



Научная статья

<https://doi.org/10.32523/3136-3385-2026-156-3-97-119>

Принципы архитектурно-планировочной организации учреждений среднего профессионального образования Казахстана

Д.Б. Баймулдина , **С.Ш. Садыкова** 

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

E mail: Baymuldina_d@mail.ru, Sadykova_ssh@enu.kz

Аннотация. В статье рассматриваются принципы архитектурно-планировочной организации учреждений среднего профессионального образования Казахстана в контексте модернизации системы технического и профессионального образования и усиления связи обучения с производственной практикой. Актуальность исследования определяется необходимостью перехода от традиционной модели колледжа как учебного здания к модели образовательно-производственного комплекса, объединяющего теоретическое обучение, практическую подготовку, общественные пространства и взаимодействие с индустриальными партнерами. Методологической основой работы является сравнительный архитектурно-планировочный анализ колледжей Казахстана, включая АРЕС Petro Technic в Атырау и Колледж сервиса и туризма в Астане, а также профессиональных образовательных комплексов Китая — экспериментально-учебного здания Zibo Education и Профессионально-технического колледжа залива Мэйчжоу. Анализ позволил сопоставить функциональное зонирование, взаимосвязь учебных и практических помещений, общественные пространства и характер кампусной организации. В результате исследования выявлены ключевые принципы: интеграция учебных и производственных зон, формирование общественно-коммуникационного ядра, функциональное кластерирование, обеспечение коротких связей между теорией и практикой, гибкость планировочной структуры и открытость колледжа к городской и производственной среде. Сформулированы основные принципы развития колледжей Казахстана как современных образовательно-производственных платформ.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование; архитектура колледжей; Казахстан; Китай; архитектурно-планировочная организация.

Введение

Современное развитие системы среднего профессионального образования Казахстана связано с необходимостью подготовки квалифицированных кадров для промышленности, строительства, транспорта, сервиса, нефтегазовой отрасли, сельского хозяйства и новых технологических направлений. В условиях обновления экономики и усиления практико-ориентированного обучения колледж уже не может рассматриваться только как традиционное учебное здание с набором аудиторий, административных помещений и мастерских. Его архитектурно-планировочная организация должна обеспечивать связь теоретического обучения, производственной практики, профессиональной социализации студентов и взаимодействия с предприятиями.

Актуальность исследования определяется тем, что сеть организаций технического и профессионального образования Казахстана остается значительной по масштабу и социальной роли. На начало 2025-2026 учебного года в Республике Казахстан функционировало более 700 самостоятельных организаций технического и профессионального образования, а общая численность обучающихся составила свыше 560 тыс. человек [1]. При этом рост приема студентов и развитие государственного образовательного заказа усиливают требования не только к содержанию образовательных программ, но и к качеству архитектурной среды колледжей. Современные здания должны быть способны принимать новые технологии, обеспечивать практическую подготовку, создавать гибкие лабораторные и производственные пространства, а также формировать привлекательную образовательную среду [2,3].

В современных исследованиях образовательной среды подчеркивается, что пространственная организация учебных зданий влияет на комфорт, вовлеченность и результаты обучения, а гибкость среды становится одним из условий адаптации образования к новым форматам деятельности [4-6]. Для учреждений среднего профессионального образования это особенно важно, поскольку их планировочная структура должна одновременно поддерживать теоретическое обучение, практическую подготовку, демонстрацию оборудования, проектную работу и коммуникацию с работодателями.

Исторически архитектура учреждений среднего профессионального образования Казахстана формировалась на основе советской модели профессионально-технических училищ и техникумов. Для этой модели были характерны типовые проектные решения, функциональное разделение учебных и производственных помещений, а также ориентация на подготовку кадров для конкретных отраслей экономики [7-10]. Однако в современных условиях прежняя планировочная структура не всегда отвечает требованиям дуального обучения, обновления материально-технической базы и необходимости интеграции колледжа с реальной производственной средой. Поэтому актуальной становится задача выявления таких архитектурно-планировочных принципов, которые позволят перейти от модели изолированного учебного здания к модели образовательно-производственного комплекса.

В отечественной архитектурной науке вопросы формирования и трансформации общественных и образовательных зданий рассматриваются в работах казахстанских исследователей. С. Ш. Садыкова исследует современные подходы к формированию архитектуры образовательных учреждений Казахстана, обращая внимание на взаимосвязь архитектурной среды, образовательного процесса и требований к качеству внутренних учебных пространств [11]. Для настоящего исследования важным является положение о

необходимости формирования образовательной среды как целостной системы, в которой архитектурно-пространственные решения должны соответствовать изменяющимся требованиям обучения.

Значимыми для определения принципов дальнейшего развития колледжей являются исследования Е. К. Дуйсебая, посвященные архитектуре общественных зданий и сооружений, гибко адаптируемой к динамике социальных изменений [12]. Автор рассматривает функционально-планировочную структуру общественного здания как изменяемую систему и обосновывает применение гибких планировочных решений, вариативной архитектурной структуры и пространственно-конструктивных модулей. Данный подход приобретает особую актуальность для учреждений среднего профессионального образования Казахстана, поскольку изменение образовательных программ, появление нового технологического оборудования и развитие практико-ориентированного обучения требуют возможности трансформации и поэтапного расширения учебных, лабораторных и производственных пространств.

Особое значение в этом контексте имеет сравнительный анализ зарубежного опыта, прежде всего китайских профессиональных колледжей. Китайские примеры демонстрируют более целостный подход к формированию профессионального образовательного кампуса, где учебные корпуса, лаборатории, мастерские, общественные пространства, жилые блоки, спортивные зоны и производственно-практические помещения объединяются в единую планировочную систему. В таких комплексах практическая подготовка не является второстепенной функцией, а становится частью общей пространственной структуры. Это позволяет рассматривать кампус как среду «обучения через действие», где теория, практика и профессиональная коммуникация связаны между собой пространственно и функционально [13,14].

Китайские профессиональные кампусы рассматриваются не как объект прямого копирования, а как сравнительная модель для выявления архитектурно-планировочных приемов, применимых к условиям Казахстана. Для анализа используются примеры, в которых выражены разные типы планировочной организации: интеграция учебных и экспериментально-производственных помещений через общий двор, формирование общественного ядра, кластерное размещение учебных и практических блоков, связь кампуса с жилой и городской средой, а также включение производственных зон в структуру учебного процесса [15,16].

Казахстанские примеры, в свою очередь, позволяют выявить реальные особенности отечественной практики. В частности, АРЕС Petro Technic в Атырау представляет собой отраслевой колледж, связанный с нефтегазовым сектором и производственной специализацией региона [17]. Колледж сервиса и туризма в Астане демонстрирует более компактную городскую модель, где учебные аудитории, мастерские, лаборатории и общественные зоны размещаются в пределах ограниченного участка или одного здания [18]. Сопоставление этих объектов с китайскими профессиональными кампусами позволяет определить, какие планировочные решения уже формируются в Казахстане, а какие требуют дальнейшего развития.

Таким образом, проблема исследования заключается в недостаточной разработанности архитектурно-планировочных принципов организации современных колледжей Казахстана с учетом интеграции обучения и производства. Если ранее основное внимание уделялось истории, вместимости, географии и типологии учреждений среднего

профессионального образования, то в современных условиях на первый план выходит анализ их планировочной структуры: взаимосвязи учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, общественных пространств, общежитий, дворов, транспортных подходов и производственных зон.

Цель статьи - выявить архитектурно-планировочные принципы организации учреждений среднего профессионального образования Казахстана на основе сравнительного анализа планировочных моделей отечественных колледжей и китайских профессиональных колледжей.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: рассмотреть современное состояние и предпосылки развития архитектуры колледжей Казахстана; проанализировать планировочные особенности выбранных казахстанских и китайских примеров; определить характер взаимосвязи учебных, практических, общественных и производственных зон; выявить архитектурно-планировочные приемы, которые могут быть адаптированы для проектирования и модернизации колледжей Казахстана.

Объектом исследования являются учреждения среднего профессионального образования Казахстана. Предметом исследования выступают архитектурно-планировочные принципы их организации, включая функциональное зонирование, связь учебных и производственных пространств, формирование общественного ядра, «кампусную» структуру, гибкость планировки и взаимодействие с городской и производственной средой.

Научная значимость исследования состоит в переходе от описательной характеристики колледжей к выявлению системы проектных принципов. Практическая значимость заключается в возможности использования результатов исследования при разработке новых проектов колледжей, реконструкции существующих зданий и формировании рекомендаций по развитию учебно-производственной инфраструктуры среднего профессионального образования Казахстана.

Методология

Методологической основой исследования является сравнительный архитектурно-планировочный анализ учреждений среднего профессионального образования Казахстана и профессиональных образовательных комплексов Китая. Данный подход позволяет рассматривать колледж не только как отдельное учебное здание, но как пространственную систему, в которой взаимосвязаны учебные аудитории, лаборатории, производственно-практические помещения, общественные зоны, дворы, общежития, спортивная инфраструктура и связи с городской или производственной средой.

В отличие от описательной классификации учреждений среднего профессионального образования по вместимости или территориальному размещению, основное внимание уделяется планировочной структуре объектов. Анализ направлен на выявление того, каким образом в архитектуре колледжа организуется связь теоретического обучения и практической подготовки, где размещаются учебно-производственные мастерские, как формируется общественное ядро, каким образом обеспечивается движение студентов между функциональными зонами, и насколько планировочная структура поддерживает современные формы профессионального обучения.

Материалами исследования послужили схемы генеральных планов, планы первых этажей, визуальные материалы, экспликации помещений и аналитические схемы выбранных колледжей Казахстана и Китая. В качестве отечественных примеров

рассмотрены АРЕС Petro Technic в г. Атырау и колледж сервиса и туризма в г. Астана. Эти объекты позволяют выявить особенности отечественной практики: связь колледжа с отраслевой специализацией региона, размещение учебных и практических помещений, организацию общественных зон и характер взаимодействия здания с городской средой [17,18].

В качестве зарубежных аналогов рассмотрены китайские профессиональные образовательные комплексы: экспериментальное и учебное здание Zibo Education, связанное с интеграционной базой науки и промышленности, а также Профессионально-технический колледж залива Майчжоу. Эти примеры выбраны потому, что в них более последовательно выражена идея интеграции образовательной, практической, общественной и «кампусной» среды. В китайских объектах учебные корпуса, лаборатории, мастерские, общественные пространства и жилые зоны рассматриваются как элементы единой планировочной системы, что представляет интерес для разработки принципов организации колледжей Казахстана [15,16].

Сравнительный анализ проводился по следующим критериям:

1. размещение объекта в городской или производственной структуре;
2. характер генерального плана и композиции территории;
3. взаимосвязь учебных аудиторий, лабораторий и мастерских;
4. наличие и роль общественно-коммуникационного ядра;
5. организация движения студентов между учебными и практическими зонами;
6. степень интеграции производственной практики в структуру здания или кампуса;
7. возможность гибкого использования и дальнейшего развития планировочной структуры.

Такой метод позволяет перейти от описания отдельных объектов к выявлению общих архитектурно-планировочных принципов. В результате исследования китайские примеры рассматриваются не как образцы для прямого заимствования, а как сравнительная база, позволяющая определить направления развития казахстанских колледжей: усиление связи учебных и производственных зон, формирование общественного ядра, развитие кампусной логики, создание гибких лабораторно-практических пространств и более активное включение колледжа в городскую и производственную среду. Основные характеристики рассматриваемых объектов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Объекты сравнительного архитектурно-планировочного анализа

№	Объект анализа	Страна/ город	Тип объекта	Основной планировочный интерес для исследования
1	АРЕС Petro Technic	Казахстан, Атырау	Отраслевой колледж нефтегазового профиля	Связь колледжа с производственной специализацией региона; сочетание учебных корпусов, общежитий, спортивной зоны и учебно- производственных мастерских в едином комплексе.

2	Колледж сервиса и туризма	Казахстан, Астана	Городской колледж сервисного профиля	Компактная планировочная модель в условиях городской застройки; размещение учебных аудиторий, практических помещений, общественных зон и дворового пространства в пределах ограниченного участка.
3	Экспериментальное и учебное здание Zibo Education	Китай, Циндао	Учебно-экспериментальный корпус, связанный с научно-производственной базой	Интеграция учебных, лабораторных и экспериментально-производственных помещений через общий двор; преобладание практических зон над традиционными аудиториями.
4	Профессионально-технический колледж залива Майчжоу	Китай	Профессиональный образовательный кампус	Кампусная структура с учебными, практическими, жилыми, спортивными и общественными зонами; функциональная связь теории, практики и профессиональной среды.

Результаты и обсуждение

Анализ колледжей Казахстана показывает, что современная архитектура учреждений среднего профессионального образования постепенно переходит от традиционной модели учебного корпуса к более сложной структуре, включающей учебные, практические, общественные и вспомогательные зоны. Однако в большинстве случаев связь между теоретическим обучением и производственной практикой еще не всегда выражена как единая архитектурно-планировочная система. Практические помещения, мастерские и лаборатории часто размещаются рядом с учебными аудиториями, но не всегда становятся композиционным и функциональным центром здания.

Одним из наиболее показательных отечественных примеров является АРЕС Petro Technic в городе Атырау. Данный объект представляет собой отраслевой колледж, ориентированный на подготовку кадров для нефтегазового сектора Западного Казахстана. Его градостроительное положение связано не только с городской структурой Атырау, но и с производственной специализацией региона. В этом проявляется важный принцип размещения учреждений среднего профессионального образования: колледж должен быть связан с экономическим профилем территории и базовыми предприятиями, для которых осуществляется подготовка специалистов [17] (рисунок 1).

Планировочная организация АРЕС Petro Technic демонстрирует комплексный подход к

формированию образовательной среды. На территории размещены учебные корпуса, общежития, спортивные объекты, столовая, административные помещения и учебно-производственные мастерские.

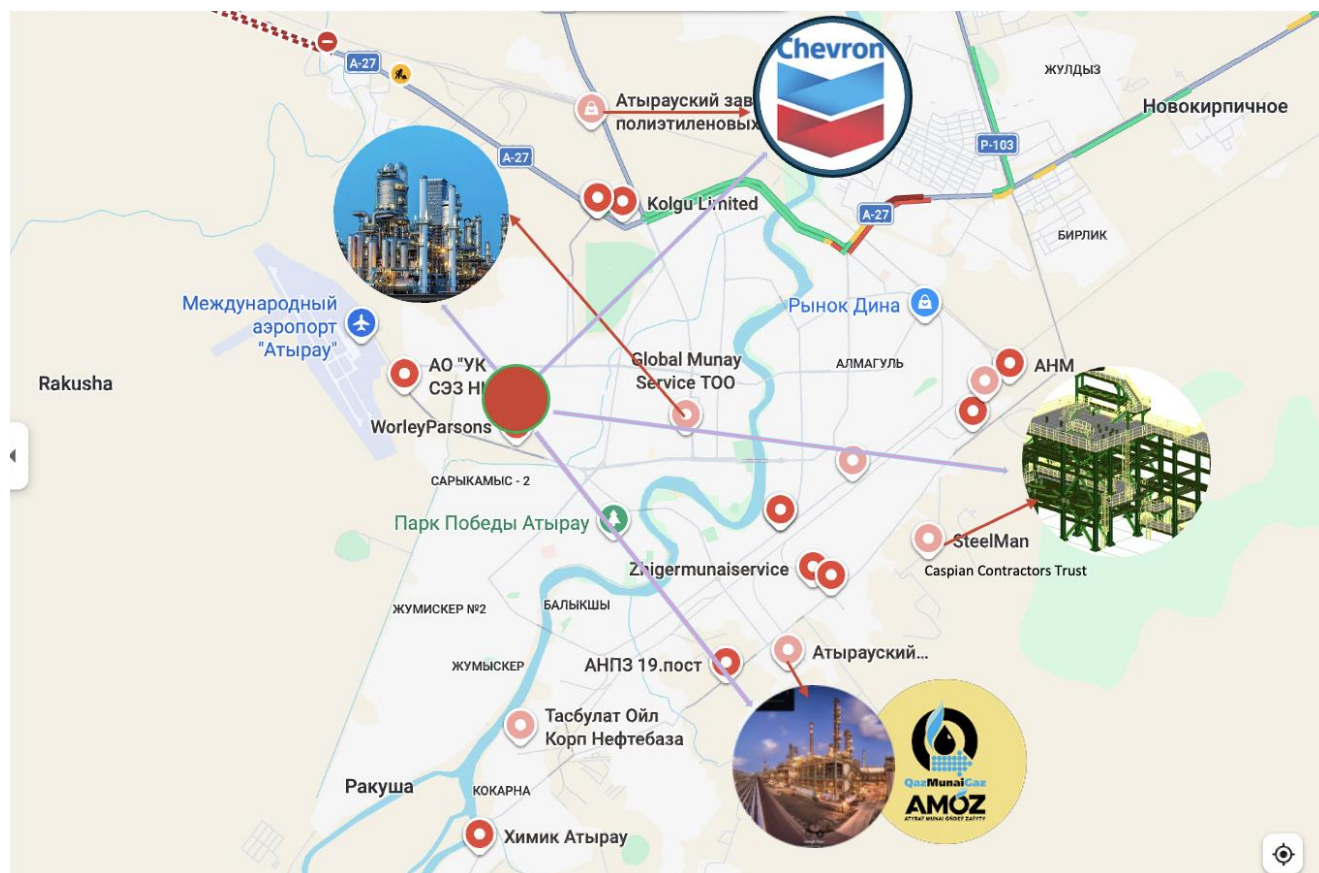
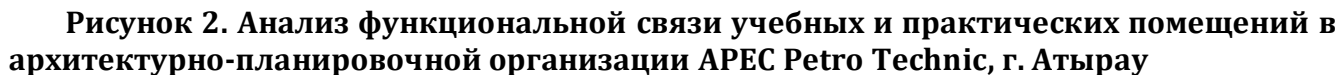


Рисунок 1. Анализ взаимосвязи колледжа АРЕС Petro Technic, г. Атырау с местным производством

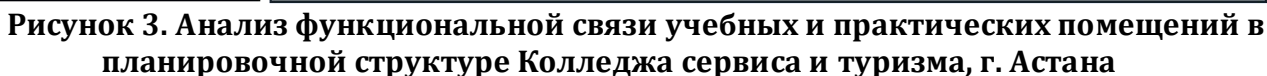
Важной особенностью является наличие практических блоков, в которых моделируются реальные производственные процессы. Это позволяет приблизить обучение к условиям будущей профессиональной деятельности и усилить практическую направленность образовательного процесса (рисунок 2).

При этом структура комплекса сохраняет достаточно четкое функциональное разделение. Учебные корпуса и общежития образуют одну часть территории, а учебно-производственные мастерские выделяются как специализированная зона. Такая организация удобна с точки зрения безопасности, эксплуатации и контроля производственных процессов. Однако с позиции современной архитектуры колледжа важно, чтобы практические помещения не воспринимались как второстепенное дополнение, а были включены в общую образовательную логику движения студентов.

Другой тип отечественной планировочной модели представлен Колледжем сервиса и туризма в городе Астана. В отличие от АРЕС Petro Technic, данный объект расположен в городской среде и имеет более компактную структуру. Его архитектурная организация основана на размещении учебных, общественных и практических помещений в пределах



План первого этажа Колледжа сервиса и туризма показывает, что учебные аудитории, практические кабинеты, библиотека, столовая, выставочная зона, вестибюль и рекреационные пространства объединены в компактной структуре. Центральное значение получает общественная зона, через которую организуются основные потоки студентов. Это позволяет формировать внутреннее коммуникационное ядро, связывающее учебные и практические помещения (рисунок 3).



Сравнение двух примеров показывает, что отечественная практика имеет два важных направления развития. Первое связано с отраслевыми колледжами, где архитектура ориентирована на производственную специализацию региона и требует развитой учебно-производственной инфраструктуры.

Второе связано с городскими колледжами компактного типа, где главной задачей

становится рациональное объединение учебных, практических и общественных пространств в пределах одного здания. В обоих случаях ключевым вопросом является не только наличие мастерских и лабораторий, но и качество их пространственной связи с учебными аудиториями, общественным ядром и внешней средой.

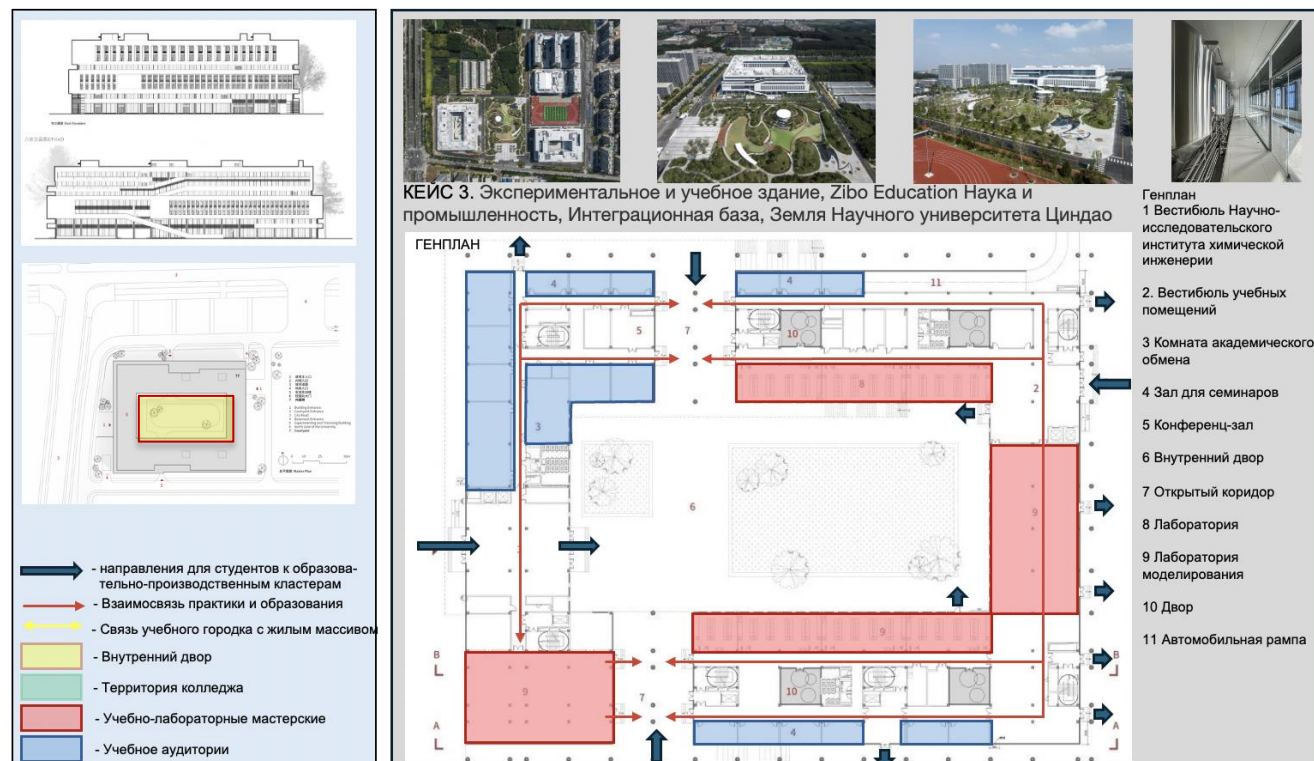


Рисунок 4. Анализ связи учебных и экспериментально-производственных помещений в структуре Zibo Education, Китай

Планировочные особенности китайских профессиональных образовательных комплексов

Китайские профессиональные образовательные комплексы представляют интерес для данного исследования, поскольку в них более последовательно выражена связь учебной, практической, общественной и кампусной функций. В отличие от многих традиционных колледжей, где производственные мастерские или лаборатории размещаются как вспомогательные помещения, в китайских примерах практическая подготовка становится важной частью общей архитектурно-планировочной структуры. Это проявляется в организации генерального плана, во взаимосвязи корпусов, в использовании внутренних дворов, общественных осей и функциональных кластеров [15-16].

Первым примером является экспериментальное и учебное здание Zibo Education, связанное с интеграционной базой науки и промышленности в Циндао. Данный объект демонстрирует модель, в которой учебные, лабораторные и экспериментально-производственные помещения объединяются через общий внутренний двор и систему горизонтальных связей. Планировочная структура здания строится не только вокруг учебных аудиторий, но и вокруг лабораторий, помещений моделирования, открытых коридоров, залов для семинаров, конференц-зала и внутреннего двора. Такое решение

позволяет сформировать среду, где практическая и исследовательская деятельность становится частью повседневного образовательного процесса [16]. (рисунок 4).

На плане данного объекта заметно, что учебные аудитории и лабораторные помещения не изолированы друг от друга, а расположены в непосредственной взаимосвязи. Красным цветом выделены лабораторные и практические зоны, синим - учебные аудитории. Между ними организованы короткие маршруты движения, что обеспечивает быстрый переход от теоретического занятия к практической работе. Внутренний двор выполняет не только рекреационную функцию, но и роль пространственного ядра, вокруг которого группируются основные образовательные и практические помещения.

Особое значение имеет то, что практические помещения занимают значительную часть планировочной структуры и не являются второстепенным дополнением к учебным аудиториям. Они формируют самостоятельный функциональный слой здания. Это соответствует современной модели профессионального образования, где подготовка специалиста строится не только на передаче теоретических знаний, но и на постоянном включении студента в процесс эксперимента, моделирования, наблюдения и практического действия.

Вторым примером является Профессионально-технический колледж залива Майчжоу, спроектированный как крупный образовательный кампус. Его планировочная организация основана на разделении и одновременной взаимосвязи учебных, практических, жилых, спортивных, общественных и административных зон. На генеральном плане выделяются главные школьные ворота, центральное озеро, студенческая улица, административное здание, государственный учебный корпус, учебно-практическое здание факультета, учебное здание, информационный центр-библиотека, лектории, гимназия, спортивный стадион, общежития для студентов и другие элементы кампусной инфраструктуры (рисунок 5) [15].

В отличие от компактных городских колледжей, данный объект формирует полноценную кампусную среду, где образовательный процесс выходит за пределы отдельного здания. Учебные и практические корпуса размещаются в системе пешеходных связей, общественных пространств и ландшафтных зон. Студенческая улица и центральные общественные пространства выполняют роль коммуникационного каркаса, который объединяет разные функциональные зоны кампуса. Благодаря этому обучение, проживание, отдых, спорт и профессиональная подготовка становятся частями единой образовательной среды.

В планировке колледжа залива Майчжоу особенно важна интеграция учебно-практических блоков в общую структуру генерального плана. Практические здания не выносятся на периферию как обслуживающие объекты, а включаются в систему основных студенческих маршрутов. Это создает условия для постоянной видимости и доступности практического обучения. Студент воспринимает мастерские, лаборатории и учебно-практические корпуса не как отдельную производственную зону, а как равноправную часть кампуса.

«Кампусная» модель данного объекта также демонстрирует важность общественных и ландшафтных пространств. Центральное озеро, студенческая улица, открытые площади, спортивные зоны и общественные здания формируют среду, в которой профессиональное образование получает более высокий социальный статус. Колледж становится не только местом получения специальности, но и пространством студенческой жизни, коммуникации, проектной деятельности и профессиональной идентификации.

Сравнение двух примеров колледжей Китая показывает, что в современной профессиональной образовательной архитектуре страны используются два взаимодополняющих подхода. Первый подход связан с интеграцией учебных, лабораторных и экспериментальных помещений в структуре одного здания через внутренний двор и короткие горизонтальные связи. Второй подход связан с формированием крупного кампуса, где учебные, практические, жилые, общественные и спортивные функции объединены системой генерального плана. В обоих случаях главным является не только наличие практических помещений, но и их активная пространственная связь с образовательной средой.

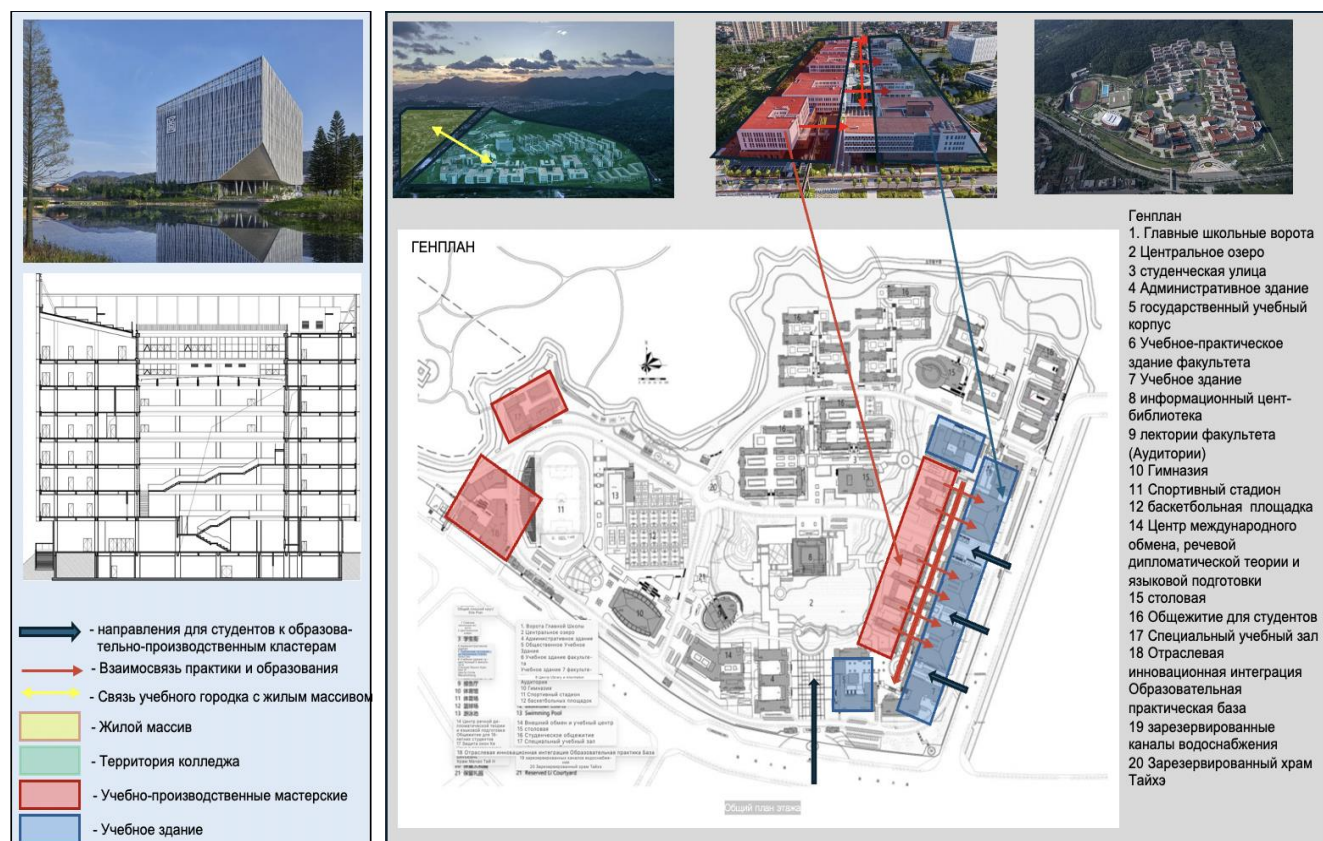


Рисунок 5. Анализ функционального зонирования и взаимосвязи практики и обучения в Профессионально-техническом колледже залива Майчжоу, Китай. («Кампусная модель»).

Для Казахстана данные примеры важны как источник архитектурно-планировочных принципов, которые могут быть адаптированы к местным условиям. Наиболее значимыми являются: включение практических блоков в основную структуру здания или кампуса; формирование внутреннего двора или общественного ядра как связующего элемента; создание коротких маршрутов между теоретическими и практическими помещениями; организация функциональных кластеров по направлениям подготовки; использование территории колледжа как активной образовательной среды; повышение роли общественных пространств в формировании профессиональной идентичности студентов.

Сопоставление колледжей Казахстана и Китая позволяет выявить различия не столько в масштабе, сколько в способе организации связей между учебными, практическими, общественными и производственными зонами. Сопоставление рассмотренных планировочных решений позволило не только определить различия между казахстанскими и зарубежными объектами, но и выделить конкретные архитектурные приемы, представляющие интерес для дальнейшего развития колледжей Казахстана.

Архитектурный анализ рассмотренных зарубежных объектов позволил выявить ряд планировочных приемов, представляющих интерес для дальнейшего развития учреждений среднего профессионального образования Казахстана. Одним из наиболее значимых является логистика организации связей производственных, учебных и лабораторных секторов. В исследуемых объектах прослеживаются пути краткого сообщения между ними, благодаря которым обеспечивается непосредственный и последовательный переход от теоретического обучения к лабораторной работе и производственной практике. Существенным является не только наличие этих функциональных секторов, но прежде всего характер их взаимного расположения и степень пространственной связанности.

На этой основе формируются принципы, применимые для дальнейшего проектирования и модернизации колледжей Казахстана. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ планировочных решений Казахстана и Китая

Критерий анализа	Казахстанские колледжи	Китайские профессиональные комплексы	Вывод для Казахстана
Градостроительное размещение	Связь с городом и отраслевой специализацией региона выражена выборочно. АРЕС Petro Technic связан с нефтегазовым профилем Атырау, а Колледж сервиса и туризма встроен в городскую ткань Астаны.	Кампусы чаще рассматриваются как часть городской, жилой и производственной структуры. Образовательная территория связана с внешними потоками, общественными пространствами и кампусной инфраструктурой.	При выборе участка необходимо учитывать не только транспортную доступность, но и связь с производственным профилем региона, предприятиями-партнерами и жилой средой.
Генеральный план	В примерах колледжей Казахстана наблюдается либо компактная городская структура, либо отраслевой	Китайские примеры формируют более развитую систему корпусов, дворов, общественных осей, студенческих улиц,	Необходимо развивать колледж как систему взаимосвязанных пространств, а не только как

	комплекс с разделением учебных, жилых, спортивных и практических зон.	спортивных и жилых зон.	отдельное учебное здание.
Связь теории и практики	Практические помещения присутствуют, но часто остаются функционально выделенными и не всегда становятся композиционным центром здания.	Практические, лабораторные и экспериментальные блоки активно включены в основные маршруты движения и структуру здания или кампуса.	Учебно-производственные зоны должны становиться равноправной частью образовательной среды и располагаться в короткой связи с аудиториями.
Общественное ядро	В городских колледжах общественная зона чаще формируется через вестибюль, холл, библиотеку, столовую или выставочное пространство.	Общественное ядро часто формируется через внутренний двор, студенческую улицу, центральные площади, библиотеку, информационный центр и ландшафтные зоны.	Колледжам Казахстана необходимо формировать общественно-коммуникационное ядро как пространство общения, проектной работы и профессиональной социализации.
Функциональное зонирование	Преобладает разделение на учебный блок, практический блок, административные и вспомогательные помещения.	Используется кластерный принцип: учебные, лабораторные, практические, общественные и жилые зоны связаны общей планировочной логикой.	Следует переходить от простого функционального разделения к кластерной организации по направлениям подготовки и видам деятельности.
Движение студентов	Маршруты чаще строятся от входа к учебным аудиториям и	Движение организовано через дворы, галереи, студенческие улицы	Планировка должна обеспечивать понятную траекторию: вход -

	практическим помещениям, но не всегда образуют единую образовательную траекторию.	и общественные оси, связывающие теорию, практику, проживание и отдых.	общественное ядро - аудитории - лаборатории - мастерские - двор или практическая зона.
Гибкость и развитие	Возможности трансформации ограничены существующей структурой зданий и участков, особенно в городских колледжах.	Кампусная и кластерная структура легче допускает расширение, изменение функций и развитие новых учебно-практических блоков.	При проектировании новых колледжей и реконструкции существующих необходимо предусматривать модульность, резерв площадей и возможность поэтапного расширения.
Архитектурный принцип	Формируется переход от традиционного учебного здания к учебно-практическому комплексу.	Развивается модель целостной образовательно-производственной и кампусной среды.	Перспективная модель для Казахстана - колледж как образовательно-производственная платформа с общественным ядром, практическими кластерами и связью с регионом.

Второй особенностью является пространственная незамкнутость планировочной структуры. Внутреннее пространство здания не изолируется от внешней среды, а имеет открытые пути доступа как из здания во двор, так и из общего двора обратно в разные функциональные части комплекса. Общий двор при этом выступает не только как рекреационное пространство, но и как элемент планировочной структуры, связывающий между собой учебные, лабораторные, общественные и практические зоны. За счет этого формируется более открытая образовательная среда, в которой внутренние и наружные пространства работают во взаимосвязи.

Третьей особенностью является наличие научно-исследовательского компонента непосредственно в структуре образовательного комплекса. Включение научно-исследовательских и экспериментальных помещений расширяет традиционную функцию профессионального образовательного учреждения. Учебный процесс получает непосредственную связь не только с производственной практикой, но и с исследовательской и инновационной деятельностью. Для развития колледжей Казахстана данный прием представляет особый интерес в связи с возможностью формирования при

них специализированных лабораторий, экспериментальных центров и исследовательских подразделений, связанных с направлениями подготовки и предприятиями-партнерами.

Следующим важным качеством рассмотренных объектов является воздушное открытое пространство и продуманная прогулочная инфраструктура территории. Пешеходные маршруты, дворы, открытые общественные пространства, озеленение и места отдыха образуют единую систему и становятся полноценной частью образовательной среды. Территория воспринимается не как свободное пространство между отдельными корпусами, а как продолжение архитектуры образовательного комплекса, обеспечивающее движение, общение, отдых и повседневное взаимодействие студентов.

Особое значение имеет непосредственная связь главных функциональных секторов - учебной и производственной зон. В рассматриваемых зарубежных примерах производственные и практические помещения не являются обособленным или второстепенным дополнением к учебному зданию. Они непосредственно включены в общую архитектурно-планировочную структуру и связаны с учебными помещениями краткими маршрутами. Именно такое пространственное сближение учебной и производственной функций создает условия для непрерывного взаимодействия теоретического обучения и практической подготовки.

Еще одной особенностью является кампусный характер организации профессиональных образовательных комплексов. Многие из рассмотренных объектов формируются как относительно самостоятельные образовательные городки, расположенные обособленно от плотной городской застройки и имеющие собственную внутреннюю среду. В пределах такой территории размещаются не только учебные, лабораторные и производственные корпуса, но и жилье для студентов, спортивные сектора, общественные пространства, объекты питания, рекреационные территории и инфраструктура досуга. Таким образом, внутри кампуса продумывается практически весь цикл повседневной жизни студента - обучение, практическая деятельность, проживание, спорт, отдых и коммуникация.

Выявленные особенности рассматриваются в настоящем исследовании не как элементы прямого заимствования зарубежного опыта, а как архитектурно-планировочные приемы, которые могут быть адаптированы к условиям Казахстана. Наибольший интерес представляет формирование кратких связей между учебными, лабораторными и производственными секторами, открытость планировочной структуры и ее связь с дворовыми пространствами, включение исследовательской функции, развитие полноценной прогулочной и общественной инфраструктуры, непосредственная связь обучения с производством, а также возможность формирования самостоятельной кампусной среды при проектировании новых профессиональных образовательных комплексов.

На основе сравнительного анализа казахстанских колледжей и китайских профессиональных образовательных комплексов можно выделить ряд архитектурно-планировочных принципов, которые определяют пространственную организацию современного учреждения среднего профессионального образования. В данном разделе принципы рассматриваются не как общие выводы, а как конкретные проектные приемы, связанные с размещением функциональных зон, организацией движения студентов,

взаимосвязью учебных и практических помещений, формированием общественных пространств и возможностью дальнейшей модернизации здания.

В предлагаемом подходе к развитию архитектурно-планировочной структуры колледжей Казахстана выявленные приемы конкретизируются следующим образом: учебные, лабораторные и производственные секторы объединяются системой кратких функциональных связей; учебная и производственная зоны рассматриваются как взаимосвязанные основные элементы образовательной структуры; внутренний двор включается в систему коммуникаций между функциональными блоками; предусматривается возможность включения научно-исследовательских и экспериментальных помещений; территория колледжа формируется как полноценная пешеходная, общественная и рекреационная среда. При новом строительстве данные решения могут развиваться в формате самостоятельного кампуса, включающего наряду с учебными и производственными функциями общежития, спортивные и общественные объекты и инфраструктуру повседневной жизни студентов. Таким образом, зарубежный опыт применяется не путем прямого копирования объемно-планировочных решений, а посредством адаптации принципов пространственной взаимосвязи, открытости, функциональной интеграции и комплексного развития территории к условиям Казахстана.

1. Принцип интеграции учебных и практических зон

Планировочная структура современного колледжа должна строиться на непосредственной связи теоретических и практических помещений. Учебные аудитории, лаборатории, мастерские, демонстрационные классы и специализированные кабинеты целесообразно размещать не изолированно, а в пределах единой функциональной группы.

В китайских примерах данный прием проявляется через размещение лабораторий и экспериментальных помещений рядом с учебными аудиториями, вокруг общего двора или вдоль единой коммуникационной оси. Такая структура сокращает путь студента от теории к практике и делает практическую подготовку частью повседневного образовательного процесса [15-16].

Для колледжей Казахстана этот принцип особенно важен при проектировании новых учебно-производственных блоков и реконструкции существующих мастерских. Практические помещения должны располагаться не как второстепенная хозяйственная зона, а как видимая и доступная часть образовательной среды.

2. Принцип функционального кластерирования

Функциональное деление по кластерам предполагает группировку помещений по направлениям подготовки. Внутри одного кластера могут объединяться учебная аудитория, лаборатория, мастерская, помещение хранения оборудования, зона демонстрации и небольшое пространство для групповой работы.

Такой прием позволяет избежать хаотичного распределения кабинетов по зданию и делает структуру колледжа более понятной. Например, для сервисного направления кластер может включать учебные кухни, гостиничные номера, кабинеты обслуживания и демонстрационные зоны. Для технического направления - лаборатории, мастерские, зоны ремонта, наладки и испытания оборудования. В условиях Казахстана кластерный подход может быть применен как в крупных колледжах, так и в компактных городских зданиях. Важно не количество корпусов, а логическая связь помещений внутри профессионального направления.

3. Принцип коротких связей между теорией и практикой

Одним из важных показателей качества планировки колледжа является длина и удобство маршрута между учебными аудиториями и практическими помещениями. Если студенту необходимо проходить через несколько изолированных коридоров, этажей или удаленных блоков, связь теории и практики ослабевает.

В профессиональных образовательных комплексах Китая практические зоны часто включены в основные маршруты движения студентов. Они располагаются рядом с общественными пространствами, внутренними дворами, галереями или центральными холлами. Благодаря этому лаборатории и мастерские становятся не скрытой частью здания, а активным элементом образовательной среды.

Для казахстанских колледжей данный принцип может реализовываться через размещение лабораторий и мастерских на первых этажах, рядом с входными группами, рекреациями, выставочными зонами и учебными аудиториями профильного блока.

4. Принцип общественно-коммуникационного ядра

Современный колледж нуждается в пространстве, которое объединяет разные функциональные зоны здания. Таким ядром может быть вестибюль, атриум, внутренний двор, многофункциональный холл, библиотека-медiateка, выставочная зона или коворкинг.

Общественно-коммуникационное ядро выполняет не только транзитную функцию. Оно связывает студентов, преподавателей и представителей предприятий, формирует среду общения, демонстрации проектов и профессиональной идентификации. В китайских кампусах такую роль часто выполняют центральные дворы, студенческие улицы, общественные оси и ландшафтные пространства.

В казахстанских колледжах общественные зоны часто ограничены вестибюлем, актовым залом или рекреациями. Поэтому при модернизации зданий важно усиливать именно центральные пространства: превращать их в места встреч, выставок, проектной работы и взаимодействия с работодателями [4-6].

5. Принцип открытого учебно-производственного пространства

Учебно-производственные помещения не должны быть полностью закрытыми и изолированными от остальной структуры колледжа. В современной образовательной архитектуре важна визуальная открытость: студент должен видеть процессы обучения, практики, эксперимента и демонстрации оборудования.

Этот принцип может реализовываться через остекленные перегородки, открытые галереи, демонстрационные зоны, смотровые окна в мастерские, выставочные пространства перед лабораториями. Такой прием особенно полезен для повышения интереса к профессии и создания образа современного технологичного колледжа.

Для Казахстана данный принцип может быть применен в колледжах технического, строительного, сервисного, транспортного, аграрного и IT-профиля. Открытость практических зон позволяет показать содержание профессии и сделать учебный процесс более наглядным.

6. Принцип внутреннего двора или защищенного общественного пространства

Внутренний двор является важным планировочным элементом, который может объединять учебные, практические и общественные зоны. В китайских примерах двор часто выполняет роль пространственного центра: вокруг него группируются аудитории, лаборатории, рекреации и общественные помещения. Для Казахстана этот принцип требует климатической адаптации. В северных и центральных регионах открытый двор

может дополняться крытыми галереями, теплыми переходами, остекленными атриумами или защищенными рекреационными пространствами. В южных регионах двор может активнее использоваться как открытая учебная и общественная зона.

Такой прием позволяет не только улучшить композицию здания, но и создать дополнительные пространства для отдыха, общения, выставок, мастер-классов и проектной деятельности.

7. Принцип гибкости и модернизации

Планировочная структура колледжа должна учитывать возможность изменения образовательных программ, оборудования и технологий. Особенно это касается лабораторий, мастерских, компьютерных классов и проектных аудиторий.

Гибкость может обеспечиваться за счет модульной сетки помещений, универсальных аудиторий, трансформируемых перегородок, резервов инженерных коммуникаций, возможности объединения или разделения кабинетов. Для действующих колледжей Казахстана это особенно важно, так как многие здания были построены под прежние образовательные стандарты и требуют адаптации к новым специальностям.

При проектировании новых колледжей необходимо заранее предусматривать возможность расширения учебно-производственных блоков, добавления лабораторий, переоснащения мастерских и изменения функционального состава помещений.

8. Принцип связи колледжа с городской и производственной средой

Колледж должен рассматриваться как часть городской, социальной и производственной структуры. Его размещение и планировка должны учитывать транспортную доступность, связь с жилыми районами, предприятиями, производственными зонами и общественными пространствами.

В казахстанских условиях данный принцип особенно важен для отраслевых колледжей. Например, колледжи нефтегазового, транспортного, строительного, аграрного или сервисного профиля должны иметь не только учебные помещения, но и пространственную связь с базовыми предприятиями, учебными полигонами, практическими площадками и зонами профессиональной демонстрации, это может выражаться в организации отдельных входов для студентов и партнеров, демонстрационных залов, учебно-производственных дворов, подъездов для техники, зон разгрузки оборудования и пространств для совместных мероприятий с предприятиями.

9. Принцип «кампусной» логики в разных масштабах

В контексте среднего профессионального образования кампусную логику можно понимать как связанную систему учебных, практических, общественных, спортивных и рекреационных пространств.

Даже компактный городской колледж может иметь кампусную организацию, если в его структуре ясно выделены входная зона, учебный блок, практический блок, общественное ядро, двор или рекреационное пространство. В крупных комплексах логика выражается через систему корпусов, общежитий, спортивных зон, студенческих улиц и открытых пространств.

Для Казахстана данный принцип важен потому, что позволяет применять подход не только при новом строительстве, но и при реконструкции существующих колледжей.

Заключение

Проведенное исследование показало, что архитектурно-планировочная организация учреждений среднего профессионального образования Казахстана должна рассматриваться не только через историю развития, ведомственную принадлежность или типологию учебных зданий, но прежде всего через качество пространственной связи между обучением, практикой, производством и общественной средой колледжа.

Сравнительный анализ казахстанских колледжей и китайских профессиональных образовательных комплексов позволил выявить различия в подходах к формированию учебно-производственной среды. В казахстанских примерах уже прослеживается стремление к интеграции учебных корпусов, мастерских, лабораторий, общественных пространств и отраслевой специализации. Однако практические помещения во многих случаях еще сохраняют характер отдельной функциональной зоны. Китайские профессиональные кампусы демонстрируют более целостную планировочную модель, где учебные, лабораторные, производственно-практические, общественные, жилые и спортивные пространства объединяются системой внутренних дворов, общественных осей, функциональных кластеров и коротких маршрутов движения студентов.

На основе анализа определены основные архитектурно-планировочные принципы, актуальные для развития учреждений среднего профессионального образования Казахстана: интеграция учебных и практических зон; функциональное кластерное деление по направлениям подготовки; формирование коротких связей между теорией и практикой; создание общественно-коммуникационного ядра; визуальная и пространственная открытость учебно-производственных помещений; использование внутреннего двора или защищенного общественного пространства; гибкость и возможность модернизации; связь колледжа с городской и производственной средой; развитие «кампусной» логики в разных масштабах.

Практическая значимость исследования заключается в том, что выявленные принципы могут быть использованы при проектировании новых колледжей, реконструкции существующих зданий и разработке рекомендаций по формированию современной учебно-производственной инфраструктуры. Для Казахстана особенно важен не прямой перенос китайского опыта, а адаптация отдельных планировочных приемов к местным социально-экономическим, климатическим, градостроительным и образовательным условиям.

Таким образом, современный колледж должен формироваться как образовательно-производственная платформа, в которой учебные аудитории, лаборатории, мастерские, общественные пространства, дворы и связи с предприятиями образуют единую архитектурную систему. Такой подход позволяет повысить эффективность практико-ориентированного обучения, усилить привлекательность среднего профессионального образования и обеспечить более тесную связь подготовки кадров с потребностями региональной экономики Казахстана.

Вклад авторов

Баймулдина Д.Б. - концепция, сбор данных, анализ и интерпретация результатов.
Садыкова С.Ш. - коррективная, научное консультирование, утверждение окончательной версии статьи для публикации.

Список литературы

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Техническое и профессиональное, послесреднее образование в Республике Казахстан на начало 2025–2026 учебного года [Электронный ресурс]. – Астана, 2025. – URL: <https://stat.gov.kz/> (дата обращения: 01.06.2026).
2. OECD. *Building Future-Ready Vocational Education and Training Systems*. – Paris: OECD Publishing, 2023. – DOI: 10.1787/28551a79-en.
3. Cedefop. *Attractiveness of Initial Vocational Education and Training: Identifying What Matters*. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. – DOI: 10.2801/74821.
4. Barrett P., Davies F., Zhang Y., Barrett L. The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis // *Building and Environment*. – 2015. – Vol. 89. – P. 118–133. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.013.
5. Cleveland B., Fisher K. The evaluation of physical learning environments: A critical review of the literature // *Learning Environments Research*. – 2014. – Vol. 17. – P. 1–28. – DOI: 10.1007/s10984-013-9149-3.
6. Frelin A., Grannäs J. Designing and Building Robust Innovative Learning Environments // *Buildings*. – 2021. – Vol. 11, No. 8. – Article 345. – DOI: 10.3390/buildings11080345.
7. СНиП РК 3.02-02-2009. Общественные здания и сооружения. – Астана: Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства, 2009.
8. ВСН 51-86. Профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения. Нормы проектирования. – Москва: Госгражданстрой, 1986.
9. СП 279.1325800.2016. Здания профессиональных образовательных организаций. Правила проектирования. – Москва: Минстрой России, 2016.
10. Наумов С. Ф. Проблемы архитектурной типологии зданий и комплексов профтехобразования и среднего специального образования: дис. ... д-ра архитектуры. – Москва, 1994.
11. Садыкова С. Ш., Длимбетова Г. К. Современные проблемы экологии и формирование экоархитектуры школьных зданий // *QazBSQA Хабаршысы. Саулет және дизайн*. – 2023. – № 2 (88). – DOI: 10.51488/1680-080X/2023.2-12.
12. Дуйсебай Е. К. Архитектура общественных зданий и сооружений, гибко адаптируемая к динамике социальных перемен: дис. ... д-ра архитектуры. – Казахстан, 2005. – 303 с.
13. Zhou Y., Xu G. Vocational School–Enterprise Cooperation in China: A Review of Policy Reforms, 1978–2022 // *ECNU Review of Education*. – 2023. – Vol. 6, No. 3. – P. 433–450. – DOI: 10.1177/20965311231167895.
14. Zhao D., Selvaratnam D. P. A systematic literature review on the reform of vocational education in China // *Cogent Education*. – 2024. – Vol. 11, No. 1. – Article 2343525. – DOI: 10.1080/2331186X.2024.2343525.
15. Archina. Meizhouwan Vocational Technology College Relocation Project / Zhejiang Province Institute of Architectural Design and Research (ZIAD) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.archina.com/index.php?a=show&g=works&id=159202&m=index> (дата обращения: 01.06.2026).

16. Gold Mantis. Qingdao University of Science and Technology (Zibo Campus). Project materials [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.goldmantis.com/en/projects/209> (дата обращения: 01.06.2026).
17. APEC PetroTechnic Higher College. Official website [Электронный ресурс]. – URL: <https://apec.edu.kz/> (дата обращения: 01.06.2026).
18. Колледж сервиса и туризма акимата города Астаны. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://ksit.edu.kz/ru/> (дата обращения: 01.06.2026).

D.B. Baimuldina, S.Sh. Sadykova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Principles of Architectural and Spatial Planning of Secondary Vocational Education Institutions in Kazakhstan

Abstract. The article examines the principles of architectural and spatial planning for secondary vocational education institutions in Kazakhstan in the context of modernization of technical and vocational education and stronger links between learning and industrial practice. The study addresses the transition from the traditional college model to an educational and production complex integrating theoretical instruction, practical training, public spaces and cooperation with industry. The methodology is based on a comparative architectural and planning analysis of Kazakhstan colleges, including APEC PetroTechnic in Atyrau and the College of Service and Tourism in Astana, and Chinese vocational education complexes, including Zibo Education and Meizhou Bay Vocational and Technical College. The analysis identifies key principles: integration of educational and production zones, formation of a social and communication core, functional clustering, short links between theory and practice, flexibility of the planning structure, and openness to the urban and industrial environment. These principles support the development of Kazakhstan colleges as modern educational and production platforms.

Keywords: secondary vocational education; college architecture; Kazakhstan; China; architectural and spatial planning; vocational education institutions; educational and production environment; campus.

References

1. Byuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. Tekhnicheskoe i professional'noe, poslesrednee obrazovanie v Respublike Kazahstan na nachalo 2025–2026 uchebnogo goda [Elektronnyj resurs]. – Astana, 2025. – URL: <https://stat.gov.kz/> (data obrashcheniya: 01.06.2026).
2. OECD. Building Future-Ready Vocational Education and Training Systems. – Paris: OECD Publishing, 2023. – DOI: 10.1787/28551a79-en.
3. Cedefop. Attractiveness of Initial Vocational Education and Training: Identifying What Matters. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. – DOI: 10.2801/74821.

4. Barrett P., Davies F., Zhang Y., Barrett L. The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis // *Building and Environment*. – 2015. – Vol. 89. – P. 118–133. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.013.
5. Cleveland B., Fisher K. The evaluation of physical learning environments: A critical review of the literature // *Learning Environments Research*. – 2014. – Vol. 17. – P. 1–28. – DOI: 10.1007/s10984-013-9149-3.
6. Frelin A., Grannäs J. Designing and Building Robust Innovative Learning Environments // *Buildings*. – 2021. – Vol. 11, No. 8. – Article 345. – DOI: 10.3390/buildings11080345.
7. SNiP RK 3.02-02-2009. Obshchestvennye zdaniya i sooruzheniya. – Astana: Agentstvo Respubliki Kazahstan po delam stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva, 2009.
8. VSN 51-86. Professional'no-tekhnicheskie, srednie special'nye i vysshie uchebnye zavedeniya. Normy proektirovaniya. – Moskva: Gosgrazhdanstroj, 1986.
9. SP 279.1325800.2016. Zdaniya professional'nyh obrazovatel'nyh organizacij. Pravila proektirovaniya. – Moskva: Minstroj Rossii, 2016.
10. Naumov S. F. Problemy arhitekturnoj tipologii zdaniy i kompleksov proftekhobrazovaniya i srednego special'nogo obrazovaniya: dis. ... d-ra arhitektury. – Moskva, 1994.
11. Sadykova S. SH., Dlimbetova G. K. Sovremennye problemy ekologii i formirovanie ekoarhitektury shkol'nyh zdaniy // *QazBSQA Habarshysy. Säulet zhәне dizajn*. – 2023. – № 2 (88). – DOI: 10.51488/1680-080X/2023.2-12.
12. Dujsebaj E. K. Arhitektura obshchestvennyh zdaniy i sooruzhenij, gibko adaptiruemaya k dinamike social'nyh peremen: dis. ... d-ra arhitektury. – Kazakhstan, 2005. – 303 s.
13. Zhou Y., Xu G. Vocational School–Enterprise Cooperation in China: A Review of Policy Reforms, 1978–2022 // *ECNU Review of Education*. – 2023. – Vol. 6, No. 3. – P. 433–450. – DOI: 10.1177/20965311231167895.
14. Zhao D., Selvaratnam D. P. A systematic literature review on the reform of vocational education in China // *Cogent Education*. – 2024. – Vol. 11, No. 1. – Article 2343525. – DOI: 10.1080/2331186X.2024.2343525.
15. Archina. Meizhouwan Vocational Technology College Relocation Project / Zhejiang Province Institute of Architectural Design and Research (ZIAD) [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.archina.com/index.php?a=show&g=works&id=159202&m=index> (data obrashcheniya: 01.06.2026).
16. Gold Mantis. Qingdao University of Science and Technology (Zibo Campus). Project materials [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.goldmantis.com/en/projects/209> (data obrashcheniya: 01.06.2026).
17. APEC PetroTechnic Higher College. Official website [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://apec.edu.kz/> (data obrashcheniya: 01.06.2026).
18. Kolledzh servisa i turizma akimata goroda Astany. Oficial'nyj sayt [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://ksit.edu.kz/ru/> (data obrashcheniya: 01.06.2026).

Сведения об авторах

Баймулдина Динара Бауржановна – автор для корреспонденции, докторант кафедры «Архитектура» архитектурно-строительного факультета, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.
Садыкова Сара Шангереевна – кандидат архитектуры, ассоциированный профессор, Почетный архитектор Республики Казахстан, преподаватель кафедры «Архитектура»

архитектурно-строительного факультета, Евразийский национальный университет имени
Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Dinara Baurzhanovna Baimuldina – corresponding author, PhD student, Department of
Architecture, Faculty of Architecture and Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National
University, Astana, Kazakhstan.
Sara Shangereevna Sadykova – Candidate of Architecture, Associate Professor, Honorary Architect
of the Republic of Kazakhstan, Lecturer, Department of Architecture, Faculty of Architecture and
Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons
Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).