

Настоящее исследование направлено на выявление и обоснование взаимосвязи цифровых технологий и архитектурно-планировочных решений как интегрированного подхода, соответствующего требованиям современных умных городов. В условиях активной трансформации пространственной среды города Алма-Аты (Алматы) особенно актуален поиск эффективных методов организации безопасных дворовых пространств. В результате проведенного сравнительного анализа и изучения опыта проектирования безопасных дворовых территорий в современных умных городах разработана матрица интегрированного подхода организации безопасного двора, сочетающая принципы CPTED третьего поколения.

Ключевые слова: умный город; CPTED третьего поколения; безопасный двор; малые архитектурные формы; цифровая безопасность. /

Безопасный двор в умном городе: интегрированный подход / Safe Courtyard in a Smart City: An Integrated Approach

текст

Жайна Толеген
Международная образовательная корпорация (Алма-Ата, Казахстан)

Ислам Хамди Элгонаими
Инженерный колледж Университета Бахрейна (Иса-Таун, Бахрейн)

Aхметжан Еспенбет
Международная образовательная корпорация (Алма-Ата, Казахстан)

Лаура Дильмурат
Казахская национальная академия искусств имени Темирбека Жургенова (Алма-Ата, Казахстан)

text
Zhaina Tolegen
International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)

Islam Hamdi Elghonaimy
College of Engineering, University of Bahrain (Isa Town, Bahrain)

Akhmetzhan Espenbet
International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan)

Laura Dilmurat
Temirbek Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts (Almaty, Kazakhstan)

Введение

Обеспечение безопасности и комфорта в жилой среде – ключевая задача современной урбанистики. Особенно актуальной она становится в условиях реализации концепции «умного города», предполагающей цифровую трансформацию всех уровней городской инфраструктуры. В фокусе внимания оказываются не только общественные пространства и транспортные узлы, но и локальные зоны повседневного взаимодействия – дворовые пространства жилых кварталов.

В архитектурной практике одним из эффективных методов организации безопасных дворовых территорий является концепция CPTED (Crime Prevention Through Environmental Design) [1–3]. Однако в последние годы на международном уровне возрастает внимание к созданию устойчивых и «умных» городских пространств, где архитектура интегрируется с сенсорными и цифровыми технологиями [4]. Современный город невозможно представить без таких решений, как интеллектуальное освещение, видеонаблюдение с аналитикой поведения, биоклиматические малые архитектурные формы, интерактивная навигация и сенсоры, встроенные в инфраструктуру [5, 6]. Эти системы не только выполняют утилитарные функции, но и позволяют прогнозировать угрозы, обеспечивая автоматический отклик. Умные скамейки, солнечные панели, системы экстренной связи и мониторинг экологической обстановки формируют цифровую городскую среду, где безопасность становится ключевым критерием качества и способствует снижению урбанистической тревожности [7]. Эти факторы также повлияли на эволюцию поколений CPTED.

Значительный вклад в развитие концепции городской безопасности внесла Джейн Джейкобс с ее идеей «глаза на улице» (1961), заложившей основу для формирования междисциплинарного подхода CPTED, предполагающего использование элементов архитектурной и природной среды для профилактики преступности. CPTED первого поколения включал такие компоненты, как территориальность, естественное наблюдение, имидж и контроль доступа. Второе поколение CPTED дополнило этот подход социальными аспектами, акцентировав внимание на колективной эффективности и «здравье» микрорайона. Исследования показали, что интеграция физических

This study aims to identify and substantiate the interconnection between digital technologies and architectural and planning solutions as an integrated approach that meets the requirements of contemporary smart cities. In the context of the active transformation of Almaty's urban environment, the search for effective methods to organize safe courtyard spaces is particularly relevant. As a result of a comparative analysis and a study of best practices in designing safe courtyard spaces in modern smart cities, a matrix for an integrated approach to safe courtyard organization has been developed, combining the principles of third-generation CPTED.

Keywords: smart city; third-generation CPTED; safe courtyard; small architectural forms; digital security.

и социальных инструментов существенно повышает эффективность мер по обеспечению безопасности. Третье поколение, опираясь на принципы первых двух поколений, сочетает цифровые, экологические, технологические и инклюзивные аспекты [8, 9].

В 2011 году в рамках совместного проекта UNICRI и MIT «Senseable City Lab» была предложена концепция CPTED третьего поколения, основанная на теории городского планирования «умного роста». В отличие от концепций предыдущих поколений, CPTED третьего поколения рассматривается в более широком глобальном контексте (Sampson, 2012) и направлена на повышение общего качества жизни, формирование здоровых, социально благоприятных и безопасных городских кварталов. Отчет UNICRI и MIT расширил рамки CPTED, увязав ее с вопросами общественного здоровья, устойчивого развития и эстетики городской среды. В современных жилых районах особую роль начинают играть городская форма, элементы искусства и сохранение культурного наследия, которые способствуют формированию чувства гордости, локальной идентичности и коллективной ответственности за место проживания [10, 11].

Развитие этих аспектов в современных «умных» городах приводит к модернизации городских центров и повышению качества жизни горожан, что удовлетворяет их ожидания и потребности в комфортной и безопасной среде. В Казахстане, где в последние годы активно реализуются проекты «умных городов», ведется масштабное строительство новых жилых комплексов, модернизация инфраструктурных объектов и реновация дворовых территорий, что делает вопрос создания безопасной городской среды с учетом современных тенденций особенно актуальным. Эти процессы градостроительной трансформации наиболее ярко проявляются в крупнейшем городе страны – Алма-Ате (Алматы), что, в свою очередь, обостряет необходимость повышения качества городской среды и формирования безопасного, человекоориентированного пространства, соответствующего современным стандартам. В условиях ускоренной цифровизации, охватывающей все сферы управления городом, одним из таких стандартов обоснованно можно считать принципы CPTED третьего поколения, основанные на синтезе архитектур-

Introduction

Ensuring safety and comfort within the residential environment is a key objective of contemporary urban planning. This becomes particularly relevant in the context of implementing the “smart city” concept, which entails the digital transformation of all levels of urban infrastructure. As a result, not only public spaces and transport hubs, but also local areas of daily interaction – specifically, the courtyards within residential neighborhoods – are receiving increased attention.

In architectural practice, one of the most effective methods for organizing safe courtyard spaces is the concept of Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED) (Jacobs, 2011; Newman, 1972; Jeffery, 1971). However, in recent years, there has been growing international focus on creating sustainable and “smart” urban spaces where architecture is integrated with sensor-based and digital technologies (Tolegen, Pomorov, & Issabayev, 2023). A modern city can no longer be envisioned without solutions such as intelligent lighting, surveillance systems with behavioral analytics, bioclimatic small architectural forms, interactive navigation, and infrastructure-embedded sensors (Tolegen, Konbr et al., 2023; Tolegen, Issabayev et al., 2022). These systems not only serve utilitarian functions but also enable threat prediction and provide automatic responses. Smart benches, solar panels, emergency communication systems, and environmental monitoring shape a digital urban environment in which

safety becomes a key quality criterion, helping to reduce urban anxiety (Ceccato, 2020). These factors have also influenced the evolution of CPTED generations.

A significant contribution to the development of urban safety concepts was made by Jane Jacobs with her idea of “eyes on the street” (1961), which laid the foundation for the interdisciplinary CPTED approach that involves using elements of the architectural and natural environment to prevent crime. First-generation CPTED included components such as territoriality, natural surveillance, image, and access control. Second-generation CPTED expanded this approach with social aspects, emphasizing collective efficacy and neighborhood “health”. Research has demonstrated that the integration of physical and social tools significantly increases the effectiveness of safety measures. Building upon the principles of the first two generations, third-generation CPTED combines digital, ecological, technological, and inclusive aspects (Mihinjac & Saville, 2019; Pshembayev et al., 2023).

In 2011, within the framework of the joint UNICRI and MIT “Senseable City Lab” project, the concept of third-generation CPTED was proposed, based on the smart growth theory of urban planning. Unlike previous generations, third-generation CPTED is considered within a broader global context (Sampson, 2012) and aims to improve overall quality of life by shaping healthy, socially supportive, and safe urban districts. The UNICRI

но-планировочных решений и современных цифровых технологий.

Методы исследования

Настоящее исследование рассматривает CPTED третьего поколения как современный подход к формированию дворовых и жилых пространств, объединяющий продуманные архитектурно-планировочные решения и интеллектуальные цифровые технологии для создания безопасной, креативной и жизнеспособной среды, стимулирующей активное участие и самореализацию жителей. В рамках данной концепции безопасность перестает быть изолированной задачей и становится неотъемлемой частью устойчивой городской среды, где каждый элемент способствует удобству, визуальной чистоте и развитию социальной активности.

На основе материалов, представленных в литературных и интернет-источниках, был изучен опыт архитектурно-планировочной организации «умных» городов – Масдар-Сити, Сонгдо и Хельсинки. На следующем этапе был осуществлен выбор восьми дворовых пространств города Алматы: четыре из них относятся к новым жилым комплексам комфорт-класса с элементами «умной» среды, а четыре – к модернизированным советским кварталам.

Критериями отбора городов послужило их официальное признание «умными», а также наличие реализованной политики в области цифровой инфраструктуры, устойчивого проектирования и обеспечения общественной безопасности.

Дворовые пространства, выбранные для анализа, должны соответствовать ключевым критериям CPTED и требованиям к внедрению цифровых технологий. Пространственный анализ проводился с использованием Google Maps, натурного обследования и фотографической фиксации.

На основе анализа и обобщения передового международного опыта реализации концепции «умных городов» – на примере Масдар-Сити (ОАЭ), Сонгдо (Республика Корея) и Хельсинки (Финляндия) – а также принципов CPTED третьего поколения нами разработана матрица интегрированного подхода, обладающая универсальным характером и применимая для различных городов Казахстана.

Результаты исследования

При рассмотрении трех ведущих умных городов – Масдар-Сити (ОАЭ), Сонгдо (Южная Корея) и Хельсинки (Финляндия) – можно выделить различные подходы к реализации принципов CPTED (предотвращение преступности путем проектирования среды), каждый из которых поддерживается набором цифровых инструментов, адаптированных к особенностям городской среды, социального контекста и стратегических приоритетов (рис. 1).

В Масдар-Сити принципы CPTED реализуются через пространственное зонирование, архитектурную защиту от климатических факторов и естественное наблюдение. Город ориентирован на пешеходов, исключает частный транспорт и создает хорошо просматриваемые улицы. Для поддержания такой среды используются системы видеонаблюдения с искусственным интеллектом, датчики движения, биометрический контроль доступа, а также интеллектуальные системы управления энергопотреблением и коммунальными ресурсами, что обеспечивает безопасность и устойчивость городской среды.

В Сонгдо сделан акцент на функциональном разделении городских зон, использовании прозрачных фасадов для усиления видимости и внедрении комплексных



< Рис. 1. Жизнеспособный двор сочетает в себе арт-объекты, зеленые газоны для отдыха, места для сидения и пешеходные дорожки рядом с жилыми зданиями. Масдар, ОАЭ (<https://royaldesign.ua/ru/masdar-city-pervyy-v-mire-eko-gorod-buduschego.bX69f>)

Fig. 1. A liveable courtyard combines art installations, green lawns for relaxation, seating areas, and walking paths near residential buildings, Masdar City, UAE (<https://royaldesign.ua/ru/masdar-city-pervyy-v-mire-eko-gorod-buduschego.bX69f/>)

and MIT report expanded the scope of CPTED by linking it with public health, sustainable development, and the aesthetics of the urban environment. In modern residential areas, urban form, public art, and cultural heritage preservation play an increasingly important role, fostering a sense of pride, local identity, and collective responsibility for one's place of residence (UNICRI; Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2011; Shaban et al., 2025).

The development of these aspects in contemporary smart cities leads to the modernization of urban centers and an improved quality of life for residents, meeting their expectations and needs for a comfortable and safe environment. In Kazakhstan, where smart city projects have been actively implemented in recent years, large-scale construction of new residential complexes, modernization of infrastructure, and courtyard renovation make the issue of creating a safe urban environment aligned with modern trends especially relevant. These processes of urban transformation are most evident in the country's largest city – Almaty – which, in turn, highlights the need to enhance the quality of the urban environment and to create a safe, people-centered space that meets contemporary standards. In the context of rapid digitalization across all aspects of urban governance, the principles of third-generation CPTED – based on the synthesis of architectural and planning solutions with modern digital technologies – can justifiably be considered one such standard.

Materials and Methods

This research conceptualizes third-generation CPTED as a contemporary approach to the design of courtyard and residential environments, integrating carefully considered architectural and planning solutions with intelligent digital technologies to create safe, creative, and resilient spaces that foster active resident engagement and self-actualization. Within this framework, safety is no longer perceived as an isolated objective but becomes an inherent component of a sustainable urban environment, wherein each design element contributes to user convenience, visual clarity, and the promotion of social interaction.

Drawing on literature and reputable online sources, this study examines international best practices in the architectural and planning organization of smart cities, with Masdar City, Songdo, and Helsinki serving as reference cases. Subsequently, eight courtyard spaces in the city of Almaty were selected for analysis: four representing new comfort-class residential complexes incorporating smart environment features, and four comprising renovated courtyards within Soviet-era residential districts.

Selection criteria for the reference cities included official designation as smart cities and the demonstrated implementation of policies related to digital infrastructure, sustainable urban design, and public safety.

The selected courtyard spaces were required to meet key CPTED criteria and demonstrate readiness for the application of digital technologies.

цифровых систем доступа. Инфраструктура города высокотехнологична и тесно интегрирована: умное освещение, биометрические системы безопасности, автоматизация зданий, интерактивные панели навигации – все это позволяет эффективно контролировать и управлять всеми зонами города.

В Хельсинки основное внимание уделяется открытой планировке, вовлеченности граждан и совместному проектированию городской среды. Город строит свою политику на принципах прозрачности и активного участия жителей в принятии решений. Цифровая инфраструктура включает порталы открытых данных, системы обратной связи в реальном времени, сети экологических сенсоров, инструменты цифровой идентификации, а также такие платформы, как Agile Piloting Program, позволяющие тестировать инновационные решения при участии горожан.

Таким образом, несмотря на различия в географическом, культурном и управленческом контексте, все три города демонстрируют, как сочетание принципов CPTED и цифровых технологий может формировать безопасную, адаптивную и инклюзивную городскую среду будущего.

Для исследования интеграции концепции CPTED и цифровых технологий были выбраны восемь дворовых пространств Алматы: четыре современных жилых комплекса с элементами «умной среды» и четыре обновленные территории советской застройки. Такой выбор обеспечивает возможность сравнительного анализа разных типов

городской застройки и оценки уровня внедрения принципов безопасности и цифровых решений.

В качестве примеров современных многоэтажных жилых комплексов рассмотрены ЖК «Атамекен», Metropole, Lancashire и «Шахристан» – яркие примеры интеграции «умной» и безопасной жилой среды с акцентом на комфорт, инклюзивность и качество зонирования (рис. 2).

Эти жилые комплексы спроектированы по периметральному принципу: здания образуют замкнутое дворовое пространство, изолированное от внешнего транспорта. Внутри обустроены детская площадка с безопасным покрытием, велодорожка и пешеходные маршруты, зоны отдыха с перголами и малыми архитектурными формами, озеленение и декоративное мощение. Автотранспорт полностью вынесен за пределы двора – парковка организована по периметру, что исключает транзитный трафик внутри территории и создает безопасные условия для детей и пешеходов, улучшает визуальное восприятие среды.

На спутниковых снимках хорошо видна структура двора: центральная ось с ландшафтными элементами, симметрично организованные дорожки и зеленые зоны. Такая организация соответствует современным принципам CPTED: обеспечивается естественное наблюдение из окон квартир, четкое функциональное зонирование и визуальный контроль всей территории.

Во дворах функционирует система видеонаблюдения, значительно повышающая уровень безопасности. Камеры размещены в ключевых точках – у входов, детских и спортивных площадок, прогулочных маршрутов. Это полностью соответствует принципам концепции CPTED третьего поколения, ориентированной на цифровую среду, и гарантирует круглосуточный мониторинг, фиксацию возможных инцидентов и быстрое реагирование, повышает субъективное чувство защищенности у жителей.

Таким образом, сочетание продуманного зонирования, инклюзивного благоустройства, ограничения доступа автотранспорта и интеллектуального видеонаблюдения делает эти жилые комплексы образцом современной безопасной и технологически оснащенной жилой среды.

В качестве объектов для сравнения выбраны жилые здания советского периода, реконструированные по программам реновации городской территории. В начале 2000-х в Алматы активно реализовывалась программа



> Рис. 2. Дворовое пространства ЖК «Шахристан». Алматы (<https://krisha.kz/complex/show/almaty/shahristan/>)
Fig. 2. Courtyard Space of the Shakhristan Residential Complex, Almaty (<https://krisha.kz/complex/show/almaty/shahristan/>)

Spatial analysis was conducted using Google Maps, in-situ inspections, and photographic documentation.

Based on a synthesis of cutting-edge international experience in smart city development – exemplified by Masdar City (UAE), Songdo (Republic of Korea), and Helsinki (Finland) – and guided by the principles of third-generation CPTED, this study proposes a matrix for an integrated approach to courtyard planning and design. This matrix has a universal character and is adaptable for use in various urban contexts throughout Kazakhstan.

Research Results

When examining three leading smart cities – Masdar City (UAE), Songdo (South Korea), and Helsinki (Finland) – one can identify distinct approaches to implementing the principles of CPTED (Crime Prevention Through Environmental Design), each supported by a set of digital tools adapted to the specific urban context, social environment, and strategic priorities (Figure 1).

In Masdar City, CPTED principles are implemented through spatial zoning, architectural solutions providing protection from climatic factors, and natural surveillance. The city is designed for pedestrians, excludes private vehicles, and creates well-observed streetscapes. To maintain this environment, AI-powered video surveillance, motion sensors, biometric access control, and intelligent systems for managing energy consumption and utilities are employed, ensuring both safety and urban sustainability.

Songdo emphasizes the functional separation of urban zones, the use of transparent building facades to enhance visibility, and the deployment of comprehensive digital access systems. The city's infrastructure is highly technological and fully integrated: smart lighting, biometric security systems, building automation, and interactive navigation panels all enable effective monitoring and management of every urban zone.

In Helsinki, the main focus is on open planning, citizen engagement, and co-design of the urban environment. The city bases its policies on transparency and active resident participation in decision-making. Its digital infrastructure includes open data portals, real-time feedback systems, networks of environmental sensors, digital identification tools, and platforms such as the Agile Piloting Program, which allows residents to co-test innovative solutions.

Thus, despite differences in geographical, cultural, and governance contexts, all three cities demonstrate how the combination of CPTED principles with digital technologies can create safe, adaptive, and inclusive urban environments for the future.

To explore the integration of the CPTED concept and digital technologies, eight courtyard spaces in Almaty were selected: four contemporary residential complexes featuring smart environment elements and four renovated courtyards within Soviet-era residential districts. This selection allows for a comparative analysis of different urban typologies and an

«Дворы», в результате которой были обновлены практически все дворовые пространства города.

Однако сохранился ряд проблем: недостаточное функциональное зонирование – элементы дворовой инфраструктуры размещены без четкого разделения по видам активности. Спортивные площадки занимают значительное пространство, что ограничивает возможности для создания зон тихого отдыха, детских игровых площадок для младшего возраста, прогулочных маршрутов и озелененных участков. Это провоцирует конфликты между разными группами пользователей.

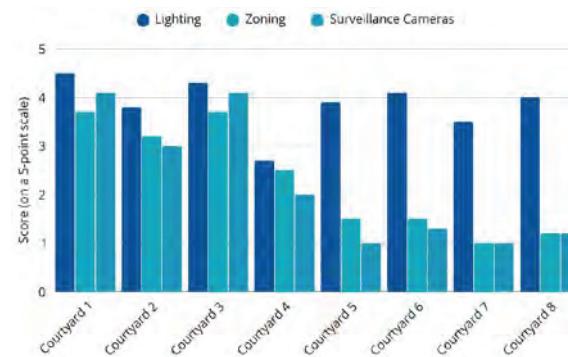
Отсутствует учет принципов инклюзии: нет элементов для маломобильных граждан и родителей с колясками, что ограничивает доступность пространства. Прямое размещение автомобилей во дворе приводит к хаотичной стоянке, снижает уровень безопасности, особенно для детей, и нарушает принципы территориального контроля и естественного наблюдения CPTED: припаркованные машины создают визуальные барьеры и «слепые зоны» (рис. 3).

Таким образом, несмотря на наличие базовой инфраструктуры и удовлетворительного уровня освещенности (опоры освещения расположены равномерно, что способствует ночному наблюдению), непродуманное распределение функций, отсутствие видеонаблюдения и четких границ между зонами активности и транспортом создают риски и требуют глубокой модернизации дворов с опорой на современные принципы CPTED и цифровые технологии.

Разработанная матрица служит универсальной основой для проектирования и анализа дворовых пространств с учетом современных требований безопасности, комфорта и инклюзивности. Эта матрица может быть эффективно применена как при проектировании новых жилых комплексов, так и при модернизации дворов советской застройки, что позволит обеспечить комплексный подход к безопасности, комфорту и устойчивости городской среды в соответствии с принципами «умного» и инклюзивного города.

Заключение

Результаты данного исследования подтверждают, что интеграция цифровых технологий и продуманных



< Рис. 3. Результаты анализа соответствия принципам и применения цифровых технологий во дворах старого жилого фонда Алматы
Fig. 3. Results of the Analysis of Compliance with the Principles and the Application of Digital Technologies in the Courtyards of the Old Housing Stock in Almaty

архитектурно-планировочных решений является эффективным современным подходом к формированию безопасной и комфортной городской среды, соответствующей концепции умного города. На примере Алматы показано, что вопрос безопасности дворовых территорий требует переосмысливания с учетом глобальных тенденций устойчивого развития и технологической трансформации.

Анализ зарубежного опыта Масдар-Сити, Сонгдо и Хельсинки выявил ключевые принципы CPTED третьего поколения, успешно адаптированные к цифровой инфраструктуре и местным условиям. Эти принципы включают продуманное зонирование, активное использование интеллектуальных систем наблюдения и управления, создание прозрачных и просматриваемых пространств, а также вовлечение жителей в процессы проектирования и эксплуатации среды.

Сравнение новых жилых комплексов Алматы с модернизированными советскими дворами показало, что современные объекты демонстрируют более высокий уровень соответствия критериям безопасности, комфорта и инклюзивности благодаря применению цифровых инструментов и функционального зонирования. В то же время обновленные дворы сохраняют проблемы, связанные с хаотичной парковкой, отсутствием камер видеонаблюдения и недостаточным учетом потребностей разных групп пользователей.

Разработанная матрица архитектурно-планировочной организации безопасного двора может быть использо-

в Таблица 1. Матрица интегрированного подхода организации безопасного дворового пространства / Table 1. Matrix for an Integrated Approach to the Organization of a Safe Courtyard Space

assessment of the degree to which safety principles and digital solutions are implemented.

Examples of modern multi-story residential complexes include Atameken, Metropole, Lancashire, and Shakhristan – prominent examples of integrating smart and secure residential environments with a focus on comfort, inclusivity, and quality zoning (Figure 2).

These residential complexes are designed according to a perimeter-block principle: buildings form a closed courtyard space, isolated from external traffic. Inside, there are safe playgrounds with protective surfaces, bicycle lanes and pedestrian routes, recreational areas with pergolas and small architectural elements, landscaping, and decorative paving. Vehicle traffic is completely removed from the courtyard – parking is arranged around the perimeter, eliminating through traffic within the territory and creating safe conditions for children and pedestrians, while improving the visual perception of the environment. Satellite images clearly reveal the courtyard structure: a central axis with landscaped elements, symmetrically organized pathways, and green areas. This layout aligns with modern CPTED principles: it ensures natural surveillance from apartment windows, clear functional zoning, and visual control of the entire territory. The courtyards are equipped with a video surveillance system that significantly enhances the level of safety. Cameras are installed at strategic points – entrances, playgrounds, sports areas, and walking paths. This fully aligns with

third-generation CPTED principles, which integrate a digital environment, guaranteeing around-the-clock monitoring, incident recording, and rapid response, thus increasing residents' perceived sense of security. Therefore, the combination of thoughtful zoning, inclusive landscaping, restricted vehicle access, and intelligent video surveillance makes these residential complexes exemplary models of modern, safe, and technologically advanced living environments. For comparison, Soviet-era residential buildings renovated under urban redevelopment programs were also examined. In the early 2000s, Almaty actively implemented the "Courtyards" program, resulting in the modernization of nearly all courtyard spaces in the city.

However, several issues remain: insufficient functional zoning – courtyard infrastructure elements are positioned without clear separation by activity type. Sports fields occupy significant space, limiting opportunities for quiet recreation areas, playgrounds for younger children, walking routes, and green zones. This creates conflicts among different user groups. There is also a lack of inclusivity: no features accommodate people with limited mobility or parents with strollers, which restricts access to the space. The direct placement of cars within the courtyards leads to chaotic parking, reduces safety – especially for children – and violates CPTED principles of territorial control and natural surveillance: parked cars create visual barriers and blind spots (Figure 3).

Thus, despite the presence of basic infrastructure and satisfactory

Quality of space/ Качество пространства	Digital technologies/ Цифровые технологии	Architectural solutions/ Архитектурные решения
Accessibility/ Доступность	Free Wi-Fi/ Бесплатный Wi-Fi	Building facades/ Фасады зданий
An inclusive space for all segments of the population/ Инклюзивное пространство для всех слоев населения		Sound-absorbing, energy-efficient. Use for backlighting and reliable lighting installations/ Шумопоглощающие, энергоэффективные. Использование для подсветки и разнообразных световых инсталляций
	Smart Lighting/ Умное освещение	Smart Pedestrian Zones/ «Умные» пешеходные зоны
Equipment/ Оборудование	Waste management systems/ Системы управления отходами	Bioclimatic small architectural forms/ Биоклиматические малые архитектурные формы
Availability of equipment based on the principles of universal design/ Наличие оборудования, основанного на принципах универсального дизайна	<p>Interactive mobile applications/ Интерактивные мобильные приложения</p> <p>Information about all available services, information about events held throughout the year/ Информация обо всех доступных услугах, о мероприятиях, проводимых в течение года</p>	Outdoor amphitheaters for meetings and events/ Уличные амфитеатры для встреч и мероприятий
Possibility of observing the action/ Возможность наблюдения действия	Smart Signage/ Умные вывески	Yard libraries/ Дворовые библиотеки
The presence of conditions and artificial perspectives, the ability of the city dweller-spectator to be in this space, to observe the movement of people, water, cars, natural phenomena/ Наличие природных и искусственных перспектив, позволяющих горожанину-зрителю, находясь в этом пространстве, наблюдать движение людей, воды, автомобилей, природные явления	<p>Sensors and Detectors for data collection/ Датчики и детекторы для сбора данных</p> <p>Cameras and Video Surveillance/ Камеры и видеонаблюдение</p>	<p>Workout zones/ Воркаут-зоны</p> <p>Convenient bike paths/ Удобные велосипедные дорожки</p>
Possibility of self-representation/ Возможность саморепрезентации	Interactive map of the area/ Интерактивная карта района	Vertical gardens and green walls/ Вертикальные сады и зеленые стены
Realization of personal aspirations in improving the overall quality of life/ Реализации личных устремлений в повышении общего качества жизни	<p>Communication with management support, security information in the shortest possible time/ Связь с органами управления, информация о безопасности в реальном времени</p> <p>Automated irrigation systems/ Автоматизированные системы полива</p>	Interactive art objects/ Интерактивные арт-объекты
		Sculptures and installations that respond to movement, light, sound, creating unique experiences for visitors/ Скульптуры и инсталляции, реагирующие на движение, свет, звук, создающие уникальные впечатления для посетителей
Multifunctionality/ Мультифункциональность	Smart Benches and Kiosks/ Умные скамейки и киоски	Rooftop gardens/ Сады на крышиах
The implementation of various behavioral strategies is possible – from "isolation" to maximum involvement in social interaction/ Возможности реализации различных стратегий поведения – от «самоизоляции» до максимальной включенности в социальные взаимодействия	Vertical gardens, smart lawns/ Вертикальные сады, «умные» газоны	

lighting levels (evenly distributed light poles support nighttime surveillance), poor functional distribution, the absence of video surveillance, and unclear boundaries between activity and traffic zones create risks and necessitate comprehensive modernization based on modern CPTED principles and digital technologies.

The developed matrix serves as a universal framework for designing and analyzing courtyard spaces in line with current safety, comfort, and inclusivity requirements. This matrix can be effectively applied both in the design of new residential complexes and in the modernization of Soviet-era courtyards, ensuring an integrated approach to safety, comfort, and urban sustainability in accordance with smart and inclusive city principles (Table 1).

Conclusion

The findings of this study confirm that the integration of digital technologies with well-considered architectural and planning solutions represents an effective contemporary approach to creating a safe and comfortable urban environment aligned with the smart city concept. Using Almaty as a case study, it has been demonstrated that the issue of courtyard safety requires reconsideration in the context of global trends in sustainable development and technological transformation.

The analysis of international case studies from Masdar City, Songdo, and Helsinki identified key principles of third-generation CPTED successfully

adapted to advanced digital infrastructure and local conditions. These principles include thoughtful spatial zoning, active use of intelligent monitoring and management systems, the creation of transparent and observable spaces, and the involvement of residents in the design and maintenance of the urban environment.

A comparative analysis of new residential complexes in Almaty and renovated Soviet-era courtyards showed that contemporary developments demonstrate a higher level of compliance with safety, comfort, and inclusivity criteria due to the implementation of digital tools and functional zoning. At the same time, updated courtyards still face challenges such as chaotic parking, the absence of surveillance cameras, and insufficient consideration of the diverse needs of different user groups.

The developed matrix for the architectural and planning organization of safe courtyards can be used as a practical tool for architects, urban planners, and municipal authorities. Its application will enable a comprehensive approach to the design of courtyard spaces in Almaty and other cities in Kazakhstan, integrating CPTED principles with digital solutions.

Future work will involve piloting the matrix in real projects and subsequently assessing its effectiveness in improving safety levels and resident satisfaction. This approach will contribute to the development of a sustainable, safe, and people-centered urban environment that meets the contemporary standards of smart cities.

вана как практический инструмент для архитекторов, городских планировщиков и муниципальных органов. Ее применение позволит обеспечить комплексный подход к проектированию дворовых пространств в Алматы и других городах Казахстана, интегрируя принципы CPTED и цифровые решения.

В дальнейшем предполагается апробация матрицы в реальных проектах и последующая оценка ее эффективности с точки зрения повышения уровня безопасности и удовлетворенности жителей. Такой подход будет способствовать формированию устойчивой, безопасной и человекоориентированной городской среды, отвечающей современным требованиям умных городов.

Литература

1. Джейкобс, Д. Смерть и жизнь больших американских городов. – Москва : Новое издательство, 2011. – 460 с.
2. Ньюман, О. Защищаемое пространство: предотвращение преступности через проектирование городской среды. – Нью-Йорк : Macmillan, 1972. – 260 с.
3. Джейфри, С. Р. Предотвращение преступности через проектирование окружающей среды. – Беверли-Хиллз : Sage Publications, 1971. – 220 с.
4. Толеген, Ж. Ж., Поморов, С. Б., Исадаев, Г. А. Роль трехмерной цифровой модели города в организации комфортной среды // Вестник КазГАСА. – 2023. – № 1 (87). – URL: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.1-12> (дата обращения: 20.05.2025).
5. Tolegen Z., Konbr U., Karzhaubayeva S. и др. Assessment of Safe Access to Pedestrian Infrastructure Facilities in the City of Almaty, Kazakhstan // Civil Engineering and Architecture. – 2023. – Vol. 11, N 1. – P. 351–371. – DOI: <https://dx.doi.org/10.13189/cea.2023.110128>
6. Tolegen, Z. Z., Issabayev, G. A., Yussupova, A. K. и др. Architectural and Compositional Concepts of Environmentally Safe Urban Arrangement // Civil Engineering and Architecture. – 2022. – Vol. 10, N 3. – P. 1036–1046. – DOI: <https://dx.doi.org/10.13189/cea.2022.100320>
7. Ceccato, V. The architecture of crime and fear of crime. Research evidence on lighting, CCTV and CPTED features // Crime and Fear in Public Places: Towards Safe, Inclusive and Sustainable Cities. – 2020. – P. 38–71. – DOI: 10.4324/9780429352775-4
8. Михиняц, М., Сэвилл, Г. Преступность и ее предотвращение через проектирование окружающей среды третьего поколения (CPTED) // Social Sciences. – 2019. – Т. 8, ст. 182. – DOI: 10.3390/socsci8060182
9. Пшембаев, М., Киялбай, С., Есентай, Д., Тлеуленова, Г., Регулирование водно-теплового режима земляного полотна цементобетонной дороги // Geomate. – 2023. – Т. 25, № 111. – С. 145–152. – DOI: 10.21660/2023.111.4035
10. Improving Urban Security through Green Environmental Design: New Energy for Urban Security // UNICRI; Massachusetts Institute of Technology (MIT). – 2011. – URL: http://www.unicri.it/news/files/2011-04-01_110414_CRA_Urban_Security_sm.pdf (дата обращения: 01.12.2024).
11. Shaban, A. A., Basher, Z., Lotfi, Y. A. Smart Strategies in Public Spaces: Case Study of the Central Park of Masdar City // Civil Engineering and Architecture. – 2025. – Vol. 13, N 2. – P. 813–825. – DOI: 10.13189/cea.2025.130205

References

Ceccato, V. (2020). The Architecture of Crime and Fear of Crime: Research Evidence on Lighting, CCTV, and CPTED Features. In V. Ceccato (Ed.), *Crime and Fear in Public Places: Towards Safe, Inclusive and Sustainable Cities* (pp. 38–71). DOI: 10.4324/9780429352775-4.

Improving Urban Security through Green Environmental Design: New Energy for Urban Security (2011). *UNICRI; Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. Retrieved December 1, 2025, from http://www.unicri.it/news/files/2011-04-01_110414_CRA_Urban_Security_sm.pdf

Jacobs, J. (2011). *The Death and Life of Great American Cities*. Moscow: Novoe Izdatelstvo.

Jeffery, C. R. (1971). *Crime Prevention Through Environmental Design*. Beverly Hills, California: Sage Publications.

Mihinjac, M., & Saville, G. (2019). Third-Generation Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED). *Social Sciences*, 8, Art. 182. DOI: 10.3390/socsci8060182.

Newman, O. (1972). *Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design*. New York: Macmillan.

Pshembayev, M., Kiyalbay, S., Ysentai, D., & Tleulenova, G. (2023). Regulation of the Hydrothermal Regime of the Roadbed of a Cement Concrete Road. *International Journal of GEOMATE*, 25(111), 145–152. DOI: 10.21660/2023.111.4035.

Shaban, A. A., Basher, Z., & Lotfi, Y. A. (2025). Smart Strategies in Public Spaces: Case Study of the Central Park of Masdar City. *Civil Engineering and Architecture*, 13(2), 813–825. DOI: 10.13189/cea.2025.130205.

Tolegen, Z. Z., Issabayev, G. A., Yussupova, A. K., et al. (2022). Architectural and Compositional Concepts of Environmentally Safe Urban Arrangement. *Civil Engineering and Architecture*, 10(3), 1036–1046. <https://dx.doi.org/10.13189/cea.2022.100320>

Tolegen, Z., Konbr, U., Karzhaubayeva, S., et al. (2023). Assessment of Safe Access to Pedestrian Infrastructure Facilities in the City of Almaty, Kazakhstan. *Civil Engineering and Architecture*, 11(1), 351–371. <https://dx.doi.org/10.13189/cea.2023.110128>

Tolegen, Zh. Zh., Pomorov, S. B., & Issabayev, G. A. (2023). The Role of a Three-Dimensional Digital City Model in Organizing a Comfortable Environment. *Vestnik KazGASA*, 1(87). <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.1-12>