

АРХІТЕКТУРА

УДК 72.01:502.11

**АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ
НИЗКОУГЛЕРОДНЫХ ГОРОДОВ С СИСТЕМОЙ
ЗДАНИЙ ЭКОМИНИСТРУКТУР**

КРИЖАНОВСКАЯ Н. Я.¹, *д. арх., проф.*,
СМИРНОВА О. В.², *к. арх., асс.*

¹ Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, Харьков, Украина, тел. +38 (096) 761-89-16

² Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, Харьков, Украина, тел. +38 (098) 05-99-157, e-mail: o.l-y.a@mail.ru.

Аннотация. Постановка проблемы. Урбанизация, ухудшение экологии и изменение климата негативно влияют на качество жизни населения. Значительно снизить эти негативные воздействия можно благодаря созданию низкоуглеродных городов. **Цель статьи** — провести анализ практического опыта формирования зданий экоминиструктур в низкоуглеродных городах. **Выводы.** В низкоуглеродных городах с экоминиструктурами создается экосистема с высоким природным потенциалом для создания комфортной среды жизнедеятельности.

Ключевые слова: инновационные здания; низкоуглеродный город; эко-министруктуры

**АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ДОСВІДУ ФОРМУВАННЯ
НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ МІСТ ІЗ СИСТЕМОЮ
БУДІВЕЛЬ ЕКОМІНІСТРУКТУР**

КРИЖАНОВСЬКА Н. Я.¹, *д. арх., проф.*,
СМИРНОВА О. В.², *к. арх., асист.*

¹ Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Революції, 12, Харків, Україна, тел. +38 (096) 761-89-16

² Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Революції, 12, Харків, Україна, тел. +38 (098) 05-99-157, e-mail: o.l-y.a@mail.ru.

Анотація. Постановка проблеми. Урбанізація, погіршення екології і зміна клімату негативно впливають на якість життя населення. Значно знизити ці негативні впливи можна завдяки створенню низьковуглецевих міст. **Мета статті** — провести аналіз практичного досвіду формування будівель екомініструктур у низьковуглецевих містах. **Висновки.** У низьковуглецевих містах з екомініструктурами створюється екосистема з високим природним потенціалом для створення комфортного середовища життєдіяльності.

Ключові слова: інноваційні будівлі; низьковуглецеве місто; еко-мініструктури

**ANALYSIS OF PRACTICAL EXPERIENCE OF THE FORMATION
OF LOW-CARBON CITIES WITH THE SYSTEM
OF THE BUILDING ECO-MINISTRUKTUR**

KRIZHANOVSKAYA N. Y.¹, *Dr. Sc. (Arch.), Prof.*,
SMIRNOVA O.V.², *PhD.*

¹ Kharkov National University Municipal Economy named A. N. Beketov, Str. Revolution, 12, Kharkiv, Ukraine, tel.+38 (096) 761-89-16

² Kharkov National University Municipal Economy named A. N. Beketov, Str. Revolution, 12, Kharkiv, Ukraine, tel.+38 (098) 05-99-157, e-mail: o.l-y.a@mail.ru.

Summary. Formulation of the problem. Urbanization, environmental deterioration and changes of climate have a negative impact on quality of life. Significantly reduce these negative effects may be through the creation of low-carbon cities. **Purpose.** To analyze the experience of formation of buildings eco-ministrutures in low-carbon cities. **Conclusions.** The low-carbon cities with eco-ministrutures created an ecosystem of high natural potential to create a comfortable living environment.

Keywords: innovative buildings; low-carbon city; eco-ministrutures

Постановка проблеми. Формирование негативными процессами урбанизации, низкоуглеродных городов обусловлено влияющей на ухудшение экологических

показателей городской среды и изменение климата. Высокий уровень выбросов углерода и изменение климата влияет на качество жизни в большинстве городов и регионов в мире. Эта угроза стала ощутимой: мы являемся свидетелями разрушения биоразнообразия негативными, экстремальными погодными условиями, увеличиваются проблемы со здоровьем, связанные с загрязнением окружающей среды.

Эти негативные процессы в настоящее время пытаются снивелировать благодаря созданию низкоуглеродных городов. Строительство низкоуглеродных городов обеспечивает координационное развитие экологии и экономики. Согласно определению Всемирного фонда природы, низкоуглеродный город должен сохранять сравнительно низкий уровень объема энергорасходов и выбросов углекислого газа в случае динамичного развития городской экономики.

Проектирование низкоуглеродных городов сейчас понимают как набор технологических решений, позволяющих сделать жизнь жителей комфортной и безопасной для здоровья, а проектирование и строительство – инновационным, и конечной целью этого проектирования является нулевой уровень выбросов углекислого газа.

Понятие низкоуглеродного развития (и низкоуглеродной экономики) получило в последние годы широкое распространение как в официальных документах, так и в исследовательских работах. Фактически это вариант концепции устойчивого развития, нацеленный на предотвращение катастрофических последствий глобального изменения климата в нынешнем столетии.

Появление концепции низкоуглеродной экономики тесно связано с климатическим изменением и энергетической безопасностью. Низкоуглеродный город – это экономическая модель, основанная на энергосбережении, низком уровне загрязнения окружающей среды и низком уровне выбросов углекислого и других парниковых газов. Это новый важный этап в

прогрессе после сельскохозяйственной и промышленной цивилизаций.

Энергосбережение в низкоуглеродных городах основано за счет использования энергии солнца, ветра и воды. Город должен стать полностью независимым от невозобновляемых источников энергии, от которых зависит жизнь практически всех современных городов. Также предусмотрено использование дождевой воды, очистка и рециклинг стоков, опреснение морской воды.

Ускоренное развитие энергосберегающих технологий, применение альтернативных источников возобновляемой энергии, развитие технологий атомной энергетики нового поколения приведет к замещению традиционных энергоресурсов (нефти, угля, газа) и будет способствовать позитивному решению целого ряда экологических задач.

Так, низкоуглеродные города – это самодостаточные города, которые сами вырабатывают необходимую для жизнедеятельности энергию из таких возобновляемых источников как солнечный свет, органические отходы, геотермальная энергия, рассеянное тепло. Они представляют собой своеобразные экотехнополисы с определенными характеристиками архитектурной среды и инновационными зданиями, обеспечивающими цель их формирования [1].

Структуру архитектурной среды низкоуглеродных городов формируют два типа инновационных зданий. Это здания экомини-структуры с малой и средней этажностью и гиперструктуры с повышенной этажностью (более 25 этажей).

Анализ публикаций. В настоящее время наибольшее распространение в низкоуглеродных городах получают здания экомини-структуры. На основе литературных источников было выявлено, что опыт их создания недостаточно излагается в научных исследованиях [2–5].

Цель работы — рассмотреть особенности формирования зданий экомини-структур в низкоуглеродных городах.

Задачи исследования:

1. Осуществить анализ практического опыта формирования зданий эко-министруктур в низкоуглеродных городах.
2. Определить основные особенности формирования инновационных зданий эко-министруктур.

Изложение материала. Строительство низкоуглеродных городов требует долговременного процесса, но, главное, в их создании необходимо обеспечить низкоуглеродную промышленность, низкоуглеродные технологии и низкоуглеродное потребление. Поэтому в третьем тысячелетии архитекторы активно заняты разработкой новых форм расселения людей, учитывающих принципиально значимые изменения в экономике, в технологической сфере, появление новых коммуникативно-информационных средств и сети Интернет.

Во многих странах города находятся на стадии перехода к низкоуглеродной модели развития, отражающейся в инновационных проектах: города-небоскребы (Бионик Тавер «Кипарис» в Шанхае); города-фермы с вертикальным расположением животноводческих комплексов; «зеленые» города, получающие энергию из возобновляемых источников; плавучие эколополисы; линейные города, сформированные вдоль основной транспортной и инфраструктурной магистрали; города-аэропорты, пространственный город, город-мост, город на воде (Лилипад, Атлантис, Инвайроментал Айленд, Вотерскрепер), мобильный город и др.

Определено, что низкоуглеродный город с экомикроструктурами представляет собой совокупность пространственно организованных и взаимосвязанных природных и антропогенных элементов городской среды с высокими эколого-эстетическими показателями и определенными градостроительными характеристиками. Наиболее характерными низкоуглеродными городами с экомикроструктурами с системой инновационных зданий являются г. Масдар

в ОАЭ, Шерфут в Англии, Хабари в Кувейте и др. Но основной площадкой строительства низкоуглеродных городов является Китай: Донгтан, Турфан, Тяньцзинь. Анализ формирования архитектурной среды в этих городах показывает, что они имеют, в основном, небольшую численность населения 50-250 тыс. чел. с площадью 10–30 км², хотя в последнее время наметилась тенденция к росту населения. Следует также отметить, что все низкоуглеродные города с эко-микроструктурами имеют высокий природный потенциал. Озелененные территории органично включаются в архитектурно-градостроительную инфраструктуру в виде скверов, бульваров, набережных, малых садов возле жилых, общественных и промышленных зданий. Норму площади озелененных территорий принимают из расчета 23–25 м²/чел.

Эко-микроструктуры представляют собой компактные, экологичные функциональные зоны с инновационными зданиями малой и средней этажности, предназначенными для основных процессов жизнедеятельности населения. В низкоуглеродных городах с эко-микроструктурами создается особая экосистема посредством обогащения природного потенциала города. В этом отношении интересен проект г. Ваньчжуан в Китае. По сути, группа деревень объединяется посредством городского центра, который будет напрямую связан с Пекином и большой дорогой Тяньцзинь. На двух центральных и двух периферийных зеленых поясах создадут 60 парков. На каждого жителя будет приходиться 23 м² зеленых насаждений, что в три раза превышает стандарт Всемирной организации здравоохранения.

Высокий природный потенциал имеют даже города, расположенные в пустыне. Так, например, г. Масдар в ОАЭ, возводимый с нуля в пустыне Абу-Даби, будет представлять собой своеобразный оазис. Город будет построен на территории 6 км². Искусственно созданный природный потенциал города создается в соответствии с концепцией зеленого строительства, которая

предусматривает разнообразную инфраструктуру ландшафтно-рекреационных объектов. Малые рекреационные территории будут органично включать многочисленные фонтаны, каналы, каскады и водопады. Система общественных пространств будет связана затененными жилыми улицами, которые подходят к домам, школам, ресторанам, театрам, магазинам. Наряду с озеленением и водными устройствами комфортный микроклимат в городе будут создавать здания с инновационными технологиями. Здесь будут применяться особые конструкции зданий и сооружений с трансформирующимися устройствами [6; 8].

В низкоуглеродных городах с эко-микроструктурами применяются инновационные технологии в формировании пешеходной и транспортной инфраструктуры, а в формировании промышленной и жилой инфраструктуры — устройства, улучшающие экологические характеристики городской среды. Так, например, в г. Донган в Китае, расположенном в устье р. Яндзы возле г. Шанхай будут применены такие технологии: экологически чистый транспорт на водородных топливных элементах, а на границе города — сеть высокотехнологичных ферм, которые будут осуществлять фильтрацию воздуха и удаление любых выбросов CO₂.

Инфраструктура городской среды в низкоуглеродных городах с эко-микроструктурами отличается мобильностью и доступностью ко всем жизнеобеспечивающим объектам посредством пешеходного движения и экологически чистого транспорта и преимущественно общественного на новой энергетике. Особое внимание в низкоуглеродных городах уделяют энергетической инфраструктуре, формирующейся за счет использования новых технологий и выработки энергии из возобновляемых источников (солнечный свет, ветер, органические отходы). В этих целях создаются специальные инновационные сооружения. Так, например, в г. Масдар будет построена электростанция

солнечной энергии мощностью 40–60 МВт. На крышах зданий будут размещены солнечные батареи общей площадью 130 км². По периметру города — ветрогенераторы энергоемкостью 20 МВт, электростанция водородного топлива 500 МВт [5; 7].

Показательной базой новой энергетики станет г. Турфан в Китае. По проекту новый город займет площадь 8,8 км². Город будет обеспечиваться ветровой, солнечной и геотермальной энергией. На каждый 1 м² будет приходиться 1 400 кВт/часов электроэнергии, что считается высоким уровнем энергоносителей. Здания и сооружения города, с одной стороны, должны быть предназначены для жилья, с другой — для выработки электричества из солнечной энергии. Высокоэффективная платформа цифрового управления в городе позволит максимально сократить расходование энергии.

Следует отметить, что система эко-микроструктур с разными функциями и высоким природным потенциалом позволяет создать индивидуальный художественный образ городской среды. Так, например, в г. Тяньцзинь в Китае природная среда органично включена в структуру функциональных зон с ярко выраженным художественным образом (рис.). Город будет построен на территории площадью 8 км² с населением 350 тыс. чел. Городскую структуру формируют семь функциональных зон: сектор жизни, эко-долина, сектор ветра, сектор солнца, сектор земли, городской сектор, экокоридоры. Каждая зона имеет свою индивидуальную архитектуру зданий с определенным функциональным назначением. В формировании всех зон используются все природные средства ландшафтного дизайна — растительность, геопластика, водные устройства [9].

Экодолина, по сути, представляет собой ландшафтно-рекреационный центр города. Это своеобразный зеленый хребет, представляющий собой 11-километровый искусственный канал, проходящий вдоль города и включающий в свою структуру разнообразные рекреационные объекты. Она выполняет функцию коммуникационной

системы и с помощью легкорельсового района города [10].
 транспортного сообщения соединяет все



Рис. Анализ практического опыта формирования низкоуглеродных городов с системой зданий эко-министруктур

Солнечный сектор с административными и общественными зданиями расположен возле реки. Здесь будут размещаться муниципальные и коммерческие учреждения, а также разнообразные водные устройства с элементами геопластики и впечатляющей плавучей сценой. Жилые улицы будут размещаться таким образом, чтобы сектор Солнца превратился в своеобразные гигантские солнечные часы. По сути, он станет деловым центром города.

Сектор Земли — полная противоположность ультра-урбанистическому деловому центру. Он будет напоминать своеобразный пригород. Здесь будет размещаться жилая зона. Ее ступенчатая структура с многочисленными террасами будет иметь разнообразную систему озеленения.

Сектор Ветра будет выполнять функцию зоны отдыха с колоритом древних рыбацких поселений. По сути, он будет представлять собой сельский ландшафт с небольшим озером и одноэтажными зданиями с жилой и рекреационной функцией.

Особый природный потенциал городу обеспечивают четыре экоридора, проходящие через весь город и представляющие собой автономные зоны, где растения и животные могут существовать без вмешательства человека. Каждый экоридор будет отображать природу одного из четырех времен года.

Выводы:

1. Анализ практического опыта формирования низкоуглеродных городов с системой зданий экоминиструктур позволил выявить специфику их формирования (рис.). Определено, что в низкоуглеродных городах с эко-министруктурами создается экосистема с высоким природным потенциалом, которая формируется с применением экологических, эргономических, функционально-планировочных, архитектурно-эстетических, технологических средств для создания комфортной среды жизнедеятельности.

2. К основным особенностям формирования низкоуглеродных городов с эко-министруктурами следует отнести:

- минимальное использование источников энергии искусственной природы для функционирования зданий (применение ветряных и гелиотермических источников);

- минимизация отрицательных воздействий на окружающую среду: проектирование и возведение зданий с замкнутым циклом энерго- и ресурсопотребления;

- формирование природо-интегрированных инновационных зданий с органическим объединением с природной средой;

- создание компактной, комфортной архитектурно-градостроительной инфраструктуры с системой экологического транспорта;

- применение плавных, приближенных к природным объектам, обтекаемых форм зданий (органическая форма, бионика).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова О. В. Низкоуглеродные города как объекты формирования инновационных зданий и сооружений / О. В. Смирнова // Проблемы теории и истории архитектуры Украины : сб. науч. тр. / Одес. гос. акад. стр-ва и архитектуры, Архитектур.-художеств. ин-т, Одес. обл. орг. Укр. о-ва охраны памятников истории и культуры. – Одесса, 2015. – № 15 – С. 202–207.
2. Воинов М. А. Перспективные тенденции формирования низкоуглеродных городов / М. А. Воинов // Міжнародна наукова конференція, присвячена століттю містобудівної освіти у Львівській політехніці "Креативний урбанізм", Львів, 24-25 травня 2013 р. : тези / Нац. ун-т "Львів. політехніка", Ін-т архітектури. – Львів, 2013. – С. 174–175.
3. Грицевич И. Г. Перспективы и сценарии низкоуглеродного развития: ЕС, Китай и США в глобальном контексте / И. Г. Грицевич. – Москва : Скорость цвета, 2011. – 36 с.
4. Города будущего: 10 уникальных проектов // QWRT. – Режим доступа: <http://www.qwrt.ru/news/1383>.
5. Исходжанова Г. Р. Энергоэффективная архитектура Масдар сити (ОАЭ) – воплощенная модель принципов региональной устойчивости / Исходжанова Г. Р. // Роль и место молодых ученых в реализации инновационной эконо-

мической политики Казахстана : тр. Междунар. Сатпаев. чтений. – Алматы, 2015. – С. 621-625. – Режим доступа: http://portal.kazntu.kz/files/publicate/2015-06-09-elbib_1.pdf

6. Оськин Б. В. Архитектура пространства обитания человечества на планете Земля / Б. В. Оськин. – Москва : Компания Спутник+, 2006. – 117 с.
7. Баландин Р. К. Природа и цивилизация / Р. К. Баландин, Л. Г. Бондарев. – Москва : Мысль, 1988. – 391 с.
8. Байкова Е. В. Биоморфные структуры в пространстве города / Е. В. Байкова // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – № 2, вып. 1. – С. 227–230.
9. Воскресенский И. Н. Гармония и экология: пути интеграции / И. Н. Воскресенский // Ландшафтная архитектура. Дизайн. – 2004. – № 3. – С. 66–74.
10. Саркисов С. К. Инновации в архитектуре / С. К. Саркисов ; Гос. ун-т по землеустройству. – Москва : Urss, 2012. – 336 с.

REFERENCES

1. Smirnova O.V. *Nizkouglerodnye goroda kak ob'ekty formirovaniya innovatsionnykh zdaniy i sooruzhenij* [Low-carbon cities as objects of formation of innovative buildings and structures]. *Problemy teorii i istorii arkhitektury Ukrainy* [Problems of the theory and history of architecture of Ukraine.]. Odes. gos. akad. str-va i arkhitektury, Arhitektur.-khudozhestv. in-t, Odes. obl. org. Ukr. o-va okhrany pamyatnikov istorii i kul'tury [Odessa State Academy of Civil Construction and Architecture, Architecture and Art Institute, Ukrainian Society for Protection of History Monuments and Culture]. Odessa, 2015, no. 15, pp. 202–207. (in Russian).
2. Votinov M.A. *Perspektivnye tendentsii formirovaniya nizkouglerodnykh gorodov* [Perspective trends of formation of low-carbon cities]. *Mizhnarodna naukova konferentsiia, prisviachena stolittiu mistobudivnoi osvity u Lvivskii politekhnitsi "Kreatyvni urbanizm"* [International scientific conference, dedicated to century of urban planning education in Lviv Polytechnic «Creative urbanism»]. Nats. un-t "Lviv. politekhnika", In-t arkhitektury [National university "Lviv Polytechnic", Architecture institute]. Lviv, 2013, pp. 174–175. (in Russian).
3. Gritsevich I.G. *Perspektivy i stsenarii nizkouglerodnogo razvitiya* [Prospects and scenarios for low-carbon development]. ES, Kitaj i SShA v global'nom kontekste [The EU, China and the USA in a global context]. Moskva: Skorost' sveta, 2011, 36 p. (in Russian).
4. *Goroda budushhego: 10 unikal'nykh proektov* [Cities of the future: 10 unique projects]. QWRT. Available at: <http://www.qwrt.ru/news/1383> (in Russian).
5. Ishodzhanova G.R. *Energoeffektivnaya arkhitektura Masdar siti (OAE) – voploshhennaya model' printsipov regional'noj ustojchivosti* [Energy-efficient architecture Masdar City – embodied model of regional sustainability principles]. Rol' i mesto molodyh uchenykh v realizatsii novej ekonomicheskoy politiki Kazahstana [The role and place of young scientists in the implementation of the new economic policy of Kazakhstan]. Almaty, 2015, pp. 621–625. Available at: http://portal.kazntu.kz/files/publicate/2015-06-09-elbib_1.pdf (in Russian).
6. Os'kin B.V. *Arkhitektura prostranstva obitaniya chelovechestva na planete Zemlya* [Architecture of mankind living space on the planet Earth]. Moskva: Kompaniya Sputnik+, 2006, 117 p. (in Russian).
7. Balandin R.K and Bondarev L.G. *Priroda i tsivilizatsiya* [Nature and civilization]. Moskva: Mysl', 1988, 391 p. (in Russian).
8. Bajkova E.V. *Biomorfnye struktury v prostranstve goroda* [Biomorphic structures in urban space]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta* [Bulletin of Saratov State Technical University]. 2011, no. 2, iss. 1, pp. 227–230. (in Russian).
9. Voskresenskij I.N. *Garmoniya i ekologiya: puti integratsii* [Harmony and Ecology: ways of integration]. *Landschaftnaya arkhitektura. Dizajn* [Landscape architecture. Design]. 2004, no. 3, pp. 66–74. (in Russian).
10. Sarkisov S.K. *Innovatsii v arkhitekture* [Innovation in architecture]. Gos. un-t po zemleustrojstvu [The State University of Land Planning]. Moskva: Urss, 2012, 336 p. (in Russian).

Рецензент: к. т. н., проф. Челноков А. В.

Надійшла до редколегії: 10.07.2016 р.

Прийнята до друку: 18.08.2016 р.