

УДК 69.059.7

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ДАДІВЕРІНА Г. В.<sup>2\*</sup>, *асп.*

<sup>1</sup> Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2\*</sup> Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: Dadivanna@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1995-7430

**Анотація. Мета.** Аналіз методів визначення тривалості будівельних проектів з метою оцінки можливості їх використання для розрахунку оптимальної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції існуючої міської забудови, яка дозволить підвищити економічну ефективність та привабливість проектів для інвесторів. **Методика.** В сучасних умовах при обмежених фінансових та матеріально-технічних ресурсах держави рішення глобальних та складних задач реконструкції існуючої міської житлової забудови можливо при застосуванні системного підходу, який дозволяє домогтися високої прогнозованої ефективності реалізації проектів реконструкції в раціонально короткі строки. Ефективність системного підходу до реконструкції полягає в тому, що він забезпечує можливість розглядати всі складові об'єкта перетворення в найбільш важливих взаємозв'язках. Комплексна реконструкція завдяки системному підходу дозволяє отримати максимальний ефект, який складається з: - містобудівної ефективності комплексної реконструкції (одержання високого архітектурно-художнього та функціонального результату завдяки здійсненню цілісного містобудівного задуму); - соціальної ефективності (істотне поліпшення умов проживання завдяки одночасному доведенню всіх елементів житлового середовища до стандартного рівня якості); - економічної ефективності комплексної реконструкції (економія трудових та матеріально-технічних ресурсів в результаті їх концентрації на одному містобудівному об'єкті). **Результати.** Вибір методу визначення раціональної тривалості проектів комплексної реконструкції є однією з найважливіших складових при вирішенні завдань з оцінки доцільності та ефективності проектів реконструкції. Проведений аналіз показав, що методи, які використовуються для визначення тривалості будівельних робіт, не відображають повною мірою всієї специфіки системного підходу до питання комплексної реконструкції існуючої міської забудови. **Наукова новизна.** Для застосування розглянутих методів при вирішенні задач комплексної реконструкції міської житлової забудови необхідні подальші дослідження з удосконалення методів моделювання реальних процесів, виявлення та врахування характерних особливостей, організаційно-технологічних факторів, що впливають як на тривалість, так і на ефективність комплексної реконструкції житлового фонду. **Практична значимість.** Аналіз, а при необхідності вдосконалення методів визначення раціональної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції житлового фонду, що повною мірою враховує інтереси всіх учасників проекту, є актуальною задачею, її успішне рішення дозволить створити сприятливе середовище для залучення інвестицій та істотного збільшення обсягів робіт з реконструкції житла.

**Ключові слова:** реконструкція; комплексна реконструкція; тривалість; методи моделювання; моделі; ефективність реконструкції

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

КРАВЧУНОВСКАЯ Т. С.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
ДАДІВЕРІНА А. В.<sup>2\*</sup>, *асп.*

<sup>1</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2\*</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: Dadivanna@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1995-7430

**Аннотация. Цель.** Анализ методов определения продолжительности строительных проектов с целью оценки возможности их использования для расчета оптимальной продолжительности реализации проектов комплексной реконструкции существующей городской застройки, которая позволит повысить экономическую эффективность и привлекательность проектов для инвесторов. **Методика.** В современных условиях при ограниченных финансовых и материально-технических ресурсах государства решение глобальных и сложных задач реконструкции существующей городской жилой застройки возможно при применении системного подхода, который позволяет добиться высокой

прогнозируемой эффективности реализации проектов реконструкции в рационально короткие сроки. Эффективность системного подхода к реконструкции заключается в том, что он обеспечивает возможность рассматривать все составляющие объекта преобразования в наиболее важных взаимосвязях. Комплексная реконструкция благодаря системному подходу позволяет получить максимальный эффект, который состоит из: - градостроительной эффективности комплексной реконструкции (получение высокого архитектурно-художественного и функционального результата благодаря осуществлению целостного градостроительного замысла); - социальной эффективности (существенное улучшение условий проживания благодаря одновременному доведению всех элементов жилой среды на один уровень качества); - экономической эффективности комплексной реконструкции (экономия трудовых и материально-технических ресурсов в результате их концентрации на одном градостроительном объекте). **Результаты.** Выбор метода определения рациональной продолжительности проектов комплексной реконструкции является одной из важнейших составляющих при решении задач по оценке целесообразности и эффективности проектов реконструкции. Проведенный анализ показал, что методы, которые используются для определения продолжительности строительных работ, не отражают в полной мере всей специфики системного подхода к вопросу комплексной реконструкции существующей городской застройки. **Научная новизна.** Для применения рассмотренных методов при решении задач комплексной реконструкции городской жилой застройки необходимы дальнейшие исследования по совершенствованию методов моделирования реальных процессов, выявления и учета характерных особенностей, организационно-технологических факторов, влияющих как на продолжительность, так и на эффективность комплексной реконструкции жилого фонда. **Практическая значимость.** Анализ, а при необходимости совершенствование методов определения рациональной продолжительности реализации проектов комплексной реконструкции жилого фонда, в полной мере учитывающей интересы всех участников проекта, является актуальной задачей, ее успешное решение позволит создать благоприятную среду для привлечения инвестиций и существенного увеличения объемов работ по реконструкции жилья.

*Ключевые слова:* реконструкция; комплексная реконструкция; продолжительность; методы моделирования; модели; эффективность реконструкции

## ANALYSIS OF THE METHODS FOR DETERMINING OF THE DURATION OF THE RESIDENTIAL COMPLEX RECONSTRUCTION

KRAVCHUNOVSKA T. S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*  
DADIVERINA H. V.<sup>2\*</sup>, *PhD student*

<sup>1</sup> Department of Planning and organization of production, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2\*</sup> Department of Planning and organization of production, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: Dadivanna@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1995-7430

**Annotation. Purpose.** Analysis of the methods for determining of the duration of construction projects to assess the possibility of use to calculate the optimal duration of projects complex reconstruction of existing urban areas. It will increase economic efficiency and attractiveness of the projects for investors. **Methodology.** In modern conditions with limited financial and material resources of the state and global solution of complex problems of reconstruction of existing urban residential development is possible with the use of a systematic approach. This approach can achieve high efficiency projects projected reconstruction rationally short term. The effectiveness of the systematic approach to reconstruction is the ensuring of an opportunity to consider all elements of the transformation of the object in the most important relationships. Complex reconstruction due to the systemic approach provides a maximum effect. It consists of: - Urban complex reconstruction efficiency (getting high architectural and functional results through the implementation of integrated urban design); - Social efficiency (significant improvement of the living conditions through simultaneous proving all elements of the living environment to the standard level of quality); - Economic efficiency of complex reconstruction (saving labor and material resources as a result of their concentration on the one urban object). **Findings.** The choice of method for determining of the duration of the complex reconstruction is a critical component in solving problems of assesses the feasibility and effectiveness of reconstruction projects. The analysis showed that the methods used to determine the duration of construction, do not fully reflect all the specific systemic approach to complex reconstruction of existing urban areas. **Originality.** If we want to apply these methods in solving problems of complex residential reconstruction, we must do some studies to improve the methods of simulation of real processes, identify and take account of the characteristics, organizational and technological factors affecting both the duration and the effectiveness of complex residential reconstruction. **Practical value.** Analysis and improve of the methods of determining of the duration of rational projects complex residential reconstruction that fully takes into account the interests of all participants of the project are the actual problems. Its successful solution will create an enabling environment to attract investment and a substantial increase in the volume of work on the residential reconstruction.

*Keywords:* reconstruction; complex reconstruction; duration; modeling techniques; model; efficiency of reconstruction

## Вступ

Реконструкція житлового фонду України є однією з першочергових задач стратегічного державного характеру. За даними Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства, близько 90% житлового фонду країни побудовано за часів СРСР і значну його частину становлять «хрущівки», які позиціонувалися як тимчасове житло, з терміном експлуатації не більше 30 років. На даний момент в Україні близько 50 тисяч «хрущівок» загальною площею близько 5 млн. м<sup>2</sup> ветхі і знаходяться в аварійному стані. Всього загальна площа п'ятиповерхівок в Україні становить майже чверть всього багатоквартирного фонду (72 млн. м<sup>2</sup>) [4].

Комплексна реконструкція житлових будинків перших масових серій є для України важливим соціально-економічним завданням, його вирішення дозволить заощадити значні ресурси країни, продовжити термін служби застарілого житлового фонду, надати йому сучасні споживчі якості, вирішити накопичені соціальні проблеми в старих мікрорайонах, істотно знизити рівень енергоспоживання житла.

Актуальність комплексної реконструкції сформованої міської забудови обумовлена низкою соціальних, містобудівних та економічних факторів:

- соціальні фактори пов'язані з низькою якістю і потенційною аварійністю житла, високими експлуатаційними витратами на його утримання;
- містобудівні – з низькою інтенсивністю використання землі за наявності зростаючого дефіциту території для розміщення нового будівництва;
- економічні – з високою інвестиційною привабливістю територій п'ятиповерхової забудови при її відносно низькій ринковій вартості, зі зниженням обсягів дотаційного утримання житла [6,8].

Також слід зазначити, що проекти комплексної реконструкції житлової міської забудови, реалізація яких не була завершена в раціонально стислі строки, частково втрачають якість комплексності, а також економічну та фінансову привабливість і потребують коригування [9, 27].

Проблема визначення раціональної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції житлового фонду, що повною мірою враховує інтереси всіх учасників проекту, є актуальною, її успішне рішення дозволить створити сприятливе середовище для залучення інвестицій та істотного збільшення обсягів робіт з реконструкції житла.

Аналіз публікацій вітчизняних та зарубіжних вчених, присвячених питанням планування, організації та управління комплексною реконструкції існуючої міської забудови, визначенню раціональної тривалості комплексної реконструкцією житлових будівель, а саме: К. А. Антанавічуса, В. А. Афанасьєва, Л. Г. Дікмана, В. С. Михайлова, А. В. Радкевича, Р. Ю. Опаріна, В. М. Пилипенка,

В. В. Савйовського, Р. Шенона та ін. показав, що існує велика кількість досліджень з цих питань, однак більшість з них орієнтовані на застосування при реконструкцію окремих об'єктів, так звану локальну реконструкцію і не враховують особливості системного підходу. Також існуючі наукові розробки не в повному обсязі охоплюють весь спектр сучасних проблем комплексної реконструкції. Залишається актуальною і практично нерозробленою важлива проблема оцінки та обґрунтування раціональної тривалості реалізації проекту комплексної реконструкції житлової забудови, а також дослідження впливу організаційно-технологічних факторів, що визначають часові рамки реалізації та як наслідок економічну ефективність проектів комплексної реконструкції [В. М. Кірнос, Т. С. Кравчуновська, Т. В. Данилова, С. А. Ушацький].

## Мета

Аналіз методів визначення тривалості будівельних проектів з метою оцінки можливості їх використання для розрахунку оптимальної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції існуючої міської забудови, яка дозволить підвищити економічну ефективність та привабливість проектів для інвесторів.

## Методика

В сучасних умовах при обмежених фінансових та матеріально-технічних ресурсах держави рішення глобальних та складних задач реконструкції існуючої міської житлової забудови можливо при застосуванні системного підходу, який дозволяє домогтися високої прогнозованої ефективності реалізації проектів реконструкції житлової міської забудови в раціонально короткі строки.

Ефективність системного підходу до реконструкції полягає в тому, що він забезпечує можливість розглядати всі складові об'єкта перетворення в найбільш важливих взаємозв'язках. Комплексна реконструкція завдяки системному підходу до вирішення окремих завдань дозволяє отримати максимальний ефект, який складається з:

- містобудівної ефективності комплексної реконструкції (одержання високого архітектурно-художнього та функціонального результату завдяки здійсненню цілісного містобудівного задуму);
- соціальної ефективності (істотне поліпшення умов проживання завдяки одночасному доведенню всіх елементів житлового середовища до стандартного рівня якості);
- економічної ефективності комплексної реконструкції (економія трудових та матеріально-технічних ресурсів в результаті їх концентрації на одному містобудівному об'єкті).

Разом з оцінкою архітектурно-містобудівної ситуації міської житлової забудови, фізичного стану будівель, рівня їх морального зносу і розробкою

концепції перетворення, як району, так і міста в цілому, найважливішим є етап визначення та обґрунтування раціональної тривалості.

Тривалість – часовий чинник, який поряд з матеріальними, трудовими та фінансовими ресурсами є одним з найважливіших факторів ефективності будівельного виробництва в цілому та комплексної реконструкції зокрема. Скорочення часу реалізації інвестиційних проектів, обґрунтований вибір раціональної тривалості комплексної реконструкції має велике значення, оскільки прискорює обіг капітальних вкладень на реконструкцію та скорочує термін окупності капітальних витрат [8].

Визначення раціональної тривалості комплексної реконструкції повинен базуватися на оптимізації черговості комплексної реконструкції сформованої житлової міської забудови, що забезпечує мінімізацію одноразових і поточних витрат, яка має бути покладена в основу робочого проекту реконструкції житлових будинків та інженерно-транспортної інфраструктури [14].

При виборі методу визначення раціональної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції житлової забудови необхідно розглядати можливість врахування наступних характерних організаційно-економічних факторів:

- інвестиційна привабливість проекту;
- фізичний знос будівель;
- технологічність;
- поверховість будівель;
- показники обмеженості (щільність забудови, обмеження зони дії транспортних засобів, достатність зон для складування та збірки, рівень механізації робіт з прокладання інженерних комунікацій);
- показники вартісної оцінки території місця розташування об'єкта реконструкції (зональний фактор місця розташування земельної ділянки, індекс транспортно-функціональної зручності розташування, рівень соціально-містобудівних умов, індекс екологічного стану території, функціонально-планувальні, інженерно-геологічні, інженерно-інфраструктурні, історико-культурні, природно-ландшафтні фактори, функціональність використання земельної ділянки) [5].

Існуючі методи визначення тривалості, як окремих будівельних процесів, так і комплексу будівельних робіт при розробці планів реалізації інвестиційних проектів [1, 2, 7, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25] можна умовно розділити на наступні основні групи:

- методи математичного моделювання;
  - методи організаційно-технологічного моделювання;
  - методи імітаційного моделювання;
  - статистичні методи;
  - методи прогнозування.
- Розглянемо їх більш детально.

Під математичним моделюванням розуміється процес заміщення даного реального об'єкту математичним об'єктом, званим математичною моделлю, з метою дослідження цієї моделі, що дозволяє отримати інформацію про найважливіші властивості реального об'єкту [17]. Методи математичного моделювання (їх ще називають методами математичного програмування) ґрунтуються на представленні будівельного виробництва як складної системи, основою моделювання якої є теорія подібності.

Для дослідження системи будівельного виробництва, залежно від природи реального об'єкту, завдань дослідження і необхідної достовірності і точності їх рішення, застосовуються різні види математичного моделювання [18, 21], які використовуються в основному для розробки оптимальних планів виконання окремих видів робіт, що дозволяють досягти мінімуму витрат або максимальної ефективності використання ресурсів. У загальному вигляді під математичним моделюванням розуміється відшукування екстремуму (максимуму або мінімуму) цільової функції  $n$  змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$

при обмеженнях  $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i, x_j \geq 0, i = 1, 2, \dots, m,$

$i = 1, 2, \dots, m,$  де  $a_{ij}; b_i$  – задані величини;  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$

Залежно від виду цільової функції і прийнятих обмежень методи математичного моделювання підрозділяються на лінійні, нелінійні, дискретні, безперервні, цілочисельні, динамічні, стохастичні та ін. Найбільше застосування ці методи отримали для вирішення транспортних завдань, завдань організації будівельного виробництва (теорії розкладів), розміщення, організації і розвитку виробничої бази будівельної індустрії.

Аналіз існуючих методів математичного моделювання показав наявність наступних факторів, які ускладнюють використання методів при визначенні тривалості комплексної реконструкції, а в деяких випадках роблять навіть неможливим з наступних причин:

- всі розглянуті вище методи – трудомісткі процеси, що вимагають введення і врахування великої кількості початкових даних;
- використовувані методи не враховують вплив випадкових чинників, які, зрештою, можуть значно вплинути на терміни реконструкційних робіт;
- недостатня гнучкість і оперативність досліджень тривалості при цілеспрямованій зміні визначальних початкових даних, що впливають на тривалість реконструкції;
- недостатня оперативність обґрунтування тривалості реалізації проектів при системній зміні як окремо взятих, так і в різних комбінаціях чинників, що впливають на обсяг робіт з реконструкції;
- комплексне врахування всіх організаційно-технологічних чинників і ресурсних обмежень будівельного виробництва значно збільшує

складність і розмірність економіко-математичних моделей.

Під організаційно-технологічним моделюванням розуміється графічне представлення деякої сукупності будівельно-монтажних процесів, що визначає структуру, технологічну і організаційну послідовність виконання в часі і просторі будівельних робіт. До організаційно-технологічних моделей (ОТМ) відносяться лінійні моделі Гантта, циклограми і сітьові моделі.

Лінійні графіки Гантта – лінійні діаграми, що дозволяють наочно відобразити однозначний, одноваріантний взаємозв'язок і послідовність протікання виробничих процесів в часі [18]. У загальному вигляді математичний опис графіків

Гантта має вигляд:  $P = \{T_i^h, T_i^k\}_{i=1}^m$ , де  $P$  – план виконання (розклад) робіт;  $T_i^h$  – початок  $i$ -ої роботи;  $T_i^k$  – кінець  $i$ -ої роботи;  $i = 1, 2, \dots, m$  – номери робіт в плані.

Лінійні моделі Гантта, які характеризуються простим графічним зображенням послідовності робіт, завжди відображають статичну одноваріантну схему виконання робіт, тоді як будівельне виробництво – багатоваріантна, динамічна система. Статична модель не адекватна динамічному оригіналу. До недоліків моделей Гантта необхідно віднести також наступне:

- жорсткість і однозначність лінійної структури графіка, велика трудомісткість і складність при розробці і коректуванні моделей в разі зміни умов виробництва (зміни в термінах виконання робіт приводять до необхідності перебудови всієї моделі);

- велика трудомісткість розробки графіків Гантта унеможливує їх використання для оперативного багатоваріантного дослідження тривалості робіт із комплексної реконструкції;

- недостатня наочність існуючих технологічних взаємозв'язків між окремими роботами, значна трудність виявлення робіт, що визначають загальну тривалість реконструкції;

- низький рівень автоматизації розрахунків.

Перераховані недоліки моделей Гантта істотно обмежують їх використання при моделюванні організаційно-технологічних процесів при комплексній реконструкції житлової забудови.

Подальшим розвитком моделей Гантта стали лінійні моделі, так звані циклограми, які використовуються в основному для відображення графічних і аналітичних взаємозв'язків робіт потокового будівництва з одночасним встановленням графіка виконання робіт, в яких на терміни виконання робіт накладаються обмеження типу  $T_i^h \geq l_i$ ,  $T_i^k \leq L_i$ , де  $l_i$  і  $L_i$  – моменти відповідно початку і закінчення  $i$ -ої роботи.

Як лінійні моделі Гантта, так і циклограми відображають статичну одноваріантну схему виконання робіт. Вони трудомісткі, для їх розробки потрібно багато часу і використання висококваліфікованих фахівців. У зв'язку з цим

використання їх на контрактній стадії життєвого циклу будівельного проекту нераціонально.

Найбільш поширеним типом організаційно-технологічних моделей, які використовуються в практиці будівельного виробництва, разом з лінійними моделями і циклограмами, є сітьові моделі.

Сітьова модель наочно показує технологічну послідовність виконання робіт, будучи орієнтованим графом. Важливою відмінністю сітьових моделей від графіків Гантта і циклограм є те, що при необхідності коректування строків виконання будівельно-монтажних робіт, сітьові моделі дозволяють досліджувати тривалість будівництва об'єкту без зміни топологічної структури графа, за рахунок зміни ранніх строків початку і закінчення робіт, а також резерву часу їх виконання. Відомо багато різновидів сітьових моделей: однопараметричні і багатопараметричні, детерміновані й імовірнісні, детальні і укрупнені, канонічні (з фіксованою структурою), індивідуальні, типові і багато інших.

Математичний опис сітьових моделей виконання комплексу БМР в загальному вигляді представляється так:  $T_i^h - T_j^k \geq 0$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, m$ ;  $T_i^k - T_i^h \geq t_i$ , де  $t_i$  – тривалість  $i$ -ої роботи ( $i$  – перша робота передуює  $j$ -тій).

Розвитком детермінованих (канонічних) сітьових моделей (схема «і») є моделі з альтернативною сіткою (схема «або»), що мають змінну структуру і детерміновану тривалість [21]. Для досягнення мети в цих моделях можуть бути виконані не всі роботи сітьового графіку, а лише по одній з кожної групи альтернативних робіт, що входять і виходять з даної події. Оскільки при оцінці строків реалізації проектів комплексної реконструкції в основу дослідження мають бути покладені конкретні, строго регламентовані проектні рішення із строгим переліком і вартістю робіт, використання альтернативних сітьових графіків при визначенні тривалості комплексної реконструкції практично ускладнюється.

Подальшим розвитком сітьових моделей є ймовірнісні моделі з випадковими значеннями тривалості робіт ( $ВВ_{д}$ ) і детермінованою сіткою [10]. Ці моделі відрізняються від детермінованих сітьових моделей лише тим, що в них тривалості робіт не детерміновані, а випадкові величини. В цьому випадку якнайповніший спосіб завдання випадкової тривалості для кожної роботи  $i$  ґрунтується на функції розподілу  $F_{ij}(x)$ , що виражає вірогідність того, що  $t_{ij}$  менше значення  $x$ :  $F_{ij}(x) = p(t_{ij} < x)$ . Замість функції розподілу можуть бути задані їх щільності (похідні):  $f_{ij}(x) = F'_{ij}(x)$ . Таке завдання вірогідної тривалості не отримало широкого застосування. Найчастіше в будівельних системах сітьового планування і управління застосовується спрощений метод визначення випадкової тривалості робіт сітьових моделей, який передбачає, що для всіх значень тривалості  $t_{ij}$  має місце функція  $\beta$  –

розподілу, де можливі значення  $t_{ij}$  лежать між  $a_{ij}$  («оптимістична») і  $b_{ij}$  («песимістична») оцінками тривалості. Існують також значення  $t_{ij} = m_{ij}$  («найбільш вірогідне значення тривалості»), при якому щільність розподілу досягає максимуму.

Значення  $a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ ,  $m_{ij}$  указуються проектувальниками, виконавцями робіт або експертами на основі статистичних даних або особистого досвіду.

Відповідні середні значення  $t_{ij}$ , які приймається в розрахунках, і дисперсію  $\sigma_{ij}$  знаходять за формулами:

$$t_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}; \quad \sigma_{ij} = \left( \frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2.$$

Визначення тривалості робіт таким методом зводить розрахунок імовірнісних моделей до розрахунку детермінованих.

Розвитком сітьового методу ВВд є метод статистичних випробувань, який заснований на тому, що на детермінованій сітьовій моделі за допомогою ЕОМ багато разів генеруються можливі значення випадкової тривалості всіх робіт з частотами, відповідними їх законам розподілу. Цей метод не може бути рекомендований для дослідження та визначення тривалості комплексної реконструкції за наступних причин:

- не встановлені, та і не для всіх робіт можуть бути встановлені відповідні закони розподілу їх тривалості, що враховують реальні умови конкретної будівельної організації в конкретний період її діяльності;

- багатоваріантне завдання тривалості робіт в інтервалі  $a_{ij}$  і  $b_{ij}$  в даних сітьових моделях має бути наслідком розробки відповідних заходів, що забезпечують ці зміни в оригінальних умовах даної організації, що реалізувати практично неможливо.

Сітьові моделі з невизначеним складом робіт (ВВа) і з невизначеною (імовірнісною) тривалістю робіт також не можуть бути рекомендовані для використання при визначенні тривалості комплексної реконструкції житлової забудови з причин, вказаних вище.

Поряд з явними перевагами сітьових моделей або, як їх ще називають, «моделями третього покоління», разом з відміченими вище, необхідно відзначити ще такі істотні недоліки:

- різноманіття технологічних і організаційних залежностей будівельно-монтажних робіт в сітьових моделях збільшило труднощі їх графічного уявлення. При проектуванні моделей реальних об'єктів частину зв'язків доводиться опускати. Точність планових розрахунків і наочність зображення взаємозв'язків робіт в цьому випадку вступають у протиріччя. Звідси витікає необхідність в подальшому розвитку методології моделювання у напрямі вдосконалення опису кількісного і технологічного взаємозв'язку будівельно-монтажних робіт, у вдосконаленні методів розрахунку їх технологічних і часових

взаємозв'язків незалежно від графічного зображення;

- недостатня адекватність сітьових моделей описуванним реальним виробничим системам при розробці малодосвідченими виконавцями, скорочення переліку робіт, що враховуються, з метою зменшення розмірів графічної моделі, дискретність процесу розробки моделі зменшують точність і оперативність сітьового моделювання;

- велика трудомісткість підготовки початкових даних. Так, для визначення тривалості робіт, які є основною характеристикою в сітьових графіках, потрібно розробити картку-визначник робіт. Методика її підготовки нічим не відрізняється від методики визначення тривалості робіт лінійних графіків Гантта. Розробка, а також, у разі потреби, коригування сітьової моделі реалізації проекту займає багато часу, оскільки основна частка робіт виконується вручну;

- практично унеможливлено оперативне багатоваріантне дослідження можливості реалізації проектів в умовах істотного обмеження часу на дослідження;

- забезпечення достатньої оперативності розробок, потрібної якості сітьових моделей і точності розрахунків вимагає використання великої кількості фахівців високої кваліфікації;

- недостатньо використовуються ЕОМ при розробці сітьових графіків будівництва. Використання обчислювальної техніки зводиться в основному до визначення часових параметрів сітьової моделі будівництва, тоді як підготовка даних, безпосередня розробка моделі взаємозв'язку робіт, визначення тривалості виконання окремо взятих робіт виконуються вручну.

Враховуючи вищесказане, використання методів сітьового моделювання для визначення раціональної тривалості комплексної реконструкції сформованої міської жилої забудови пов'язано з великими труднощами та потребує подальшого вдосконалення.

Під імітаційним моделюванням в найширшому сенсі розуміється процес конструювання математичних моделей реально існуючих систем і алгоритмів (методів) експериментування на цих моделях з метою вироблення і перевірки рішень, що забезпечують раціональне функціонування досліджуваної системи. Реалізація імітаційного методу припускає три основні етапи: побудова моделі на основі вивчення діючої системи; проектування експерименту за допомогою імітаційних алгоритмів (методів імітації); розробка програмного забезпечення процесу імітації за допомогою ЕОМ.

У будівельному виробництві методи імітації використовуються для відображення і дослідження різних організаційно-технологічних процесів будівництва при мінімальних витратах на підготовку відповідної інформації і проведення досліджень [18]. На основі імітаційного моделювання вирішується ряд наукових і виробничих завдань. Серед них: розробка окремих модулів автоматизованих робочих

місць (АРМ); розробка автоматизованих інформаційно-пошукових систем; моделювання структур управління в умовах АСУ; вирішення різних функціональних оптимізаційних завдань в інформаційних системах, наприклад, завдань утворення оптимальних запасів; автоматизація проектування інформаційних завдань в менеджменті, а також формування портфеля замовлень будівельної організації [22]; оптимізація технології і організації будівництва [15], планування будівельного виробництва; розробка автоматизованих систем управління будівництвом; вирішення завдань оперативного управління будівництвом; оптимізації організаційно-технологічної послідовності виконання будівельно-монтажних робіт. Імітаційні моделі широко використовуються для прогнозування розвитку капітального будівництва, оптимального розміщення будівельних підприємств, розподілу обмежених матеріальних ресурсів, дослідження надійності будівельного виробництва [15], а також вирішення завдань організації складних виробничих процесів (типу «збирання - монтаж»), а також окремих видів БМР, прогнозування техніко-економічних показників [11].

Перераховані вище завдання, що вирішуються методами імітаційного моделювання, орієнтовані на цілеспрямований пошук раціональних варіантів організації будівельного виробництва, та дозволяють вирішувати питання з забезпечення ефективного виконання БМР з урахуванням фактичної наявності матеріальних ресурсів, обмежень щодо трудових, матеріальних і технічних ресурсів, наявності фронтів робіт і ступеня можливого насичення цих фронтів трудовими ресурсами. Очевидно, що вирішення цих завдань трудомістке, вимагає багато часу на підготовку і обробку початкової інформації.

Об'єктами дослідження статистичних методів є основні показники ефективності будівельного виробництва. Побудова статистичних моделей ґрунтується на обробці статистичних даних [13], отриманих в результаті аналізу виробничої діяльності будівельних організацій в минулому періоді планування. Методика розробки таких моделей зводиться до дослідження впливу зміни параметра, що вивчається, параметр  $y$  який називають відгуком (реакцією) на зміну його визначаючих  $x_i$  факторів ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). Функцію цього відгуку  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  називають цільовою функцією, а фактори  $x_1, x_2, \dots, x_k$  – управляючими факторами [12, 16, 17].

Для формального опису функціональної залежності досліджуваної характеристики  $y$  від кількісної зміни факторів  $x_i$ , проводять  $k$  - кратне спостереження за кількісною зміною факторів  $x_i$  і відповідною реакцією відгуку значення  $y$ . В результаті отримують систему статистичних даних зміни досліджуваних факторів у вигляді матриці  $F(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{i,k})$  і вектор відповідних відгуків  $F_1=(y_i)$ , де  $x_{ij}$  – значення  $j$  - ої змінної в  $i$  - ому спостереженні. Після обробки цих даних функціональна залежність величини відгуку  $y$  від

зміни спостережуваних впливаючих факторів описується рівняннями вигляду:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i,j=1,i < j}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ij} x_i^2 \dots,$$

де  $b_0, b_{ij}$  – коефіцієнти регресії, визначувані на основі обробки початкових даних, представлених матрицею  $F$ .

Поверхня відгуку рівняння регресії для функції однієї змінної вироджується в лінію, для двох змінних – в площину тривимірного простору, для  $n$  – факторів – в  $n + 1$  – мірну площину гіперпростору  $n + 1$  – мірного виміру.

Принциповим недоліком методів статистичного моделювання є їх статичне віддзеркалення реальних процесів. Розроблені на досвіді минулого періоду планування, відображаючи досвід минулого, статистичні моделі не завжди адекватно відображають умови будівництва розглянутого поточного або майбутнього періодів планування, оскільки не існує двох абсолютно однакових об'єктів будівництва і однакових умов виконання будівельно-монтажних робіт.

Наукове прогнозування будівельного виробництва ґрунтується на вивченні об'єктивних закономірностей його розвитку, яким підпорядковуються певні процеси і події. При цьому враховуються дві групи закономірностей: випадкові події або ймовірнісні і детерміновані. Основною метою прогнозування будівельного виробництва є визначення його стану в майбутньому періоді планування. В разі дослідження тривалості реконструкції – це визначення найбільш вірогідної тривалості реконструкції об'єктів, а також визначення вірогідності того, що ця тривалість не вийде за встановлені допустимі межі.

Вирішення різних завдань прогнозування має одну загальну ідею: виявлення екстраполяційних зв'язків між минулим і майбутнім, між інформацією про процес в контролюваному періоді часу і характером протікання цього ж процесу в майбутньому. Від того, наскільки точно описані досліджувані зв'язки, залежить точність прогнозування.

Для вирішення завдань прогнозування в будівництві використовуються різні методи, засновані на визначенні залежностей між параметрами будівельного виробництва, а також на використанні різних математичних теорій. До них відносяться: функціональний аналіз, теорія рядів, теорія екстраполяції і інтерполяції, теорія вірогідності і математичної статистики, теорія випадкових процесів, кореляційний аналіз [26].

У найзагальнішому вигляді методи прогнозування діляться на кількісні і якісні. Кількісні методи базуються на інформації, яку можна отримати, знаючи тенденцію зміни параметрів або маючи статистично достовірні залежності, що характеризують виробничу діяльність об'єкту

управління. Приклади цих методів – аналіз часових рядів, причинно-наслідкове моделювання [22]. В основу якісних методів покладені експертні оцінки фахівців в області прийнятих рішень, наприклад, методи експертних оцінок, думка журі, моделі очікування споживачів (опитування клієнтів). Широко використовуваними методами прогнозування є також такі методи, як метод «мозкової атаки», метод Дельфі, екстраполяцій досліджуваних тенденцій та ін. [24, 25].

Будучи достатньо ефективними, методи прогнозування широко використовуються для кількісної і якісної оцінки досліджуваних характеристик (явищ) з деякими наближеннями до їх реальних фактичних значень. Ці наближення можуть змінюватися в широких межах, що є критерієм ефективності прогнозування.

Розглянуті методи прогнозування можуть використовуватися для прогнозування досягнення різних техніко-економічних показників, виконання виробничих програм, строків зведення окремих будівель і споруд на основі системного аналізу сукупності часових, технологічних і економічних показників, що характеризують досягнутий у минулому рівень будівельного виробництва [17].

Характерною особливістю розглянутих методів прогнозування є врахування зовнішніх проявів прогнозованих тенденцій досліджуваної системи, що виражаються через величини її вихідних параметрів. Цим забезпечується стабільність результатів використання прогнозних методів, тобто одним і тим же значенням вхідних параметрів завжди відповідають одні і ті ж значення вихідних параметрів. Але в системі будівельного виробництва така регулярність відсутня. Будівництву характерна різноманітність об'ємно-планувальних і конструктивних рішень зведення будівель і споруд, а також велике різноманіття умов виконання робіт, які, як правило, не повторюються. В зв'язку з цим їх важко врахувати методами прогнозування. Тому, будучи достатньо ефективними, методи прогнозування не завжди можуть бути рекомендовані для оцінки та визначення тривалості комплексної реконструкції житлової забудови [3].

### Результати

Проведений аналіз показав, що методи, які використовуються для визначення тривалості будівельних робіт, не відображають повною мірою всієї специфіки системного підходу до питання комплексної реконструкції існуючої міської забудови.

### Наукова новизна та практична значимість

Вдосконалення методів визначення раціональної тривалості реалізації проектів комплексної реконструкції житлового фонду є актуальною задачею, її успішне рішення дозволить враховувати інтереси всіх учасників проекту також створити

сприятливе середовище для залучення інвестицій та істотного збільшення обсягів робіт з реконструкції житла.

### Висновок

Вибір методу визначення раціональної тривалості реалізації будівельних проектів з комплексної реконструкції житлової забудови є однією з найважливіших складових при вирішенні завдань з оцінки доцільності та ефективності комплексної реконструкції житлового фонду.

Проведений аналіз існуючих методів, які використовуються для визначення тривалості будівельних робіт, показав що для застосування розглянутих вище методів при вирішенні задач комплексної реконструкції міської житлової забудови необхідні подальші дослідження з удосконалення методів моделювання реальних процесів, виявлення та врахування характерних особливостей, організаційно-технологічних факторів, що впливають як на тривалість, так і на ефективність комплексної реконструкції житлового фонду.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антанавичус, К. А. Многоуровневое стохастическое моделирование отраслевых плановых решений / К. А. Антанавичус. – Вильнюс: Москлас, 1977. – 184 с.
2. Antanavichus, K. A. Mnogourovnevoe stohasticheskoe modelirovanie otraslevykh planovykh reshenij [Multi-level stochastic modeling of industry planning decisions]. Vilnius: Mokslas, 1977. 184 s.
3. Афанасьев, А. А. Реконструкция жилых зданий. Ч. II. Технологии реконструкции жилых зданий и застройки / А. А. Афанасьев, Е.П. Матвеев. – Москва, 2008. – 415 с.
4. Afanas'ev, A. A. Rekonstrukcija zhilyh zdaniy. Ch. II. Tehnologii rekonstrukcii zhilyh zdaniy i zastrojki [Reconstruction of residential buildings. Part II. Technology remodeling and construction]. Moscow, 2008. 415 s.
5. Афанасьев, В. А. Модели поточной организации работ / В. А. Афанасьев, Т. Ф. Морозова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский госуд. техн. универ., 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/582/29582/files/spbstu066.pdf>. Загол. з екрану. – Перевірено: 24.02.2015.
6. Afanas'ev, V. A. Modeli potочноj organizacii rabot [Models of the threading works]. Sankt-Peterburgskij gosud. tehn. univer.- St. Petersburg State. techn. university, 2002. Available at: <http://window.edu.ru/resource/582/29582/files/spbstu066.pdf>. (Accessed 24 February 2015).
7. В Украине в 2014 году может начаться массовая реконструкция жилого фонда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://for-ua.com/economics/2013/08/09/193138.html>. – Загол. з екрану. – Перевірено: 04.03.2015.
8. V Ukraine v 2014 godu mozhet nachat'sja massovaja rekonstrukcija zhilogo fonda (Mass reconstruction of housing stock can start in Ukraine in 2014)]. Available at: <http://for-ua.com/economics/2013/08/09/193138.html>. (Accessed 4 March 2015).
9. Данилова, Т. В. Особенности управления проектами реконструкции жилого фонда Украины / Т. В. Данилова // Вестник Харьковского государственного политехнического



университета. – Харьков: ХГПУ, 2000. – Вып. 122: Технический прогресс и эффективность производства. – Часть 3. – С. 71-73.

Daniilova, T. V. Osobennosti upravlenija proektami rekonstrukcii zhilogo fonda Ukrainy [Features of project management of reconstruction of housing in Ukraine]. Vestnik Har'kovskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kharkov State Polytechnic University], 2000, issue 122, pp. 71-73.

6. Калиниченко, О. В. Совершенствование организационно-экономических методов управления реконструкцией жилой застройки (на примере города Москвы): дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / Калиниченко Олег Вячеславович. - Москва, 2007. - 161 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.disscat.com/content/sovershenstvovanie-organizatsionno-ekonomicheskikh-metodov-upravleniya-rekonstruktsiei-zhilo>. Загол. з екрану. – Перевірено: 01.03.2015.

Kalinichenko, O. V. Sovershenstvovanie organizacionno-jekonomicheskikh metodov upravlenija rekonstrukciej zhiloz zastrojki (na primere goroda Moskvy) Dokt.Diss.[Perfection of the organizational-economic management methods for reconstruction of residential buildings (on example of the city Moscow. Doct Diss.]. Moscow, 2007. 161 p. Available at: <http://www.disscat.com/content/sovershenstvovanie-organizatsionno-ekonomicheskikh-metodov-upravleniya-rekonstruktsiei-zhilo>. (Accessed 01 March 2015).

7. Кинос В. М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Кинос Владимир Михайлович. – Харьков, 1994. – 351 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.ua-ru.net/diss/cont/258829.html>. Загол. з екрану. – Перевірено: 27.02.2015.

Kimos V. M. Nauchno-metodologicheskie osnovy organizacionno-tehnologicheskogo regulirovanija prodolzhitel'nosti i stoimosti rekonstrukcii promyshlennyh predpriyatij Dokt.Diss. [Scientific and methodological foundations of organizational and technological control the duration and cost of reconstruction of industrial enterprises.Doct Diss.]. Kharkiv, 1994. 351 p. Available at: <http://lib.ua-ru.net/diss/cont/258829.html>. (Accessed 27 February 2015).

8. Кравчуновська Т. С. Комплексна реконструкція житлової забудови організаційно-технологічні аспекти / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2010. – 230 с.

Kravchunov'ska T. S. Kompleksna rekonstrukcija zhitlovoi zabudovi organizacijno-tehnologichni aspekti [Complex reconstruction of residential development organizational and technological aspects]. Nauka i osvita- Science and education, 2010. 230 p.

9. Методические рекомендации по обновлению жилой застройки при реконструкции сложившихся районов; надано чинності 1983-06-28. – Москва: МосжилНИИпроект Мосгорисполкома, ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/537108>. Загол. з екрану. – Перевірено: 25.02.2015.

Metodicheskie rekomendacii po obnoveniju zhiloz zastrojki pri rekonstrukcii slozhivshisja rajonov(Guidelines for the renewal of residential development in the reconstruction of existing areas). MoszhilNIIProekt Mosgorispolkoma, CNIIP gradostroitel'stva Gosgrazhdanstroja - Moscow City MoszhilNIIProekt, TSNIIP urbanism Gosgrazhdanstroja, 1983.

Available at: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/537108> (Accessed 25 February 2015).

10. Михайлов, В. С. Основы построения и проектирования АСУ в строительстве / В. С. Михайлов, О. Б. Билецкий. – Київ: Вища школа, 1984. – 392 с.

Mihajlov, V. S. Osnovy postroenija i proektirovanija ASU v stroitel'stve [Fundamentals of construction and design of automated control systems in construction]. Kyiv, High School, 1984. 392 p.

11. Модели и алгоритмы принятия управленческих решений / Я. Г. Берсуцкий, Н. Н. Лепа, Н. Г. Гузь и др. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1998. – 306 с.

Ja. G. Bersuckij, N. N. Lepa, N. G. Guz' i dr. Modeli i algoritmy prinjatija upravlencheskih reshenij [Models and algorithms for management decision-making]. Donetsk: IEP NAS, 1998. 306 p.

12. Опарин, Р. Ю. Применение методов статистической экстраполяции при планировании ремонтов зданий / Р. Ю. Опарин // Жилищное строительство. – 2007. – № 12. – С. 16-17.

Oparin, R. Ju. Primenenie metodov statisticheskoi jekstrapoljacji pri planirovanii remontov zdanij [Application of methods of statistical extrapolation when planning repairs of buildings]. Zhilishhnoe stroitel'stvo [Housing], 2007,issue 12. pp. 16-17.

13. Петрук, В. А. Ймовірісно-статистичні моделі та статистична оцінка рішень: навчальний посібник / В. А. Петрук, Г. Г. Капканова. – Вінниця: ВДГУ, 2000. – 148 с.

Petruk, V. A. Imovirnisno-statistichni modeli ta statistichna ocinka rishen': navchal'nij posibnik [Probabilistic and statistical models,statistical evaluation of solutions: a tutorial]. Vinnitsa, VDTU, 2000. 148 p.

14. Пилипенко, В. М. Проблемы и опыт решения комплексной реконструкции жилой застройки в Республике Беларусь / В. М. Пилипенко // Опыт и перспективы энергоэффективного строительства и комплексной модернизации — законодательная база и возможные пути решения проблем: тез. междунар. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nestor.minsk.by/sn/2003/25/sn32503.html>. Загол. з екрану. – Перевірено: 23.02.2015.

Pilipenko, V. M. Problemy i opyt reshenija kompleksnoj rekonstrukcii zhiloz zastrojki v Respublike Belarus' (Problems and experience in solving complex reconstruction of residential development in the Republic of Belarus). Opyt i perspektivy jenergojefektivnogo stroitel'stva i kompleksnoj modernizacii — zakonodatel'naja baza i vozmozhnye puti reshenija problem: tez. mezhduнар. nauch.-tehn. konf.- Experience and prospects of energy-efficient construction and comprehensive modernization - Legislation and possible solutions: mes. intern. scientific and engineering. conf. Available at: <http://nestor.minsk.by/sn/2003/25/sn32503.html>. (Accessed 23 February 2015).

15. Пупкар, А. И. Модели управления развитием производственно-экономических систем / А. И. Пупкар. – Харьков: ХДЕУ, 1997. – 267 с.

Pushkar', A. I. Modeli upravlenija razvitiem proizvodstvenno-jekonomicheskikh sistem [Model of development management of industrial and economic systems]. Kharkiv, HDEU, 1997. 267 p.

16. Радкевич, А. В. Статистичне моделювання процесів капітального відновлення об'єктів / А. В. Радкевич // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2003. – Вып.25. – С. 164-171.

Radkevich, A. V. Statistichne modeljuvannja procesiv kapital'nogo vidnovlennja ob'ektiv [Statistical modeling of processes of restoration of capital]. Stroitel'stvo,

materialovedenie, mashinostroenie [Construction, materials science, mechanical engineering], Dnepropetrovsk: PSACEA, 2003. issue 25, pp. 164-171.

17. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учеб. для вузов. – 2-е изд / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Москва: Высшая школа, 1998. – 319 с.

Sovetov, B. Ja. Modelirovanie sistem: ucheb. dlja vuzov. – 2-e izd [Simulation systems: proc. for high schools]. Moscow, High School, 1998. 319 p.

18. Товченко, В. И. Модели и алгоритмы управления строительным производством / В. И. Товченко, В. С. Михайлов. – Киев: Вища школа, 1991. – 149 с.

Tovchenko, V. I. Modeli i algoritmy upravlenija stroitel'nym proizvodstvom [Models and algorithms for control of construction production]. Kyiv, High School Publ., 1991. 149 p.

19. Ушацкий, С. А. Выбор оптимальных решений в управлении строительством / С. А. Ушацкий. – Киев: Будівельник, 1998. – 200 с.

Ushackij, S. A. Vybory optimal'nyh reshenij v upravlenii stroitel'stvom [The choice of optimal solutions in construction management]. Kyiv, Builder Publ., 1998. 200 p.

20. Хатаббе, Ахмет Али. Обоснование продолжительности строительства жилищно-гражданских объектов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Хатаббе Ахмет Али; Днепропетровский инж. строит. институт. – Днепропетровск, 1993. – 17 с.

Hatatbe, Ahmet Ali. Obosnovanie prodolzhitel'nosti stroitel'stva zhilishhno-grazhdanskih ob'ektov. Avtoreferat Diss. [Rationale for the duration of the construction of housing and civil objects. Author's abstract.]. Dnepropetrovsk, 1993. 17 p.

21. Хибухин, В. П. Математические методы планирования и управления строительством / В. П. Хибухин, В. З. Величкин, В. И. Вторин. – Ленинград: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1990. – 183 с.

Hibuhin, V. P. Matematicheskie metody planirovanija i upravlenija stroitel'stvom [Mathematical methods of planning and construction management]. St. Petersburg, Stroyizdat. St. Petersburg Department, 1990. 183 p.

22. Холод, Б. И. Практика совершенствования оперативного управления / Б. И. Холод, В. А. Ткаченко, И. Л. Сазонец. – Донецк: ИЭПНАН Украины, 1997. – 297 с.

Holod, B. I. Praktika sovershenstvovanija operativnogo upravlenija [The practice of improving of the operational management]. Donetsk, IEPNAN of Ukraine, 1997. 297 p.

23. Шенон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука: Пер. с англ / Р. Шенон. – Москва: Мир, 1978. – 418 с.

Shenon, R. Imitacionnoe modelirovanie sistem – iskusstvo i nauka: preevod. s angl [Simulation of modeling systems - the art and science: trans. from English]. Moscow, 1978. 418 p.

24. Шепелев, И. Г. Математические методы и модели управления в строительстве: учеб. пособие / И. Г. Шепелев. – Москва: Высшая школа, 1980. – 213 с.

Shepelev, I. G. Matematicheskie metody i modeli upravlenija v stroitel'stve: ucheb. posobie [Mathematical methods and models of management in construction: proc. Allowance]. Moscow: Graduate school Publ., 1980. 213 p graduate School.

25. Graff, M., Greiller, R. Organization and management of computer center / M. Graff, R. Greiller. – New York: Macmillan Publishing Company, 1995. - 396 p.

26. Richard, L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – New York: McGraw-Hill, 2008. – 480 p.

27. Walckiers, A. Holistic Strategies for Energy Efficient Refurbishment of the Housing Stock / A. Walckiers // Final Report Commissioned by DG-Research, European Commission, 2006, pp. 63-74.

*Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. І. А. Соколовим (Україна); д-ром. техн. наук І. В. Трифономим (Україна)*

Поступила в редколлегию 21.01.2015

Принята к печати 24.03.2015