

Модели экологической реновации промышленных зданий для создания многофункционального комплекса или креативного кластера

Н.С. Здор

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В этой статье рассматриваются ключевые особенности функционально-планировочной и архитектурно-пространственной организации типологической группы общественных зданий и сооружений при реновации промышленных зданий на прибрежных территориях с целью создания перспективных моделей двух различных типов многофункциональных пространств: креативных кластеров и многофункциональных комплексов. Оба подхода используют структурные и пространственные преимущества этих зданий при одновременном внедрении современных архитектурно-экологических приемов. Для обоих типов реновации общими методами являются адаптивное повторное использование пространства, интеграция зеленых элементов, устойчивые энергетические решения, повышение доступности и сохранение промышленного наследия. Специфические изменения для креативных кластеров включают преобразование основных мастерских в гибкие выставочные и культурные пространства, включение художественных элементов и создание общественных зон. И наоборот, многофункциональные комплексы превращают эти помещения в офисные зоны, коворкинг-зоны, коммерческие помещения и жилые апартаменты. В целом, эти модели реновации не только оживляют физическую среду, но и способствуют культурному, социальному и экономическому развитию прибрежных городских районов, создавая стимул для будущих проектов по обновлению городов.

Ключевые слова: архитектурно-экологическая реновация, промышленные здания, устойчивое развитие, креативные кластеры, многофункциональные комплексы.

Введение

Промышленные здания в прибрежных районах обладают огромным потенциалом для адаптивного повторного использования, предлагая обширные пространства и прочные конструкции, которые могут быть преобразованы в соответствии с современными городскими потребностями. По мере развития городов растет спрос на инновационные подходы к реновации зданий, которые не только помогают сохранить историческое и архитектурное наследие, но и изменяют их в соответствии с современными социальными, культурными и экономическими потребностями.

В статье рассматриваются ключевые особенности функционально-планировочной и архитектурно-пространственной организации

типологической группы общественных зданий и сооружений при реновации промышленных зданий на прибрежных территориях с целью создания перспективных моделей двух различных типов многофункциональных пространств: креативных кластеров и многофункциональных комплексов.

Объект исследования – типовое промышленное здание, расположенное в прибрежных районах, обладающее несколькими ключевыми компонентами: основной цех, блоки приема ресурсов и выдачи товаров, порт, административный корпус и вспомогательные помещения.

Предмет исследования – реновация прибрежных промышленных зданий.

Научная новизна заключается во всестороннем анализе адаптивного повторного использования прибрежных промышленных зданий, выделяя инновационные подходы к их реконструкции. В исследовании приводится подробное сравнение двух типов общественных пространств и перспективные модели, демонстрирующие, как эти исторические сооружения могут быть перепрофилированы в соответствии с современными городскими потребностями при сохранении их архитектурного наследия.

Рассмотрим типовую производственную структуру прибрежных промышленных зданий и познакомимся с конкретными технологиями и приемами к проектированию, используемыми для превращения их в динамичные творческие центры или универсальные многофункциональные комплексы.

1. Типовая производственная структура предприятия

Предприятия, расположенные в прибрежных районах, имеют возможность использовать свои географические преимущества для эффективной транспортировки ресурсов и распределения готовой продукции. Эти предприятия играют жизненно важную роль в региональной экономике, обеспечивая занятость и способствуя развитию инфраструктуры [1].

Рассмотрим типовую производственную структуру таких предприятий с подробным описанием их ключевых компонентов и пространственной организации.

Основные компоненты производственной структуры:

- **Главный цех** – является сердцем предприятия и занимает самую большую площадь в структуре. Он служит основным центром всей производственной деятельности. В состав главного цеха обычно включают следующие зоны:

1. Помещения для заготовки – предназначены для первичной обработки сырья. Здесь сырье принимается, проверяется и подготавливается к последующим производственным процессам. Этот этап часто включает в себя разделку, сортировку и предварительную сборку;

2. Помещения для переработки – здесь сырье подвергается различным производственным процессам, таким как механическая обработка, сварка, формование или химическая обработка, в зависимости от специфики предприятия. Этот этап имеет решающее значение для преобразования исходного сырья в промежуточную или конечную продукцию;

3. Сборочные цеха – в этом помещении происходит окончательная сборка изделий. Компоненты, произведенные в цехах обработки, собираются вместе и проверяются для обеспечения качества. Затем готовая продукция упаковывается и подготавливается к распределению.

- **Блок приема ресурсов** – помещения для приема сырья, которые являются важнейшим объектом для бесперебойного поступления сырья. Эти помещения обеспечивают эффективную логистику за счет доставки материалов через порт или автомобильным транспортом. Близость к береговым транспортным средствам сокращает время и затраты, связанные с погрузочно-разгрузочными работами, повышая общую эффективность производства.

• **Блок выпуска и дистрибуции товаров** – зона отгрузки готовой продукции, где она готовится к продаже. Эта зона стратегически связана как с портовыми сооружениями, так и с дорожными сетями, что обеспечивает гибкие и эффективные варианты доставки. Продукция может быть непосредственно погружена на суда для экспорта или на грузовики для распределения внутри страны, в зависимости от логистических требований.

• **Вспомогательные помещения для основного цеха** – различные подсобные отделения, необходимые для поддержания эффективности производства и функциональности оборудования. К ним относятся:

1. Ремонтно-механические подразделения – оборудованы для технического обслуживания и ремонта механических компонентов производственного оборудования, что обеспечивает минимальное время простоя и стабильную производительность;

2. Инструментальные помещения – помещения для хранения инструментов и оборудования, необходимых для различных производственных процессов, и управления ими;

3. Электроремонтные подразделения – здесь занимаются техническим обслуживанием и ремонтом электрических систем, что имеет решающее значение для бесперебойной работы современного автоматизированного оборудования;

4. Энергоблок – обеспечивает необходимое энергоснабжение всего предприятия, включая резервные системы для предотвращения перебоев в производстве.

Дополнительные блоки предприятия расположены параллельно основному цеху или рядом с ним, необходимые для комплексной работы предприятия [2]. Эти блоки разделяются на несколько видов:

Блок вспомогательных помещений – включает служебные службы, которые способствуют общей функциональности предприятия. Он включает

в себя мастерские для мелкого ремонта, дополнительные складские помещения и специализированные зоны для конкретных производственных нужд.

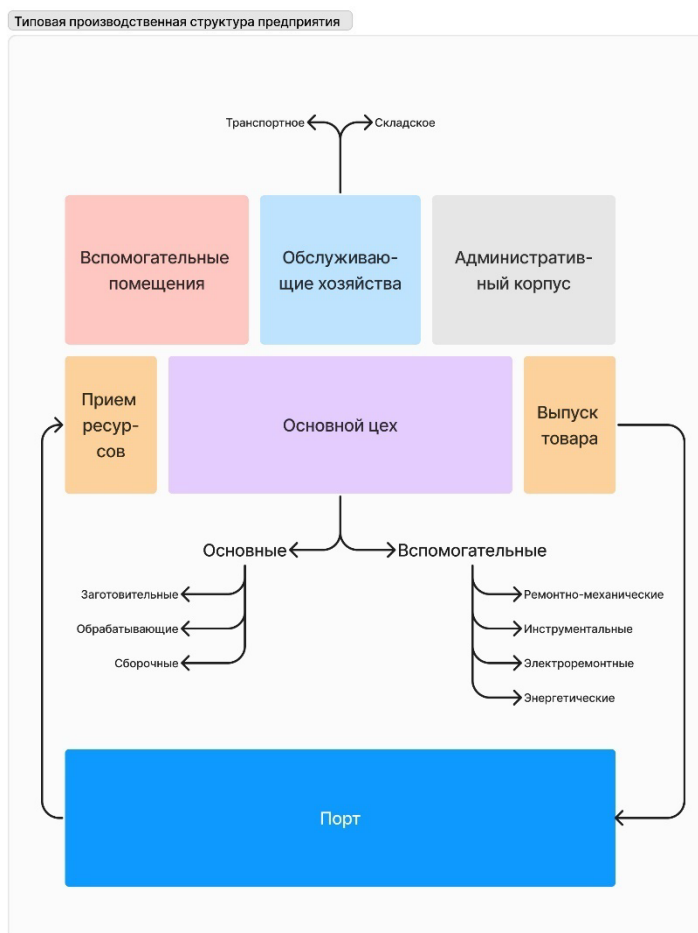


Рис. 1. Типовая производственная структура предприятия на прибрежной территории.

Блок сервисных услуг – включает транспортно-складской отдел, который имеет решающее значение для управления логистикой и хранением как сырья, так и готовой продукции. Эффективные системы управления складом обеспечивают быстрый доступ и оптимальный контроль запасов.

Административный корпус – здесь расположены офисы исполнительного руководства, управляющего персонала и вспомогательных служб, таких как отдел кадров, финансов и маркетинга.

В заключении стоит отметить, что типовая производственная структура предприятия в прибрежной зоне представляет собой тщательно организованную систему (Рис.1), призванную обеспечить максимальную эффективность и продуктивность. Основной цех, зоны приема ресурсов, выдачи товаров, вспомогательные помещения и дополнительные блоки играют взаимосвязанные роли в обеспечении бесперебойной работы производства. Используя преимущества прибрежной логистики и интегрируя эффективную пространственную организацию, эти предприятия могут получить значительные экономические выгоды и внести свой вклад в региональное развитие [3].

2. Модель реновации под креативный кластер

Адаптивное повторное использование промышленных зданий под креативный кластер представляет собой прогрессивный подход к реновации городов, который добавляет новую жизнь в устаревшие структуры, способствуя культурным и социальным инновациям. Это преобразование не только оживляет физическую среду, но и создает динамичный центр для художников, предпринимателей и социума [4]. Рассмотрим архитектурно-экологические приемы, используемые при реновации типовой производственной структуры под креативный кластер:

- **Главный цех**, традиционно являющийся центром производственной деятельности, переосмысливается как обширное культурное и образовательное пространство, с помощью таких приёмов, как: сохранение промышленного наследия, перепрофилирование существующих сооружений, выборочный снос и усиление несущих элементов. Этот процесс включает в себя несколько ключевых этапов:

1. Создание выставочного и культурного пространства – большие открытые помещения главного цеха идеально подходят для проведения выставок, перформансов и культурных мероприятий [5]. Гибкие элементы

дизайна, такие как подвижные стены и модульные конструкции, позволяют динамично изменять конфигурацию помещения для проведения различных мероприятий;

2. Интеграция художественных элементов – включение произведений искусства в архитектурный дизайн улучшает визуальное восприятие пространства. Фрески, инсталляции и скульптуры могут быть интегрированы в структуру здания, создавая вдохновляющую атмосферу;

3. Улучшение социального взаимодействия – общие зоны отдыха, планировки открытой планировки и неформальные места для встреч, способствуют социальному взаимодействию и сотрудничеству между творческими личностями. Это пространство служит местом встреч, способствуя налаживанию контактов и обмену идеями;

4. Сохранение промышленного наследия – консервация части оригинального оборудования и конструктивных элементов в качестве исторических экспонатов обеспечивает ощутимую связь с промышленным прошлым здания, придавая помещению характер и образовательную ценность [6].

• **Блоки приема ресурсов и выдачи товаров** – перепрофилирование в приветливые входные группы, с помощью таких приёмов, как: перепрофилирование существующих сооружений, выборочный снос, усиление несущих элементов и применение более больших окон и зенитных фонарей. Изменение этих блоков в просторные, привлекательные входные вестибюли улучшит первое впечатление посетителей. Такие элементы, как информационные стойки, зоны отдыха и приветственные художественные экспозиции, делают пространство функциональным и эстетически приятным [7]. Четкие вывески и доступные маршруты обеспечивают простоту навигации по комплексу. Использование принципов инклюзивного дизайна

гарантирует, что пространство будет удобным для всех пользователей, включая людей с ограниченными возможностями.

- **Порт** – интеграция в зеленый ландшафт города, укрепление береговой линии, предотвращение эрозии и повышение устойчивости района к воздействию факторов окружающей среды, с помощью таких приёмов, как: усиление несущих элементов и экологическая инженерия. Интеграция природных элементов, таких как насаждения и водные объекты, повысит эстетическую привлекательность. Создание удобной для пешеходов набережной и пирса превратит набережную в оживленное общественное пространство.

- **Административный блок** сохраняет функцию офисных помещений, с адаптацией под креативный кластер, при помощи таких приёмов, как: усиление несущих элементов, создание прозрачных перегородок, применение методов модульной архитектуры и экологически чистых строительных материалов в перепланировке и отделке. Создание офисов открытой планировки, конференц-залов и мест для совместной работы лучше отражает функции креативного кластера.

- **Вспомогательные помещения** – интеграция возобновляемых источников энергии, установка солнечных панелей и/или ветряных турбин на крыше и фасадах здания, внедрение систем сбора и использования дождевой воды, установка систем очистки сточных вод, использование вертикальных садов, зеленых крыш и высадку растений, с помощью таких приёмов, как: озелененные крыши и стен, система управления водными ресурсами и энергоэффективность.

Комплексный процесс реновации превращает производственное здание в многогранный творческий кластер (Рис.2):

1. Студии для художников – обеспечение доступного и гибкого рабочего пространства для творческих граждан. Естественное освещение,

достаточная вентиляция и надежная инфраструктура поддерживают различные художественные практики;

2. Выставочные залы – демонстрация произведений искусства и проведение культурных мероприятий, привлекающих посетителей и способствующих культурному обмену;

3. Мастерские и коворкинг-пространства по различным ремеслам;

4. Проведение публичных мероприятий, семинаров и занятий. Укрепление связи кластера с местным сообществом, способствуя инклюзивности и социальной сплоченности.

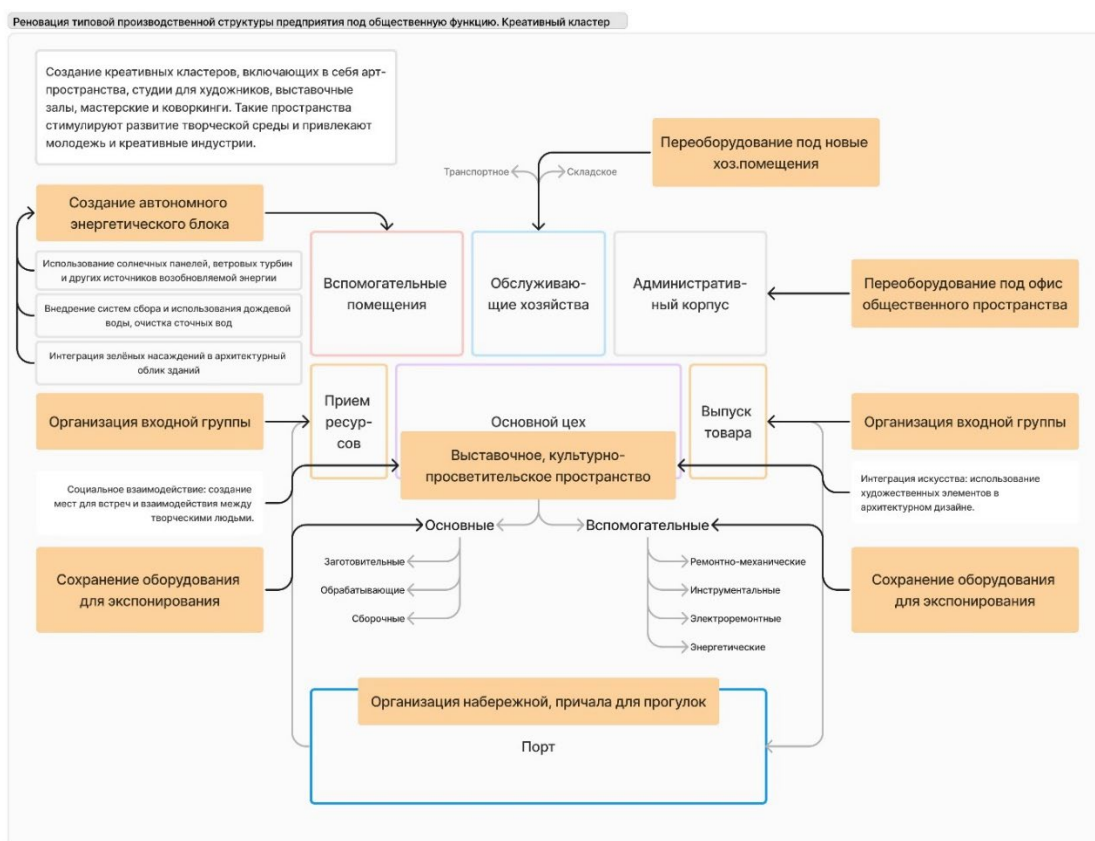


Рис. 2. Перспективная модель реновации типовой производственной структуры предприятия на прибрежной территории под общественную функцию. Креативный кластер.

В заключении стоит отметить, что преобразование типовой производственной структуры в креативный кластер предполагает

продуманное сочетание архитектурно-экологических приемов. Преобразуя промышленные пространства в оживленные культурные центры, эти проекты сохраняют историческое наследие, способствуют устойчивому и социально-экономическому развитию. Такой целостный подход не только оживляет физическую среду, но и обогащает культурную структуру сообщества.

3. Модель реновации под многофункциональный комплекс

Преобразование промышленных зданий в многофункциональные комплексы предоставляет уникальную возможность обновить городские районы, повысить вовлеченность населения и оптимизировать использование пространства [8]. Этот процесс реконструкции объединяет различные общественные функции, включая офисные помещения, коммерческие зоны, жилые единицы и культурные центры, в единую, динамичную среду. Рассмотрим подробнее:

- **Основной цех**, являющийся важным элементом промышленной структуры, перепрофилируется для выполнения различных общественных функций, таких как офисные помещения, лекционные залы, переговорные и коворкинг-зоны, с помощью таких приёмов, как: сохранение промышленного наследия, перепрофилирование существующих сооружений, выборочный снос, усиление несущих элементов, создание прозрачных перегородок, применение методов модульной архитектуры и экологически чистых строительных материалов в перепланировке и отделке. Обширная открытая планировка этого блока идеально подходит для создания современных рабочих пространств [9]. Как правило, помещения спроектированы с учетом гибкости, включают модульную мебель и адаптируемую планировку для различных стилей работы. Теперь здесь могут проводиться образовательные мероприятия, корпоративные встречи и общественные собрания.

Часть основных помещений главного цеха реконструируются под коммерческие помещения, включая магазины розничной торговли, кафе и

рестораны. Дополнительная интеграция элементов ландшафтного дизайна, таких как внутренние сады и зеленые стены, улучшает качество микроклимата и создает приятную атмосферу.

Вспомогательные помещения, как правило, перепрофилируются в культурно-развлекательный центр. Сюда могут входить театры, галереи и места отдыха.

- **Блоки приема ресурсов и выдачи товаров** – трансформируются во входные вестибюли, включая в себя создание просторных и привлекательных холлов, которые служат воротами в комплекс, с помощью таких приёмов, как: перепрофилирование существующих сооружений, выборочный снос, усиление несущих элементов и применение более больших окон и зенитных фонарей.

- **Порт** – претерпевает комплексную архитектурно-экологическую реновацию, включая укрепление береговой линии, реставрацию и замену материалов, благоустройство набережной и пирса, интеграция с зеленой инфраструктурой города, проектирование мест для объектов общественного питания, с помощью таких приёмов, как: усиление несущих элементов и экологическая инженерия.

- **Административный блок** – как правило, менее загрязнен и, следовательно, хорошо подходит для перепрофилирования в жилые апартаменты, и создание дополнительного входа, при помощи таких приёмов, как: усиление несущих элементов, применение экологически чистых строительных материалов в перепланировке и отделке. Включает создание открытой планировки, обилие естественного света и обустройство дополнительных удобств, такие, как лаундж, сад на крыше и фитнес-центр.

- **Вспомогательные помещения** – аналогично предыдущей стратегии реновации, здесь создается самодостаточная энергетическая система, устанавливаются возобновляемые источники энергии и интегрируются

элементы зеленой инфраструктуры, с помощью таких приёмов, как: озелененные крыши и стен, система управления водными ресурсами и энергоэффективность.

Главной целью реновации в этом случае является объединение множества функций в единый многофункциональный комплекс (Рис.3):

1. Культурно-развлекательные центр – включает в себя театры, галереи и помещения для проведения мероприятий, способствующих культурному развитию сообщества;

2. Жилые помещения – современные квартиры обеспечивают удобное жилое пространство, создавая многофункциональную среду, в которой люди могут жить, работать и играть в непосредственной близости друг от друга;

3. Общественные зоны – площади, парки и общественные сады, способствующие социальному взаимодействию и вовлечению общественности;

4. Коммерческие объекты – магазины розничной торговли, кафе и рестораны для создания живой и динамичной среду.

В заключении стоит отметить, что преобразование типовой производственной структуры в многофункциональный комплекс предполагает стратегическое сочетание различных приемов [10,11]. Переосмысливая промышленные пространства как оживленные центры для работы, жизни и отдыха, этот способ реновации способствует оживлению городской среды и устойчивому развитию [12,13]. Это целостное преобразование не только улучшает физическую среду, но и обогащает социальную и культурную структуру города.

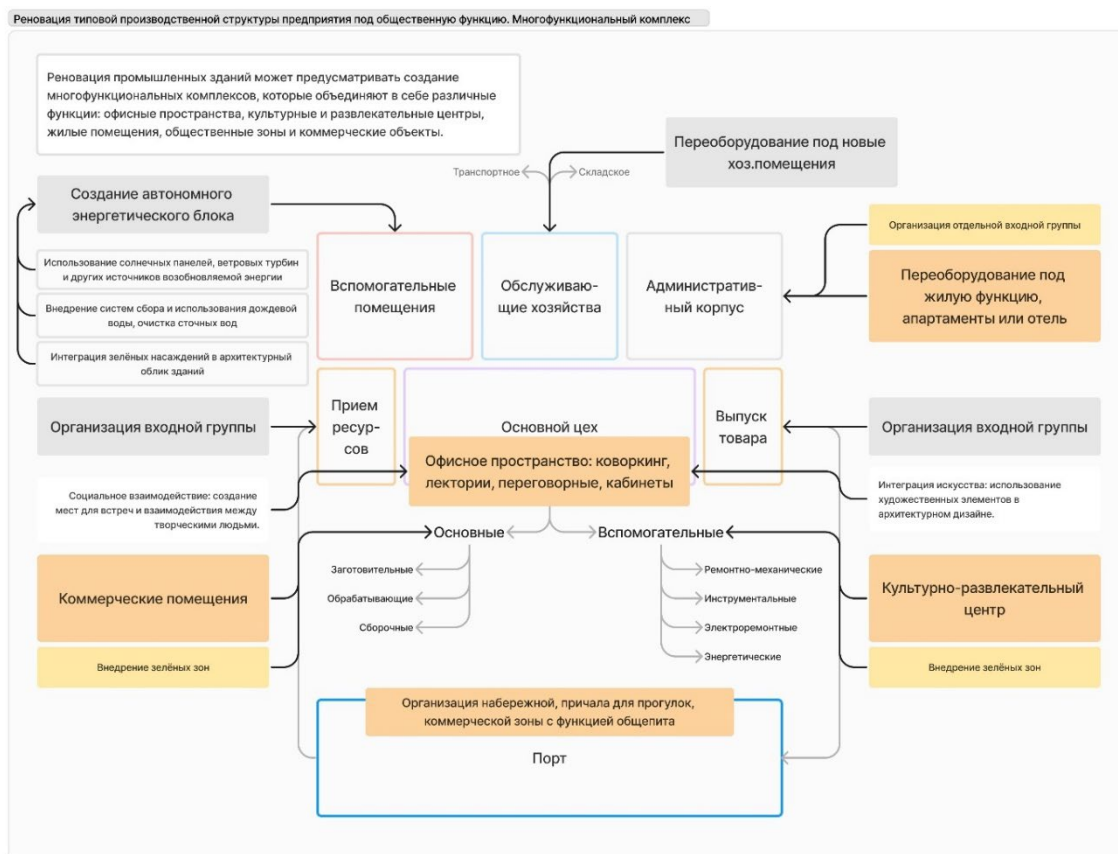


Рис. 3. Перспективная модель реновации типовой производственной структуры предприятия на прибрежной территории под общественную функцию. Многофункциональный комплекс.

Заключение

В результате исследования структуры типового промышленного здания в прибрежной зоне рассмотрены две различные перспективные модели реновации, в проектах которых используются архитектурно-экологические приёмы: модель преобразования в креативный кластер и модель преобразования в многофункциональный комплекс. Каждый подход использует присущие промышленному зданию пространственные и структурные преимущества.

Общие черты в обеих моделях:

1. Адаптивное повторное использование пространства – оба подхода направлены на использование обширных открытых пространств главного

цеха. Это предполагает разделение пространства на более мелкие функциональные зоны, соответствующие новому назначению — будь то художественные мероприятия, коммерческое использование или офисные помещения;

2. Интеграция зеленых элементов – ландшафтный дизайн, зеленые стены и сады на крыше для повышения эстетической привлекательности и экологической устойчивости здания [14];

3. Решения в области устойчивой энергетики – установка систем использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечные батареи и ветряные турбины, наряду с системами сбора дождевой воды и очистки сточных вод, для создания энергоэффективного и экологически чистого здания;

4. Улучшенная доступность и удобство поиска путей – четкие вывески, доступные дорожки и входные группы спроектированы таким образом, чтобы обеспечить удобную навигацию и инклюзивность для всех пользователей, улучшая общее впечатление от использования;

5. Сохранение промышленного наследия – сохранение и демонстрация оригинальных промышленных элементов и оборудования для поддержания связи с историческим прошлым здания и их интеграции в новый дизайн.

Отличительные черты модели реновации под креативный кластер:

1. Гибкие выставочные пространства – проектирование модульных, реконфигурируемых пространств в главном цехе для проведения выставок, перформансов и культурных мероприятий;

2. Художественная интеграция – включение фресок, инсталляций и других художественных элементов в архитектуру для создания вдохновляющей среды для творчества и социального взаимодействия;

3. Общественные зоны сбора – создание неформальных мест для встреч и общих сидячих мест, способствующих налаживанию контактов и сотрудничества между творческими личностями.

Отличительные черты модели реновации под многофункциональный комплекс:

1. Офисные и коворкинговые помещения – разделение основного цеха на современные офисные помещения и коворкинговые зоны с адаптируемой планировкой и модульной мебелью для различных стилей работы;

2. Коммерческие и торговые помещения – переоборудование части основного цеха в магазины розничной торговли, кафе и рестораны, дополненное внутренними садами и зелеными стенами для создания приятных условий при совершении покупок;

3. Переоборудование жилых помещений – преобразование административного здания в жилые апартаменты, спроектированные с современными удобствами, открытой планировкой и высококачественной отделкой.

В заключении стоит отметить, что реновация промышленных зданий в прибрежных районах под креативные кластеры или многофункциональные комплексы демонстрирует дальновидный подход к реконструкции городов. В обеих моделях используются общие методы, такие как адаптивное повторное использование пространства, интеграция зеленых элементов, устойчивые энергетические решения, повышение доступности и сохранение промышленного наследия. Ключевые различия заключаются в специфических функциях, распределенных между различными блоками здания: креативные кластеры сосредоточены на культурной и художественной деятельности, в то время как многофункциональные комплексы объединяют в себе жилые, коммерческие и офисные помещения.

Эти модели могут не только улучшать физическую среду, но и способствовать культурному, социальному и экономическому возрождению прибрежных городских районов и обновлению городов. Новизна этих моделей состоит в том, что они предлагают целостное решение для изменения промышленных объектов, обеспечивая их функциональность, эстетическую привлекательность и экологическую безопасность, а также отвечая запросам общества. Эти модели не только могут повысить эффективность использования существующих промышленных территорий, но и создать основу для будущих проектов по архитектурно-экологической реновации промышленных зон в городах, а также найти баланс между сохранением культурного наследия и развитием городской среды.

Литература

1. Лузин Б.С. Анализ и классификация производственных структур, и формирование типовых вариантов развития золотодобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Энергетика и рациональное природопользование. 1997. С.83-87.
 2. Якутин Е.М. Варианты планировок социально-ориентированных производств // Вестник НГУЭУ. 2015. №3. С.279-289.
 3. Бахчевников О.Н., Бенлова Е.В., Брагинцев С.В. Модульная трансформируемая производственная система на примере малых комбикормовых заводов // Вестник НГИЭИ. 2018. №3 (82). С.73-87.
 4. Ставцев Е.А., Колесникова Т.Н. Культурно-коммуникационные центры на территории бывших промышленных объектов как драйвер развития городской среды // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. №9. С.74-86.
 5. Илькевич С.В., Стремберг П. Редевелопмент промышленных территорий как новых туристских аттракций в России: факторы успеха проектов // Сервис plus. 2017. Том 11. № 4. С. 4–13.
-

6. Фень В.П. Опыт реновации и развития промышленных территорий в исторических городах // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». 2021. №7. С. 784-796.

7. Криничная Ю.О. Комплексное освоение территорий на основе креативно-индустриальных кластеров в крупном городе // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2015. С.191-194.

8. Дмитрик Н.О. Реновация промышленных объектов как метод стабилизации городского пространства на примере г. Одессы, Украина // The scientific heritage. 2019. №39. С. 4-8.

9. Андреева Ю.В. Реновация промышленно-производственных территорий в структуре южных городов (Ростова-на-Дону, Волгограда, Астрахани) // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №3(64). С. 196–212.

10. Зима А.Г., Кожемяченко Ю.А. Прибрежные территории Гамбурга. Опыт реновации (1990-2010 годы) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 7(58). С.7-10.

11. Кудрявцева С.П., Бесчастнова О.В. Архитектурная интеграция промышленного объекта в городскую среду г. Астрахани // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2017. №2 (20). С. 33–38.

12. Шабиев С.Г. Архитектурная реновация электростанции Баттерси в Лондоне на основе экологического подхода // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2014. №3. С.65-67.

13. Точина В.П., Попов А.Д., Танкова Н.А. Принципы и методы реновации промышленных объектов в мировой практике // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2019. №6. С.78-82.

14. Горгорова Ю.В. Архитектурно-ландшафтное формирование зданий с эксплуатируемой озелененной кровлей // Инженерный вестник Дона. 2019. №8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6134.

References

1. Luzin B.S. Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). Energetika i racional'noe prirodopol'zovanie. 1997. pp.83-87.
2. YAkutin E.M. Vestnik NGUEU. 2015. №3. pp.279-289.
3. Bahchevnikov O.N., Benova E.V., Braginec S.V. Vestnik NGIEI. 2018. №3 (82). pp.73-87.
4. Stavcev E.A., Kolesnikova T.N. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova. 2021. №9. pp.74-86.
5. Il'kevich S.V., Stremberg P. Servis plus. 2017. Tom 11. № 4. pp. 4–13.
6. Fen' V.P. Nauchno-obrazovatel'nyj zhurnal dlya studentov i prepodavatelej «StudNet». 2021. №7. pp. 784-796.
7. Krinichnaya YU.O. Novoe slovo v nauke i praktike: gipotezy i aprobaciya rezul'tatov issledovanij. 2015. pp.191-194.
8. Dmitrik N.O. The scientific heritage. 2019. №39. pp. 4-8.
9. Andreeva YU.V. Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №3(64). pp. 196–212.
10. Zima A.G., Kozhemyachenko YU.A. Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2021. № 7(58). pp.7-10.
11. Kudryavceva S.P., Beschastnova O.V. Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspiya. 2017. №2 (20). pp. 33–38.
12. SHabiev S.G. Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. 2014. №3. pp.65-67.



13. Tochina V.P., Popov A.D., Tankova N.A. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. SHuhova. 2019. №6. pp.78-82.

14. Gorgorova YU.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6134.

Дата поступления: 31.05.2025

Дата публикации: 25.07.2025