

Формирование «зеленой» архитектуры жилых комплексов (на примере Астаны, Сиднея)

Аннотация. В данной работе, в рамках исследования «зеленой» архитектуры зданий, рассматриваются два крупных развивающихся города Астана и Сидней, где, по мнению авторов, наиболее выражены формы загрязнения окружающей среды в силу ряда схожих причин их возникновения. Сегодня стало очевидным, что в крупных городах Земли заметно сокращается природная компонента среды и особенно актуальным вопросом, вот уже на протяжении последних десятилетий, является обращение мирового архитектурного сообщества к экологическим аспектам проектирования и строительства, способствующим комфортному, устойчивому развитию городского пространства. В разных городах существует своя экологическая ситуация, и в зависимости от природно-климатических, социально-экономических условий, характера застройки определяются свои эффективные механизмы для оптимизации состояния городских пространств. На фоне неблагоприятной экологической обстановки в мире в городах Астаны и Сиднея сегодня создаются ориентиры в направлении формирования качества окружающей среды, где актуальность вопросов гармоничного взаимодействия человека с природным окружением возрастает с каждым годом. В статье рассматриваются современные проекты жилых комплексов «Зеленый квартал» и «One Central Park». В результате их сравнительного анализа выявились отличительные и схожие черты в поиске методов создания «зеленой» архитектуры, определяющие объективные предпосылки и пути решения для дальнейшего развития современной архитектуры жилья.

Ключевые слова: «зеленая» архитектура, жилые комплексы, энергоэффективность, окружающая среда, инновационные технологии.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-142-1-56-66

1. Введение

В современном мире города являются центром притяжения населения и растут такими значительными темпами, что урбанисты не успевают разрешать массу проблем, в первую очередь, связанных с экологическими вопросами [1]. В связи с ростом экономики и городского населения резко возросло потребление энергоресурсов в зданиях [2].

Началом создания «зелёной» архитектуры принято считать 70-80-е гг. XX века. После очередного энергетического кризиса стран Запада и Европы ученые и специалисты, в частности архитектурно-строительной деятельности, всерьез подошли к решению проблем загрязнения окружающей среды и сохранения природных ресурсов.

Аспекты экологического развития городов были изучены во многих трудах ученых. В работе Дж.Э. Аронина особое внимание уделено методам проектирования комфортных поселений с комплексным учетом экологических факторов и требованиям охраны природы. Здесь автор подчеркивает, что «особенности регионального климата и местных погодных условий – первооснова для формирования экологически устойчивых градостроительных систем» [3, с. 37].

В концепции экологизации городов, представленной Тетиором А.Н., описывается важность сохранения и восстановления природной среды. Помимо этого, экологичные здания должны решать проблемы самообеспечения ресурсами и переработки отходов за счет инновационных, архитектурно-строительных и технологических решений. Более того, «зеленые» здания должны быть способны восстанавливать природу [4, стр.6].

Многие научные работы отечественных ученых посвящены мировым вопросам экологического проектирования, и в контексте «зеленой» архитектуры рассматриваются как отдельные здания, так и эколого-градостроительное планирование городов в целом. Например, в научной работе Мамедова С.Э., Байдрахмановой М.Г., в ходе исследования экологического аспекта «Марсельской жилой единицы», отмечается, что положительный результат экологического развития города базируется на экологическом создании всех его элементов, среди которых основная масса приходится на жилые комплексы [5].

В основу темы исследования легли два города, природно-климатические условия которых резко отличаются в силу своего географического расположения относительно поверхности Земли, - Астана и Сидней. Астана находится на слабоволнистой степной равнине [6] с резко континентальным климатом (с продолжительным сезоном холодной снежной зимы и коротким сезоном засушливого лета), тогда как Сидней расположен в зоне субтропического океанического климата с умеренным характером легкой прохладной зимы и жаркого лета. Кроме этого, на сегодняшний день города активно застраиваются и расширяются. Поскольку проработке вопроса по формированию «зеленой» архитектуры для различных климатических условий, рассмотрения ее с точки зрения сопоставления не уделялось должного внимания, то интересным является исследование современной архитектуры в городах Астана и Сидней, где можно проследить свои механизмы реализации энергосберегающих технологий.

В Казахстане проблеме экологического состояния крупных городов, экономии энергоресурсов стали уделять большое внимание в конце XX и начале XXI в. Причиной этому стали последствия урбанизации, социальный фактор (производственная деятельность, транспорт), которые в свою очередь вызвали угрозу экологического характера.

Так, ряд особых мер принят по улучшению экологии города Астаны, одна из них - программа «Astana Green», основной целью которой является максимальное озеленение города и принятие конструктивных мер в области энергоэффективности и экологии всех сфер деятельности, в частности архитектуры и строительства.

Учитывая особенные климатические характеристики континента Австралии (расположение у океана, хрупкость природы) власти страны сегодня уделяют особое внимание его устойчивому развитию. Город Сидней, являясь одним из крупных и культурных центров государства, в рамках поддержки программы «Устойчивый Сидней 2030-2050» сегодня активно застраивается объектами «зеленой» архитектуры, где главная задача - нулевое воздействие зданий на окружающую среду.

В силу высокой урбанизации рассматриваемых городов возникли экологические проблемы их среды. Основными источниками нарушения экобаланса среды в городах Астана и Сидней являются следующие факторы:

- освоение территорий и масштабное строительство городов сокращают площадь озелененных пространств;
- транспортная загруженность городов приводит к загрязнению среды от автомобильных выхлопов;
- негативное воздействие на окружающую среду от выбросов предприятий городов, в частности от печного сектора.

В современном мире проблемы урбанизации давно вышли на первый план борьбы с загрязнением городской среды. Причина данных проблем связана с ориентацией человечества на повышение темпов экономического развития, на рост урожайности и производственные ценности.

При этом игнорируется охрана окружающей среды при градостроительстве, а также при развитии инфраструктуры [7].

В связи с вышесказанным, обращение к теме формирования «зеленой» архитектуры является актуальной и определяет перспективу дальнейшего развития современной архитектуры городов, в частности архитектуры жилых зданий.

Цель исследования - выявить и раскрыть эффективность принятых методов «зеленой» архитектуры современных жилых объектов «Зеленый квартал» и «One Central Park», в которых используемые энергоэффективные инновационные технологии, адаптированные к климатическим условиям в каждом конкретном случае, прекрасно подтверждают эффективность принятых решений, отвечающих задачам устойчивого развития рассматриваемых городов.

2. Методы

Методом изучения и сравнительного анализа энергоэффективных жилых комплексов городов Астана и Сидней показаны отличительные и схожие особенности формирования экологической среды архитектурно-градостроительного пространства. В данной работе были исследованы жилые комплексы «Зеленый квартал» и «One Central Park», в которых поиски формирования «зеленой» архитектуры, имеющие разнонаправленный характер, позволяют выявить эффективность принятых инновационных решений для перспективного развития современной архитектуры и использования материала в дальнейшей архитектурно-строительной практике и в качестве изучения дисциплин по архитектурному проектированию жилых зданий.

3. Результаты и обсуждения

Создание удобной, качественной, благоустроенной и комфортной городской среды, максимально приспособленной для жизни граждан – задача всех современных городов [8].

3.1 Жилой комплекс «Зеленый квартал».

Проект «Зеленый квартал» представила казахстанская команда специалистов холдинга VI group совместно с AEDAS (Великобритания) и AECOM (Австрия). Жилой комплекс создан по стандартам LEED. «Зеленый квартал» является одним из инновационных, амбиционных проектов в рамках комплексного подхода в создании комфортной городской среды для проживания и деятельности людей. Комплекс расположен в центре «нового города» Астаны, вблизи от таких значимых общественных объектов, как торгово-развлекательный центр «Хан-Шатыр», новое здание театра оперы и балета «Astana Opera». Земельный участок жилого комплекса составляет площадь 20,5 гектара. Такое расположение в структуре города определило функциональную насыщенность объекта общественными зонами, расположенными как на первых этажах (спортивные, офисные, торговые и досуговые помещения), так и в отдельно стоящих объемах (Рисунок 1).

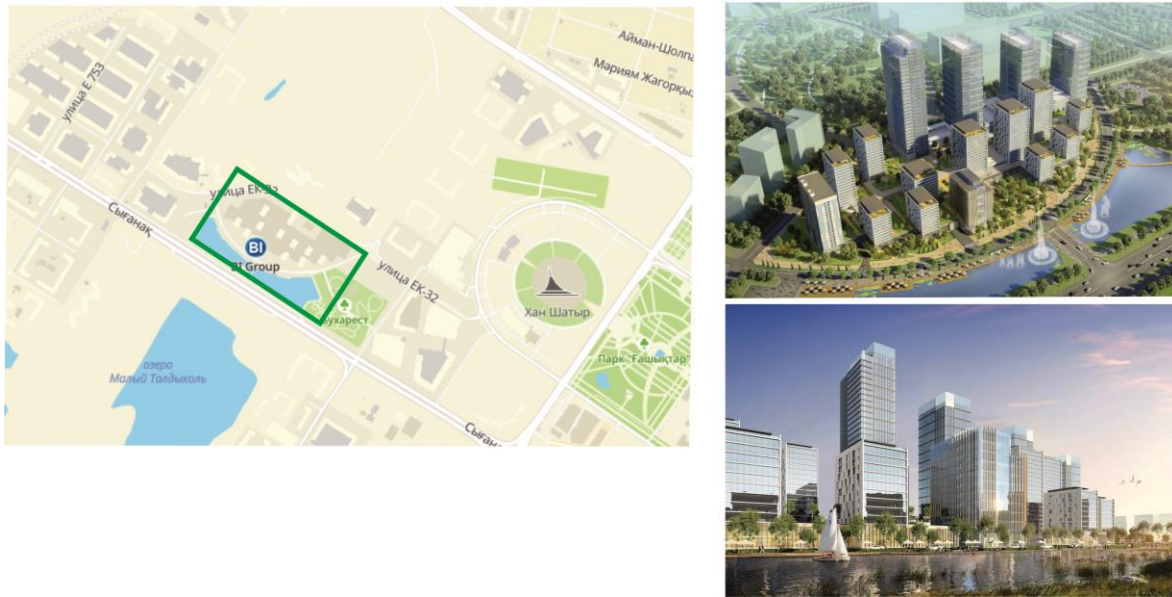


Рисунок 1. «Зеленый квартал», г. Астана, Казахстан

В жилом комплексе использованы новейшие инновационные технологии, соответствующие современным стандартам энергоэффективности и экологичности, а именно: ветрогенераторы; технология экономии воды с помощью применения специальных смесителей; система «умный дом» (видеокамеры, IP- видеодомофоны, электронный биометрический замок на входных дверях квартир и т.д.).

Что касается наружной отделки фасадов, то здесь используются экологически чистые, устойчивые к перепадам температур фасадные фиброцементные панели Knew. Фасадные панели Knew имеют слоистую структуру, состоящую из кварцевого песка, цемента, волокон целлюлозы и воды. А за счет добавления дополнительного слоя эластичных микрогранул достигается пористая структура, благодаря которой фиброцементные панели становятся влагоустойчивыми и морозостойкими. Цветовая гамма панелей достигается органическим акриловым покрытием. Завершает структуру материала самоочищающийся слой, фотокерамическое напыление, которое не позволяет оседать вредным частицам выхлопных газов, пыли. Так, лабораторные испытания [9] показали, что фасад, облицованный панелями Knew площадью в 170 кв.м., так же очищает воздух, как например, эту функцию выполняют 12 тополей.

Также при строительстве комплекса применены специальные алюминиевые стеклопакеты «Garden», способные в 2-3 раза снизить потерю тепла в помещении, учитывая продолжительный зимний сезон региона, а в жаркие летние дни отталкивать переизбыток UV лучей наружу. Эффективность данного стеклопакета намного выше обычного, т.е. благодаря его свойствам в летний и зимний сезоны поддерживается комфортная температура помещений, что позволяет экономить энергоресурсы на системе отопления и кондиционирования здания.

Правильный подбор материала ограждающих конструкций, соответствующих требованиям энергоэффективности, долговечности, устойчивости [10] и, что немаловажно, адаптированных к погодным условиям, является важным аспектом для обеспечения комфортных условий среды обитания.

«Зеленый квартал» стал одним из первых проектов по программе «Astana green city», удовлетворяющих современным стандартам «зеленой» архитектуры. Основные цели, поставленные в проекте – минимальное воздействие объекта на окружающую среду; рациональное использование имеющихся ресурсов; организация дополнительного озеленения с помощью создания зеленой эксплуатируемой кровли и озеленения территории; создание комфортного

качества среды обитания. Озеленение территории комплекса подразумевает дополнительное включение элементов природной среды - создание искусственного озера с системой фильтрации воды; ботанического сада; оранжереи, эко-ландшафта для поддержания экологического баланса территории в целом. Эффективность «зеленой» кровли, используемой в объекте, заключается в следующем: дополнительная шумоизоляция; выработка кислорода за счет поглощения зеленой углекислого газа; дополнительная защита конструкции кровли от отрицательного влияния ультрафиолетовых лучей; хорошая фильтрация от обильных осадков (Рисунок 2).



Рисунок 2. Зеленая кровля в жилом комплексе «Зеленый квартал», г. Астана, Казахстан

Снижение потребления электроэнергии в жилом комплексе составит 15-17 процентов, значительное снижение теплопотери и количество потребляемой воды - 40-60 процентов [11]. В «Зеленом квартале» установлены солнечные панели, предусмотренные для питания энергией фасадного освещения и территории комплекса, что составит экономию годового потребления электроэнергии комплекса на 2,2 млн.тг. [12].

На объекте включена система утилизации отходов, что сократит объемы отходов на 10%, а по экономии водопотребления применены специальные смесители, которые в два раза уменьшают потребление воды. Таким образом, использованные передовые инженерные технологии в «Зеленом квартале» позволят значительно снизить потребление энергоресурсов.

3.2 Жилой комплекс «One Central Park». В рамках программы по улучшению экологии города «Устойчивый Сидней 2030-2050» намечены следующие задачи: минимизировать объем выбросов в атмосферу и к 2035 году достичь нулевого уровня выбросов в окрестностях города; наращивание зеленой массы города, т.е. к 2050 году планируется увеличение зеленого покрова города до 40%; переработка воды; утилизация отходов; сократить потребление питьевой воды до 170 литров в день на человека; подключение новых сооружений для очистки сточных вод и схема оборотного водоснабжения (для садов и санузлов) в жилищной застройке; формирование общественных пространств, безопасных и комфортных в любое время суток; доступное и высококачественное жилье и т.д. [13].

Так, одним из ярких примеров «зеленой» архитектуры города Сиднея (Австралия), новаторских подходов в проектировании и строительстве жилых зданий является жилой комплекс «One Central Park», автором проекта которого является известный французский архитектор Жан Нувель. Комплекс построен в соответствии со стандартами австралийской рейтинговой системы «Patrick Blanc» (Рисунок 3).



Рисунок 3. «One Central Park», г. Сидней, Австралия

Система «Patrick Blanc», основанная французским ботаником Патриком Бланком, подразумевает установку на несущей наружной стене здания вертикального сада. В основе наружного вертикального сада установка специальной конструкции – металлический каркас с закреплением на нем слоев из ПВХ и полиамидного войлока. Такой слой, пропитанный минеральным раствором с помощью системы капиллярного полива, обеспечивает необходимый рост растений. Полив растений обеспечивается сточными водами, которые получают через очистительную систему жилого комплекса, что является одно из эффективных решений существующей проблемы водоснабжения города Сиднея. Растения подбираются с учетом их способности расти в данных конструкциях и их взаимодействия друг с другом. Таким образом, система «Patrick Blanc» создает комфортные экологические условия микроклимата среды, обеспечивая ее кислородом и поглощая вредные выбросы.

Так, на основе системы «Patrick Blanc» архитектура фасадов «One Central Park» дополняется вертикальным озеленением, что ярко подчеркивает эстетику восприятия «зеленой» архитектуры и индивидуальный подход к современному решению энергоэффективности комплекса. Живые растения на фасадах, посаженные в так называемых ящиках [14], были выбраны из местных видов флоры. По замыслу авторов проекта, вертикальный сад создан как для улучшения микроклимата среды, так и для дополнительного затенения помещений. К проектированию «зеленого сада» был привлечен сам Патрик Бланк, автор системы «Patrick Blanc», являющийся одним из лучших специалистов по растениям в мире. Что касается наружной отделки фасадов, то для этого были выбраны экологически чистые материалы – ламинированное дерево и фотогальванические панели. Фотогальванические панели, помимо архитектурно-художественной выразительности и привлекательности, имеют свойство накапливать солнечную энергию для организации бесперебойного энергоснабжения объекта. В жилом комплексе также предусмотрена система «умный дом», где в каждой квартире установлена система мониторинга и отслеживания – учет потребления электроэнергии, воды и газа. Для экономии энергоресурсов в комплексе предусмотрены солнечные панели, установленные на крыше в одной из башен.

Особым аспектом привлекательности «зеленой» архитектуры «One Central Park» является инновационное решение в виде выступающих консольных плоскостей, в которых вмонтировано 320 отражателей солнечных лучей. Солнечные лучи, поступающие с вращающихся зеркальных приборов – гелиостатов, обеспечивают теплом бассейн, расположенный на одной из нижних выступающих плоскостей, и солнечным светом созданные «зеленый» сад на крыше и парковую зону комплекса (Рисунок 4).

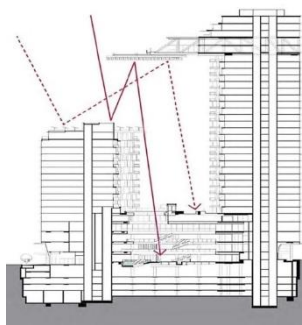


Рисунок 4. Технология работы гелиостатов с солнечными лучами для подачи тепла и освещения, «One Central Park», г. Сидней, Австралия

Зоны бассейна и «зеленого» пространства обеспечиваются круглогодично солнечным теплом и светом. В вечернее время гелиостаты-зеркала работают с лунным светом, когда из-за эффекта светового фона подчеркивается архитектурная пластика фасадов, включая вечернее освещение парковой зоны комплекса. Такое удачное решение светового дизайна выявляет особенности архитектурно-художественного образа здания, в целом целенаправленно организуя комфортное архитектурное пространство в темное время суток.

4. Выводы

В процессе изучения и сравнительного анализа «зеленой» архитектуры двух жилых комплексов, «Зеленый квартал» и «One Central Park», рассмотрения их с точки зрения неоднородных природно-климатических условий, повлиявших на ход развития и различные подходы по внедрению «зеленых» технологий, выявлены основные отличительные и схожие признаки:

Отличительные черты:

- вертикальное озеленение одного из объектов, применение которого осуществляется в более благоприятных климатических условиях;
- создание искусственного озера для поддержания особого микроклимата среды в структуре одного из объектов;
- принятые различные энергоэффективные материалы в наружной отделке фасадов «Зеленый квартал» и «One Central Park» в зависимости их устойчивости к условиям климата;
- установка дополнительной конструкции для улавливания солнечного света в одном из комплексов;

Схожие черты:

- в жилых комплексах «Зеленый квартал» и «One Central Park» эксплуатируемая кровля решена в виде зеленой крыши, экологический эффект от которой довольно существенный;
- утилизация отходов и мероприятия по сокращению потребления питьевой воды;
- разработка комфортных рекреационных пространств, прогулочных зон: зона парка и аллей в структуре комплексов;
- система «умный дом»;
- использование солнечных панелей.

Опыт применения в комплексах «Зеленый квартал» и «One Central Park» «зеленых» технологий показывает положительную динамику в создании комфортной, экологически чистой окружающей среды зданий и города в целом. Теоретическая значимость заключается в расширении знаний в области создания современной «зеленой» архитектуры, материал которого можно использовать в учебном процессе, в частности при архитектурном проектировании жилых зданий.

Список литературы

1. Формирование экоустойчивых кварталов в ряде зарубежных и региональных городов / Ибрагимов А.А., Г.А.Исабаев // Вестник Казахской головной архитектурно-строительной академии. 2020. – № 4(78). – С.40–44. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2020.4-06>
2. Optimization of zero-energy building by multi-criteria optimization method: A case study / Neng Zhu, Xiangzhe Liu, Qi Dong, Dragan Rodrigues // Journal of Building Engineering, vol. 44, 2021, 102969. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.102969>
3. Блинов В.А. Архитектурно-градостроительная экология: учебник. – Екатеринбург: Архитектон, 2017. – 204 с.
4. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. – М.: Академия, 2008. – 448 с. URL: https://academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_18456.pdf
5. Экологический аспект в архитектуре «Марсельской жилой единицы» / Мамедов С.Э., Байдрахманова М.Г. // Вестник Казахской головной архитектурно-строительной академии. 2021. – № 1(79). – С. 98–103. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.1-13>
6. Характеристика климата города Астана и их изменения за последние 90 лет / Вилесов Е.Н. // Гидрометеорология и экология. 2017. – № 3(86). – С. 7–16. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329103>
7. Казарян Р.А. Развитие современных городов с позиции экологического подхода. Экономика строительства и природопользования, №1(78), 2021, стр. 28–34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45803453>.
8. Аспекты формирования комфортной городской среды / Аймагамбетова З.Т., Ибраева Ж.Б. // Вестник Казахской головной архитектурно-строительной академии. 2021. – № 3(81). – С. 15–21. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.3-02>
9. <https://ventfasad.by/stati/2061/>. Японский фиброцемент КМЕВ: устойчивый и разнообразный. Дата обращения 13.11.2022.
10. LCC – based framework for building envelope and structure co-design considering energy efficiency and natural hazard performance / Zhenglai Shen, Hongyu Zhou, Som Shrestha // Journal of Building Engineering, vol. 35, 2021, 102061. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2020.102061>
11. <https://archi.ru/world/58450/zelenaya-arkhitektura-nalico>. Дата обращения 09.11.2022.
12. <https://tengrinews.kz/bi-group/zeleniy-kvartal-astane-stanet-etalonom-novogo-standarta-319276/>. Дата обращения 04.10.2022.
13. Sustainable Sydney 2030-2050. <https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/sustainable-sydney-2030-2050>. Дата обращения 04.10.2022.
14. Природоэквивалентная архитектура в современных творческих концепциях / Павлова П.В., Голошубин В.С. // Архитектура и современные информационные технологии. 2019. – № 1(46). – С. 340–455. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37066879>.

А.А. Тойшиева¹, А.Д. Тойшиева², Д.М. Муканова¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

²"Azamir Time" ЖШС, Астана, Қазақстан

Тұрғын үй кешендерінің "жасыл" сәулетін қалыптастыру (Астана, Сидней мысалында)

Аңдатпа. Бұл жұмыста ғимараттардың "жасыл" архитектурасын зерттеу аясында Астана мен Сиднейдің екі ірі дамушы қаласы қарастырылады, онда авторлардың пікірінше, олардың пайда болуының бірқатар ұқсас себептеріне байланысты қоршаған ортаның ластану формалары айқын көрінеді. Бүгінгі таңда жердің ірі қалаларында қоршаған ортаның табиғи құрамдас бөлігі

айтарлықтай азайып бара жатқаны және соңғы онжылдықтарда әлемдік сәулет қауымдастығының қалалық кеңістіктің жайлы, тұрақты дамуына ықпал ететін жобалау мен құрылыстың экологиялық аспектілеріне үндеуі ерекше өзекті болып отырғаны белгілі болды. Әр түрлі қалаларда өзіндік экологиялық жағдай бар және табиғи-климаттық, әлеуметтік-экономикалық жағдайларға, құрылыс сипатына байланысты қалалық кеңістіктердің жағдайын оңтайландырудың тиімді тетіктері анықталады. Әлемдегі қолайсыз экологиялық жағдай аясында Астана және Сидней қалаларында бүгінде қоршаған ортаның сапасын қалыптастыру бағытында бағдарлар жасалуда, онда адамның табиғи ортамен үйлесімді өзара іс-қимылы мәселелерінің өзектілігі жыл сайын артып келеді. Мақалада "Зеленый квартал" және "One Central Park" тұрғын үй кешендерінің заманауи жобалары қарастырылған. Олардың салыстырмалы талдауының нәтижесінде қазіргі заманғы тұрғын үй архитектурасын одан әрі дамыту үшін объективті алғышарттар мен шешу жолдарын анықтайтын "жасыл" архитектураны құру әдістерін іздеудегі айрықша және ұқсас ерекшеліктер анықталды.

Түйін сөздер: "жасыл" сәулет, тұрғын үй кешендері, энергия тиімділігі, қоршаған орта, инновациялық технологиялар.

A. Toishiyeva¹, A. Toishiyeva², D. Mukanova¹

¹*L. N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

²*Azamir Time LLP, Astana, Kazakhstan*

Formation of "green" architecture of residential complexes (using the example of the Astana, Sydney)

Annotation: In this paper, as part of the study of the "green" architecture of buildings, two large developing cities of Astana and Sydney are considered, where, according to the authors, the most pronounced forms of environmental pollution, due to a number of similar reasons for their occurrence. Today it has become obvious that the natural component of the environment is noticeably decreasing in large cities of the Earth and the appeal of the world architectural community to the environmental aspects of design and construction, contributing to the comfortable, sustainable development of urban space, has been particularly relevant for the past decades. Different cities have their own ecological situation, and depending on the climatic, socio-economic conditions, the nature of the development, their effective mechanisms for optimizing the state of urban spaces are determined. Against the background of the unfavorable environmental situation in the world, in the cities of Astana and Sydney, guidelines are being created today in the direction of the formation of environmental quality, where the relevance of issues of harmonious human interaction with the natural environment increases every year. The article discusses modern projects of residential complexes "Green Quarter" and "One Central Park". As a result of their comparative analysis, it was possible to identify distinctive and similar features in the search for methods of creating "green" architecture, defining objective prerequisites and solutions for the further development of modern housing architecture.

Keywords: "green" architecture, residential complexes, energy efficiency, environment, innovative technologies.

References

1. Formirovanie ekoustoichivyykh kvartalov v ryade zarubezhnykh i regional'nykh gorodov / Ibragimova A.A., G.A.Isabaev // Vestnik Kazakhskoi golovnoi arkhitekturno-stroitel'noi akademii. 2020. – № 4(78). – S.40–44. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2020.4-06>
2. Optimization of zero-energy building by multi-criteria optimization method: A case study / Neng Zhu, Xiangzhe Liu, Qi Dong, Dragan Rodrigues // Journal of Building Engineering, vol. 44, 2021, 102969. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102969>

3. Blinov V.A. Arkhitekturno-gradostroitel'naya ekologiya: uchebник. – Ekaterinburg: Arkhitekton, 2017. – 204 s.
4. Tetior A.N. Arkhitekturno-stroitel'naya ekologiya. – M.: Akademiya, 2008. – 448 s. URL: https://academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_18456.pdf.
5. Ekologicheskii aspekt v arkhitekture «Marsel'skoi zhiloi edinitsy» / Mamedov S.E., Baidrakhmanova M.G. // Vestnik Kazakhskoi golovnoi arkhitekturno-stroitel'noi akademii. 2021. – № 1(79). – S. 98–103. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.1-13>
6. Kharakteristika klimata goroda Astana i ikh izmeneniya za poslednie 90 let/ Vilesov E.N. // Gidrometereologiya i ekologiya. 2017. – № 3(86). – S. 7–16. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329103>.
7. Kazaryan R.A. Razvitie sovremennykh gorodov s pozitsii ekologicheskogo podkhoda. Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya, №1(78), 2021, str. 28-34. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45803453>.
8. Aspekty formirovaniya komfortnoi gorodskoi sredy / Aimagambetova Z.T., Ibraeva Zh.B. // Vestnik Kazakhskoi golovnoi arkhitekturno-stroitel'noi akademii. 2021. – № 3(81). – S. 15–21. DOI: <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.3-02>
9. <https://ventfasad.by/stati/2061/>. Yaponskii fibrotsement KMEW: ustoichivyi i raznoobraznyi. Data obrashcheniya 13.11.2022.
10. LCC – based framework for building envelope and structure co-design considering energy efficiency and natural hazard performance / Zhenglai Shen, Hongyu Zhou, Som Shrestha // Journal of Building Engineering, vol. 35, 2021, 102061. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102061>
11. <https://archi.ru/world/58450/zelenaya-arkhitektura-nalico>. Data obrashcheniya 09.11.2022.
12. <https://tengrinews.kz/bi-group/zeleniy-kvartal-astane-stanet-etalonom-novogo-standarta-319276/>. Data obrashcheniya 04.10.2022.
13. Sustainable Sydney 2030-2050. <https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/sustainable-sydney-2030-2050>. Data obrashcheniya 04.10.2022.
14. Prirodoekvivalentnaya arkhitektura v sovremennykh tvorcheskikh kontseptsiyakh / Pavlova P.V., Goloshubin V.S. // Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii. 2019. – № 1(46). – S. 340–455. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37066879>.

Сведения об авторах:

А.А. Тойшиева – почетный архитектор РК, старший преподаватель, и.о.доцента, кафедра «Архитектура», архитектурно-строительный факультет, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

А.Д. Тойшиева – архитектор-дизайнер, ТОО «Azamir Time», пр. Аль-Фараби, 18а, Астана, Казахстан.

Д.М. Муканова – студент 5 курса, кафедра «Архитектура», архитектурно-строительный факультет, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

А.А. Тойшиева – ҚР құрметті сәулетшісі, аға оқытушы, доцент м. а., "Сәулет"кафедрасы, сәулет және құрылыс факультеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

А.Д. Тойшиева – сәулетші-дизайнер, «Azamir Time» ЖШС, Әл-Фараби даң., 18а, Астана, Қазақстан.

Д.М. Муканова – 5 курс студенті, "Сәулет"кафедрасы, сәулет және құрылыс факультеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

А.А. Toishiyeva – Honorary Architect of the Republic of Kazakhstan, Senior Lecturer, Acting

Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

A.D. Toishiyeva – architect-designer, «Azamir Time» LLP, 18a Al-Farabi ave., Astana, Kazakhstan.

D. Mukanova – 5th year student, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.