

В Казахстане устаревшие производственные объекты становятся полем для реновации. Архитекторы переосмысливают индустриальное наследие, сохраняя материальные следы эпох и придавая им новые функции – от культурных центров до цифровых комплексов. Промышленность перестает быть фоном и становится полноправным участником городской среды. В статье анализируются современные подходы к проектированию и строительству промышленных объектов в Казахстане: от влияния мировых архитектурных трендов до локального исторического контекста. Исследование опирается на методы сравнительного анализа, системного подхода и предлагает теоретические ориентиры по внедрению устойчивых технологий в индустриальную среду.

Ключевые слова: реновация; технологии; устойчивое проектирование; промышленное наследие; пространственная организация; адаптация; современные экологические стандарты. /

In Kazakhstan, obsolete industrial facilities are becoming a field for renovation. Architects are rethinking industrial heritage, preserving the material traces of eras and giving them new functions from cultural centers to digital complexes. Industry is no longer a background and is becoming a full-fledged participant in the urban environment. The article analyzes modern approaches to the design and construction of industrial facilities in Kazakhstan: from the influence of global architectural trends to the local historical context. The study is based on comparative analysis methods, a systems approach, and offers theoretical guidelines for the introduction of sustainable technologies into the industrial environment.

Keywords: renovation; technologies; sustainable design; industrial heritage; spatial organization; adaptation; modern environmental standards.

От советского наследия к умным фабрикам Казахстана / From Soviet legacy to smart factories of Kazakhstan

За последние два десятилетия Казахстан вступил в новую фазу индустриализации. В этой трансформации все чаще звучат слова «цифра», «робототехника», «искусственный интеллект» и все реже можно говорить о «старых» заводах как об актуальных производственных единицах. Перед страной встала двойная задача: с одной стороны проектировать современные промышленные объекты «с нуля», с другой – осмысленно адаптировать унаследованные от двадцатого века предприятия к требованиям двадцать первого.

Богатые природные ресурсы и стратегическое положение Казахстана становятся важным фундаментом для этого движения вперед. Но не менее важно архитектурное мышление, способное соединить производственный функционал с реалиями цифровой эпохи и экологическими приоритетами.

Большинство промышленных зданий советского периода не подвергались модернизации в постсоветский период. Фрагментарные реконструкции, предпринятые в 1990–2000-е годы, оказались недостаточными. Их планировочная структура, как правило, не соответствует новым производственным сценариям, а уровень физического износа конструкций нередко превышает 60%. Экологические нормы, требования к безопасности и условиям труда – все это меняет подход к «индустриальному наследию». Иногда легче построить новое, чем оживлять старое. Особенно если это «старое» не имеет архитектурной ценности.

Модернизация промышленной архитектуры сегодня требует выработки новой проектной парадигмы. Это не просто улучшение технологических линий, это переосмысление самого пространства производства. Современные проекты все чаще опираются на экологичные материалы, принципы энергосбережения, снижение уровня отходов и возможность трансформации. Универсальность планировки становится важным условием: промышленные объекты проектируются с расчетом на многогранность, возможность менять производственные процессы, не перестраивая само здание.

Наконец, важен и архитектурно-художественный аспект. В эпоху переосмысления идентичности, особенно региональной, даже промышленное здание начинает «выражать». Его образ способен транслировать культурные

коды, отсылать к истории места, задавать идеологемы, пусть и не напрямую, но через форму, материал, масштаб. Именно здесь архитектура становится медиатором между производством, обществом и средой.

Новая промышленная типология в настоящее время находится в процессе становления. Так уже было в истории, когда наступало время очередной промышленной революции. Именно в этот период на промышленных зданиях апробировались прогрессивные материалы и конструктивные решения.

Все эти благие пожелания могут таковыми и остаться, если не будут решены вопросы: какие тенденции нового этапа индустриализации Казахстана влияют на формирование промышленной архитектуры? Необходим ли национальный акцент в образной структуре промышленных сооружений Казахстана? Какие мировые тренды имеет смысл рассматривать?

Препятствием для современного этапа промышленного архитектурного проектирования является типология зданий, сложившаяся в 1950–1980-е годы (рис. 1, 2, 3). На рис. 1 представлена входная группа в здание винного завода «Бахус», на рис. 2 – фрагмент здания бывшей ковровой фабрики, на рис. 3 – Дом связи, одно из старейших сооружений в городе Алматы.



^ Рис. 1. Входная группа в здание винного завода «Бахус»

текст

Майнур Майкетова

Международная образовательная корпорация (Алматы, Казахстан)

Галина Исходжанова

Международная образовательная корпорация (Алматы, Казахстан)

Мария Дербисова

Международная образовательная корпорация (Алматы, Казахстан)

Умида Сарманова

Международная образовательная корпорация (Алматы, Казахстан)

text

Mainur Maiketova

International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)

Galina Iskhojanova

International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)

Mariya Derbisova

International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)

Umida Sarmanova

International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)



^ Рис. 3. Дом связи



^ Рис. 2. Фрагмент здания бывшей ковровой фабрики

В Казахстане по-прежнему предпринимаются попытки сохранить здания индустриального прошлого, приспособив их к новым производственным сценариям. Это дорого и не всегда эффективно: на выходе зачастую получают функционально перегруженные и эстетически невыразительные архитектурные гибриды. Возникает необходимость объективной оценки: какие здания действительно способны вместить новые технологии, отвечать требованиям экологичности и безопасности труда, а какие целесообразнее просто демонтировать (рис. 4, 5). На рис. 4 – здание производственно-торговой компании Caspian beverage holding; на рис. 5 – фасад винного завода «Бахус».

Промышленная архитектура Казахстана исторически начала формироваться лишь в XX веке. До советского периода регион не обладал развитой тяжелой или легкой промышленностью. С началом индустриализации в рамках единой хозяйственной политики СССР Казахстан, как и другие республики, был включен в политику типового проектирования. Ускоренное строительство предприятий требовало стандартизации, тиражирования, повторного использования проектных решений. Об архитектуре как выразителе локальной идентичности речь не шла: функциональность вытесняла оригинальность.

В те годы доминировала «ощутимая объективность и практическая целесообразность» [2], которая подавляла архитектурное авторство и художественный язык формы. Повсеместная типизация порождала визуальное однообразие и игнорировала климатические и социальные особенности. Строения часто были непригодны для эксплуатации в жестких природных условиях, не учитывали человеческий фактор и быстро утрачивали эксплуатационную надежность.

Постсоветский период (1991–2000) стал временем кризиса. Как и в России, в Казахстане наблюдался резкий спад в строительной отрасли и хаотизация городской среды. Новые промышленные объекты почти не строились. Существующие здания переоборудовались, реконструировались локально, зачастую без разумной и комплексной концепции. Однако сегодня ситуация начинает меняться: промышленная архитектура снова входит в повестку, теперь уже в ином, более сложном прочтении (рис 6, 7). На рис. 6 и 7 показаны фасады с восточной и западной стороны здания арт-пространства, называемого «Дом на Барибаева».

На первый план выходят легкие большепролетные конструкции, использование высокопрочных и энергоэффективных материалов, индивидуализация форм. Технологии нового поколения позволяют отказаться от стан-



> Рис. 4. Здание производственно-торговой компании Caspian beverage holding

> Рис. 5. Фасад винного завода «Бахус»





< Рис. 6. Фасад с восточной стороны здания арт-пространства, называемого «Дом на Барибаева»

< Рис. 7. Фасад с западной стороны здания арт-пространства, называемого «Дом на Барибаева»

дарту ради функциональной гибкости и архитектурной выразительности [3]. Особое значение приобретает модульное проектирование, применимое как к отдельным конструкциям, так и к масштабным производственным комплексам.

Одна из важнейших задач – интеграция новых и модернизированных промышленных сооружений в городскую среду. В условиях плотной и уже сложившейся структуры это требует тонкого взаимодействия между инженерной логикой и архитектурной пластикой.

Показательными примерами нового подхода стали индустриальная зона «Астана Хаб» и модернизация Карагандинского металлургического завода [4, 5]. Первый проект отражает вектор технологических инноваций и ориентации на цифровую экономику, второй – направление индустриального восстановления, в котором реконструкция становится функциональной и актом сохранения промышленного наследия. Вместе эти примеры демонстрируют, как промышленная архитектура Казахстана переходит от утилитарной рациональности к сложной системе смыслов, где место действия уже не только завод, но и город.

Расположенный в столице Казахстана «Астана Хаб» представляет собой пример сознательного переосмысления индустриальной архитектуры в условиях цифровой

эпохи (рис. 8). Этот технологический парк, специализирующийся на направлениях искусственного интеллекта, Big Data, робототехники и технологического предпринимательства в сфере информационных технологий.

Архитектурная композиция «Астана Хаб» основана на принципах павильонной планировки и модульности. Несколько корпусов объединены общественными пространствами с элементами открытой и полузакрытой планировки. Прослеживается эстетика технологической рациональности: стеклянные фасады, металлические фермы, открытые инженерные коммуникации и навесные конструкции задают стилистическую рамку, близкую к хай-теку и техно-минимализму.

Интерьеры адаптированы к различным функциям – от коворкингов и лабораторий до центров поддержки современных проектов. Это не пространство жесткого назначения, а гибкая среда, которая способна трансформироваться под быстро меняющиеся технологические задачи. Такой подход отражает новые стратегии проектирования: приоритет отдается не только производственным циклам, но и человеку как активному участнику инновационного процесса.

Интересно сравнить «Астана Хаб» с аналогичными зарубежными проектами, к примеру, парижским Station F, расположенным в реконструированном железнодорожном



< Рис. 8. «Астана Хаб»

> Рис. 9. Торговый комплекс «Армада»



ном депо, или Design School Zollverein в Эссене, основанной на территории бывшего угольного комбината. В этих случаях индустриальное прошлое становится платформой для нового культурного и архитектурного содержания. «Астана Хаб», напротив, создает индустриальную эстетику «с нуля»: это имитация индустриальности как символа прогресса. Архитектурный образ не реставрационный, а повествовательный: он конструирует визуальный и концептуальный образ «цифровой фабрики будущего».

Если «Астана Хаб» символизирует прорыв в сторону технологических инноваций, то Карагандинский металлургический комбинат (КМК) – пример иной архитектурной парадигмы, связанной с индустриальной реновацией. Основанный в 1960-е годы как часть масштабной индустриализации Центрального Казахстана, комбинат стал градообразующим элементом Караганды, вокруг которого формировалась не только производственная, но и социальная структура города.

Архитектура КМК – типичный образец позднесоветской промышленной эстетики: массивные объемы, жесткая функциональная логика, отсутствие декоративных элементов. Корпуса, выполненные из железобетона и кирпича, развиваются по линейному принципу, отражающему технологическую последовательность производственного процесса – от доменного до прокатного цеха. Здесь форма строго подчинена функции, но именно в этом кроется определенная эстетика, соответствующая современным представлениям о минимализме и промышленной чистоте формы.

С начала 2000-х годов КМК вступил в фазу модернизации. Причины были как экономические (внедрение новых технологий, снижение энергозатрат), так и градостроительные: необходимость интеграции закрытого промышленного комплекса в структуру города. Реконструкция охватила производственные блоки и инженерные сети, административные здания и прилегающие территории. Прежние фасады получили современную оболочку: сэндвич-панели, энергоэффективное остекление, естественную вентиляцию.

Таким образом, завод частично утратил образ «закрытого» индустриального объекта, став более прозрачным и визуально доступным. Однако, в отличие от европейских аналогов (например, Doln Vltavice в Остраве, Че-

хия), где часть корпусов металлургического завода была превращена в культурный объект, казахстанская модель модернизации ориентирована преимущественно на производственные цели. Эстетическое обновление выступает как побочный эффект экономической рациональности.

Здесь реализуется специфика регионального подхода: сохранение индустриального центра с аккуратной адаптацией к современным стандартам. Архитектурная трансформация происходит без радикального переосмысления формы через техническое обновление и точечные эстетические акценты.

«Астана Хаб» и Карагандинский металлургический комбинат представляют два полюса современной архитектурной мысли в Казахстане. Первый пример архитектуры постиндустриальной эпохи – сознательное формообразование в духе высоких технологий. Второй – реальная трансформация унаследованной индустриальной инфраструктуры, ориентированная на обновление производственных процессов и архитектурной оболочки. Оба примера иллюстрируют важнейшие архитектурные тренды сегодняшнего дня.

Постиндустриальная репрезентация («Астана Хаб») демонстрирует создание у зрителя художественного образа технологического прогресса через выразительные и контрастные пространственные формы, сочетание сферы с протяженной горизонтальной направленностью. Индустриальная реновация (КМК) – адаптация существующей промышленной инфраструктуры к современным стандартам без утраты ее утилитарной выразительности.

Эти примеры показывают, как архитектура в Казахстане становится выразителем социального и экономического курса страны от цифровизации до устойчивого промышленного развития.

Помимо ведущих проектов в стране формируется сеть индустриальных зон и специальных экономических территорий, каждая из которых отражает специфику отрасли, региона и архитектурного подхода.

1. Индустриальная зона «Оңтүстік» (Шымкент) ориентирована на легкую и пищевую промышленность. Основной акцент сделан на функциональность и модульность; предприятия размещаются в универсальных каркасных зданиях, легко адаптируемых под различные производственные нужды. Схож с индустриальными парками



< Рис. 10. Торговый комплекс «Grand Park». Интерьер

< Рис. 11. Торговый комплекс «Grand Park». Вид снаружи

Восточной Европы, где прагматизм и гибкость становятся архитектурными приоритетами.

2. СЭЗ «Астана Новый город» – пространство, близкое к концепции гибридного технопарка; высокотехнологичное производство соседствует с офисами, выставочными и административными функциями. Архитектурно зона отличается использованием современных материалов (стекла, алюминия, композитов) и развитой транспортной инфраструктурой. Аналогами являются промышленные зоны Сингапура, интегрированные в городскую структуру.

3. СЭЗ «Хоргос Восточные ворота» – масштабный индустриально-логистический узел на границе с Китаем. Сочетание сухого порта, производственных площадок и терминалов создает взаимоусиливающую систему, аналогичную Jebel Ali Free Zone в Дубае. Архитектурный акцент сделан на инфраструктурную рациональность и масштаб.

4. Индустриальный парк «Алматы» ориентирован на высокотехнологичное машиностроение и стройиндустрию. Здания спроектированы с возможностью реконфигурации под разные производства с учетом экологических требований. Визуальный язык лаконичный и функционально выверенный, в духе немецких индустриальных парков.

5. Промзона «ТаразХимПарк» (Тараз) со специализацией «химическая промышленность». В центре внимания инженерная надежность и безопасность, от планировки до материалов. Аналогичные проекты – промышленные секторы США, где регламентация играет доминирующую роль в формообразовании.

6. Свободная экономическая зона «Павлодар» ориентирована на металлургию и химию. Архитектура отвечает требованиям тяжелой промышленности: высокие пролеты, массивные конструкции, специализированная логистика. Ближайшие параллели – индустриальные зоны Сибири и Урала, также работающие в условиях сложного климата и масштабных производств.

7. Индустриальный парк «Сарыарқа» (Караганда) сочетает развитие машиностроения и металлургии с использованием энергоэффективных технологий и современных строительных материалов. Здания спроектированы с возможностью адаптации и расширения. Это делает

парк аналогичным южнокорейским индустриальным группам, где ставка делается на многофункциональность и технологичность.

Реконструкция Алматинского хлопчатобумажного комбината (АХБК) является важным проектом адаптации индустриального наследия к новым условиям городской среды (рис. 3). На рис. 9, 10, 11 представлено здание АХБК, преобразованное в торговые комплексы «Армада» и «Grand Park». Объект был создан в советский период как передовое производство легкой промышленности Казахстана. АХБК долгое время выполнял одну из ключевых ролей в экономике не только Алма-Аты, но и всей страны, определенным образом повлиял на развитие близлежащих территорий, сформировав тем самым специфический тип индустриального ландшафта.

С распадом СССР и последующей деиндустриализацией производство на объекте было остановлено, а его архитектурная структура забыта. В свою очередь это привело к необходимости переосмысления функций комплекса в современной городской структуре [6]. Архитектурная типология АХБК основывалась на принципах индустриальной практичности: прямолинейные формы корпусов, массивность объемов, большие пролеты и широкие оконные проемы, использование железобетона и стекла, наличие развитой системы инженерной инфраструктуры. Пространственная структура комбината выражала рационалистические подходы к производственным процессам: функциональное зонирование планировалось по технологической цепочке, было четкое разделение производственных, складских и административных блоков. Данные характеристики являются типовыми для позднесоветской промышленной архитектуры и становятся определяющим фактором при разработке концепции реконструкции.

Этап трансформации АХБК начался с реализации проекта по созданию на его базе торгового центра. Градостроительная концепция опирается на принципы реновации: сохранение ценных элементов индустриального наследия с их последующей интеграцией в новое общественно-деловое пространство. Здание сохраняется в оригинальных объемах и перепрофилируется под торговлю. Промышленная архитектура АХБК приобретает вторую жизнь, оставаясь носителем исторической памяти и приобретая новые функциональные смыслы. Архи-

текторы стремились к диалогу между старым и новым, подчеркивая своеобразие индустриальной эстетики в сохранении формы здания, оригинальных конструктивных элементах, высоких пролетах.

Реконструкция АХБК вливается в общий тренд постиндустриальной трансформации городской среды, где сохраняется ценность исторической идентичности территории, и архитектура получает новый импульс к существованию. Проект реконструкции АХБК может рассматриваться как один из примеров в исследовании процессов реновации индустриального наследия в постсоветском пространстве.

Есть ряд не совсем удачных примеров реконструкции так называемых «проблемных зон», например, бывший Усть-Каменогорский свинцово-цинковый комбинат, большая часть территории которого находится в запустении. Предложения инвесторов наталкивались на экологические и юридические барьеры. Зброшенные здания сохраняют историко-архитектурную ценность, но отсутствие определенной стратегии реновации, к сожалению, приводит к разрушению сооружений.

Зброшенные здания и сооружения в Риддере и Жезказгане хоть и вызывают интерес исследователей к индустриальной архитектуре этих территорий, реальные шаги по сохранению или реновации объектов не предпринимаются. Сложные условия доступа, удаленность и слабая инвестиционная привлекательность усугубляют разрушение архитектурного наследия.

Реновация АХБК демонстрирует возможность трансформации индустриальной архитектуры в культурное и экономическое пространство. Удачные примеры реновации в Казахстане показывают, что сочетание архитектурной идентичности и современных технологий может стать основой для устойчивого городского развития. Необходимо учитывать наличие проблемных зон, которые указывают на актуальность формирования системы в области индустриального наследия, включающей инвентаризацию, зонирование, экологическую экспертизу и архитектурную адаптацию.

Появление Индустрии 4.0 и трансформация промышленной архитектуры Казахстана ознаменовались качественными преобразованиями в организации производства, характеризующимися целостной интеграцией киберфизических систем, Интернета вещей (IoT) и облачных вычислений в промышленные процессы. Эти технологии стали основой для появления высокоавтоматизированных и взаимосвязанных «умных фабрик», обеспечивающих обмен данными в реальном времени на всех этапах жизненного цикла продукции [7].

Эти изменения напрямую влияют и на архитектуру промышленных объектов. Как и в предыдущие эпохи, архитектура производственных зданий быстрее всего откликается на технологические вызовы, часто становясь полигоном для экспериментов, впоследствии влияющих на гражданскую архитектуру.

Одним из ключевых инструментов проектирования в условиях Индустрии 4.0 становится BIM-моделирование (Building Information Modeling), позволяющее создавать детализированные цифровые модели зданий, обеспечивающие высокую степень координации между участниками проекта, снижение ошибок на стадии строительства и повышение общей эффективности [8].

Современные промышленные практики неразрывно связаны с концепцией устойчивого развития. Индустрия 4.0 акцентирует внимание на использовании экологических материалов, энергоэффективности и развитии локальных систем переработки отходов. Принципы круговой экономики находят все большее применение в промышленной архитектуре: отходы повторно используются в производстве, стимулируя местную экономику и снижая нагрузку на окружающую среду.

Наблюдается также рост интереса к гибридным пространствам: проектированию производственных зданий, сочетающих функции офиса, лаборатории, логистического центра и даже общественных зон. Эти «перераспределенные» пространства становятся более открытыми, адаптивными, способными к быстрой трансформации в зависимости от функциональных потребностей.

Архитектурные и технологические преобразования на основе принципов Индустрии 4.0 уже получили реализацию в ряде казахстанских проектов:

- «Астана Хаб» – ведущая технологическая платформа, ориентированная на развитие цифровой экономики. Здесь внедрена модель «открытых инноваций», позволяющая предприятиям интегрировать решения информационных технологий в производственные процессы. По состоянию на 2025 год реализовано более 120 проектов цифровой трансформации;

- «АрселорМиттал Темиртау» совместно с Министерством по ЧС РК внедрил систему Safety Management System для мониторинга и управления промышленной безопасностью. Использование цифровых решений позволяет отслеживать состояние оборудования, документацию и техносферные риски в реальном времени;

- «Каспий Нефть» в рамках проекта Smart Field Айранколь реализовал цифровое моделирование архитектуры и инфраструктуры нефтяного предприятия. В результате удалось сократить операционные издержки, повысить коэффициент извлечения и оптимизировать работу месторождения;

- платформа Tech Garden курирует создание технологических решений для промышленности. Главная цель – поэтапная цифровая трансформация сектора и формирование экосистемы, поддерживающей реализацию проектов Индустрии 4.0 на национальном уровне [9, 10].

Архитектурные принципы будущего предполагают интеграцию природных процессов – солнечной энергии, естественной вентиляции, водосбережения в систему жизнеобеспечения зданий [11, 12]. Переход к биоклиматическим решениям позволяет создавать более эффективные и экологически устойчивые производственные объекты.

Технологии 3D-печати, роботизированного строительства и фрезеровки с ЧПУ начинают внедряться в промышленное строительство, трансформируя традиционные методы возведения зданий. Однако основными барьерами остаются стоимость, сложность технологий и нехватка квалифицированных кадров [13, 14].

На практике доминирует реконструкция существующих объектов, не всегда дающая оптимальный результат. Наряду с этим в Казахстане активно идет процесс переформатирования старых промышленных территорий – от их реновации до создания на их базе объектов смешанного назначения. Часто в новых проектах сохраняются неоклассические архитектурные фрагменты 1930–1950-х годов, что создает особую историко-архитектурную многослойность.

Промышленная архитектура Казахстана находится в процессе комплексной трансформации, движимой одновременно глобальными трендами и локальными условиями. Формирование новой парадигмы требует:

- разработки национальных стандартов, адаптированных к условиям цифрового производства и устойчивого строительства;

- интеграции экологических и инженерных практик;

- повышения архитектурной и технологической компетенции специалистов;

- поддержки исследований и образовательных инициатив, связанных с архитектурой Индустрии 4.0.

Принципы Индустрии 4.0 служат катализатором переосмысления промышленной архитектуры: от фабрики как утилитарного объекта к фабрике как адаптивной,

энергоэффективной сетевой среде, открытой для инноваций и социальной функции.

Литература

1. Об утверждении Концепции развития обрабатывающей промышленности Республики Казахстан на 2023–2029 годы. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000846> (дата обращения: 15.06.2026).
2. Бондаренко, И. А., Казусь, И. А., Конышева, Е. В., Косенкова, Ю. Л., Старостенко, Ю. Д., Щенков, А. С. Советское градостроительство. 1917–1941. Книга первая. – Москва : Прогресс-Традиция, 2018. – 820 с.
3. Иконников, А. В. Архитектура XX века : Утопии и реальность: Изд. в 2 т. Том II. – Москва : Прогресс-Традиция, 2002. – 672 с.
4. Цифровой технопарк. – URL: <https://astanahub.com/ru/> (дата обращения: 15.06.2026).
5. Металлургический комбинат Qarmet. – URL: <https://qarmet.kz/ru/> (дата обращения: 15.06.2026).
6. Кто снёс АХБК? – URL: https://total.kz/ru/news/vladelets_qz/kto_snyos_ahbk (дата обращения: 15.06.2026).
7. INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future. – Germany Trade & Invest, 2014. – 40 p.
8. Шадыбеков, Т. Х., Исходжанова, Г. Р. Проблемы и перспективы внедрения информационного моделирования с использованием BIM-технологий в задачи проектирования строительства // Реабилитация жилого пространства городского жителя : материалы XVII междунар. науч.-практ. конф. им. В. Татлина. – Пенза : ПГУАС, 2021. – С. 372–376.
9. Научные публикации. – URL: <https://astanahub.com/ru/nauchnye-publikatsii> (дата обращения: 15.06.2026).
10. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан и АО «АрселорМиттал Темиртау» запустили цифровой проект по промышленной безопасности. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer/press/news/details/413334?lang=ru> (дата обращения: 15.06.2026).
11. Van der Ryn Sim Cohen Stuart. Ecological Design. – Island Press, 1996. – 224 p.
12. Berge Bjorn. The Ecology of Building Materials. – Routledge, 2009. – 448 p.
13. Caneparo Luca. Digital Fabrication in Architecture, Engineering and Construction. – Springer Science & Business Media, 2013. – 218 p.
14. Гинзбург, А. В., Шилова, А. О., Адамцевич, А. О. Системотехника строительства : Учебно-методическое пособие. – Москва : Изд-во МИСИ–МГСУ, 2019. – URL: <http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r91/cgiirbis64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>. (дата обращения: 15.06.2026).

References

- Berge, B. (2009). *The Ecology of Building Materials*. Routledge.
- Bondarenko, I. A., Kazus, I. A., Konysheva, E. V., Kosenkova, Yu. L., Starostenko, Yu. D., & Shchenkov, A. S. (2018). *Sovetskoe gradostroitelstvo. 1917-1941 [Soviet urban development. 1917-1941]. Book one*. Moscow: Progress-Traditsiya.
- Caneparo, L. (2011). *Digital Fabrication in Architecture, Engineering and Construction*. Springer Science & Business Media.
- Digital Technopark. (n.d.). Astanahub. Retrieved June 15, 2026, from <https://astanahub.com/ru/>
- Germany Trade & Invest. (2014). *INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future*.
- Ginzburg, A. V., Shilova, A. O., & Adamtsevich, A. O. (2019). *Sistemotekhnika stroitelstva: Uchebno-metodicheskoe posobie [Systems Engineering of Construction: Manual]*. Moscow: Publishing House MISI – MGSU. Retrieved June 15, 2026, from <http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r91/cgiirbis64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>.
- Ikonnikov, A. V. (2002). *Arkhitektura XX veka: Utopii i realnost [Architecture of the 20th century. Utopias and reality]* (A. D. Kudryavtseva, ed.) (Vol. II). Moscow: Progress-Traditsiya.
- Kalieveva, K. (2015). *Kto snes AKhBK? [Who demolished Almaty Cotton Mill?]*. Total. Retrieved June 15, 2026, from https://total.kz/ru/news/vladelets_qz/kto_snyos_ahbk
- Ministerstvo po chrezvychainym situatsiyam Respubliki Kazakhstan i AO "Arselor Mittal Temirtau" zapustili tsifrovoyi proekt po promyshlennoi bezopasnosti [The Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan and ArcelorMittal Temirtau JSC launched a digital industrial safety project]. (2022). Gov.kz. Retrieved June 15, 2026, from <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer/press/news/details/413334?lang=ru>
- On approval of the Concept of development of the manufacturing industry of the Republic of Kazakhstan for 2023–2029. Retrieved June 15, 2026, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000846>
- Qarmet Metallurgical Plant. (n.d.). Qarmet. Retrieved June 15, 2026, from <https://qarmet.kz/ru/>
- Scientific publications. (n.d.). Astanahub. Retrieved June 15, 2026, from <https://astanahub.com/ru/nauchnye-publikatsii>
- Shadybekov, T. Kh., & Iskozhanova, G. R. (2021). Problems and prospects of implementation of information modeling using BIM-technologies in problems of construction design. *Rehabilitation of the living space of a city dweller: Proceedings of the XVII international scientific-practical conference named after V. Tatlin* (E. G. Lapshina, Ed.) (pp. 372–376). Penza: PSUAS.
- Van der Ryn, S., & Cohen, S. (1996). *Ecological Design*. Island Press.