

Эстетическая привлекательность архитектуры высокотехнологичных промышленных предприятий

Дмитриева Алёна Олеговна

старший преподаватель кафедры «Архитектура промышленных сооружений»
ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»

Аннотация. Статья посвящена эстетической стороне архитектуры современных производственных объектов. В начале статьи, исходя из возникновения ряда глобальных тенденций, обосновывается необходимость повышения эстетической выразительности высокотехнологичных промышленных предприятий. Проводится анализ архитектурных решений производственных объектов-представителей, на основании которого формируются наиболее рациональные предложения по эстетизации экстерьеров и интерьеров «интеллектуальных фабрик» и других новейших промпредприятий. В заключение перечисляются преимущества создания привлекательного облика промышленной архитектуры, дается прогноз на актуализацию определенных эстетических решений в будущем.

Ключевые слова: «интеллектуальная фабрика», современная промышленная архитектура, эстетика промышленной архитектуры, цвет в промышленной архитектуре

Введение

Потребность в формировании новой архитектуры промышленных предприятий, возникает под влиянием глобальных трендов, приведенных ниже.

Неоиндустриализация – рост числа современных производственных объектов в постиндустриальных странах становится устойчивой тенденцией наших дней. Ее центрами выступают крупные города и городские агломерации, как места сосредоточения научно-исследовательских институтов, квалифицированных рабочих кадров и потребителей инноваци-

онной продукции. В урбанизированной среде растет число высокотехнологичных промышленных объектов.

«Прорывные технологии» кардинально меняют производственные процессы, передовые отрасли промышленности становятся более гибкими и адаптивными, быстрыми и экологически безопасными. Современное цифровое общество, стремительная автоматизация и диджитализация формируют принципиально новое представление о высокотехнологичной продукции, ее разработке, изготовлении, обслуживании и утилизации, а вместе с этим, и о местах ее производства.

Тенденции по изменению характера труда рабочих, сближению «белых и синих воротничков» требуют формирования новой качественной и комфортной промышленной среды, эстетически привлекательного визуального образа промышленной архитектуры [1].

Под влиянием этих предпосылок появляются производственные объекты принципиально нового типа – «интеллектуальные фабрики» и инновационные производства [2-4]. Это цифровизированные гибкие и эффективные производственные объекты, выпускающие высокотехнологичную продукцию, архитектурные решения которых основываются на принципах функциональной интеграции, гибкости и компактности, «устойчивости» и гуманизации производственной среды [5].

Высокое эстетическое качество и выразительность архитектуры «интеллектуальных фабрик» являются неотъемлемыми составляющими этого нового типа промышленных зданий. Несмотря на то, что

THE AESTHETIC ATTRACTIVENESS OF ARCHITECTURE OF HIGH-TECH INDUSTRIAL

Abstract. The article is devoted to the aesthetic side of the architecture of contemporary production facilities. At the beginning of the article, the need to increase the aesthetic expressiveness of high-tech industrial enterprises is justified. That need is based on the emergence of a number of global trends. The analysis of architectural solutions of representative production facilities is carried out, on the basis of

which the most rational proposals for the aestheticization of the exteriors and interiors of «smart factories» and other newest industrial enterprises are formed. In conclusion, the advantages of creating an attractive appearance of industrial architecture are listed, a forecast for the actualization of certain aesthetic solutions in the future is given.

Keywords: smart factory, contemporary industrial architecture, aesthetics of industrial architecture, color in industrial architecture

архитектурно-композиционные решения производственных предприятий в большей степени продиктованы параметрами технологических процессов и требованиями функционального зонирования, архитектура новейших промышленных объектов должна формироваться в процессе творческого синтеза параметров производственной технологии, окружающей среды и климата, культуры и предпочтений общества. Реализация социальной составляющей (гуманизация и демократизация рабочей среды) и современные стратегии предпринимательской деятельности определяют более ответственный и продуманный подход к созданию эстетически привлекательного архитектурного образа новейших производственных предприятий.

Границы, цель и методика

В границы данного исследования входят современные (с начала XXI века по настоящее время) отечественные и зарубежные высокотехнологичные производственные объекты – наукоемкие и экологически нейтральные производства со схожим набором производственных операций, основанных на внедрении передовых технологий (роботизация, цифровизация и аддитивное производство). Этим критериям удовлетворяют различные механосборочные и электромеханические цеха, приборостроительные и инструментальные предприятия, объекты прецизионного станкостроения, радиоэлектронные производства, научно-производственные и учебно-производственные центры, а также штаб-квартиры высокотехнологичных компаний.

Целью исследования является определение наиболее актуальных и эффективных приемов повышения архитектурной выразительности «интеллектуальных фабрик» и других новейших промышленных предприятий.

Методика работы заключается в графоаналитическом исследовании и сравнительном анализе объектов. Информация об их эстетических характеристиках была получена из материалов тематических журнальных публикаций, книг и интернет-источников. В ходе работы были выявлены наиболее часто используемые архитектурные приемы, которые оказывают положительное влияние на архитектурный облик интерьера и экстерьера производственных предприятий и целесообразны для интеграции в архитектуру «интеллектуальных фабрик».

Результаты исследования

Необходимо отметить, что эстетический аспект проектирования промышленной архитектуры является наиболее доступным для восприятия и одним из существенных параметров комплексной оценки качества архитектуры производственных предприятий [6, С.28]. Так как основой для формирования архитектурно-художественного облика «интеллектуальных фабрик» служат характерные черты передовых технологий и специфика производственных процессов, их архитектурный образ должен транслировать такие понятия как: высокотехнологичность и трансформируемость производства, эффективность и социальная дружелюбность, экологическая безопасность, «устойчивость» и новизна. В архитектуре новейших производственных зданий эффективность и эстетика должны быть согласованы и сбалансированы.

Образ и архитектурные решения промышленного объекта являются самым объективным свидетельством отношения компании к своим сотрудникам и клиентам. Сама архитектура промпредприятий воспринимается как имиджмент компании-владельца и реклама выпускаемой продукции. Уже первое впечатление от экстерьера производственного объекта бессознательно формирует у зрителя его отношение к данному предприятию. В этой связи показательное исследование Гарвардского университета, подтверждающее гипотезу о том, что 70% суждений респондентов о различных известных корпорациях основаны на визуальных наблюдениях [7, Р.46]. Любой производственный объект должен обладать характерными чертами, указывающими на принадлежность к определенной компании и отличающими его от предприятий конкурентов [8].

В инновационных отраслях производства межличностное общение сотрудников является важной составляющей процесса разработки новой продукции. Поэтому, помимо выполнения сугубо утилитарных функций, архитектурные решения «интеллектуальных фабрик» должны обеспечивать позитивную мотивацию и побуждать к коммуникации, в том числе, и за счет создания эстетически комфортной внутренней среды. Качественная и аттрактивная промышленная архитектура положительно влияет на производительность труда и создает образ компании, привлекательный для новых сотрудников. Выражение корпоративных традиций и ценностей через корпоративную архитектуру мотивирует каждого сотрудника постоянно руководствоваться этими идеями.



Рис. 1. Кампус «Трамф» в Дитцингене. Общий вид (Источник: <https://barkowleibinger.com>)

По результатам исследования было определено, что поставленная цель и описанные выше функции эстетической выразительности новейших производственных объектов реализуются при помощи неширокого набора средств, рациональных для применения в экстерьере или в интерьере зданий, а также универсального приема – колористического подхода, который актуален как для внутренних, так и для наружных поверхностей.

1. Особое внимание уделяется эстетическому освоению кровли, «пятого фасада». Несмотря на большие высоты этажей промышленных зданий (в среднем от 6 до 18 м), в урбанизированной среде общая высота производственных объектов (даже многоэтажных) оказывается меньше, чем высота многоэтажных жилых домов, офисных и бизнес центров. Кроме того, во всем мире существует тенденция к увеличению использования беспилотных летательных средств со встроенными фото- и видекамерами, позволяющими получать визуальную информацию с высоты птичьего полета. Поэтому кровли промышленных зданий целесообразно решать как рельефные и плоскостные композиции, которые могут состоять из: нескольких типов материалов покрытия кровли, участков экстенсивного озеленения, световых фонарей различной формы, плоскостей, покрытых фотоэлектрическими панелями, а также, элементов инженерно-климатического оборудования, создающих «высокотехнологичные акценты». Например, чередование ломанных линий кровли кампуса «Трамф» в Дитцингене (арх. бюро Barkow Leibinger Architects, Германия, 2009) обеспечивает верхнее естественное

освещение производственных и офисных помещений и формирует поверхность в виде «плетёнки», что значительно обогащает и силуэт, воспринимаемый с уровня земли, и вид с воздуха. При этом небольшие участки плоской кровли между основными модулями кампуса заполнены элементами экстенсивного озеленения (рис. 1). При помощи шедовых фонарей создается эффектный силуэт четырех одноэтажных корпусов фабрики «ХАВЭ» (арх. бюро Barkow Leibinger Architects, Германия, 2014).

2. В контексте согласованности архитектурных решений передовых производственных предприятий с позициями устойчивой архитектуры актуальна интерпретация энергоэффективных и ресурсосберегающих решений, как элементов, формирующих их архитектурный образ [9]. Солнцезащитные устройства, перфорированные оболочки и другие элементы двойного фасада, озеленение и некоторые виды источников альтернативной энергетики значительно обогащают образ современной промышленной архитектуры. В качестве примера можно привести здание лаборатории «Метальса» (арх. бюро Brooks + Scarpa Architects, Мексика, 2013), главный фасад которого на две трети покрывает солнцезащитная алюминиевая перфорированная оболочка. А в совокупности с формой шедовых фонарей, формирующих уникальный силуэт, создается запоминающийся архитектурный образ. Технологический центр «Трамф» (арх. бюро Barkow Leibinger Architects, Польша, 2016) решен в форме прямоугольного параллелепипеда; на его южном фасаде установлены горизонтальные волнообразные ламели, которые не толь-



Рис. 2. Технологический центр «Трамф». Общий вид (Источник: <https://barkowleibinger.com>)

ко защищают интерьер от солнечных лучей, но и придают динамичности внешнему виду лаконичного объекта (рис.2). Необходимо отметить, что эта солнцезащитная конструкция изготовлена из металла на оборудовании самой фирмы «Трамф» (высокоточные станки для лазерной резки), то есть эстетическое решение фасада одновременно служит и демонстрацией производственных возможностей предприятия.

3. Приемом, свойственным в первую очередь промышленной архитектуре, является работа с масштабом и масштабностью. Увеличенный масштаб промышленных объектов позволяет им выделяться на

фоне окружающей среды и застройки, создавая более сильные образные эффекты и впечатляющие контрасты [10, С.204]. Протяженные и глухие фасады фабрики «Апликс» (арх. бюро Dominique Perrault Architecture, Франция, 1997-1999), полностью облицованные металлическими панелями с зеркальной поверхностью, формируют ультра-технологичный, но одновременно мистический и «безграничный» образ, который и контрастирует и сливается ее с природным окружением (рис.3) [11, Р. 134-135]. Однако, при необходимости создания производственной среды, сомасштабной человеку, сегментирование, изгибание и дробление поверхностей фасадов помога-



Рис. 3. Фабрика «Апликс». Общий вид



Рис. 4а. Станкостроительный завод «ДМГ Мори-Секи» (Источник: <https://yandex.ru/maps/>)



Рис. 4б. «Фабрики 2050» (Источник: <https://www.insidermedia.com>)

ет визуально уменьшить объемы производственных объектов. Например, подобным образом решен фасад лазерной фабрики «ХААС» (арх. бюро Varchow Leibinger Architects, Германия, 2000), состоящий из унифицированных панелей, установленных под небольшими разными углами к плоскости фасада.

4. Важную роль в формировании фасада и образа «интеллектуальных фабрик» и других современных производственных зданий играют место и конфигурация остекления. С помощью больших плоскостей светопрозрачных ограждающих конструкций (панорамного остекления или ленточного остекления в нижней части фасада) интерьеры промышленных объектов принимают участие в эстетизации фасадов. Такое остекление позволяет экспонировать зрелищные производственные процессы — что является одним из сильных, привлекающих внимание маркетинговых инструментов [12, С 38, 41; 13]. Например,

«демонстрационные витрины» есть на фасаде Ульяновского станкостроительного завода «ДМГ Мори-Секи» (Россия, 2015) (рис.4а), сквозь ленточное остекление нижней части фасадов можно наблюдать за процессами производства на кооперативном предприятии «Гератверк Матрай» (арх. бюро АТР Architekten, Австрия, 2005), а здание «Фабрики 2050» (арх. бюро Bond Bryan Architects, Англия, 2015) имеет полностью остекленный периметр (рис.4б). В свою очередь, естественное освещение и виды окружающей среды, которые «проникают» в интерьер через светопрозрачные ограждающие конструкции, участвуют в формировании комфортной внутренней среды производственных зданий.

Увеличение эстетической выразительности интерьера осуществляется при помощи предметного дизайна и современного графического искусства, эстетизации конструктивных и инженерных решений и



Рис. 5. «Умная фабрика Трамф». Интерьер (Источник: <https://barkowleibinger.com>)

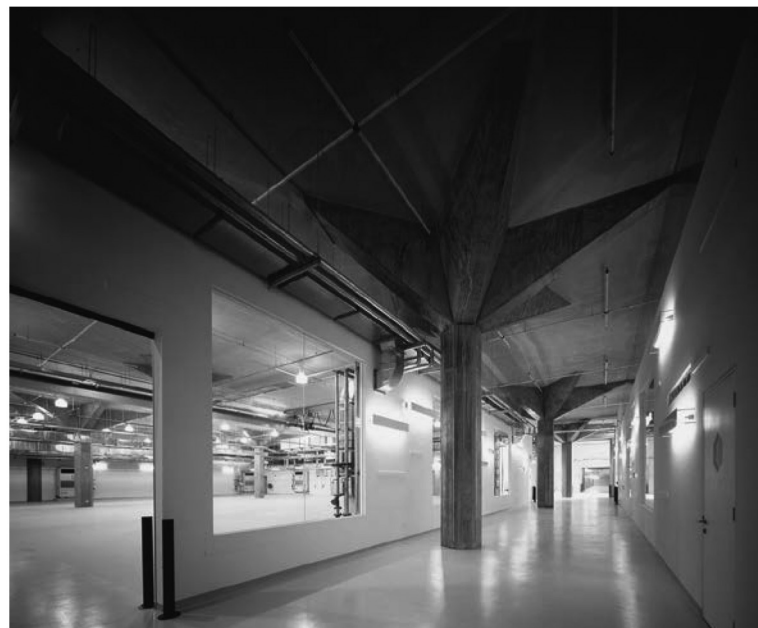


Рис. 6. «Фабрика на Земле». Интерьер (Источник: <https://www.archdaily.com>)

интеграции элементов живой природы в интерьеры различных функциональных зон.

5. Элементы дизайна, шрифтовые и графические композиции, современные картины и постеры, скульптуры и инсталляции обогащают интерьеры входных, представительских и рекреационных зон. Блестящая инсталляция из металла установлена в вестибюле «умной фабрики Трамф» (арх. бюро Barkow Leibinger Architects, США, 2017). Крупномасштабная, но изящная

двухметровая скульптура демонстрирует возможности современных технологий обработки листового металла (на которых специализируется компания «Трамф») [14] (рис.5). В коммуникационно-рекреационной зоне «инновационной фабрики Виттенштайн» (арх. бюро G. Henn Architekten, Германия, 2014) на стенах размещены яркие постеры, картины и фотографии, что превращает это пространство в художественную галерею внутри производственного объекта.



Рис. 7. Фабрика «Парамит». Интерьер (Источник: <https://www.archdaily.com>)

6. Конструктивные элементы и инженерные системы подвергаются эстетической интерпретации и не скрываются за подвесными потолками, а многочисленные трубопроводы и кабельные трассы образуют строгие метрические композиции. Например, в здании «фабрики на Земле» (арх. бюро Ryuichi Ashizawa Architect & Associates, Малайзия, 2013) брутальные железобетонные капители были выполнены в форме шестиконечных звезд (рис.6). Особое внимание также уделяется дизайну осветительных приборов, заборных и приточных устройств. На «инновационной фабрике Брюннер» (арх. бюро G. Henn Architekten, Германия, 2018) в производственной зоне реализован интересный прием по инсталляции элементов освещения в несущие конструкции покрытия, выполненные из клееной древесины.

7. Искусственные водоемы, озеленение и другие природные элементы символизируют связь интерьеров производственного объекта с окружающей средой. Они обладают многими положительными свойствами с эксплуатационной точки зрения, например, очищают воздух от разного вида загрязнений и нормализуют влажность. Вклад элементов живой природы в повышение эстетической выразительности заключается в формировании эмоционального и визуального комфорта, благоприятной психологической обстановки, что актуально для высокотехнологичных и цифровизированных производственных объектов, особенно в условиях отсутствия зритель-

ного контакта с естественным природным окружением [15]. В качестве примера можно привести фабрику по производству медицинского и спутникового оборудования «Парамит» (арх. бюро Design Unit Sdn. Bhd., Малайзия, 2017), где офисные, общественные и даже производственные помещения, в прямом смысле слова, утопают в зелени (рис.7).

8. Колористическое решение – универсальный прием, используемый повсеместно – это эффективный способ повышения архитектурной выразительности и формирования комфортной среды инновационных фабрик и других промышленных объектов [16]. Использование цвета как средства улучшения эстетических качеств архитектуры имеет несколько преимуществ, основные из которых: малозатратность, высокая визуальная эффективность и формирование благоприятного психологического климата.

В интерьерах и экстерьерах производственных зданий этот прием реализуется по нескольким основным направлениям.

8.1. Монохромное цветовое решение создает ощущение целостности, подчеркивает композиционный замысел объекта, пластику и фактуру поверхностей. Чаще всего в этом приеме используются нейтральные ахроматические цвета. Примером может служить дистрибуторский центр «Витра» (арх. бюро SANAA, Германия, 2012), целиком облицованный белыми панелями (рис.8а). Такое цветовое решение подчеркивает и общую овальную форму здания, не характерную



Рис. 8а. Дистрибуторский центр «Витра». Внешний вид (Источник: <https://www.archdaily.com>)



Рис. 8б. ЧТПЗ «Высота 239». Внешний вид (Источник: <https://sdelanounas.ru>)

для промышленных объектов, и усиливает светотеневые эффекты на волнообразных акриловых панелях фасада. В качестве примера монохромного решения интерьера можно привести здание фармацевтического предприятия «Генхеликс Биофармасьютикал» (арх. бюро estudioSIC, Испания, 2011), интерьеры которого также полностью выкрашены в белый цвет.

8.3. «Пикселизация» — средство, более характерное для экстерьеров — это мозаичное сочетание цветов, подобранных по одному из принципов построения цветовой композиции (нюансные, контрастные или дополнительные оттенки) [18, С. 91], при этом границы цветов совпадают с габаритами штучных

облицовочных элементов фасада (сэндвич-панелям, плиткам, стеклам витража). Такое решение является экономически не затратным и наиболее гибким — по прошествии времени цветные панели можно менять местами или заменять на новые аналоги, тем самым трансформируя и обновляя внешний облик здания. Примером служит студенческий проект мультиарендуемого производственного здания в промзоне «Южный порт» (магистрант А. О. Дмитриева, научн. рук. А. А. Хрусталева, кафедра «Архитектура промышленных сооружений» МАРХИ, 2014), где рассматриваемое колористическое решение применено к солнцезащитным ламелям фасада (рис. 8в).

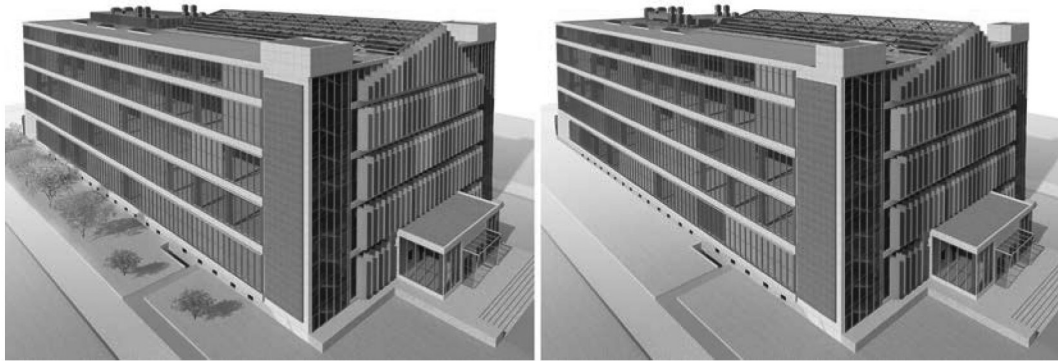


Рис. 8в. Мультиарендуемое производственное здание. Проект. Варианты колористического решения фасадов

Заключение

Архитектурная выразительность зданий современных производственных объектов и формирование эстетически привлекательного архитектурного образа решает ряд задач.

1. В первую очередь средствами архитектуры и дизайна, в соответствие с корпоративной культурой и философией, выражается фирменный стиль предприятия. Эргономические и эстетические аспекты положительно сказываются на имидже компании-владельца и увеличивают потребительский интерес к выпускаемой продукции.

2. Привлекательность архитектуры производственных предприятий способствует росту престижа рабочих профессий – решает задачу, которая поставлена в России на государственном уровне [19].

3. Повышение гибкости внутренних пространств, стремление к утилитарности и экономической эффективности ведут к предельной лаконичности и простоте форм. А большие площади и высоты этажей производственных зданий создают несомыштенность промышленной архитектуры и человека, вызывают ощущения монотонности и «пустоты». Поэтому еще одной преодолемой проблемой является нивелировка и корректировка этих нежелательных образных качеств производственных объектов.

4. Многие из описанных выше приемов помимо эстетической составляющей опосредованно выполняют и утилитарные функции, такие как гуманизация производственной среды, повышение энергоэффективности и экологичности, безопасности и информативности.

В силу своей отличности от других функциональных типов зданий промышленная архитектура обладает большей образной свободой и возможностью не следо-

вать традиционным эстетическим и стилевым решениям. Тем не менее, новейшие производственные здания успешно усваивают и адаптируют многие существующие архитектурные стили и направления – параметрическая архитектура, новый минимализм, хай-тек и функционализм, эко- и «устойчивую» архитектуру [20].

В современном информационном обществе ускоряются многие процессы, в том числе сокращаются сроки проектирования, строительства, трансформации и деконструкции архитектурных объектов. Одновременно увеличивается скорость восприятия и насыщения зрителя архитектурными образами. Это ведет к невероятной скорости изменения эстетических воззрений и предпочтений профессионального архитектурного сообщества, заказчиков, пользователей и сторонних наблюдателей. Такие актуальные тенденции как демократичность, толерантность и кастомизация обуславливают наличие множества глобальных, региональных и авторских стилей и направлений архитектурной деятельности. В этой связи рациональным будет предусматривать решения, обеспечивающие мобильность, изменяемость и адаптивность эстетического образа архитектуры новейших производственных объектов, например, применение сборно-разборных элементов и мультимедийных средств. Архитектура «интеллектуальных фабрик» открыта для новых технологий, конструкций и материалов и представляет собой чрезвычайно интересную задачу по поиску новых, нетрадиционных эстетических и художественных концепций.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-312-90011.

Литература

1. Allen TH. J., Henn G. W. The Organization and Architecture of Innovation: Managing the Flow of Technology. – Oxford (UK): Butterworth–Heinemann, 2006. – 136 p.
 2. Burke R., Mussomeli A., Laaper St., Hartigan M., Sniderman Br. The smart factory: Responsive, adaptive, connected manufacturing. – Deloitte University Press, [2017]. – 24 p.
 3. Challenger R., Clegg Ch., Davis M., McGourlay J., Ridgway K. Designing and managing a «factory of the future» // The Arup Journal. – 2010. – №1. – P.9.
 4. Hargrave J., Goulding L. Rethinking the Factory [Electronic Source]. – 59 p. – URL: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/rethinking-the-factory> (date of access: 20.02.2022).
 5. Дмитриева, А. О. Архитектура «интеллектуальных фабрик» // Проект Байкал. – 2020. – №65. – С. 132-139.
 6. Ковалев, В. А. Проблемы промышленной архитектуры: гуманистический аспект. – М.: О-во «Знание» РСФСР, 1989. – 40 с.
 7. Corporate architecture / ATP architects and engineers. – Innsbruck: ATP architects and engineers, 2007. – 76 p.
 8. H rmann M. J., H rmann Th. J., H rmann Ch. Portal Talks to Barkow Leibinger Architects // Portal. – 2005. – № 5. – P. 2-7.
 9. Jevremovic L., Vasic M., Jodanovic M. Aesthetic of Industrial Architecture in Era of Reindustrialization // Materials of 2nd International Conference for PhD students in Civil Engineering and Architecture CE-PhD 2014, 10-13 December 2014, Cluj-Napoca, Romania. – 2014. – P. 568-574.
 10. Ефимов А. В. Колористика города / под ред. И. А. Городецкой. – М.: Стройиздат, 1990. – 272 с.
 11. Mostaedi A. Factories & Office Buildings. – Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002. – 237 p.
 12. Черкасов Г. Н., Кабаева М. М. Новые тенденции в развитии промышленной архитектуры: предприятие – человек – город – общество // Academia : Архитектура и строительство. – 2014. – № 4. – С. 33-44.
 13. Викторова, Л. А. Архитектура промышленных предприятий в контексте современных архитектурных течений // Архитектура и строительство России. – 2012. – №3 Март – С. 13-25.
 14. Steel Installation / Smart Factory [Electronic Source] – URL: https://barkowleibinger.com/archive/view/Steel_Installation_Smart_Factory (date of access : 24.04.2020).
 15. Дмитриева, А. О. Производственные здания с использованием различных видов озеленения // Наука, образование и экспериментальное проектирование : тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов 6-10 апреля 2015г. – Москва : МАРХИ, 2015. – С.341-343.
 16. Дмитриева, А. О. Цвет как средство повышения архитектурной выразительности промышленных объектов // Наука, образование и экспериментальное проектирование-2018. Труды МАРХИ: Материалы международной научно-практической конференции 2-6 апреля 2018 г. – М: Московский архитектурный институт (государственная академия). – С. 288-291.
 17. Ахлопкова, О. А. Влияние объёмно-планировочной структуры интерьеров машиностроительных цехов на выбор их цветового решения // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – №1(38). – С.185-199.
 18. Иттен, И. Искусство цвета / пер. с нем. Л. Монаховой, 6-е издание – М.: Д. Аронов, 2010. – 95 с.
 19. Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 N 488-ФЗ (ред. от 27.06.2018) [Электронный ресурс] – Москва, 2018 – URL: <https://fzrf.su/zakon/o-promyshlennoj-politike-488-fz/> (дата обращения: 20.08.2021).
 20. Есаулов, Г. В. Архитектура постиндустриальной эпохи // Здания высоких технологий. – 2012. – Осень. – С. 8-13.
- References
1. Allen TH. J., Henn G. W. The Organization and Architecture of Innovation: Managing the Flow of Technology. Oxford (UK): Butterworth–Heinemann, 2006. 136 p.
 2. Burke R., Mussomeli A., Laaper St., Hartigan M., Sniderman Br. The smart factory: Responsive, adaptive, connected manufacturing. Deloitte University Press, [2017]. 24 p.
 3. Challenger R., Clegg Ch., Davis M., McGourlay J., Ridgway K. Designing and managing a «factory of the future». The Arup Journal. 2010. no 1. pp.9.
 4. Hargrave J., Goulding L. Rethinking the Factory [Electronic Source]. 59 p. – URL: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/rethinking-the-factory> (date of access: 20.02.2022).
 5. Dmitrieva, A. O. The Architecture of «Smart Factories» [Arhitektura «intellektual'nyh fabrik»]. Project Baikal. 2020. no 65. pp. 132-139. (rus)
 6. Kovalev, V. A. Problems of industrial architecture: humanistic aspect [Problemy promyshlennoj arhitektury: humanisticheskij aspekt]. Moscow: Publishing «Znaniye» RSFSR, 1989. 40 p. (rus)
 7. Corporate architecture / ATP architects and engineers. Innsbruck: ATP architects and engineers, 2007. 76 p.
 8. H rmann M. J., H rmann Th. J., H rmann Ch. Portal Talks to Barkow Leibinger Architects. Portal. 2005. no 5. pp. 2-7.
 9. Jevremovic L., Vasic M., Jodanovic M. Aesthetic of Industrial Architecture in Era of Reindustrialization. Materials of 2nd International Conference for PhD students in Civil Engineering and Architecture CE-PhD 2014, 10-13 December 2014, Cluj-Napoca, Romania. 2014. pp. 568-574.
 10. Efimov A.V. Coloristics of the city [Koloristika goroda] / edited by I. A. Gorodetskaya. Moscow: Stroyizdat, 1990. 272 p. (rus)
 11. Mostaedi A. Factories & Office Buildings. – Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002. 237 p.
 12. Cherkasov G. N., Kabaeva M. M. New trends in the development of industrial architecture: enterprise - man - city – society [Novye tendencii v razvitiy promyshlennoj arhitektury: predpriyatie – chelovek – gorod – obshchestvo]. Academia : Architecture and Construction. 2014. no 4. pp. 33-44. (rus)
 13. Viktorova, L. A. Architecture of industrial enterprises in the context of modern architectural trends [Arhitektura promyshlennyh predpriyatij v kontekste sovremennyh arhitekturnyh techenij]. Architecture and construction of Russia. 2012. no 3 March. pp. 13-25. (rus)
 14. Steel Installation / Smart Factory [Electronic Source] – URL: https://barkowleibinger.com/archive/view/Steel_Installation_Smart_Factory (date of access : 24.04.2020).
 15. Dmitrieva, A. O. Industrial buildings using various types of landscaping [Proizvodstvennyye zdaniya s ispol'zovaniem razlichnyh vidov ozeleneniya]. Science, education and experimental design: abstracts of reports of the international scientific and practical conference of teaching staff, young scientists and students on April 6-10, 2015. Moscow: MARKHI, 2015. pp. 341-343. (rus)

16. Dmitrieva, A. O. Color as a means of increasing the architectural expressiveness of industrial objects [Cvet kak sredstvo povysheniya arhitekturnoj vyrazitel'nosti promyshlennyh ob»ektov] // Science, education and experimental design – 2018. Proceedings of the MARHI: Materials of the International scientific and practical conference April 2-6, 2018. Moscow: Moscow Architectural Institute (State Academy), 2018. pp. 288-291. (rus)
17. Okhlopko, O. A. The influence of the space-planning structure of the interiors of machine-building workshops on the choice of their color solution [Vliyaniye ob»yomno-planirovochnoj struktury inter'ero, mashinostroitel'nyh cekhov na vybor ih cvetovogo resheniya]. Architecture and Modern Information Technologies. 2017. no 1(38). pp.185-199. (rus)
18. Itten, I. The Art of color [Iskusstvo cveta] / translated from German by L. Monakhova, 6th edition. Moscow: D. Aronov, 2010. 95 p. (rus)
19. Federal Law «On Industrial Policy in the Russian Federation» dated 31.12.2014 N 488-FZ (ed. dated 27.06.2018) [Federal'nyy zakon «O promyshlennoj politike v Rossijskoj Federacii» ot 31.12.2014 N 488-FZ (red. ot 27.06.2018)] [Electronic source]. Moscow, 2018 – URL: <https://fzrf.su/zakon/o-promyshlennoj-politike-488-fz/> (date of access: 20.08.2021). (rus)
20. Esaulov, G. V. Architecture of the post-industrial era [Arhitektura postindustrial'noj epohi]. Buildings of high technologies. 2012. Autumn. pp. 8-13.