

УДК 339.03:69.059.7

*М.В. Горбач, КНУБіА, м. Київ***ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
ВЕКТОР БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ  
ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДИНКУ****АНОТАЦІЯ**

Пропонується інноваційний підхід до формування та вибору моделей організації будівництва, які трансформовано з стандартних сітьових моделей "роботи-дуги" до модернізованих семантично-сітьових моделей. Провідним параметром в запропонованих моделях інноваційного змісту запроваджено семантичну оцінку якості організаційно-технологічних рішень будівництва та готовності команди з управління проектом до його успішного втілення. Викладено концептуально-методичні основи, формалізацію задач, основні процедури побудови та розрахунку моделей організації будівництва, які створені за схемою сітьових моделей та залучають ряд семантичних параметрів для опису зовнішніх та внутрішніх умов впровадження будівельного проекту. Вказані три різновиди сітьових моделей, що по різному відображають зміст управлінської діяльності.

Ключові слова: сітьові моделі, будівельний проект, енергоефективність, семантичні параметри.

**Постановка проблеми**

Для відображення і описання управлінських систем застосовуються методи, які з різною глибиною представляють можливість вивчення функціонування систем, як з врахуванням тимчасового фактора, так і без; розробки управлінських схем розглянутої системи; структури і складу її елементів, їх співвідпорядкованості з ціллю створення ефективних умов діяльності управлінського апарату, якісного інформаційного забезпечення процесу управління, персоналізації розв'язуваних задач. Застосовувані методи формалізованого опису систем управління повинні сприяти в кінцевому підсумку створенню чітких організаційних механізмів управління. Пропонується використати можливості семантичних методів прийняття рішень для оновлення ресурсно-календарних моделей організації будівництва.

**Аналіз досліджень з обраної теми**

Аналіз джерел літератури з галузі вдосконалення змісту, структури та шляхів застосування сітьових моделей як для потреб будівництва, так і інших галузей, зокрема праць, виявив, що пошук шляхів оновлення слід здійснювати спільно за кількома наступними напрямками:

– Аналіз праць І.Д. Павлова, В.О. Поколенка, В.І. Торкатюка, Л.М. Шутенка спрямував на формування синтетичних конструкцій сітьових ресурсно-календарних моделей, в яких було залучено переваги стохастичних моделей прийняття рішень;

– Аналіз праць О.А. Тугая, Самахи Басама, О.Ю. Черткова дозволив визначитись з недоліками та перевагами моделей типу "роботи-вершини" та з напрацюваннями щодо оновлення їх параметрично-розрахункового підґрунтя; роботи Ф.Д. Павлова та С.П. Стеценка дозволили визначитись з інноваціями щодо моделей "роботи-вершини".

**Основний зміст**

Якість інформаційного опису об'єкта моделювання багато в чому визначає ефективність моделювання. Від нього залежить реальність розроблених моделей, достовірність оцінки ефективності варіантів і якість застосовуваних рішень на всіх етапах планування і підготовки реалізації проекту.

Широке розповсюдження при побудові моделей будівельного проекту отримали графічні методи, як найбільш універсальні, що дають доступну для огляду інформацію про хід роботи. До таких організаційно-технологічних моделей відносяться:

- лінійні графіки (діаграми) Ганта;
- циклограми;
- сітьові моделі.

Організаційно-технологічна модель потрібна для графічного представлення сукупності будівельно-монтажних робіт (БМР). Організаційно-технологічна модель (ОТМ) має певну структуру, технологічну і організаційну послідовність виконання в часі і просторі робіт при будівництві будинків і споруд (комплексу об'єктів).

Найбільш розповсюдженим типом організаційно-технологічних моделей, які застосовуються в практиці формалізованого уявлення будівельних проектів на рівні з лінійними діаграмами і циклограмами є сітьові моделі.

Сітьові моделі отримали найбільшого розвитку в США, де їх практичне використання почалось в середині 50-х років розробкою системи СРМ

(CriticalPathMethod) і системи PERT (Program evolution and technique), що в перекладі означає "метод критичного шляху" (МКШ) і "техніка огляду і оцінки програм" (ПЕРТ). В системі ПЕРТ вперше були найбільш щільно сформульовані основні поняття сітьового моделювання, в нинішній час ця система використовується в більшості країн з ринковою економікою.

В умовах колишнього Радянського Союзу діяла дещо змінена (перетворена) система ПЕРТ, отримавши назву системи сітьового планування і управління (СПУ), яка є частиною загальної системи організаційного планування.

Сітьове планування і управління являє собою автоматизовані системи управління, в яких керуваною системою є суб'єкт управління, який володіє певними ресурсами для виконання комплексу БМР, покликаний забезпечити досягнення кінцевого результату (цілі), а керуючою системою – ЛПР, який здійснює планування і управління проектом на основі його сітьової моделі.

В основі системи сітьового планування і управління лежить сітьова модель – графічне зображення календарного плану проекту, що отримало в літературі назву сітьового графіка, сітки, графа, стрілочної або логічної діаграми, карти ходу розробки проекту та ін.

Сітьова модель – це така ОТМ, яка відображає комплекс робіт (операцій) і подій, пов'язаних з реалізацією деякого проекту в технологічній і логічній послідовності і зв'язку.

Математичний опис сітьової моделі виконання проекту в загальному вигляді можна представити так:

$$\begin{aligned} T_i^n - T_i^k &\geq 0 \\ T_j^k - T_i^n &\geq t_{ij} \end{aligned}$$

де  $i, j=1, 2, \dots, u$ , при чому  $i$ -а робота передуює  $j$ -й, тобто  $i > j$ .

$t_{ij}$  – тривалість роботи  $(i, j)$ .

З точки зору теорії графів, сітьова модель розглядається як орієнтований ациклічний граф без тупиків і висячих вершин  $G(U, A)$ , де  $U = (1, 2, \dots, u)$  – безліч вершин з впорядкованою нумерацією (ототожнюються з подіями),  $A$  – безліч направлених дуг  $(i, j)$ , де  $i$  – індекс початкової, а  $j$  – кінцевої вершин дуги (які ототожнюються з роботами).

Важливою відмінністю сітьових моделей від діаграм Ганта і циклограм є те, що при необхідності корегування строків виконання БМР, сітьові моделі дозволяють досліджувати тривалість будів-

ництва об'єкта без зміни його топології, а за рахунок зміни ранніх строків початку, закінчення робіт і резервів часу їх виконання. Проведений аналіз можливостей сітьового моделювання на основі досліджень і розробок, представлених у вітчизняній та зарубіжній літературі.

На практиці використовується багато різновидів даного типу ОТМ, які можна класифікувати за різними ознаками. В залежності від цілі моделювання сітьові моделі можуть бути орієнтовані або на події, або на операції, або на операції і події:

Сітьова модель, орієнтована на події (в термінах подій) – це сітка, в якій вершинам відносяться події, до дуг – зв'язки між ними (див. рис. 1 а).

Сітьова модель, орієнтована на операції (в термінах операцій) – це сітка, в якій до вершин відносяться операції, до дуг – зв'язки між ними (див. рис. 1 б).

Сітьова модель, орієнтована на операції та події (в термінах операцій та подій) – це сітка, в якій до вершин відносяться події, до дуг – операції (див. рис. 1 в).

На рис. 1 представлені сітьові графіки сітьових моделей. Ці моделі створені для одного і того ж комплексу операцій, що включає в себе 14 операцій і один логічний зв'язок (15). Вершини графа зображуються на графіку геометричними фігурами, а дуги – суцільними і штриховими стрілками. При цьому вершини, зіставлені подіям, зазвичай зображують колами, а зіставлені операціям – квадратами або прямокутниками. Номера вершин проставляються в середині відповідних фігур. Зв'язки між подіями в сітьовій моделі, в термінах подій і дійсні операції в сітьовій моделі в термінах операцій і подій зображуються суцільними лініями з стрілками, фіктивні операції – штриховими лініями з стрілками. Тривалість операцій на сітьовому графіку в термінах операцій проставляється біля вершин, а на сітьовому графіку в термінах операцій і подій – над відповідними дугами.

Вказані три різновиди сітьових моделей по різному відображають зміст управлінської діяльності:

1. Якщо сітьова модель побудована лише в термінах подій, в них фіксуються факти закінчення певних робіт, вона може бути інформативна і точно відображати зміст управлінської діяльності по проекту, проте моделювати в часі таку діяльність проблематично, але в цьому також є велика необхідність.

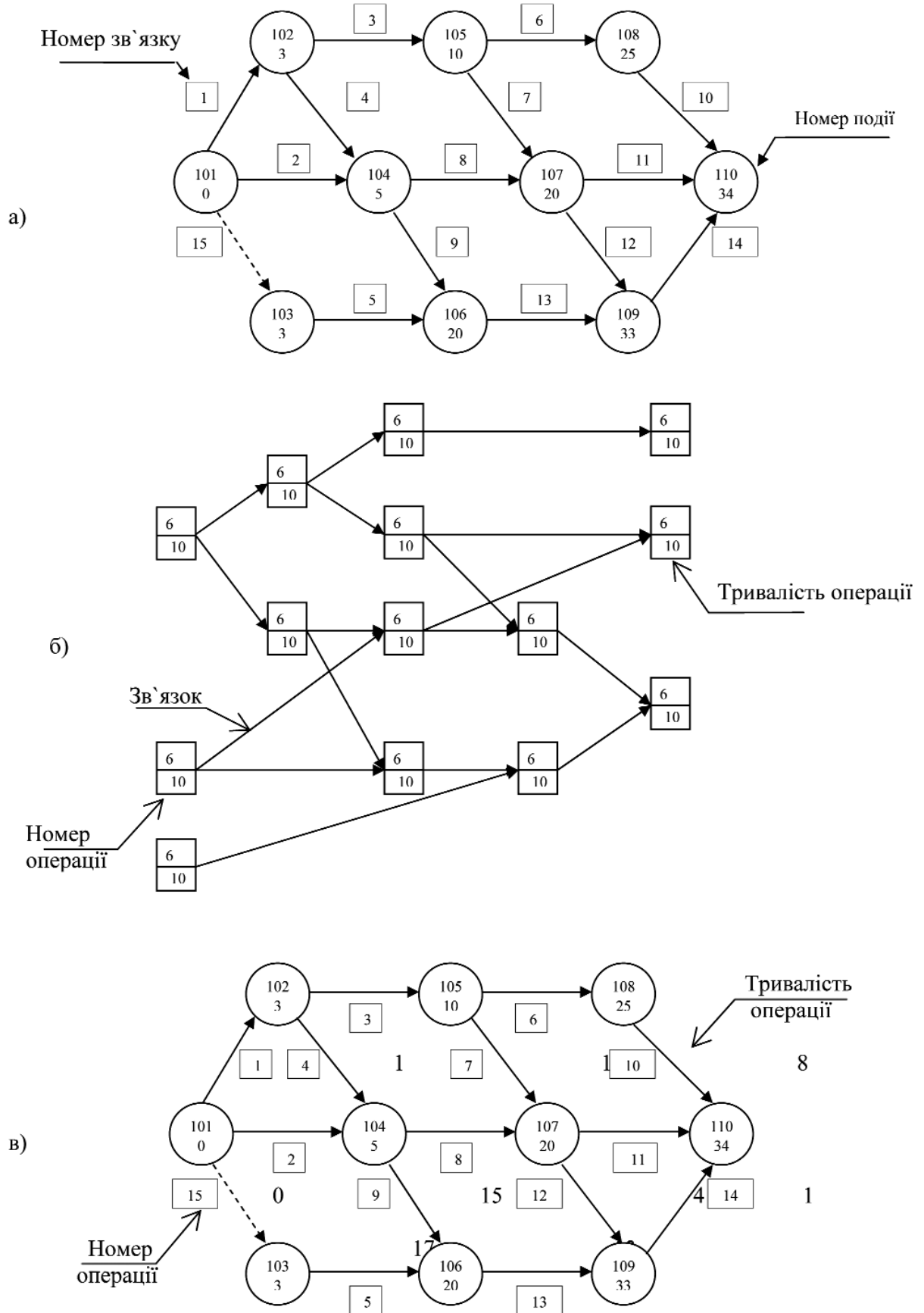


Рис.1. Сітьові графіки сітьових моделей, орієнтованих на: а – події; б – операції; в – операції і події

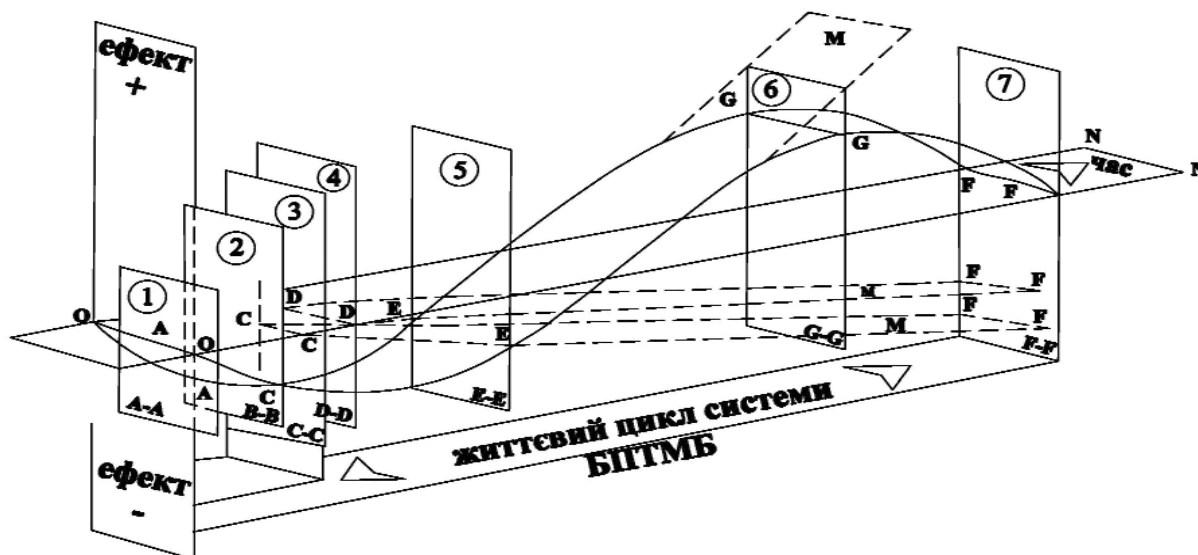


Рис.2. Життєвий цикл будівельного проекту термомодернізації будинку.

1 – економічна підготовка; 2 – проектно-конструкторська підготовка; 3 – організаційно-технологічна підготовка; 4 – освоєння потужності; 5 – строк окупності; 6 – максимум ефекту; 7 – кінець системи

2. Якщо сіткова модель представлена в термінах робіт, то вона дозволяє вирішити багато управлінських проблем: моделювати роботу в часі, аналізувати інформаційні потоки, приступити до розподілу робіт між виконавцями, тобто аналізувати інформаційне забезпечення проекту при вирішенні конкретної управлінської проблеми.

3. Найбільш повною є сіткова модель побудована в термінах робіт і подій. Вона фіксує склад управлінської діяльності, фіксує певні її стадії, взаємозв'язок між стадіями і їх результати. В той же час така сітка не дозволяє вивчати інформаційний зміст управління на рівні документів, так як кожна із робіт, що вказана в сітці, як правило, оформляється багатьма документами. Не зважаючи на це, недолік сіткової моделі компенсується можливістю якісного аналізу управлінської діяльності і її моделюванням в часі, як вручну, так і з використанням прикладних програмних продуктів.

Зміни технологій у будівництві, свідками яких ми стали протягом останніх років, сміливо можна назвати революційними. Вони створили не тільки можливість для будівництва та реконструкції будинків за енергоощадними технологіями відповідно до екологічних вимог, але і зробили широкодоступними принципово інші вимоги до загального рівня комфорту. Відтепер енергетична ефективність будівництва щораз більше визначається не коштами будівництва, що безумовно надзвичайно важливо, а коштом експлуатації.

I період – 00-AA, який включає роботи з

техніко-економічного обґрунтування створення та області використання системи;

II період – AA-BB, який включає роботи з конструювання та проектування системи;

III період – BB-CC, який включає роботи з виготовлення або комплектації елементів системи, розробки технології будівельного виробництва та режимів технології;

IV період – CC-DD, який включає роботи з оновлення системи;

V період – DD-EE, який включає роботи з наробітку, що дозволяє забезпечити окупність коштів, які вкладені в створення та освоєння системи;

VI період – EE-GG, який включає роботи з наробітку, що забезпечує максимальний експлуатаційний ефект;

VII період – GG-FF, який включає роботи з наробітку до моменту кінця системи.

Три перші періоди прийнято об'єднувати в поняття технологічної підготовки виробництва, а наступні – в поняття експлуатації.

Ефекти життєвого циклу системи будівельного проекту термомодернізації будинку (БПТМБ) можуть бути з додатними та від'ємними знаками та можуть впливати на характер результуючого ефекту (поверхня 00-A1A1-B1B1-C1C1-D1D1-E1E1-G1G1-F1F1). З моменту 00 починають збільшуватися інвестиції, тобто вкладення капіталу в створення технологічної схеми та крива 00-A1A1-B1B1-C1C1 вказує на зростання ефекту з від'ємним знаком та рахунок виконання робіт I-IV періодів. Коли систе-

ма створена і починається її освоєння С1С1 та експлуатація D1D1, з'являється ефект з додатним знаком (площина M1) за рахунок одержаного прибутку. Ефект M1 покриває інвестиції, що виникли і на прямій E1E1 настає рівність ефектів, що відповідає моменту повної окупності інвестицій. Проте експлуатація технологічної системи призводить до нових ефектів з від'ємним знаком: перший (площина M3-C2C2-F3F3) пов'язаний з моральним зносом системи, а другий (площина M2-D2D2-F2F2) – з її фізичним зносом. Ефекти (M2, M3) врівноважуються ефектом M1 на лінії G1G1 і нарешті, призводять до результуючого ефекту до його перетинання з нульовою площиною 00-NN, тобто до такого стану, коли ефект функціонування технологічної системи дорівнює нулю або має від'ємний напрям. Такий стан приймається за кінець системи – вона стає неефективною і повинна бути технічно переозброєна, реконструйована або демонтована. Таким чином, проблема визначення тривалості реалізації проекту комплексної термомодернізації житлової забудови з'являється в момент виникнення ідеї проекту та є актуальною протягом усього його життєвого циклу.

Суттєвий вплив на споживання енергії мають, головним чином, стінові матеріали, перекриття, двері і вікна, а також вентиляція. Досвід розвинутих країн ЄС свідчить, що на нинішньому рівні розвитку техніки втрату тепла в будинках можна зменшити навіть у 4-5 разів, що означає величезні резерви енергозбереження.

### Висновки

За умов системного підходу до проблеми її необхідно вирішувати одночасно у двох площинах: нове будівництво та реконструкція.

При новому будівництві ще на етапі проектування повинен розглядатись весь комплекс завдань:

- комфорт та екологічна безпека;
- кошти будівництва та кошти експлуатації;
- енергоємність технологій, матеріалів та продуктивність праці;
- енергетична автономізація з широким використанням альтернативних джерел енергії.

При реконструкції головним завданням є: зменшення питомих видатків на енергозабезпечення та персоналізація обліку. Реалізувати ці завдання в повній мірі можна, якщо роботу проводити у наступних напрямках:

- утеплення конструкцій огороження з вико-

ристанням автономної рекупераційної вентиляції;  
– модернізація систем теплопостачання із запровадженням персоналізованого обліку за кожним видом енергії.

Найбільш важливим є перший напрямок, і не тільки тому, що він забезпечує відчутний кількісний результат, але й тому, що після комплексної реконструкції будинків модернізація інженерних систем дає найбільш повний ефект.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Доненко В.І. Теоретичні основи оновлення існуючих еволюційних методів вирішення організаційно-технологічних питань у діяльності будівельних організацій / В.І. Доненко // *Управління розвитком складних систем*. – 2011. – Вип. 03 (03). – С. 18 – 24.

2. Емельянов В.В. Теория и практика эволюционного моделирования / В.В. Емельянов, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.

3. Поколенко В.О., Чуприна Ю.А., Приходько Д.О. Модернізація ресурсно-календарних моделей для потреб системного поліпшення процесів організації будівництва // *Управління розвитком складних систем*. – 2011. Вип. 05 (05). – С. 30 – 34.

4. Млодецкий В.Р. Показатели управленческой реализуемости строительного проекта // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. – Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2005, – №1-2. С. 69 – 78.

5. Воронецький С.С. Методика формалізації процесів організації будівництва шляхом інтеграції семантичних елементів до складу ресурсно-календарних моделей. // *Збірник наукових праць "Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин."* – Вип. 18. -К.: КНУБА, 2008. – С. 89 – 101.

6. Комплексна державна програма енергозбереження України на період 1996- 2010рр. // [www.uazakon.com](http://www.uazakon.com).

7. Долінський А.А. Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики // *Вісник НАН України*. – 2006. – №2. – С.234.

8. Меркушов В.Т. Енергозбереження як складова частина енергетичної безпеки України // *Енергоінформ*. – 1998. – №1. – С.1.

9. Демченко В.В., Чуприна Х.М., Невмержицький О.В. Методи підвищення енергоефективності будівлі // *Управління розвитком складних систем*. – 2013. – Вип. 16 (16). – С. 138 – 143.

10. Табунищikov Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунищikov, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин — М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. — 200 с.

#### АННОТАЦИЯ

Предлагается инновационный подход к формированию и выбору моделей организации строительства, которые трансформированы из стандартных сетевых моделей "работы-дуги" в модернизированные семантические сетевые модели. Ведущим параметром в предложенных моделях инновационного содержания введено семантическую оценку качества организационно-технологических решений строительства и готовности команды по управлению проектом к его успешной реализации. Изложены концептуально-методические основы, формализация задач, основные процедуры построения и расчета моделей организации строительства, созданные по схеме сетевых моделей и привлекающие ряд семантических параметров для описания внешних и внутренних условий внедрения строительного проекта. Указаны три разновидности сетевых моделей, которые по-разному отражают содержание управленческой деятельности.

Ключевые слова: сетевые модели, строительный проект, энергоэффективность, семантические параметры.

#### ANNOTATION

Proposed an innovative approach to the development and selection of building models that have been transformed with the standard models of network "work-arc" upgraded to semantically-of network models. Leading parameter in the proposed model innovation introduced semantic content quality assessment of organizational and technological solutions and construction readiness project management team to its successful implementation. The conceptual and methodological framework, formal analysis of the basic procedures of construction and calculation models of the building, created by the scheme of network models and involve a number of semantic parameters to describe the external and internal conditions of implementation of the construction project. These three types of network models to reflect different content management activities.

Keywords: networking models, constructional design, energy efficiency, semantic options.

УДК 69.05(075.8)

*И.В. Шумаков, к.т.н., ХНУСиА, г. Харьков;*  
*Ю.В. Фурсов, к.т.н.,*  
*ХНУГХ им. А.М. Бекетова, г. Харьков*

#### МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

#### АННОТАЦИЯ

Изложены методологические принципы формирования инновационных организационно-технологических решений строительства подземных объектов. Отражены условия процесса оптимизации, применены элементы теории статистических решений для выбора критериев равновозможных состояний и максимина.

Ключевые слова: подземное строительство, методология, инновационные организационно-технологические решения.

**Постановка проблемы.** Возрастающее в последние годы количество инноваций в строительстве свидетельствует не столько о переходном этапе технического развития отрасли, сколько о том, что сам феномен инновации становится существенным элементом утверждающегося нового технологического порядка.

Объемы подземного строительства в крупных городах сегодня возрастают во всем мире. Это связано с повышением концентрации городского населения, непрерывным ростом количества автомобилей. Перспективы потенциальных возможностей освоения городского подземного пространства привлекают объемами — под землей, например, можно разместить до 70 % автостоянок. В этой связи современная геотехника вынужденно стала существенно глубже и шире. Разломы, карст, оползни, активная гидрогеология и другие природно-техногенные условия и процессы в значительной мере влияют на проектирование зданий и сооружений, и их безаварийную эксплуатацию.

Развитие систем подземных сооружений и их взаимосвязь в объектах различного назначения должно способствовать решению градостроительных задач (рис. 1).

Сложность и высокий уровень ответственности подземных сооружений, значительное влияние