

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

**УСПЕНСЬКИЙ МАКСИМ СЕРГІЙОВИЧ**

УДК 72.012:004.94

**МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА  
ЯК СИСТЕМИ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ  
АРХІТЕКТУРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

18.00.01 – Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата архітектури

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Придніпровській академії будівництва та архітектури (ПДАБА) Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор архітектури, професор  
**Мироненко Віктор Павлович,**  
Харківський національний університет  
будівництва та архітектури МОН України, декан  
архітектурного факультету, професор кафедри  
дизайну архітектурного середовища.

**Офіційні опоненти:** доктор архітектури, доцент  
**Дубинський Володимир Петрович,**  
Харківський національний університет  
будівництва та архітектури МОН України,  
завідувач кафедри архітектурного проектування;

кандидат архітектури  
**Нагорний Павло Анатолійович,**  
головний архітектор науково-виробничої  
фірми «Найс», м. Харків.

Захист дисертації відбудеться 4 липня 2019 року, об \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.056.02. у Харківському національному університеті будівництва та архітектури за адресою: 61002, м. Харків, вул. Сумська, 40, конференц-зала архітектурного факультету.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського національного університету будівництва та архітектури за адресою: 61002, м. Харків, вул. Сумська, 40.

Автореферат розісланий \_\_\_\_\_ 2019 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 64.056.02.

Ігнат'єва Н. В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження.** Учені, розглядаючи екологічну ситуацію у світі в наші дні, характеризують її як близьку до критичної, пов'язують погіршення екологічної ситуації з глобальними процесами урбанізації. Фахівці, пов'язані з дослідженнями, спрямованими на досягнення сталого розвитку та сприятливого екологічного майбутнього, об'єднуються в спробах сформувавши системне уявлення, засноване на математичних описах структури і компонентів міського простору. Здійснювати дослідження в межах теорій і концепцій складності дозволяють засоби комп'ютерного моделювання, які дають можливість вивчати, аналізувати, проводити обчислювальні експерименти. Найчастіше використовуються такі типи моделювання, як агентне моделювання та моделювання клітинними автоматами. Застосування цих типів дозволяє продемонструвати, як без значного спрощення досліджуваного об'єкта розкривається поведінка системи в цілому і виявляються властиві їй якості. Дослідження можливостей застосування засобів моделювання, що виникли в контексті наук складності, передбачає їх використання в якості платформи, яка об'єднує діяльність різних фахівців. Збільшення ступеня складності об'єктів, завдання щодо підвищення ефективності і скорочення витрат часу на проектування за умови дотримання соціальних і економічних факторів вимагають пошуку нових проектних засобів для реалізації поставлених завдань. Будучи ефективними наочними засобами, моделі дозволяють описувати, виявляти та оцінювати зв'язки проєктованого об'єкта, поетапно еволюціонуючи від розумової моделі до знакової, об'єктивної моделі, уточнюючи характеристики об'єкта проектування і регулюючи проектну діяльність. Оскільки модель є одним з основних інструментів архітектора, що дозволяє реалізовувати його творчі можливості, питання впровадження нових і постійного вдосконалення наявних засобів моделювання, що відповідають рівню розвитку технологій, і рівню складності проектних завдань, залишається відкритим. Інструментальний набір архітектора досить широкий, але впровадження нових засобів у проектний процес необхідне, оскільки архітектура перебуває в постійному вдосконаленні проектних засобів, завдання проектування ускладнюються, що вимагає відповідності рівню розвитку технологій і теоретичного освоєння центральних питань архітектурної теорії.

**Гіпотеза дослідження.** Можливість ефективного застосування в архітектурному проектному процесі засобів моделювання міського середовища, які створені та продовжують розвиватися завдяки теоретичним досягненням наук складності та сучасному технічному розвитку комп'ютерного та програмного забезпечення.

**Ступінь наукового опрацювання проблеми.** Дослідження, пов'язане з удосконаленням технічних і методологічних можливостей архітектора,

завжди вимагає багатоаспектного підходу, який би поєднував як загальну теорію архітектури, що вирішує питання методологічного, психологічного, інструментального характеру, так і фундаментальні знання, у яких накопичено теоретичний матеріал щодо загальної теорії систем, кібернетики, інформатики та інших наук, пов'язаних з упровадженням комп'ютерної підтримки в архітектурне проектування.

По-перше, дослідження, які торкаються розкриття проблематики об'єкта дослідження. Це роботи, що розкривають питання застосування архітектурних моделей, їх функцій, ролі з позицій загальної методології в цілому, представлені такими авторами, як Л. Н. Авдот'їн, І. В. Бірілло, О. П. Буряк, О. С. Горнева, А. Е. Коротковський, І. Г. Лежава, Н. А. Лекарева, Д. Л. Мелодинський, М. М. Нечаєв, О. Р. Ніконова, Л. І. Павлова, О. В. Різен, Д. Росс, А. А. Савченко, В. В. Товбич; ролі з позицій традиційних, графічних та макетних методів досліджували С. А. Васін, О. Г. Везденьова, С. Х. Візіоллі, К. Зайцев, В. Ф. Крігер, К. В. Кудряшов, В. В. Куцевич, Г. І. Лаврик, Н. Д. Мардасов, Б. Мартенс, Ю. О. Прокоф'єв, Т. О. Свірська, Л. І. Седова, М. І. Тосунова; ролі з позицій комп'ютерного моделювання та впровадження віртуальної реальності в архітектурне проектування аналізували А. Ангуло, А. Асанович, М. Бенедікт, Т. Віскомб, В. Г. Зеленіна, Б. Коларевич, С. Д. Коцопулос, Д. Курман, В. Д. Мігчел, Г. В. Прохорський, Ю. І. Садовський, В. В. Талапов, О. С. Токарев.

Окремий аспект аналітичної функції моделювання, який розглядається з позиції теорії інформації в роботах з психології творчості, проектного процесу, механізмів сприйняття архітектурних об'єктів, розглядали Р. Ф. Абдєєв, О. Акін, Б. Г. Бархін, Г. А. Голіцин, О. О. Дембич, Дж. К. Джонс, І. Земан, Ю. І. Карамзін, В. Ф. Кригер, Дж. А. Міллер, В. В. Миронов, В. О. Моляко, І. Б. Новік, А. Ньюелл, Г. А. Саймон, О. В. Степанов, А. Д. Урсул, І. О. Фомін, Й. Фрідман, А. Т. Шумілін, Г. П. Щедровицький.

Теоретичні та методологічні дослідження питань моделювання та особливостей моделей вивчали такі науковці, як Т. І. Алієв, М. Вартофський, В. М. Волкова, В. О. Ганзен, К. О. Мусіхіна, Р. Шеннон, В. О. Штофф.

Розкриття методів організації та проведення експертного оцінювання, аналізу та обробки експертних суджень, отримання якісної та кількісної оцінки моделей розтлумачували Г. Г. Азгальдов, О. В. Аристов, С. Д. Бешелев, О. В. Костін, Б. Г. Літвак, А. Моль, А. А. Недбай, Ю. К. Чернова.

Розкривають загальний понятійний зміст, визначають теоретичні та методологічні проблеми аналізу та моделювання, оптимізації та вирішення суперечностей міського середовища такі автори, як В. А. Абизов, М. Я. Авербах, В. Л. Антонов, Ш. Д. Аскарів, М. Г. Бархін, М. В. Бєвз, Є. Л. Біляєва, А. А. Високовський, Я. Гейл, В. Л. Глазичев, Дж. Джейкобс, М. М. Дьомін, О. Я. Костенко, В. Й. Кравець, О. В. Крашенінніков, К. Лінч, А. П. Мардер, Г. Б.

Мінервін, В. П. Мироненко, З. В. Мойсеєнко, П. А. Нагорний, А. М. Рудницький, О. В. Рябушин, Л. Ю. Салмін, І. І. Середюк, О. С. Слепцов, І. М. Смоляр, О. Л. Тітов, В. Н. Ткачов, О. О. Фоменко, К. Т. Черкасова, Б. С. Черкес, М. Черноушек, О. В. Шило, В. Т. Шимко, Ю. М. Шкодовський, С. О. Шубович, З. М. Яргіна; також аспект соціальної складової та динаміки міського середовища висвітлюють М. І. Каган, Л. Б. Коган, Г. Л. Коптева, О. М. Мальгін, О. Л. Тітов, Н. Н. Шестерньова, Б. Л. Шмульян.

По-друге, дослідження, що описують системний підхід в архітектурі та тлумачення міського середовища як системи, належать таким ученим, як В. М. Бабіч, Т. Бейвіль, К. Ю. Вітюк, А. В. Гоблик, О.Е. Гутнов, О. М. Гуцин, В. П. Дубинський, Ю. М. Жиліна, Р. Колгас, Дж. Макеоніс, С. Маршал, Л. П. Панова, В. Т. Семенов, О. Г. Трубіна, В. О. Тімохін, С. Г. Чечельницький, М. В. Шубенков.

Дослідження, які складають основу та формують принципи загальної теорії систем, визначають можливості системного підходу, належать таким авторам, як Л. Берталанфі, Л. Берталіні, Н. Вінер, В. Ешбі, М. Гелл-Ман, С. П. Курдюмов, Б. Мандельброт, І. Р. Пригожин, А. Б. Рапопорт, Г. Саймон, Дж. Форрестер, Г. Хакен. Окремі аспекти вивчення складних систем, явища їх розвитку та самоорганізації розкрито у роботах, які написали М. М. Амосов, І. В. Блауберг, В. Г. Буданов, М. П. Бусленко, В. В. Василькова, В. А. Геодакян, С. Гілберт, М. Кляйбер, О. М. Князева, В. М. Садовський, В. С. Тюхтін, А. І. Уємов, Д. Н. Хорафас, М. Шредер, Е. Г. Юдін.

Підґрунтям гіпотези та основою роботи є результати досліджень авторів, які виконані в рамках теорій складності, сформовані на виявленні системних якостей міського середовища, закономірностей розвитку, створення супутніх моделей, що дозволяють аналізувати міський простір на системному рівні, зокрема це роботи таких науковців, як Кр. Александер, П. М. Аллен, Е. Аркаут, А. Басірі, Л. Беттанкур, М. Бетті, Дж. Брін, Т. Вайелд, Дж. Вест, Ф. Классенс, М. К. Компанелла, П. Лонглі, Е. Менлі, Дж. Португалі, Г. Саймон, Н. А. Салінгарос, Т. Стомор, К. Ратті, Дж. Фрезер, М. Фот, Б. Хільер.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи ПДАБА відповідно до плану держбюджетних науково-дослідних робіт. Напрямок даного дисертаційного дослідження є частиною науково-дослідної роботи кафедри «Архітектурного проектування та дизайну» ПДАБА сектору «Дизайну архітектурного середовища» «Системний підхід до формування сучасного архітектурного середовища» (2016–2020) № держреєстрації 011U006424.

Тема дисертації відповідає змісту Закону № 537-V від 09.01.2007. «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015

рр.», Розпорядженню Кабінету Міністрів України № 38 від 15.05.2013. «Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні», Постанові Верховної Ради України від 31.03.2016. № 1073-VIII «Реформи галузі інформаційно-комунікаційних технологій та розвиток інформаційного простору України».

**Мета дослідження** полягає у визначенні можливостей застосування засобів комп'ютерного моделювання міського середовища як системи на аналітичних стадіях архітектурного проектування та зіставлення їх ефективності з традиційними засобами архітектурного моделювання для формування цілісних уявлень про середовищну ситуацію та обґрунтування подальшого впровадження комп'ютерних засобів моделювання міського середовища в проектний процес.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити архітектурне моделювання в аспекті інформаційного забезпечення проектної діяльності;
- проаналізувати роль, функції та історичні етапи розвитку архітектурного моделювання;
- узагальнити особливості аналізу та моделювання міського середовища;
- розробити стратегію оцінювання ефективності архітектурних моделей та визначити її етапи;
- дібрати критерії оцінювання на основі загальнонаукового розуміння специфіки моделювання;
- скласти перелік засобів моделювання міського середовища як системи та на його основі сформувати анкети експертної оцінки;
- визначити можливості та перспективи впровадження засобів моделювання міського середовища як системи в проектному процесі на підставі результатів експертного оцінювання.

**Об'єкт дослідження** – моделювання в інформаційному забезпеченні архітектурного проектування.

**Предмет дослідження** – формалізація характеристик моделювання міського середовища як системи в архітектурному проектуванні.

**Межі дослідження.** Дослідження переважно торкається аналітичних функцій моделювання, моделі переважно розглядаються в якості засобу інформаційного забезпечення. Підхід з позицій теорій складності передбачає системне трактування міського середовища, прагнення кількісно висловити його динаміку, компоненти та взаємозв'язки, культурологічні та духовні складові при такому розгляді не беруться до уваги, так само виводяться за межі дослідження питання художньо-естетичного сприйняття міського середовища та його регіональних особливостей. Інструменти аналізу,

структур, внутрішніх взаємозв'язків, станів у вигляді описових та прогностичних моделей створювалися вже в XIX ст., і хоча вони безперервно розвивалися, відображаючи концепції та підходи свого часу, зазнаючи значних змін, можна виділити актуальний період, який відображає принципи комп'ютерного моделювання міського середовища та сучасні уявлення про місто, починаючи з 90-х рр. XX ст. і дотепер, що й береться до уваги в цій роботі.

**Методи дослідження.** Для формування теоретичної бази були використані загальнонаукові методи аналізу, синтезу, порівняння текстових і графічних матеріалів. Оскільки предмет дослідження безпосередньо пов'язаний з використанням моделей, застосовується теорія моделювання, яка представляє собою сукупність визначень, положень, методів та засобів створення і вивчення моделей, для формування теоретичної бази знань щодо процесу моделювання, специфіки якостей і класифікації моделей, що дає змогу розширити можливості наукового пізнання. Сфокусовано увагу на комп'ютерному моделюванні. До роботи включено дослідження наук складності, які використовують системний підхід у вирішенні завдань складності. Основні результати отримано завдяки використанню теорії прийняття рішень, у зв'язку з великою складністю оцінювання моделей застосовано методи експертного оцінювання, які дозволяють звертатися за допомогою до компетентних спеціалістів для оцінювання об'єктів. Для формування критеріїв якості архітектурних моделей застосовано методи кількісних оцінок якості. Розглянуто методи організації та проведення експертиз, зокрема опитування у вигляді анкетування як головного джерела інформації для оцінки якісних показників моделей, їх ранжування та порівняння для виявлення їх ефективності та адекватності при виборі для вирішення різноманітних завдань. Під час складання анкет було використано натурні обстеження, фотофіксація, аналіз планів, побудова графічних схем та 3D-моделей. Для систематизації експертної інформації застосовано методи аналізу та опрацювання експертних суджень.

#### **Наукова новизна дослідження:**

*уперше:*

- класифіковано засоби моделювання міського середовища як системи та визначено ступінь ефективності моделей пішохідних потоків, 3D-моделей міського середовища, інформаційних моделей міського середовища для розкриття можливостей їх застосування в проектному процесі;

- на підставі результатів експертного оцінювання та зіставлення з традиційними архітектурними моделями визначено можливості, перспективи впровадження та узагальнено переваги використання засобів моделювання міського середовища як системи в проектному процесі;

*удосконалено:*

– набір критеріїв оцінювання архітектурних моделей на основі загальнонаукового розуміння специфіки моделювання та інформативності як засадничої характеристики моделі, що виражає ефективність відображення реального об'єкта;

– стратегію оцінювання ефективності моделювання з урахуванням вимог методичних принципів теорії і практики експертних оцінок щодо особливостей оцінюваного об'єкта, наявної інформації про об'єкт, цілей оцінювання;

*подальшого розвитку набули:*

– систематизація теоретичних відомостей про роль, функції архітектурного моделювання;

– типологія та історичний розвиток наявних графічних, макетних та комп'ютерних архітектурних моделей.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в можливості використання їх в якості теоретичного підґрунтя для подальших методологічних розробок щодо застосування в проектній діяльності. Перераховано й описано можливості підвищення ефективності проектування за рахунок засобів моделювання, стимулювання їх залучення до використання в учбовому навчальному процесі під час курсового та дипломного проектування. Удосконалення аналітичних стадій проектних та передпроектних досліджень за рахунок застосування в реальній архітектурній практиці. Окремі положення роботи щодо розробки стратегії оцінки якості архітектурних моделей та формування критеріїв якості можуть бути застосовані в подальших дослідженнях, які торкаються впровадження моделей в процес архітектурного проектування.

**Особистий внесок автора.** Основні результати роботи щодо перспектив розвитку та застосування інформаційного забезпечення моделювання міського середовища як системи в архітектурному проектуванні отримано автором самостійно. Внесок автора у статтях [5, 7, 11, 13, 17, 18] полягає в аналізі системної складності міського середовища, у статтях [1, 2, 3, 14] проаналізовано тенденції розвитку засобів архітектурного моделювання.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дослідження було оприлюднено на наукових та науково-практичних зібраннях і конкурсах, а саме: VII міжнародний форум «Дизайн Освіта 2013», учасник конкурсу дизайн-проектів в номінації «Дизайн архітектурного середовища», ХДАДМ, 14–18 жовтня, 2013. Відзнака «Петровський залік 2013 року», як найкращому студенту року за інноваційний підхід до архітектурного проектування, ПДАБА, 2013. Успенський М. С. Are cities a part of biology? Міжнародний контекст: тези доп. студент. науково-практичної конференції іноземними мовами. Будівництво, архітектура та економіка, Д. : ПДАБА, 2014. Успенський М. С. Similarity and individuality of cities. Матеріали міжвузівської



науково-практичної конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи ХХІ століття», Д. : ПДАБА, 2015. Успенський М. С. Міжнародний ХХІІІ–ХХІV огляд-конкурс дипломних проектів випускників архітектурних та художніх спеціальностей вищих навчальних закладів України, Дипломний проект магістра: «Моделювання архітектурного середовища методом метаболічного аналізу на прикладі житлового району «Воронцовський» м. Дніпропетровська». Нагороджений дипломом I ступеня, Київ, 2015. Мироненко В. П., Успенський М. С. Natural Dynamics of a City as a Result of the Designer's Activities. Матеріали IV Міжнародної науково-культурологічної конференції. «Культурна та цивілізаційна ідентичність поляків: мистецтво як натхнення до дії», Спала : Університет природничих наук у Любліні, 12–13 вересня, 2016. Успенський М. С. Устойчивый рост города в теориях масштабирования. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної студентської конференції «Професійна традиція й новітні технології в архітектурі ХХІ століття». Сталій розвиток міст у ХХІ сторіччі, Х. : ХНУБА, 2016. Мироненко В. П., Успенський М. С. Uniqueness and System Properties of Architectural Environment. Матеріали V Міжнародної науково-культурологічної конференції. «Культурна та цивілізаційна ідентичність поляків: регіони Європи», Спала : Університет природничих наук у Любліні, 19–20 вересня, 2017. Мироненко В. П., Успенський М. С. Средства моделирования теории сложности городов в архитектурном проектировании. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні». Інноваційний підхід у формуванні сучасної архітектури та дизайну, Х. : ХНУБА, 2017. Uspenskiy M. S. Критерии качества информации в оценке средств архитектурного моделирования. International Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology», Warsaw, Poland, April, 30, 2018. Успенський М. С. Оценка качества средств архитектурного моделирования. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні», Х. : ХНУБА, 2018.

**Публікації за темою.** Основні положення, висновки і результати викладено у 18 публікаціях, 8 з яких одноосібні, 4 публікації у фахових наукометричних виданнях України та 5 публікацій у зарубіжних збірниках наукових праць, які включені до міжнародних наукометричних баз.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел (220 найменувань, із них іноземною мовою 72), 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 281 сторінку, основний зміст викладено на 150 сторінках, 56 сторінок ілюстрацій, 24 сторінки додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Інформаційне забезпечення як умова оптимальної організації проектної діяльності» проаналізовано сучасний стан та перспективи розвитку інформатизації в суспільстві та в проектному процесі. У підрозділі 1.1. «Сучасний стан та перспективи розвитку інформатизації» розглянуто вплив «інформаційної революції», що має помітні наслідки для технологічного, економічного, соціального, просторового і культурного розвитку суспільства. Такий процес передбачає розвиток інформаційних технологій, що в кінцевому підсумку повинно призвести до формування інформаційного суспільства, це характеризується постійним зростанням ролі інформації, знань, зміною способів реалізації потенціалу наукового прогресу, підвищенням частки інтелектуального виробництва. У зв'язку з безперервними змінами в інформаційних технологіях проблематика відповідності забезпечення архітектурної діяльності найближчим часом буде залишатися істотною.

Для визначення ролі інформації в процесі архітектурного проектування приділено увагу дослідженням проектного процесу. Традиційне уявлення про проектний процес зводиться до трьох стадій: стадія проектного аналізу, на якій відбувається вивчення, збір інформації, стадія синтезу, пов'язана з безпосереднім проектуванням об'єкта, стадія оцінки, що передбачає вивчення якості проектного процесу. Якщо на стадії аналізу отримання інформації є основною метою, то стадію створення проекту можна розглядати як еквівалентну процесу моделювання. Проектний процес можна розглядати як поетапний рух зі збільшенням упорядкованості проектного результату. Зазначено, що модель в архітектурному проектуванні є інструментом побудови об'єктивної реальності, що дозволяє певною мірою виявити необхідні деталі з найскладніших перевантажених інформацією об'єктів. Найчастіше в архітектурі вся діяльність вибудовується навколо створення проектних моделей як способу проектування і дослідження об'єкта. Різні варіанти проектних моделей дозволяють проектувальнику концентрувати увагу на необхідних деталях, займатися варіативним проектуванням, обговорювати рішення зі сторонніми фахівцями, зіставляти їх із раніше реалізованими проектами, активізуючи таким чином основні функції моделювання, зокрема такі, як пізнавальна, творча, а також відбивна, комунікативна, дидактична.

Перераховано можливі класифікації наявних архітектурних моделей за різними ознаками, за якими підрозділяються моделі: за матеріальною основою, способом подання, відображенням факторів часу – статична і динамічна, за функціональними ознаками, за предметом моделювання, за характеристикою об'єкта моделювання, за роллю в управлінні об'єктом моделювання.

У підрозділі 1.2. **«Еволюція моделювання в архітектурному проектуванні»** викладено еволюцію основних типів моделей, уживаних в архітектурному проектуванні, описано сучасні тенденції впровадження комп'ютерних технологій моделювання в проектний процес. Інструменти аналізу, структур, внутрішніх взаємозв'язків, станів у вигляді описових та прогностичних моделей створювалися вже в XIX ст., вони безперервно розвивалися, відображаючи концепції та підходи свого часу, зазнаючи значних змін. Принципово не змінившись з найдавніших часів, періоду доіндустріального зодчества, архітектурні моделі збереглися до наших днів, удосконалюючись лише за рахунок технічних засобів, механізації, автоматизації, а пізніше – комп'ютеризації їх виробництва. Об'ємні і графічні моделі, пройшовши всю еволюцію способів виробництва періоду феодалізму, мануфактурного виробництва, доби кінця XVIII– поч. XIX ст., виконуються вже із застосуванням інструментів, схожих на сучасні традиційні. Окремо позначено традиційні архітектурні моделі: графічні моделі, ескізи, креслення у вигляді паралельних проекцій, макети, які пройшли ряд етапів технічного вдосконалення і залишаються актуальними і донині.

Окремо позначено комп'ютерні моделі, за рахунок яких відбувається інтенсифікація проектного процесу, завдяки взаємодії архітекторів з комп'ютерними програмними продуктами, значно змінюється проектний процес і виникають нові формоутворення, нові гібридні середовища. Комп'ютерні моделі, які змінили русло проектного процесу: системи автоматизованого проектування, програмних рішень CAD, проектні технології BIM, застосування технологій віртуальної (VR) реальності, доповненої (AR) реальності, використання параметричного моделювання.

У підрозділі 1.3. **«Проблематика інформаційного забезпечення на рівні міського середовища»** розглянуто роботи, які розтлумачують понятійний зміст, визначають теоретичні та методологічні проблеми аналізу та моделювання, оптимізації та вирішення протиріч міського середовища та висвітлюють аспект соціальної складової та динаміки міського середовища. Оскільки міське середовище є надскладним об'єктом, його сприйняття і аналіз неможливі без застосування додаткового інструментарію у вигляді авторських концепцій та евристичних прийомів аналізу міста, заснованих на власному досвіді архітектора.

У другому розділі **«Методика аналізу архітектурного моделювання»** досліджуються архітектурні моделі. Розглянуто роботи, що забезпечують методологічну підтримку та надають можливості визначити прийоми, засоби, які застосовуються в організації дослідження, які розтлумачують методику оцінювання об'єктів. Проаналізовано розробки теоретичних та методологічних основ науки стосовно дослідження питань моделювання та особливостей моделей, які дають уявлення про сутнісні

характеристики моделей, їх філософське розуміння.

Усвідомленню принципів оцінки моделей та врахуванню їх специфіки присвячено підрозділ 2.1. «**Моделювання як предмет дослідження**», де розглянуто моделювання як загальнонауковий метод пізнання, якому притаманні основоположні принципи – об'єктивність, системність, відтворюваність. Модель як інструмент в архітектурі має схожий з наукою набір можливостей: фіксувати, представляти інформацію, демонструвати, перевіряти, обговорювати і аналізувати її, але поруч з цим характеризується специфічними властивостями. Розкрито головні якості моделей, звернено увагу на цілісність, цілеспрямованість, наочність, кінцевість, спрощеність, доступність, інформативність, приблизність, адекватність, повноту, сталість, адаптивність та можливість розвитку. Моделі представляють собою специфічні технології досягнення цілей. Розглянуто джерела, які торкаються розкриття проблематики об'єкта дослідження. Це роботи, що розкривають питання застосування моделювання, визначення його ролі з позицій загальної методології в цілому.

У підрозділі 2.2. «**Оцінювання якості архітектурних моделей**» виявлено неоднорідність підходів і відсутність єдиної стратегії оцінки якості, що призводить до відсутності вирішення основних завдань оцінювання. В основу оцінки моделей покладено експертні методи, які дозволяють розробляти класифікації об'єктів, будувати ієрархічну структуру показників якості. Виявлено переваги та недоліки експертних методів. Розглянуто приклади застосування методів експертного оцінювання архітектурних моделей, у яких проводиться зіставлення декількох архітектурних моделей, здійснюється вибір кращого варіанта з метою уточнення можливостей засобів моделювання для їх вдосконалення, оптимізації, з'ясування меж ефективного застосування. Визначено оціночні системи, що містять критерії якості об'єкта, шкали для оцінювання кожного критерію, принципи вибору, на основі яких оцінюється або об'єкт у цілому, або здійснюється порівняльна оцінка альтернатив.

Розглянуто критерії якості – кількісні характеристики властивостей моделей. Підібрано експертний метод оцінювання, який відповідає вимогам якісної оцінки архітектурних моделей. Визначено набори критеріїв для оцінювання, що залежать від властивостей об'єкта, які дозволяють оцінювати архітектурні моделі в усій їх сукупності, базованій на загальних властивостях моделей, що відповідають їх основоположним якостям. Останнє дозволить об'єктивувати кінцеві результати оцінювання, уникнути помилок під час прийняття рішень у подальшій роботі.

Особливу увагу приділено визначенню інформативності як основоположної властивості моделі, яка виражає показник ефективності відображення реального об'єкта. Запропоновано інформаційний критерій

якості моделі, який дозволить порівнювати характеристики і обмеження різноманітних архітектурних моделей, це спосіб визначення якостей, притаманних усім видам моделей. Зазначено можливість використання критеріїв якості інформації, що враховують загальнонаукове розуміння специфіки моделі. Перелік критеріїв якості інформації, запропонований у дослідженні, дозволяє проаналізувати особливості моделей в інформаційному аспекті, оцінювання засобів моделювання з їх допомогою дає можливість отримати узагальнені оцінки, що дозволить коректно визначитися щодо доцільності застосування моделей у кожному конкретному випадку.

Особливу увагу приділено розкриттю методів організації та проведення експертного оцінювання. Вибираються методи, способи, процедури і оцінні шкали з урахуванням особливостей оцінюваного об'єкта, наявної інформації про об'єкт, з урахуванням цілей оцінювання. Дотримання методичних принципів теорії і практики експертних оцінок дозволило розробити стратегію оцінки ефективності архітектурних моделей, визначити організацію проведення етапів експертної оцінки, опитування у вигляді анкетування як головного джерела інформації для оцінки якісних показників моделей, їх ранжування та порівняння для виявлення їх ефективності та адекватності під час вибору для вирішення різноманітних завдань. Далі здійснюється опрацювання експертних суджень, оформлюється експертний висновок.

У **третьому розділі «Моделювання міського середовища як складної системи»** визначено вплив науки складності на системні уявлення в архітектурі. Підрозділ 3.1. **«Розвиток системних уявлень в архітектурі»** виявляє можливості теорії складності, які припускають системну трактовку міського середовища і одночасно дають можливість кількісно висловити її динаміку, компоненти та взаємозв'язки. Теорія складності як підхід до вивчення складних систем дає можливість архітекторам розуміти процеси, що відбуваються в міському середовищі та ефективно проектувати, отримувати теоретичне підґрунтя для своїх рішень, аналізувати міське середовище як єдину організовану цілісність, яка підпорядковується певним закономірностям.

У підрозділі 3.2. **«Наука складності та теорії складності»** теорія складності міст розглянута в якості джерела засобів аналізу та оптимізації архітектурного проектування міських просторів і структур. Фрактальність допомагає зрозуміти, як міська структура впливає на переміщення в ній людей, ресурсів, що сприяють більш ефективному використанню міського простору. Поняття масштабування тісно пов'язане зі сталістю і націлене на вирішення проблем екології. Теорія масштабування відкриває можливість розглядати соціально-економічні та інфраструктурні показники у взаємодії, підвищує значення функціонального аспекту, дає можливість математично, кількісно прогнозувати показники середовища, що стає можливим шляхом

збільшення емпіричних інформаційних даних, у зв'язку з чим зростає доступність статистичної інформації, що допомагає систематизувати дані про місто як про єдиний цілісний організм. Розкривається сутність масштабування та фрактальності, що дає обґрунтування системності міського середовища.

Для розкриття можливостей моделювання в теоріях складності проаналізовано завдання, які вони виконують. Інформація, отримана в ході формування подібних моделей, відображає приховані характеристики. Засоби моделювання, що виникли в контексті наук складності, передбачають їх використання в якості платформи, що об'єднує діяльність різних фахівців. Моделі містять інформацію, що дає можливість скласти цілісне уявлення про складні процеси, які відбуваються у великих системах, утворених безліччю елементів. Наука складності за допомогою моделювання не спрощує об'єкт, перш ніж його вивчати, а шукає розуміння властивостей об'єкта в самій його складності.

У підрозділі 3.3. **«Засоби моделювання міського середовища як системи»** для складання переліку основних типів засобів моделювання міського середовища як системи виділено основні моделі та здійснено їх розподіл на декілька груп, а саме: моделювання соціальної активності, моделювання просторової структури, візуалізація великих обсягів даних. На прикладах застосування засобів моделювання виявлено їх можливості в аналізі складності міського середовища, проаналізовано складові для подальшого визначення ступеня їх інформативності. Збирання характеристик відповідно до засобів моделювання міського середовища дозволяє в подальшому обґрунтовано впроваджувати такі засоби моделювання. До першої групи входять моделі, що відображають соціальну активність. Увагу до соціальної активності викликало зростання інтересу до вивчення складності, який спостерігається в багатьох сферах, зокрема в соціології. Соціальна активність є причиною складності міського середовища. Соціальної активності в пішохідних та громадських просторах приділяється багато уваги, оскільки вона є одночасно системотворчим компонентом міського середовища та ознакою отриманої соціально-просторової цілісності в проектуванні. Інфраструктура, будинки, дороги, транспортні системи вторинні стосовно динамічної взаємодії людей. Тому створенню засобів моделювання, спрямованих на аналіз і виявлення інформації щодо людської активності в міському середовищі, приділяється багато уваги. У наступній групі окреслено моделювання просторової структури, коли створені за допомогою різних способів утворення 3D-моделі дозволяють аналізувати композиційні та інші аспекти середовищної ситуації. Далі розглянуто застосування моделей, що дозволяють об'єднувати та упорядкувати у віртуальному просторі великі обсяги даних (рис. 1).

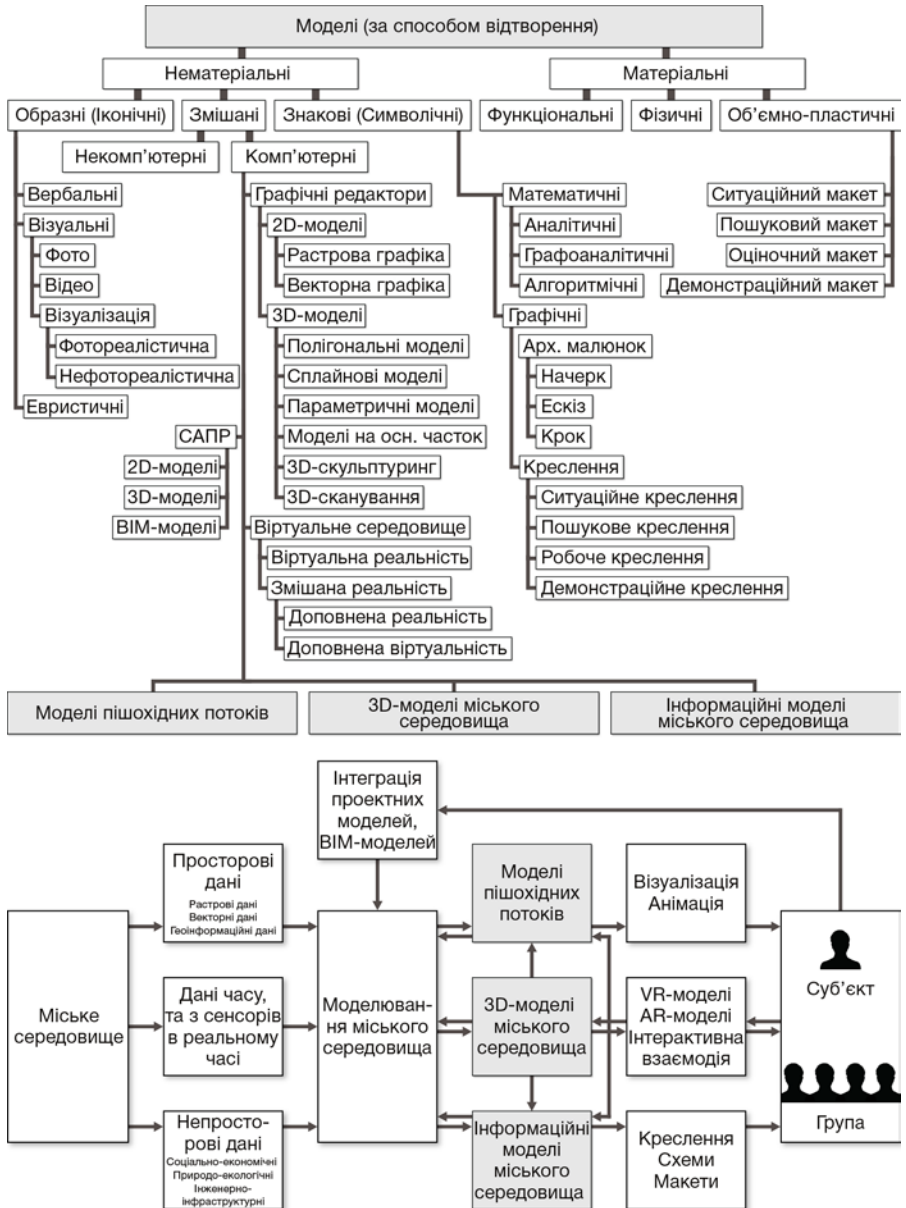


Рис. 1. Місце моделей міського середовища як системи в загальній класифікації архітектурних моделей і в процесі моделювання.

У підрозділі 3.4. **«Оцінювання інформаційного потенціалу та порівняння ефективності засобів моделювання»** проведено оцінювання інформаційного потенціалу архітектурних моделей. Експертне оцінювання здійснюється у сім етапів. Формулювання цілей експертизи і розробка процедури опитування; дослідження, спрямоване на оцінювання ефективності моделювання з урахуванням конкретного завдання аналізу міського середовища. Формування групи організаторів експертизи. Обрано методи, способи, процедури і шкали оцінювання з урахуванням особливостей оцінюваного об'єкта, наявної інформації про об'єкт, з урахуванням цілей оцінювання. На основі переліку засобів моделювання міського середовища було складено анкети експертного оцінювання, у яких були використані натурні обстеження, фотофіксація, аналіз планів, побудова графічних схем та 3D-моделей. Формується експертна група, яка однаково розуміє цілі і завдання оцінювання. Наявна ситуація оцінювання вимагає творчого підходу, комбінування різних технологій експертного оцінювання. Вибраний метод індивідуального, очного, закритого опитування, із застосуванням якісної шкали порядку, з бальною шкалою оцінок, з використанням нормування сумарних оцінок експертів під час визначення вагомості критеріїв. Згідно з обраним методом експерти висловили свої судження за зовнішніми критеріями. Аналіз, опрацювання експертної інформації. Проведено аналіз узгодженості експертних оцінок. Далі здійснено обробку експертних суджень, оформлений експертний висновок. Запропоновано оцінювання інформаційного потенціалу моделей.

У четвертому розділі **«Формалізація характеристик моделювання міського середовища як складної системи»** в підрозділі 4.1. **«Можливості засобів моделювання міського середовища як системи»** визначено рівень ефективності засобів моделювання міського середовища за результатами експертного оцінювання і узагальнено переваги їх використання під час зіставлення з традиційними архітектурними моделями (рис. 2). Виявлено можливості, переваги впровадження до проектного процесу і перспективи розвитку засобів моделювання міського середовища в проектному процесі в цілому. Спостережено можливості теорії складності, яка дозволяє справлятися зі складністю реальності, відкриває певні закономірності, що стискають величезні обсяги інформації до чогось простого, що збігається з цілями проектної діяльності архітектора, який за допомогою різних аналітичних процедур виділяє найбільш суттєві сторони об'єктів. Основне завдання моделі науки складності в проектному процесі визначається перетворенням складності міського простору без істотних втрат і наданням інформації, порівнянної зі звичними для архітектора підходами і методами. Модель дозволяє більш продуктивно розглядати різні сторони і властивості об'єкта, фіксувати увагу на окремих деталях, повертатися до них для повторного





Рис. 2. Зіставлення моделей міського середовища як системи із традиційними архітектурними моделями.

аналізу і стимулювати подальший рух до проектного результату, це об'єктивізація, матеріалізація розумової аналітичної діяльності проектувальника. Засоби моделювання теорії складності для архітекторів дають можливість аналізувати простір міста з позиції організованої складності, дозволяють виявляти властивості архітектурного середовища, сукупність соціальних зв'язків на порівняльному з сучасною наукою рівні, демонструють можливості підвищення ефективності аналітичних, комунікативних та змістовних, які виявлятимуть приховані характеристики, функцій.

Узагальнено особливості аналізу та моделювання міського середовища. Досліджено архітектурне моделювання в аспекті інформаційного забезпечення проектної діяльності. Визначено вимоги щодо об'єктивізації проектного процесу за рахунок засобів моделювання. Критерій якості проектного об'єкта не зводиться до візуальної якості зовнішнього вигляду або до якості фіксованої спочатку абстрактної концепції, а до якості узгодження об'єкта із закономірностями, властивими системі, до якої він вписаний, надає проекту достатнє обґрунтування.

Виявлено специфіку засобів моделювання міського середовища як системи у творчій діяльності. У роботі визначено можливості впровадження досліджених засобів моделювання у творчий процес проектування, оскільки сутність моделювання в архітектурному проектуванні виражена в діалектичній єдності пізнавальних і творчих процесів, які вбирають у себе культурологічні складові, питання художньо-естетичного сприйняття міського середовища та його регіональних особливостей. У проектному моделюванні втілюються основні творчі каталізатори розвитку професіоналізму архітектора, оскільки рішення проектних завдань відбуваються у взаємодії між ситуацією і моделями, що фіксують інформацію як в предметних, так і в знакових формах.

У підрозділі 4.2. «**Перспективи розвитку засобів моделювання міського середовища**» перераховано і описано можливості підвищення ефективності проектування за рахунок засобів моделювання, які можуть стимулювати їх залучення до використання в навчальному процесі під час курсового та дипломного проектування. Проаналізовано вдосконалення за рахунок застосування в реальній архітектурній практиці. Проектне моделювання відштовхується від інформації, створеної в процесі пізнавального моделювання, створює нові об'єкти. Щоб запобігти відставанню архітектурної теорії від прогресу фундаментальних наук, необхідно розглянути заходи, що дозволять застосовувати ці новітні засоби моделювання для з'ясування ступеня ефективності, спрощення роботи архітектора-проектувальника та доцільності провадження їх на різних стадіях проектного процесу.

## ВИСНОВКИ

Результати дисертаційного дослідження, побудовані на експертних оцінках ефективності архітектурних моделей, підтвердили наявність переваги досліджуваних моделей в аналізі міського середовища, при зіставленні з традиційними архітектурними моделями. Визначено можливість ефективного застосування, перспективи впровадження та узагальнено переваги використання засобів моделювання міського середовища як системи в архітектурному проектуванні.

1. Досліджено архітектурне моделювання в аспекті інформаційного забезпечення проектної діяльності. Проаналізовано сучасний стан та перспективи розвитку інформатизації в суспільстві та в проектному процесі. Виявлено зв'язок безперервних змін в інформаційних технологіях з проблематикою відповідності забезпечення архітектурної діяльності, яка найближчим часом буде залишатися істотною. Інформація знижує невизначеність у формуванні об'єкта проектування, яке стає більш обґрунтованим. Зазначено, що модель в архітектурному проектуванні є інструментом побудови об'єктивної реальності, що дозволяє певною мірою виявити необхідні деталі з переважаними інформацією об'єктів для вирішення проектних завдань. Найчастіше в архітектурі вся діяльність вибудовується навколо створення проектних моделей як способу проектування і дослідження об'єкта. Описано можливості засобів моделювання, які дозволяють проектувальнику концентрувати увагу на необхідних деталях, займатися варіативним проектуванням, здійснювати рух до поставленої мети, розвивати, уточнювати проектні ідеї. Проаналізовано їх вдосконалення за рахунок застосування в реальній архітектурній практиці.

2. Систематизовано теоретичні відомості щодо ролі, функцій архітектурного моделювання. Розглянуто класифікації наявних архітектурних моделей за різними ознаками: за матеріальною основою, способом подання, відображенням факторів часу – статична і динамічна, за функціональними ознаками, за предметом моделювання, за характеристикою об'єкта моделювання, за роллю в управлінні об'єктом моделювання. Порівняння робіт, які розглядають сутнісні характеристики моделей, дозволило виявити інформаційну, аналітичну, творчу, комунікативну, дидактичну функції архітектурних моделей.

Складено типологію та проаналізовано історичний розвиток наявних графічних, макетних та комп'ютерних архітектурних моделей. Описано сучасні тенденції впровадження комп'ютерних технологій моделювання в проектний процес. Визначено, що інструменти аналізу, структур, внутрішніх взаємозв'язків, станів у вигляді описових та прогностичних моделей створювалися вже в XIX ст., вони безперервно розвивалися, відображаючи концепції та підходи свого часу, зазнаючи значних змін.

3. Узагальнено особливості аналізу та моделювання міського середовища. Для формування проблематики інформаційного забезпечення на рівні міського середовища розглянуто роботи, які розтлумачують понятійний зміст, визначають теоретичні та методологічні проблеми аналізу, моделювання, оптимізації та вирішення протиріч міського середовища, висвітлюють аспект соціальної складової та динаміки міського середовища. Спираючись на розглянутий матеріал, можна зазначити, що оскільки міське середовище є надскладним об'єктом, його сприйняття і аналіз неможливі без застосування додаткового інструментарію у вигляді власних концепцій та евристичних прийомів щодо аналізу міста, заснованих на власному досвіді архітектора.

4. Розроблено стратегію оцінювання ефективності архітектурних моделей та визначено її етапи. Відповідно до завдань дослідження підбрано експертні методи оцінювання. У зв'язку з відсутністю теоретичних розробок з оцінки якості архітектурних моделей потрібно формувати методики оцінювання в кожному конкретному випадку.

Із урахуванням методичних принципів теорії і практики експертного оцінювання розроблено стратегію оцінювання ефективності архітектурного моделювання для оцінки якісних показників моделей, їх порівняння для виявлення міри ефективності та адекватності щодо вибору для вирішення різноманітних завдань. Стратегія складається з 7 пунктів:

- Формулювання цілей експертизи і розробка процедури опитування.
- Формування групи організаторів експертизи. Вибір методів, способів, процедури і шкали оцінювання. Складання анкет.
- Формування групи експертів.
- Проведення опитування експертів. Вибраний метод індивідуального, закритого опитування, із застосуванням якісної шкали порядку, з бальною шкалою оцінок, з використанням нормування сумарних оцінок експертів під час визначення ваги критеріїв, оцінки моделей у цілому.
- Аналіз, опрацювання експертної інформації. Для отримання усереднених оцінок – ваг кожного об'єкта, нормовані оцінки кожного об'єкта або критерію підсумовуються, а потім за допомогою медіани усереднюються. Визначається узагальнена думка групи за допомогою медіани.
- Узгодженість думок групи експертів визначається за допомогою коефіцієнта конкордації.
- Оформлення експертного висновку.

5. Підбрано критерії оцінювання на основі загальнонаукового розуміння специфіки архітектурного моделювання. Аналіз проблеми вибору критеріїв під час оцінювання якості архітектурних моделей вказує на необхідність розуміння особливостей об'єкта оцінювання, виявлення властивостей, які розкривають сутність моделі, передбачає детальний аналіз

оцінюваного об'єкта. Складено набір з 21 критерію якості для оцінки ефективності моделей: підготовленість проєктувальника; витрати часу на побудову, експлуатацію, перебудову; вартість побудови, експлуатації, перебудови; точність; складність; сумісність з іншими моделями; реалістичність; правильність; достовірність; актуальність; репутація; змінність; змістовність; сприйняття; застосовність; репрезентативність; корисність. Перелік критеріїв якості інформації, запропонований у дослідженні, дозволяє проаналізувати особливості моделей в інформаційному аспекті. Оцінювання засобів моделювання з їх допомогою виявляє особливості застосовуваних у проєктному процесі моделей, дає можливість отримати міру ефективності відображення реального об'єкта, обґрунтовує доцільність застосування моделей у кожному конкретному випадку.

6. Класифіковано основні засоби моделювання міського середовища як системи, які демонструють можливість підвищення ефективності аналітичних, комунікативних та змістовних, які виявлятимуть приховані характеристики, функцій. Для складання переліку основних типів щодо засобів моделювання міського середовища як системи виділені моделі розподілено на декілька груп, а саме: моделювання соціальної активності, моделювання просторової складової, візуалізація великих обсягів даних. Для аналізу середовищної ситуації було вибрано р-н «Мануйлівський» м. Дніпро, який має різноманітне наповнення. Територію району було змодельовано за допомогою трьох обраних різновидів досліджуваних моделей: за допомогою моделі пішохідних потоків, 3D-моделі міського середовища, інформаційної моделі міського середовища, виявлено їх можливості під час аналізу складності міського середовища, проаналізовано складові для подальшого визначення ступеня їх інформативності. Для зіставлення з традиційними моделями було вибрано 6 різновидів моделей: фотофіксація, відеофіксація, супутниковий знімок, опорний план і схеми, ситуаційний макет, замальовки. На основі складеного переліку основних засобів моделювання міського середовища як системи сформовано анкети експертної оцінки, проведено експертне оцінювання.

7. Основним результатом роботи є визначення міри ефективності моделей пішохідних потоків, 3D-моделей міського середовища, інформаційних моделей міського середовища, за результатами експертної оцінки узагальнено переваги використання засобів моделювання. Засоби моделювання для архітекторів і проєктувальників відкривають можливості аналізу міського простору не тільки з позиції композиційних якостей та інших візуальних складових, але й виявляють необхідну інформацію на порівнянному з сучасною наукою рівні, а також допомагають врахувати той факт, що міському середовищу притаманні властивості складно організованої системи. Обґрунтовано необхідність вдосконалення теоретичної основи,

розширення сфери досліджень інформаційного потенціалу засобів моделювання, окреслено подальшу методологічну оптимізацію розглядуваних засобів моделювання для застосовування різних моделей складності в проектуванні для вирішення поставлених завдань. Щоб запобігти відставанню архітектурної теорії від прогресу фундаментальних наук, необхідно розробити методи, що дозволять застосовувати ці новітні засоби моделювання для з'ясування ступеня ефективності, спрощення роботи архітектора-проектувальника та доцільності їх провадження на різних стадіях проектного процесу.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### **Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

1. Успенский М. С., Мироненко В. П. Средства моделирования теории сложности городов в архитектурном проектировании // Інноваційні технології в архітектурі і дизайні : Колективна монографія / Під загальною редакцією В. П. Сопова, В. П. Мироненка. – Харків: ХНУБА, 2017. – С. 157–168.
2. Успенский М. С., Мироненко В. П. Влияние информации на развитие средств архитектурного творчества // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПДАБА, 2017. – № 4 (231–232). – С. 91–100. – ISSN 2312-2676.
3. Мироненко В. П., Успенский М. С. Влияние науки сложности на развитие средств архитектурного моделирования // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва». – Х : ХНУБА, 2017. – Том 90. – № 4. – С. 62–69.
4. Успенский М. С. Стратегия оценки качества средств архитектурного моделирования // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва». – Х. : ХНУБА, 2018. – Том 92. – № 2. – С. 128–138.
5. Mironenko V. P., Uspenskiy M. S. Uniqueness and system properties of architectural space // Black sea. Scientific journal of academic research. – March–April, 2018. – Vol. 40. – Is. 02. – P. 60–64.
6. Успенский М. С. Критерии качества информации в оценке средств архитектурного моделирования // World Science. – May, 2018. – № 5(33). – Vol. 2. – С. 31–37.
7. Myronenko V. P., Uspenskiy M. S. Natural Dynamics of a City as a Result of the Designer's Activities / V. P. Mironenko, M. S. Uspenskiy // Black sea. Scientific journal of academic research, June–September, 2018. – Vol. 41. – Is. 03. – P. 13–16.
8. Успенский М. С. Средства моделирования городской среды как сложной системы // Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб. збірник / Відпов. ред.: П. М. Куліков. – К. : КНУБА, грудень 2018. – Вип. 16. – С. 216–225. – ISBN 978-617-7185-03-0.

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

9. Успенський М. С. Are cities a part of biology? // Тези доповіді студент. науково-практичної конференції іноземними мовами. Будівництво, архітектура та економіка. – Д. : ПДАБА, 2014. – Вип. 4. – С. 56–59.

10. Успенський М. С. Similarity and individuality of cities // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи ХХІ століття». Секція 2. – Д. : ПДАБА, 2015.

11. Мироненко В. П., Успенський М. С. Natural Dynamics of a City as a Result of the Designer's Activities // Матеріали IV Міжнародної науково-культурологічної конференції. «Культурна та цивілізаційна ідентичність поляків: мистецтво як натхнення до дії». – Спала : Університет природничих наук у Любліні, 12–13 вересня, 2016.

12. Успенский М. С. Устойчивый рост города в теориях масштабирования // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної студентської конференції «Професійна традиція й новітні технології в архітектурі ХХІ століття». – Х. : ХНУБА, 2016.

13. Мироненко В. П., Успенський М. С. Uniqueness and System Properties of Architectural Environment // Матеріали V Міжнародної науково-культурологічної конференції. «Культурна та цивілізаційна ідентичність поляків: регіони Європи». – Спала : Університет природничих наук у Любліні, 19–20 вересня, 2017.

14. Мироненко В. П., Успенский М. С. Средства моделирования теории сложности городов в архитектурном проектировании // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні». Секція 2. Інноваційний підхід у формуванні сучасної архітектури та дизайну. – Х. : ХНУБА, 2017. – С. 157–168.

15. Uspenskiy M. S. Критерии качества информации в оценке средств архитектурного моделирования // International Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology». – Warsaw, Poland. – April 30, 2018.

16. Успенский М. С. Оценка качества средств архитектурного моделирования // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні». Секція 1. – Х. : ХНУБА, 2018.

17. Myronenko V. P., Uspenskiy M. S. Natural Dynamics of a City as a Result of Designer's Activities // Seria: Kulturowe i Cywilizacyjne Postawy Polaków, Landscapes without borders. – Lublin : Uniwersytet Przyrodniczy, 2018. – P. 7–15.

18. Myronenko V. P., Uspenskiy M. S. Uniqueness and System Properties of Architectural Environment // Seria: Kulturowe i Cywilizacyjne Postawy Polaków, Landscapes without borders. – Lublin : Uniwersytet Przyrodniczy, 2018. – P. 81–87.

## АНОТАЦІЯ

**Успенський М. С. Моделювання міського середовища як системи в інформаційному забезпеченні архітектурного проектування.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата архітектури за спеціальністю 18.00.01 – Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури. – Харківський національний університет будівництва та архітектури МОН України, Харків, 2019.

Дисертація присвячена проблемі визначення можливості ефективного застосування засобів моделювання міського середовища як системи в архітектурному проектуванні. Проведений аналіз джерел, що дають загальну класифікацію архітектурних моделей, що досліджують їх роль і місце в проектуванні і розглядають моделювання в аспекті інформаційного забезпечення проектного процесу. Викладена еволюція основних типів моделей, вживаних в архітектурному проектуванні, описані сучасні тенденції впровадження комп'ютерних технологій моделювання в проектний процес. Для оцінки ефективності архітектурних моделей підібрані критерії оцінювання, що враховують загальнонаукове розуміння специфіки моделі. Керуючись методичними принципами кількісної оцінки якості, розроблено стратегію оцінювання ефективності архітектурного моделювання. Розглянуті принципи формування моделей у контексті науки складності і складений перелік основних типів засобів моделювання міського середовища як системи. Основним результатом роботи є визначення рівня ефективності засобів моделювання міського середовища, за результатами експертного оцінювання узагальнено переваги їх використання в порівнянні з традиційними засобами моделювання. Визначені можливості, переваги впровадження у проектний процес і перспективи розвитку засобів архітектурного моделювання міського середовища як системи в цілому.

**Ключові слова:** аналіз, архітектурне моделювання, експертна оцінка, інформація, міське середовище, модель, оцінка якості, простір, система, складність.

## АННОТАЦИЯ

**Успенский М. С. Моделирование городской среды как системы в информационном обеспечении архитектурного проектирования.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры по специальности 18.00.01 – Теория архитектуры, реставрация памятников архитектуры. – Харьковский национальный университет строительства и архитектуры МОН Украины, Харьков, 2019.



Диссертация посвящена проблеме определения возможности эффективного применения средств моделирования городской среды как системы в архитектурном проектировании. Проведен анализ источников, дающих общую классификацию архитектурных моделей, исследующих их роль и место в проектировании и рассматривающих моделирование в аспекте информационного обеспечения проектного процесса, формирующих понятийное содержание, определяющих теоретические и методологические проблемы анализа и моделирования, оптимизации и решения противоречий городской среды, освещающих аспект социальной составляющей и динамики городской среды. Выявлены функции моделирования в решении проектных задач. Изложена эволюция основных типов моделей, применяемых в архитектурном проектировании, описаны современные тенденции внедрения компьютерных технологий моделирования в проектный процесс. Сформулировано проблематику анализа и обобщены особенности моделирования городской среды. Для оценки эффективности архитектурных моделей подобраны критерии оценивания, учитывающие общенаучное понимание специфики модели. Руководствуясь методическими принципами количественной оценки качества, разработана стратегия оценивания эффективности архитектурного моделирования, организовано проведение этапов экспертной оценки, анализа и обработки экспертных суждений. Перечень критериев качества информации, предложенный в исследовании, позволяет проанализировать особенности моделей в информационном аспекте, оценивание архитектурных моделей с его помощью дает возможность получить обобщенные оценки, позволяющие корректно судить о целесообразности применения моделей в каждом конкретном случае, лучше понимать особенности применяемых в проектном процессе моделей. В работе уделено внимание влиянию наук сложности на системные представления в архитектуре. Рассмотрены принципы формирования моделей в контексте науки сложности и составлен перечень основных типов средств моделирования городской среды как системы, для чего выделенные модели разделены на несколько групп, а именно: моделирование социальной активности, моделирование пространственной структуры, визуализация больших объемов данных. Для анализа средовой ситуации был выбран район, имеющий разнообразное наполнение. Для составления анкеты экспертного оценивания сформирован ряд примеров применения средств моделирования, иллюстрирующих разноплановость анализа средовой ситуации. Основным результатом работы является определение уровня эффективности средств моделирования городской среды, по результатам экспертной оценки, и обобщение преимуществ их использования по сравнению с традиционными средствами моделирования. Средства моделирования для архитекторов и проектировщиков открывают возможности анализа городского пространства

не только с позиции композиционных качеств и других визуальных составляющих, но и выявляют необходимую информацию на сопоставимом с современной наукой уровне. Обоснована необходимость совершенствования теоретической основы, расширения сферы исследований средств моделирования для дальнейшего применения различных моделей сложности в проектировании для решения поставленных задач. Определены возможности, преимущества внедрения в проектный процесс и перспективы развития средств архитектурного моделирования городской среды как системы в целом.

**Ключевые слова:** анализ, архитектурное моделирование, экспертная оценка, информация, городская среда, модель, оценка качества, пространство, система, сложность.

### ABSTRACT

**Uspenskiy M. S. Modeling of the urban space as a system in information support of architectural design.** – Manuscript copyright.

Ph.D. thesis for Architecture candidate (Doctor of Philosophy) with a degree in specialty 18.00.01 – Theory of Architecture, Restoration of Architectural Monuments. – Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture MES of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The thesis is devoted to the problem of determining the possibility of the effective use of tools for modeling urban space as a system in architectural design. We analyzed the sources, which give general classification of architectural models, examine their role and place in design and consider modeling in the aspect of information support of design process. The evolution of the main types of the models, used in architectural design, were identified, the current trends in implementation of modelling computer technologies into design process were described. Evaluation criteria, considering general scientific understanding of the model specifics, were selected in order to assess the effectiveness of architectural models. In accordance with methodological principles of quantitative quality assessment, strategy for assessing the effectiveness of architectural modeling was developed. The principles of the models formation in the context complexity science were considered and list of the main types of tools for modeling urban space as a system is compiled. The main result of the work is to determine the effectiveness level of urban space modeling tools, based on the results of expert evaluation and generalization of the advantages of their use compared to traditional modeling tools. The possibilities, advantages of implementation into design process and prospects for the development of architectural modeling tools of urban space as a system as a whole were identified.

**Keywords:** analysis, architectural modeling, expert evaluation, information, urban space, model, quality assessment, space, system, complexity.