиты от них у каждого конкретного предприятия.

2. Общая тенденция – гуманизация промышленной архитектуры. Способы достижения различны: частичный отход от типизации, унификации, стандартизации архитектурных решений, в тех случаях, когда это не противоречит производственному процессу; многофункциональность и отход от «закрытого» производства, как внутри промобъекта, так и раскрытие для населения; использование архитектурного облика, с «размытыми» типологическими чертами промышленной архитектуры в сторону облика общественного объекта. Одноэтажные корпуса в приоритете, но имеют места быть здания любой этажности, все зависит от производственных процессов внутри корпусов.

3. В основном, применение конструктивных систем с большепролетным каркасом в металле или железобетонные несущие конструкции, а также приветствуются любые решения, конструктивно-технологически и экономически выгодные и дающие гибкую планировочную структуру, которая в будущем позволит беспрепятственно менять технологическое оборудование и проводить перепланировку. В связи с этим, желательно, чтобы технологическое оборудование не было связано с несущими конструкциями здания.

Несомненно, принадлежность объекта к «устойчивой архитектуре» опирается на комплекс различных мер, в том числе, по техноло-

гии, применении энергоэффективных материалов, альтернативных источников энергии, на мощных очистительных сооружениях и других инженерных системах. В эту общую работу включаются планировочные решения, решения по фасадам и объемам здания. Уникальность фасадов, объемов, не стандартные решения идейно-планировочного характера также становятся визитной карточкой «устойчивого развития архитектуры». Современные архитекторы должны об этом не забывать в своих проектах. Научно-технологический прогресс в промышленной сфере и реальное прикладное проектирование должны идти вместе и в ногу с происходящими переменами. В заключении хотелось бы отметить, что изменения в современной промышленной сфере, в том числе, в архитектурной области, несомненно, радуют, есть все предпосылки для развития и становления «устойчивой архитектуры» и в России. Данные тенденции в «развитии устойчивой архитектуры» станут вектором в проектировании не только при возведении новых производственных объектов, но и при реновации существующих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сазыкина Е.В. Пути развития современного производства России и их влияние на практику архитектурного проектирования // *Architecture and modern information technologies*. 2016. №1(34). С. 1–10
2. Чистяков К.Ю. Типологические признаки современной промышленной архитектуры // *Системные технологии*, 2019. № 3 (№32). С. 76–83
3. Sampaio C.G., Alvar Aalto and Alvaro Siza: The Link between Architecture and Nature in the Construction of Place // *Athens Journal of Architecture*. 2015. Vol.1. №. 3. Pp. 207–220
4. Сазыкина Е.В. Особенности архитектурно-планировочной организации производственных предприятий в условиях современного города // *Architecture and modern information technologies*, 2017. № 1 (38). С. 213–224
5. *Industrial Buildings. Conservation and Regeneration* // ed. by M. Stratton. – New York, Taylor & Francis e-Library. 2000. Vol. 5. 256 p.
6. Дмитриева А.О., Хрусталева А.А. Функциональное зонирование и архитектурные решения современных производственных предприятий // *Системные технологии*. 2019. № 2 (№32). С. 103–111
7. Дмитриева А.О. Принципы объемно-планировочной организации новейших производственных объектов // *Architecture and modern information technologies*, 2019. № 2 (47). С. 135–149
8. Дмитриева А.О. Многоаспектная гибкость архитектуры современных производственных

предприятий // Сборник статей «Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ», Москва: Изд-во МАРХИ. 2021. Вып.1. С. 211–214. DOI: 10.24412/cl-35672-2021-1-0047

9. Дмитриева А.О. Влияние «прорывных технологий» на архитектуру высокотехнологичных производственных объектов // Национальная ассоциация ученых (НАУ), 2020. №61. С. 4-6 DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314

10. Проскурин Г.А. Современные принципы построения промышленных зданий // Вестник ОГУ, 2011. № 9 (128). С. 170–177. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314

11. Shamaeva T. Space planning solutions of production and warehouse buildings and complexes as exemplified by the Istra District of the Moscow Region // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. Vol. 10(2). Pp. 1719–1732

12. Есаулов Г.В. Устойчивая архитектура – от принципов к стратегии развития // Вестник ТГАСУ. 2014. №6. С. 9–24

13. Фетисова М.А., Коломыцева А.Ю. Гибкий подход к проектированию производственного объекта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. №2. С.47–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-2-47-54

14. Кологривова Л.Б. Экологичная энергетика в архитектуре современного производственного здания // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2013. № 2. С. 73-75 DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314

15. Фисенко А.А., Бассе М.Е. Энергоэффективность промышленной архитектуры: современная теория и практика // Architecture and modern information technologies. 2013. № 2 (23). С. 1–13

16. Bell D. The coming of post-industrial society: A venture of social forecasting. The future of industrial buildings by Nicholas Grimshaw // Journal of the Royal Society of Arts. Vol. 133. №5341 (December 1984) С. 47–602.

17. Fei S., Shuwei G., Borui L., Yichao L., Sailing H. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air // Akustic journal. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.

18. Конюков А.Г., Москаева А.Г. Открытая система архитектурной унификация как способ совершенствования процесса проектирования производственных зданий // Architecture and modern information technologies. 2013. № 1 (22). С. 1–12

19. Конюхов А.Г. Метод свободного проектирования производственных зданий и архитектурно-строительная унификация // Известия КГАСУ. 2013. №2 (24). С. 60–69

20. Тепловая электростанция с лыжным склоном на крыше – архитектура будущего от Bjarke Ingels Group. [Электронный ресурс]. Ru.Architime. URL: https://www.architime.ru/news/big_1/copenhill.htm#5.jpg. (дата обращения: 01.08.2022)

21. Электрическая подстанция Иматы / Virkkunen@Co Frchitects. [Электронный ресурс]. decor.design. URL: <https://decor.design/elektricheskaya-podstancziya-imatry-virkkunen-co-architects/> (дата обращения: 01.08.2022)

22. Virkkunen@Co проектирует скульптурные подстанции и пилоны в Финляндии. [Электронный ресурс]. decor.design. URL: <https://decor.design/virkkunen-co-proektiruet-skulpturnye-podstanczii-i-pilony-v-finlyandii/> (дата обращения: 01.08.2022)

23. Новая промышленная архитектура: необычные проекты. [Электронный ресурс]. Главгосэкспертиза России. URL: <https://zen.yandex.ru/media/glavgosexpertiza/novaia-promyshlennaia-arhitektura-neobychnye-proekty-5fa12dae49e00863eb6d112c> (дата обращения: 01.08.2022)

24. BIG Creates Sustainable Furniture Factory For Vestre In The Heart Of The Norwegian Forest. [Электронный ресурс]. worldarchitecture.org. URL: <https://worldarchitecture.org/architecture-news/effng/big-creates-sustainable-furniture-factory-for-vestre-in-the-heart-of-the-norwegian-forest.html> (дата обращения: 01.08.2022)

25. Odette Estate Winery // Signum Architecture. [Электронный ресурс]. architizer.com. URL: <https://architizer.com/blog/projects/odette-estate-winery/> (дата обращения: 01.08.2022)

26. Бетонные волны в виноградниках. [Электронный ресурс]. archi.ru. URL: <https://archi.ru/world/35179/betonnye-volny-v-vinogradnikah> (дата обращения: 01.08.2022)

27. Фриденсрайх Хундертвассер: Завод по сжиганию мусора MOP Maishima. [Электронный ресурс]. Архитектура и Проектирование | Справочник. URL: <http://arx.novosibdom.ru/node/1804> (дата обращения: 01.08.2022)

28. Фриденсрайх Хундертвассер – Философия/тексты. Я прикрываю глаза..., 1979. [Электронный ресурс]. hundertwasser.ru. URL: https://hundertwasser.ru/philosophy/pages/1979--I_Close_My_Eyes_Halfway--RUS--Hundertwasser.html (дата обращения: 01.08.2022)

29. Новый этап эволюции завода. [Электронный ресурс]. Архи Ру. URL: <https://archi.ru/world/37968/novyi-etap-evolyucii-zavoda> (дата обращения: 01.08.2022)

30. Уникальный производственный центр McLaren в Лондоне. [Электронный ресурс]. Европа сегодня. URL: [58](https://europe-</p></div><div data-bbox=)

today.ru/2011/11/unikalnyj-proizvodstvennyj-centr-mclaren-v-londone/ (дата обращения: 01.08.2022)

31. Головной офис и производство Kirsch Pharma HealthCare GmbH in Wedemark, Germany. [Электронный ресурс]. Интернет-журнал о дизайне и архитектуре BERLOGOS. URL: <http://berlogos.ru/work/golovnoj-ofis-i-proizvodstvo-kirsch-pharma-healthcare-gmbh-v-vedemarke-germaniya/> (дата обращения: 01.08.2022)

32. Необычная кровля на здании фармацевтической компании KirschPharma HealthCare. [Электронный ресурс]. Архи Ру. URL: <https://archi.ru/tech/87587/neobychnaya-krovlya-na-zdanii-farmaceuticheskoj-kompanii->

kirschpharma-healthcare (дата обращения: 01.08.2022)

33. Environment and sustainability. [Электронный ресурс]. Kirschpharma-healthcare. URL: <https://www.kirschpharma-healthcare.com/#!de/kirsch-pharma-healthcare/unternehmen-umwelt-und-nachhaltigkeit> (дата обращения: 01.08.2022)

34. Инновационный центр L'Oreal/Перкинс и Уилл. [Электронный ресурс]. archdaily.com URL: https://www.archdaily.com/938562/loreal-innovation-center-perkins-and-will?ad_source=search&ad_medium=projects_tab (дата обращения: 01.08.2022)

Информация об авторах

Шамаева Татьяна Вячеславовна, кандидат архитектуры, доцент кафедры Архитектура. E-mail: ShamaevaTV@yandex.ru. Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет (НИУ МГСУ). Россия, 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26.

Поступила 11.08.2022 г.

© Шамаева Т.В., 2022

Shamaeva T.V.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

E-mail: ShamaevaTV@yandex.ru

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURAL APPEARANCE OF INDUSTRIAL FACILITIES ON THE EXAMPLE OF FOREIGN EXPERIENCE

Abstract. *The industry is at a new qualitative stage of its development. The prerequisites for the transition to a new stage are the following: the development of science, the use of modern technologies, innovations, materials, computerization and programming. The architecture of modern industrial buildings is the object of research. The architectural appearance of "sustainable architecture" for industrial purposes is poorly studied. The characteristic features of architectural solutions are studied. They helped to achieve the belonging of the object to the "sustainable architecture", including in the decisions of the appearance of the industrial facility. Volumes, facades, basic planning ideas affecting the volume and appearance of the object are analyzed. Conclusions are formulated. Attitude towards industry of architecture and towards architecture of industrial buildings are changing. A general trend has been identified – this is the humanization of industrial architecture: a partial departure from the standardization of architectural solutions; multifunctionality; a departure from "closed" production; the appearance of a building with "blurred" typological features of industrial architecture, a shift towards the appearance of a public object. The tendencies to fulfill the criteria of "sustainable development of architecture" are formulated: the use of alternative sources of electricity, innovative technologies and building materials; the active use of scientific developments; computerization and programming. Special attention is paid to safety for the population and working personnel, environmental safety. A set of measures is being taken to achieve safety, including the use of architectural and structural solutions. The originality of facades, volumes, non-standard solutions of an ideological and planning nature also become the hallmark of the "sustainable development of architecture".*

Keywords: *architectural appearance, innovative ideas in architecture, environmental safety, energy-efficient projects.*

REFERENCES

1. Sazykina E. Development path of contemporary russian manufacturing and their impact on practice in the architectural design [Puti razvitiya sov-

remennogo proizvodstva rossii i ih vliyanie na praktiku arhitekturnogo proektirovaniya] Architecture and modern information technologies. 2016. No. 1(34). Pp. 1–10. (rus)

2. Chistyakov K. The typical signs of modern industrial architecture [Tipologicheskie priznaki

sovremennoy promyshlennoy arhitektury]. The system technologies. 2019. No 3 (No. 32). Pp. 76–83 (rus)

3. Sampaio C.G., Alvar Aalto and Alvaro Siza: The Link between Architecture and Nature in the Construction of Place. Athens Journal of Architecture. 2015. Vol.1. No. 3. Pp. 207–220.

4. Sazykina E. Architectural and planning organization features of industrial facilities in the contemporary urban structures [Osobennosti arhitekturno planirovochnoy organizatsii proizvodstvennykh predpriyatiy v usloviyakh sovremennogo goroda]. Architecture and modern information technologies. 2017. No 1 (38). Pp. 213–224. (rus)

5. Industrial Buildings. Conservation and Regeneration. Ed. by M. Stratton. New York, Taylor & Francis e-Library. 2000. Vol. 5. 256 p

6. Dmitrieva A., Khrustalev A. Functional zoning and architectural design of contemporary industrial facilities [Funktionalnoe zonirovaniye i arhitekturnye resheniya sovremennykh proizvodstvennykh predpriyatiy]. The system technologies. 2019. No. 2 (No. 32). Pp. 103–111 (rus)

7. Dmitrieva A. Principles of space-planning organization of the recent production facilities [Printsipy obemno planirovochnoy organizatsii novykh proizvodstvennykh obektov]. Architecture and modern information technologies. 2019. No. 2 (47). Pp. 135–149 (rus)

8. Dmitrieva A.O. Multi-aspect flexibility of the architecture of modern industrial facilities [Mnogospektynaya gibkost arhitektury sovremennykh proizvodstvennykh predpriyatiy]. Collected articles «Science, education and experimental design. Proceedings of the MARCHI», Moscow: Publishing house MARCHI. 2021. Vol. 1. Pp. 211–214. DOI: 10.24412/cl-35672-2021-1-0047 (rus)

9. Dmitrieva A. Impact of "breakthrough technologies" on the architecture of high-tech production facilities [Vliyaniye proryvnykh tehnologiy na arhitekturu vysokotekhnologichnykh proizvodstvennykh obektov]. National Association of Scientists. 2020. No. 61. Pp. 4–6. DOI:10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314 (rus)

10. Proskurin G.A. Modern principles of building construction [Sovremennyye printsipy postroeniya promishlennykh zdaniy]. Vestnik OSU. 2011. No. 9(128). Pp. 170–177. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314 (rus)

11. Shamaeva T. Space planning solutions of production and warehouse buildings and complexes as exemplified by the Istra District of the Moscow Region. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. Vol. 10(2). Pp. 1719–1732

12. Esaulov G. Sustainable architecture: from approaches to strategy of development [Ustoychivaya arhitektura ot printsipov k strategii razvitiya]. Vestnik TGASU. 2014. No. 6. Pp. 9–24 (rus)

13. Fetisova M.A., Kolomytseva A.Yu. Flexible approach to design of a production facility [Razrabotka metodov i sredstv planirovaniya proizvodstvennykh protsessov]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 2. Pp. 47–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-2-47-54 (rus)

14. Kologrivova L.B. Eco-friendly energy in the architecture of modern industrial building [Ekologichnaya energetika v arhitekture sovremennogo proizvodstvennogo zdaniya]. Akademicheskij vestnik URALNIIPROEKT RAASN. 2013. No 2. Pp. 73–75. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.61.314 (rus)

15. Fissenko A.A., Basse M.E. Energy efficiency of industrial architecture: modern theory and practice [Energoeffektivnost promyshlennoy arhitektury sovremennaya teoriya i praktika]. Architecture and modern information technologies. 2013. No 2 (23). Pp. 1–13 (rus)

16. Bell D. The coming of post-industrial society: A venture of social forecasting. The future of industrial buildings by Nicholas Grimshaw. Journal of the Royal Society of Arts. Vol. 133, no. 5341 (December 1984), Pp. 47–602.

17. Fei S., Shuwei G., Borui L., Yichao L., Sailing. H. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air. Akustic journal. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.

18. Konyukov A.G., Moskaeva A.S. Open system of architectural unification as the way of improvement methods of designing of industrial buildings. [Otkrytaya Sistema arhitekturnoy unifikatsii kak sposob sovershenstvovaniya protsessa proektirovaniya proizvodstvennykh zdaniy]. Architecture and modern information technologies. 2013. No 1 (22). Pp. 1–12 (rus)

19. Konyukov A. The method of free design of manufacture buildings and the architectural-construction unification [Metod svobodnogo proektirovaniya proizvodstvennykh zdaniy i arhitekturno stroitel'naya unifikatsiya]. News of the KSUAE, 2013. No 2 (24). Pp. 60–69 (rus)

20. Thermal power plant with a ski slope on the roof – architecture of the future by Bjarke Ingels Group. [Teplovaya elektrostanciya s lyzhnym sklonom na kryshe – arhitektura budushchego ot Bjarke Ingels Group]. Ru.Architime. URL: https://www.architime.ru/news/big_1/copenhill.htm#5.jpg. (date of treatment: 01.08.2022)

21. Imatra Electrical Substation / Virkkunen@Co Architects. [Elektricheskaya podstanciya Imatry / Virkkunen@Co Architects]. decor.design. URL: <https://decor.design/elektricheskaya-podstanciya-imatry-virkkunen-co-architects/> (date of treatment: 01.08.2022)

22. Virkkunen@Co designs sculptural substations and pylons in Finland. [Virkkunen@Co proektiruet skulpturnye podstancii i pilony v Finlyandii].

decor.design. URL: [decor.design https://decor.design/virkkunen-co-proektiruet-skulpturnye-podstanczii-i-pilony-v-finlyandii/](https://decor.design/virkkunen-co-proektiruet-skulpturnye-podstanczii-i-pilony-v-finlyandii/) (date of treatment: 01.08.2022)

23. New industrial architecture: unusual projects. [Novaya promyshlennaya arhitektura: neobychnye proekty]. Glavgosexpertiza of Russia. URL: <https://zen.yandex.ru/media/glavgosexpertiza/novaia-promyshlennaia-arhitektura-neobychnye-proekty-5fa12dae49e00863eb6d112c> (date of treatment: 01.08.2022)

24. BIG Creates Sustainable Furniture Factory For Vestre In The Heart Of The Norwegian Forest. worldarchitecture.org. URL: <https://worldarchitecture.org/architecture-news/effng/big-creates-sustainable-furniture-factory-for-vestre-in-the-heart-of-the-norwegian-forest.html> (date of treatment: 01.08.2022)

25. Odette Estate Winery. Signum Architecture. architizer.com. URL: <https://architizer.com/blog/projects/odette-estate-winery/> (date of treatment: 01.08.2022)

26. Concrete waves in vineyards. [Betonnye volny v vinogradnikah]. archi.ru. URL: <https://archi.ru/world/35179/betonnye-volny-v-vinogradnikah> (date of treatment: 01.08.2022)

27. Friedensreich Hundertwasser: Incinerator plant MOP Maishima. [Zavod po szhiganiyu mutora]. Architecture and Design | Guide. URL: <http://arx.novosibdom.ru/node/1804> (date of treatment: 01.08.2022)

28. Friedensreich Hundertwasser – Philosophy/texts. I_Close_My_Eyes ..., 1979. hundertwasser.ru. URL: https://hundertwasser.ru/philosophy/pages/1979--I_Close_My_Eyes_Halfway--RUS--Hundertwasser.html (date of treatment: 01.08.2022)

Information about the authors

Shamaeva, Tatiana V. PhD. E-mail: ShamaevaTV@yandex.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU). Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye Shosse, 26.

Received 11.08.2022

Для цитирования:

Шамаева Т.В. Устойчивое развитие архитектурного облика промышленных объектов на примере зарубежного опыта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 12. С. 46–61. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-46-61

For citation:

Shamaeva T.V. Sustainable development of the architectural appearance of industrial facilities on the example of foreign experience. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 12. 46–61. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-12-46-61

29. The new stage in the evolution of the factory. [Novyj etap evolyucii zavoda]. Arhi Ru. URL: <https://archi.ru/world/37968/novyi-etap-evolyucii-zavoda> (date of treatment: 01.08.2022)

30. Unique production center McLaren in London. [Unikal'nyj proizvodstvennyj centr McLaren v Londone]. Europe today. URL: <https://europe-today.ru/2011/11/unikalnyj-proizvodstvennyj-centr-mclaren-v-londone/> (date of treatment: 01.08.2022)

31. Head office and production Kirsch Pharma HealthCare GmbH - [Golovnoj ofis i proizvodstvo Kirsch Pharma HealthCare GmbH v Vedemarke, Germaniya.]. Online magazine about design and architecture BERLOGOS. URL: <http://berlogos.ru/work/golovnoj-ofis-i-proizvodstvo-kirsch-pharma-healthcare-gmbh-v-vedemarke-germaniya/> (date of treatment: 01.08.2022)

32. Unusual roof on the pharmaceutical company building KirschPharma HealthCare. [Neobychnaya krovlya na zdanii farmacevticheskoi kompanii KirschPharma HealthCare]. Arhi Ru. — URL: <https://archi.ru/tech/87587/neobychnaya-krovlya-na-zdanii-farmaceuticheskoi-kompanii-kirschpharma-healthcare> (date of treatment: 01.08.2022)

33. Environment and sustainability. Kirschpharma-healthcare. URL: <https://www.kirschpharma-healthcare.com/#!de/kirsch-pharma-healthcare/unternehmen-umwelt-und-nachhaltigkeit> (date of treatment: 01.08.2022)

34. Innovation Center L'Oreal/ Perkins&Will. [Innovacionnyj centr / L'Oreal/ Perkins&Will]. archdaily.com URL: https://www.archdaily.com/938562/loreal-innovation-center-perkins-and-will?ad_source=search&ad_medium=projects_tab (date of treatment: 01.08.2022)