

© Л.М. Дадіверіна¹, Д.В. Лаухін¹, О.В. Бекетов², М.О. Вигодін¹

¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

² Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЄКТІВ КОМПЛЕКСНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

© L. Dadiverina¹, D. Laukhin¹, O. Beketov², M. Vyhodin¹

¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

² Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, Ukraine

IMPROVING METHODS FOR PLANNING RESOURCE SUPPORT FOR PROJECTS OF COMPREHENSIVE RESTORATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Мета. Вдосконалення методів планування ресурсів будівельних проєктів комплексної реконструкції та відновлення житлової міської забудови. Запропонувати модель ефективного планування матеріально-технічних ресурсів будівельних проєктів, яка забезпечить необхідну точність, оперативність розрахунків при плануванні комплексних проєктів, гарантує виконання будівельних робіт згідно затвердженим календарним графікам та дозволить підвищити ефективність планування, координацію взаємодії всіх учасників проєктів відновлення та реконструкції міської житлової забудови.

Методика. Для досягнення мети розглянуто математичну модель ефективного управління матеріально-технічними ресурсами комплексних проєктів реконструкції та відновлення міської забудови.

Результати. Розв'язок актуальних інженерних задач раціоналізації планування будівельних проєктів з використання математичної моделі ефективного управління матеріально-технічними ресурсами комплексних проєктів реконструкції та відновлення міської забудови.

Наукова новизна. Отримано математичну модель ефективного управління матеріально-технічними ресурсами комплексних проєктів реконструкції та відновлення міської забудови.

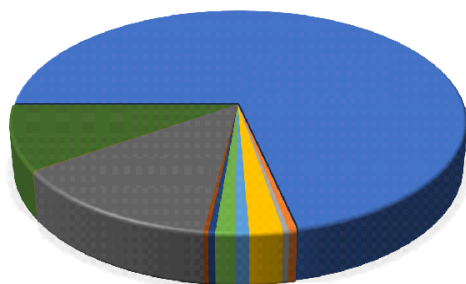
Практична значимість. Застосування запропонованої моделі ефективного управління матеріально-технічними ресурсами на базі існуючих програмних комплексів дозволяє: вдосконалити процес планування реалізації будівельних проєктів відновлення міської забудови; врахувати в проєктах комплексної реконструкції сучасних стратегій та стандартів світового ринку будівельних послуг, а саме запровадження ощадливого будівництва, основа якого – раціональне управління ресурсами на всіх стадіях реалізації проєктів комплексного відновлення міської забудови; зменшити ризики будівельних проєктів за рахунок впровадження сучасних вимог до раціонального використання матеріально-технічних ресурсів, як наслідок дотримання строків, вартості та якості, які є обов'язковими у конкурентному середовищі на ринку будівельних послуг.

Ключові слова: планування проєктів, комплексна реконструкція, управління ресурсами, моделювання ресурсного профілю.

Вступ. Після закінчення війни Україну очікує безпрецедентний проєкт відновлення. Згідно задокументованими даними за 669 днів повномасштабної війни

тільки у Дніпропетровській області було зруйновано/пошкоджено понад 10160 об'єктів цивільної інфраструктури, максимальної шкоди завдано об'єктам житлово-побутового призначення [1] (рис. 1).

Вітчизняні науковці вже зараз готуються до реалізації проєктів відновлення міської забудови. Пріоритетна задача проєктів відновлення – у найкоротші строки забезпечити людей новим житлом, замість пошкодженого або зруйнованого внаслідок російської агресії. Ця проблема передбачає не тільки відновлення житлового фонду, а й суттєве прискорення темпів реалізації будівельних проєктів.



Вид об'єктів	Кількість
Будівлі житлово-побутового призначення	7257
Будівлі лікувально-оздор. закладу	50
Об'єкти культурно-розважального закладу	36
Будівлі освітньо-виховного закладу	208
Будівля державної установи	87
Об'єкти транспортної інфраструктури	119
Господарчі угіддя, ліси	43
Будівлі культурного призначення	29
Об'єкти інфраструктури життєзабезпечення	1364
Історичні пам'ятки	6
Мости	1
Транспортні засоби (автомобіль, судно)	960
Загалом об'єктів	10160

Рис. 1. Об'єкти цивільної інфраструктури, які зруйновані або пошкоджені у Дніпропетровській області

Збільшення масштабів та ускладнення проєктів відновлення міської забудови пов'язано з тим, що наряду із проблемою відновлення пошкоджених або зруйнованих об'єктів існує актуальна проблема реконструкції будинків перших масових серій житлового фонду, які морально та фізично застаріли та не відповідають сучасним світовим вимогам та стандартам. Згідно зі статистичними даними, отриманими від органів місцевого самоврядування у 2019 році, на території України налічується 30380 багатоквартирних житлових будинків віднесених до застарілого житлового фонду [2] (рис. 2).

Спираючись на світовий досвід [3–5], при плануванні відновлення житлового фонду раціонально та економічно доцільно є використання комплексних будівельних проєктів відновлення та реконструкції міської забудови. Комплексні проєкти відновлення міської забудови повинні передбачати використання новітніх методів планування, організації та управління будівельним виробництвом та забезпечити відновлення за принципом «Build Back Better», тобто зробити «Краще, ніж було», що сприятиме активній інтеграції та повноцінне членство України в ЄС. Планування реалізації таких масштабних унікальних проєктів ставить перед інженерами та науковцями безпрецедентні виклики та складні задачі, які необхідно ефективно вирішувати в умовах мінімальних строків та обмеження всіх видів матеріально-технічних, трудових та фінансових ресурсів [3, 6–8].

Відновлювальні роботи в Україні ведуться вже зараз, але ці роботи ведуться точково внаслідок того, що частина території України підконтрольна ворогові або безпосередньо прилягає до лінії фронту.

При плануванні проєктів комплексної реконструкції міської житлової забудови необхідно враховувати два можливих варіантів відбудови: 1) нове будівництво об'єктів замість тих, що зазнали значних пошкоджень або зруйновані; 2) відновлення, реконструкція, реставрація, капітальний чи поточний ремонт, із обґрунтуванням технічної можливості та економічної доцільності відновлення. Окремо для пошкодженої історичної забудови розглянути варіант ревіталізації та перепрофілювання будівель задля їх подальшої експлуатації [4, 9].

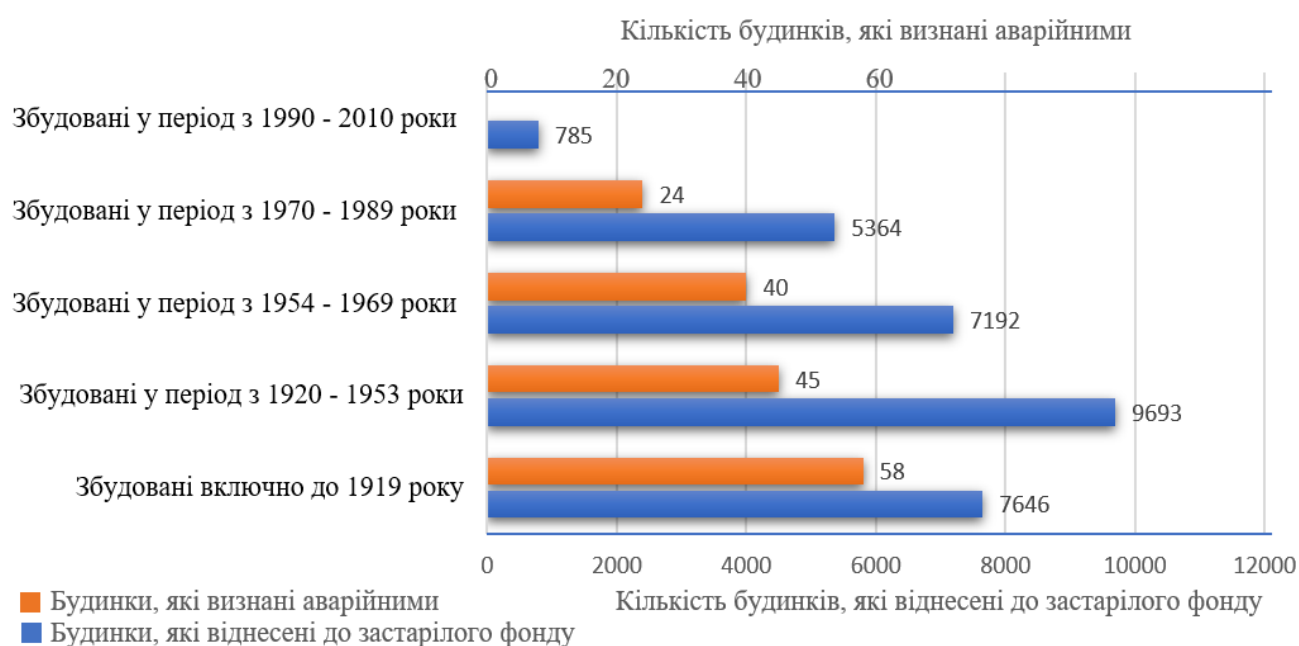


Рис. 2. Статистичні данні кількості багатоквартирних житлових будинків, які віднесені до застарілого житлового фонду на території України

Кардинальне змінення вектору направленості майбутньої стратегії проєктів відновлення міської забудови, повинно базуватися на сучасних стандартах та засадах, таких яких:

- безпека (наявність бомбосховища, пожежних виходів тощо);
- енергоефективність (кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході) [10];
- інклюзивність будівель та споруд, створення безбар'єрного простору (проєктування, будівництво нових та реконструкція, реставрація, капітальний ремонт та технічне переоснащення існуючих житлових будинків та громадських будівель і споруд, а також на розумне їх пристосування з урахуванням потреб маломобільних груп населення) [11];
- стале відновлення (яке задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби) [12];

– модернізація будівельної галузі (використання новітніх світових досягнень у всіх сферах будівельної галузі) [13];

– створення сталих та людиноцентричних міст (екологічність урбанізації, паритетність економіки замкнутого циклу - модель безвідходного виробництва з комплексним переробленням сировини [14] стратегічне планування, «зелений» транспорт, фінансово доступне житло, комфортність психічна та фізична, концепція «місто 15 хвилин» тощо) [4, 5].

Комплексний та системний підхід до містобудування та реконструкції міської забудови як окремого цілісного напрямку досліджувались у монографіях та науковій статтях вітчизняних вчених: Т.М. Апатенко, М.В. Биваліна, В.М. Вадимова, М.М. Габреля, В.П. Дмитрука, В.І. Єжова, Є.Є. Ключніченко, Т.С. Кравчуновської, А.М. Плешкановської, Я.М. Шеремета та ін.

Питання реконструкції в більшості цих робіт розглядаються на загальному рівні у зв'язку їх проблематикою містобудування, недостатньо приділено уваги ресурсному забезпеченню комплексних проєктів реконструкції міської забудови. В наслідок зміни умов та масштабів реконструкції та відновлення, питання раціонального планування ресурсного профілю проєктів комплексної відбудови набуло гострої актуальності.

Основна частина. Раціональне планування ресурсного профілю проєктів комплексної відбудови – це система складних багатofакторних задач, рішення яких базується на ефективному управлінні ресурсами проєктів на всіх етапах життєвого циклу [15–18].

Ефективне управління ресурсами проєктів відновлення міської забудови передбачає рішення комплексної багатоваріантної задачі оптимального планування та розподілу обмежених ресурсів. Аналіз ресурсного профілю проєкту комплексної реконструкції міської забудови вимагає значних матеріальних та часових витрат та залучення висококваліфікованих фахівців.

Несвоєчасне або неякісне виконання планових розрахунків потреби у матеріально-технічних ресурсах призводять до перевитрат, збитків, порушення графіків поставок за контрактами, як наслідок, зривів планів матеріально-технічного забезпечення як окремих будівельно-монтажних робіт так і реалізації будівельних проєктів в цілому [19, 20].

Недостатньо ефективно здійснюється регулювання процесів перспективного планування і оперативного управління матеріальним-технічним забезпеченням, що обумовлює значні втрати на всіх стадіях реалізації будівельних проєктів. Планування та управління матеріально-технічними ресурсами потребують удосконалення форм та методів, які використовуються [21].

Існуюча методологія розрахунку потреби в матеріальних-технічних ресурсах не забезпечує необхідну оперативність та якість обробки великої кількості документації, необхідної для обґрунтування ресурсного профілю комплексного будівельного проєкту реконструкції та відновлення житлової забудови. На наш погляд, вирішення цієї проблеми не можливо без, використання методів математичного моделювання та сучасних прикладних програмних комплексів в умовах відповідного інформаційного та технічного забезпечення.

Таким чином вирішення проблеми раціонального планування матеріально-технічним забезпеченням проєктів комплексної реконструкції та відновлення житлової міської забудови, на основі удосконалення моделей та методів управління ресурсами будівельних проєктів є актуальною. Це дозволить підвищити ефективність планування, координацію взаємодії всіх учасників проєктів відновлення та гарантує виконання будівельних робіт згідно затвердженим календарним графікам.

Комплексні проєкти відновлення міської житлової забудови складаються з окремих будівельних проєктів, об'єднаних загальною продукцією. Потреби в ресурсах комплексного будівельного проєкту складається із потреби в ресурсах окремих проєктів. Плани реалізації окремих будівельних проєктів пов'язані між собою у часі та просторі згідно зведеному календарному графіку реалізації комплексного проєкту. Потреба в ресурсах окремого будівельного проєкту визначається із урахуванням:

- структури комплексного проєкту відновлення міської забудови;
- перспективного та стратегічного календарного планування;
- структури та обсягів запланованих будівельно-монтажних робіт;
- термінів їх виконання;
- норм витрат на одиницю продукції.

Для моделювання витрати ресурсів необхідно виконати їх загальну реструктуризацію. З урахуванням призначення, найменування, обсягу та місця витрачання, всі використовувані ресурси можна об'єднати у такі основні структурні групи витрат:

- загальна потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для реалізації комплексного будівельного проєкту відновлення та реконструкції при поточному (на календарний рік) календарному плануванні – $PRasj$;
- загальна потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для реалізації окремого проєкту s , що входить у склад комплексного будівельного проєкту ($s = 1, 2, 3 \dots S$) – $Rasj,s$;
- загальна потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для виконання роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) об'ємом $V_{i,s}$ при реалізації проєкту s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$) – $Rasj,i,s$;
- добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для реалізації комплексного будівельного проєкту на z -й ($z = 1, 2, 3, \dots, Z$) день планового періоду – $SPRasj,z$;
- добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для реалізації проєкту s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$) на z -й ($z = 1, 2, 3, \dots, Z$) день виконання річного плану робіт – $SRasj,s,z$;
- добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) необхідна для виконання роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) проєкту s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$) на z -й ($z = 1, 2, 3, \dots, Z$) день його реалізації – $SRasj,i,s,z$.

Так як j -й ресурсний потенціал, необхідний для реалізації комплексного будівельного проєкту відновлення при поточному (на календарний рік) календарному плануванні – $PRasj$ ($j = 1, 2, 3, \dots, n$), складається з j – ресурсних потреб реалізації окремих проєктів s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$), то розрахунок річної потреби в розглянутому ресурсі для реалізації комплексного будівельного проєкту – $PRasj$ може бути зведений до розрахунку ресурсних потреб окремих проєктів:

$$PRas_j = \sum_{s=1}^S Ras_{j,s} \quad (1)$$

В свою чергу, сумарна потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) проекту s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$) визначиться сумою потреб у розглянутому ресурсі всіх робіт проекту:

$$Ras_{j,s} = \sum_{i=1}^m Ras_{j,i,s} \quad (2)$$

Потреба у розглянутому ресурсі окремо взятої роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) визначається за формулою:

$$Ras_{j,i} = \sum_{s=1}^{s=S} Ras_{j,i,s} \quad (3)$$

У свою чергу добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для реалізації комплексного будівельного проекту в z -й день ($z = 1, 2, 3, \dots, Z$) визначається:

$$SPRas_{j,z} = \sum_{s=1}^S \frac{Ras_{j,i,s}}{T_{i,s}}, \quad (4)$$

де $T_{i,s}$ – час, протягом якого виконується робота j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) на об'єкті s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$). Якщо ж робота i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) у розглянутий день на об'єкті s ($s = 1, 2, 3, \dots, S$) не виконується, то $Ras_{j,i,s}$ приймається рівним нулю ($Ras_{j,i,s} = 0$).

Необхідно зазначити, що добова потреба у розглянутому ресурсі для реалізації комплексного будівельного проекту може бути визначена лише тоді, коли розроблено графіки виконання робіт із зведення всіх будівель та споруд, які входять у склад комплексного проекту.

Значно простіше моделюється добова потреба в ресурсі, який аналізується (контролюється) для зведення окремих будівель та споруд. Добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) для зведення окремої будівлі чи споруди:

$$SRas_{j,s} = \sum_{i=1}^m \frac{Ras_{j,i} \cdot V_{i,s}}{t_{i,s}}, \quad (5)$$

де $Ras_{j,i}$ – нормативна витрата ресурсу j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) на одиницю обсягу роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$); $V_{i,s}$ – об'єм роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) в одиницях, на які встановлено норми витрати ресурсу, що аналізується; $t_{i,s}$ – час, протягом якого планується виконання роботи i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) на об'єкті s .

Схему-модель планування ресурсного профілю будівельних проектів комплексної реконструкції житлової міської забудови представлено на рис. 3.

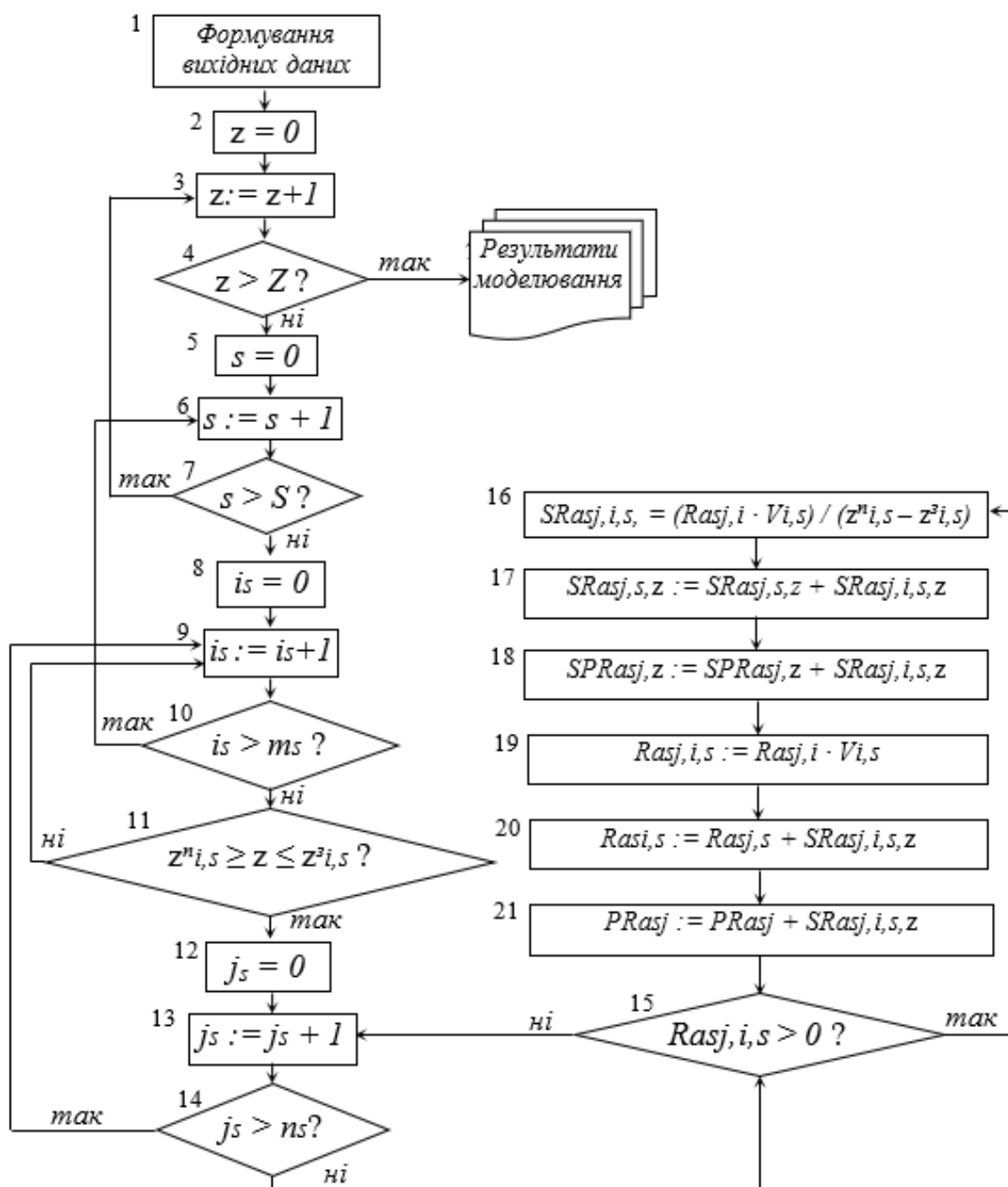


Рис. 3. Модель проектування ресурсних профілів будівельних проєктів комплексної реконструкції житлової міської забудови

Опишімо окремі кроки моделювання ресурсного профіля будівельних проєктів комплексної реконструкції житлової міської забудови.

На першому кроці моделювання формуються вихідні дані моделювання: перелік та обсяги робіт проєктів виробничої програми, планові терміни початку та закінчення ($z^{ni,s}$ та $z^{zi,s}$), норми витрати матеріальних ресурсів на одиницю обсягу.

На кроках 2, 3 та 4 моделюються порядкові робочі дні запланованого періоду. Якщо ж у процесі моделювання розглянуто усі робочі дні календарного року, то моделювання завершується, видаються результати досліджень.

На кроках 5, 6 та 7 моделювання організовується розгляд всіх проєктів s , реалізація яких планується у плановому періоді.

На кроках 8, 9 та 10 – здійснюється розгляд усіх ms робот проєктів $s = 1, 2, \dots, S$. Якщо у z -й день роботи j проєкту s не заплановано ($z^{ni,s} \geq z \leq z^{fi,s}$), то після кроку 11 здійснюється перехід на крок 9, де вибирається наступна робота плану.

Кроки – 12, 13 та 14 організовується розгляд усіх матеріальних ресурсів, які можуть використовуватися при реалізації розглянутого проєкту.

Якщо розглянуті всі ресурси, то моделювання переходить з кроку 14 на 9, де здійснюється перехід до наступної роботи проєкту, що розглядається.

Крок 15 – визначається, чи використовується при виконанні роботи i ресурс j . Якщо він не використовується, то здійснюється перехід до розгляду наступного ресурсу (крок 13).

На наступних кроках здійснюється моделювання потреби в ресурсах у наступних рівнях:

1. Потреба ресурсу j ($j = 1, 2, \dots, n$) для виконання роботи i ($i = 1, 2, \dots, ms$) проєкту s ($s = 1, 2, \dots, S$) на z -й день для реалізації комплексного будівельного проєкту на планований період (крок 16).

2. Добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, \dots, n$) проєкту s ($s = 1, 2, \dots, S$) на z ($z = 1, 2, \dots, Z$) реалізації річної програми (крок 17).

3. Загальна добова потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, \dots, n$) на z -й день ($z = 1, 2, \dots, Z$) реалізації програми (крок 18).

4. Потреба ресурсу j ($j = 1, 2, \dots, n$), для роботи i ($i = 1, 2, \dots, ms$) проєкту s ($s = 1, 2, \dots, S$) – крок 19.

5. Потреба ресурсу j ($j = 1, 2, \dots, n$) для реалізації проєкту s ($s = 1, 2, \dots, S$) – крок 20.

6. Загальна потреба у ресурсі j ($j = 1, 2, \dots, n$) для реалізації річної програми комплексного проєкту.

Потреба у матеріальних ресурсах визначається на кроці 22 у наведених вище рівнях моделювання після розгляду всього періоду планування реалізації комплексного проєкту реконструкції міської забудови.

Розроблена модель планування ресурсного профілю будівельних проєктів комплексної реконструкції житлової міської забудови дозволяє підвищити ефективність планування, координацію взаємодії всіх учасників проєктів відновлення та гарантує виконання будівельних робіт згідно затвердженим календарним графікам також може бути основою для розробки прикладних програм проєктування відновлення житлової міської забудови.

Висновки. 1. Проєкти відновлення міської забудови – це система складних багатофакторних задач, що потребує комплексного підходу та поєднання інноваційної методології управління проєктами та раціонального організаційно-технологічного моделювання. Цей синтез закладає міцну основу для майбутніх досліджень у напрямку оцінки можливості реалізації комплексних будівельних проєктів, одним із основних критеріїв якої є планування раціонального ресурсного профілю проєкту.

2. Необхідність врахування в проєктах комплексної реконструкції сучасних стратегій та стандартів світового ринку будівельних послуг, передбачає запровадження ощадливого будівництва, основа якого – раціональне управління ресурсами на всіх стадіях реалізації проєктів комплексного відновлення міської забудови.

3. Запропонована модель визначення потреби в матеріальних ресурсах на основі математичного моделювання планів реалізації комплексних будівельних проєктів, дозволяє: – вдосконалити процес планування матеріального забезпечення реалізації будівельних проєктів; – підвищити оперативність і точність планових розрахунків; – зменшити ризики будівельних проєктів за рахунок дотримання сучасних вимог до строків, вартості та якості, які є обов'язковими у конкурентному середовищі на ринку будівельних послуг.

Перелік посилань

1. 669 днів повномасштабної війни в Дніпропетровській області: узагальнення подій. (n.d.). Українська Гельсінкська спілка з прав людини. <https://www.helsinki.org.ua/articles/303892/>.
2. Необхідність удосконалення законодавства із реконструкції застарілого житлового фонду. (n.d.). БудЕксперт. <https://expert1.org.ua/neobhidnist-udoskonalennya-zakonodavstva-iz-rekonstrukciyi-zastarilogo-zhytlovogo-fondu/>.
3. Голуб А. «Build Back Better». За цим принципом пропонують відбудувати Україну, але в чому саме він полягає?. (n.d.). Український тиждень. <https://tyzhden.ua/build-back-better-za-tsym-pryntsyptom-proponuiut-vidbudovuvaty-ukrainu-ale-v-chomu-same-vin-poliahaie/>.
4. Меттью Белл. Варто вже зараз замислитися, який вигляд матимуть українські міста після перемоги. (n.d.). *Pragmatika*. Retrieved from <https://pragmatika.media/mettiu-bell-varto-vzhezarez-zamyslytysia-iakyi-vyhliad-matymut-ukrainski-mista-pislia-peremohy/>.
5. Обух В. (n.d.). Чим прислужиться Україні світовий досвід повоєнної відбудови. Укрінформ. <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3690887-cim-prisluzitsa-ukraini-svitovij-dosvid-povoennoi-vidbudovi.html>
6. Городніченко Ю. (n.d.). Відбудувати краще, ніж було: основні принципи відновлення України. *Економічна правда*. <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/12/13/694934/>.
7. Закон України про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду (2007). *Відомості Верховної Ради України*, 10, 88. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16#Text>
8. *Проєкт Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Аудиту збитків, понесених внаслідок війни»* (2022). Національна рада з відновлення України від наслідків війни. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/audit-of-war-damage.pdf>
9. Закон України про регулювання містобудівної діяльності (2011). *Відомості Верховної Ради України*, 34, 343. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
10. Закон України про енергетичну ефективність (2022). *Відомості Верховної Ради України*, 2, 8. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
11. ДБН В.2.2-40:2018. *Інклюзивність будівель і споруд*. (2018) Мінрегіон України. <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/03/DBN-V2240-2018.pdf>
12. *Цілі сталого розвитку: завдання та індикатори*. (2017). Міністерство економічного розвитку та торгівлі України. Програма розвитку ООН в Україні. <https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/sustainable-development-report/sustainable-development-goals--targets-and-indicators.html>
13. Lavrukina, K. (2020). Innovative activity of building enterprises as a factor of sustainable economic development. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Economy and Management*, 70(2). <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-2-36>

14. Бенч, Н. (2021). Урбанізація майбутнього: як потрібно розвивати сталі й «розумні» міста. <https://mind.ua/openmind/20225282-urbanizaciya-majbutnogo-yak-potribno-rozvivati-stali-j-rozumni-mista>
15. Микитюк, П. П., & Микитюк, Ю. І. (2022). *Управління системою забезпечення матеріально-технічними ресурсами в будівництві: монографія*. ЗУНУ.
16. Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором Стратегічні дії щодо роботи будівельного сектору: рушійна цінність, інновації та зростання (n.d.). EU BIM (EUBIMTG). https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017_EU-BIM-Handbook_ua.pdf
17. Броневицький, А. П. (2015). Економіко-математичне моделювання будівельних процесів ревіталізації промислових будівель. *Містобудування та територіальне планування* : наук. – техн. зб. КНУБА, 58, 41–46. <https://repository.knuba.edu.ua/items/c2600aa3-181c-4b25-8afe-7a6b23fae053>
18. Шатов, С. (2016). Матеріально-технічне забезпечення процесів розбирання зруйнованих будівельних об'єктів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 9, 22–28. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2016_9_4
19. Антипенко, Е. Ю., Приходько, Д. О., Доненко, І. В., Чуприна, Ю. А., & Бобраков, А. А. (2010). Моделювання ресурсних потокових характеристик будівельних проектів. *Управління розвитком складних систем*, 4, 5–8.
20. Карабаник, С. М. (2020). Планування обсягів постачань матеріальних ресурсів в будівництві. Частина 1. *Економічний аналіз*, 30(1), 225–230.
21. Торкатюк, В. І., Козинська, І. О., Васильєв, Д. І., Кулік, В. Т., Денисенко, А. П., Хохова, А. В. (n.d.). Особливості управління ресурсами і витратами в будівництві. <https://core.ac.uk/download/pdf/11335303.pdf>

ABSTRACT

Purpose. Improvement of methods of resource planning of construction projects of complex reconstruction and restoration of residential urban development. To propose a model of effective planning of material and technical resources of construction projects, which will ensure the necessary accuracy and efficiency of calculations in the planning of complex projects, guarantee the execution of construction works according to the approved calendar schedules and will allow to increase the efficiency of planning, coordination of the interaction of all participants of restoration projects and reconstruction of urban residential buildings.

The methods. To achieve the goal, a mathematical model of effective management of material and technical resources of complex projects of reconstruction and restoration of urban buildings is considered.

Findings. Solving current engineering problems of rationalizing the planning of construction projects using a mathematical model for the effective management of material and technical resources of complex projects for the reconstruction and restoration of urban residential buildings.

The originality. A mathematical model of effective management of material and technical resources of complex projects of reconstruction and restoration of urban development was obtained.

Practical implementation. A model for effective management of material and technical resources based on existing software systems is proposed. The model allows us to improve the process of planning the implementation of construction projects for the restoration of urban development. The model takes into account modern strategies and standards of the global construction services market in complex reconstruction projects. It allows the use of economical construction, the basis of which is the rational management of resources at all stages of the implementation of projects for the

comprehensive restoration of urban development. The use of the methodology makes it possible to reduce the risks of construction projects through the introduction of modern requirements for the rational use of material and technical resources. This will reduce time and cost while improving quality, which are mandatory in a competitive environment in the construction services market.

Keywords: *planning projects, complex restoration, resource management, modeling of resource profile.*