

УДК 339.03:69.003: 624.05

д.т.н. Антипенко Є.Ю.,
Запорізька державна інженерна академія

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ОНОВЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ БАЗИ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

В статті проаналізовано сучасну теоретичну базу сітьового планування та моделювання будівельного виробництва та визначено подальші напрямки її розвитку.

Ключові слова: сітьове моделювання, планування, управління, орієнтований граф, дуга, контур, цикл.

Актуальність теми. Широке поширення сітьового моделювання при рішенні практичних завдань планування і управління обумовлене тим, що воно дозволяє застосовувати математичні методи і сучасну обчислювальну техніку при дослідженні складних процесів, підвищувати ефективність планування і управління такими процесами, а ключовим питанням, при цьому, є здійснення організаційно-технологічного і ресурсно-календарного планування і моделювання з виробленням відповідних графіків, планів, рекомендацій і рішень, максимально наближених до умов реалізації будівельно-інвестиційного проекту і наявних обмежень разом з можливістю оперативного управління процесом планування на основі сітьового моделювання, що і робить питання вдосконалення теоретичної бази сітьового планування та моделювання і сьогодні.

Мета та задачі дослідження полягають у аналізі сучасної теоретичної бази сітьового планування та моделювання будівельного виробництва (типу роботи-дуги) та визначенні подальших напрямків її розвитку.

Матеріал дослідження. Припустимо необхідно вирішити наступне, поширене на практиці, завдання: з урахуванням часового чинника, на основі переліку робіт і подій побудувати сітьовий графік, визначити його параметри, оптимізувати графік та виконати прив'язку до календарних термінів, скласти оперативно-виробниче завдання і провести необхідний комплекс робіт на стадії оперативного управління роботами проекту.

Послідовність рішення цієї задачі можна розділити на наступні етапи:

1. Побудова сітьової моделі.
2. Визначення часових оцінок тривалості та економічних показників робіт проекту.
3. Вибір методики розрахунку.
4. Розрахунок сітьової моделі.

5. Визначення критичного процесів, робіт, шляху тощо.

6. Оптимізація сітьової моделі по досліджуваному критерію.

7. Прив'язка сітьової моделі проекту до термінів виконання робіт і визначення планового завдання виконавцям робіт (безпосередньо ресурсно-календарне планування).

8. Оперативне управління і контроль за ходом виконання робіт.

Необхідно відмітити, що для подібних завдань описана вище послідовність рішення застосовується повсюдно, проте, в більшості випадків вироблені календарні плани і планові завдання не забезпечують виконання обмежень (задані терміни, об'єми фінансування, якість кінцевого продукту і так далі) у досягненні цілей будівельно-інвестиційного проекту.

Виникає питання: як зробити сітьові методи ефективнішим інструментом координації різних етапів виконання проектів (укладення договорів з підрядними організаціями, фінансування, постачання матеріалами, устаткуванням і робочою силою, виробництва робіт і вступу споруд і установок в експлуатацію). При відповіді на це питання необхідно досягти того, щоб моделі сітьового планування, управління та моделювання:

1) відповідали сучасним вимогам організаційно-технологічного планування будівництва, врахування багатокритеріальності організаційних, технологічних, економічних, управлінських та інших процесів реалізації будівельних проектів;

2) ґрунтувалися на провідних тенденціях та розробках в областях економіко-математичного та організаційно-технічного моделювання, одно- та багатокритеріальній оптимізації, методів та моделей прийняття рішень, організації відповідних ефективних заходів, засобів та структур управління із подальшою взаємоув'язкою у єдину методологію;

3) опиралися на відповідно оновлену науково-аналітичну теоретико-методологічну розрахункову базу планування, моделювання, управління та аналізу будівельних процесів із дотриманням вимог сучасної ринкової системи, ринку будівельних послуг, чинного національного законодавства, новітнім технологіям будівництва тощо;

4) спиралися на достовірну інформацією, яка враховує не лише часові і техніко-економічні показники проекту, а й умови роботи, загальні та специфічні положення договору підряду, особливості учасників проекту, їх цілі і інтереси та інші існуючі унікальні обмеження різної природи;

5) забезпечували адекватне відображення структури та процесів і обмежень будівельних проектів, сприяли ефективному узгодженню використання трудових, матеріальних і фінансових ресурсів у процесі планування, моделювання та управління будівельним виробництвом;

б) надавали ресурсно-календарні плани результативної та раціональної реалізації будівельних процесів та проектів з формуванням обґрунтованої та достовірної картини щодо стану будівельного проекту із одержанням реальних показників, по відношенню до кінцевих результатів.

Існуючі методи класичного сітьового планування та моделювання будівельного виробництва, що, на даний момент, широко використовуються, не в змозі вирішити поставлені проблеми і врахувати багатofакторність реалізації сучасних будівельних процесів. В даний час при використанні найбільш прогресивного способу відображення структури і взаємозв'язків проекту використовуються сітьові графіки, які відносяться до класу орієнтованих направлених безконтурних ациклічних графів. Розглянемо кожен зі згаданих характеристик цього типу графів.

Орієтованим графом (коротко оргграф) називається граф, ребрам якого присвоєно напрямок. Спрямовані ребра іменуються також дугами, а в деяких джерелах і просто ребрами.

Орієтованим графом $G = (V, E)$ є пара множин, де V - множина вершин (вузлів), E - множина дуг (орієтованих ребер). Дуга - це впорядкована пара вершин (v, w) , де вершину v називають початком, а w - кінцем дуги. Можна сказати, що дуга $v \rightarrow w$ веде від вершини v до вершини w , при цьому вершина w суміжна з вершиною v [2].

Очевидно, що будівельні процеси та їх обмеження чітко орієтовані, і мають або фізичний, або смисловий напрямок, відповідно ця властивість графів (сітьових моделей) незаперечлива та сприяє коректному відображенню системи будівельного проекту в процесі планування.

Направлений граф - це орієтований граф, в якому дві вершини з'єднуються не більш ніж однією дугою. Враховуючи багатоваріантність будівельного виробництва, необхідність моделювання процесів і обмежень різної природи походження властивість цього типу графів значно звужує можливості теоретичного і методологічного апаратів сітьового моделювання, планування та управління і обмежує їх науково-аналітичні здібності справжнього відображення аналізованих будівельних процесів. Ці обмеження сітьового моделювання, планування та управління пропадають при використанні в її основі ненаправлених (простих) графів, в яких дві вершини можуть з'єднуватися двома і більше смисловими дугами (ребрами).

Контур - замкнутий шлях у організаційно-технологічному графі. У класичній теорії сітьового моделювання, планування та управління будівництвом контури відсутні в силу того, що існуючі моделі, на практиці, базуються не на повних смислових засадах класу орієтованих графів, а обмежені правилом «збільшення порядкового номера кінцевих вершин ребер»

модельованих процесів, що вказує на використання тільки орієнтованих шляхів орієнтованого графа [1].

Орієнтованим шляхом у організаційно-технологічному графі називають кінцеву послідовність вершин v_i , ($i = 1, \dots, k$), для якої всі пари (v_i, v_{i+1}) , ($i = 1, \dots, k-1$) є (орієнтованими) ребрами.

Таким чином, клас графів, що застосовується у класичній теорії сітьового моделювання, планування та управління обмежує науково-аналітичні здібності справжнього відображення будівельних процесів та не дозволяє відобразити усі існуючі тимчасові обмеження та взаємозв'язків у графоаналітичних моделях будівельного виробництва.

Слід зауважити, що обмеження можуть накладатися як на увесь будівельно-інвестиційний проект в цілому, так і на окремі його частини, а також на довільні пари подій. Цей факт значно ускладнює попередній аналіз мережі і знаходження базового допустимого календарного плану з метою проведення подальшої оптимізації за вибраним критерієм.

Для малих мереж рішення таких протиріч не складе великої складності і може бути виконано шляхом детального розгляду відповідних місць суперечливих рішень та перегляду необхідних сітьових параметрів.

Для середніх і великих мереж виявлення і усунення таких протиріч "вручну" представляється неможливим через ускладнення і насичення початкової моделі. При цьому дуже часто часові обмеження можуть накладатися на таку пару подій або частин проекту, які не пов'язані сітьовими обмеженнями, що також відбивається на складності визначення допустимих підкритичних і критичних проектних складових.

По своєму сенсу багато які із заданих обмежень аналогічні сітьовим обмеженням та є логічними технологічними, управлінськими, організаційними, часовими та іншими взаємозв'язками між окремими подіями мережі. Такі обмеження мають вигляд і часову оцінку таку ж, як і для звичайних процесів сітьової моделі.

Проте, враховуючи те, що задані обмеження накладаються з міркувань іншого характеру, чим сітьові обмеження при формуванні моделі, вони відповідно, можуть відображувати і так звані "зворотні зв'язки" і часові обмеження, що призводить до виникнення в сітьовій моделі зворотних дуг, дуг з від'ємною часовою характеристикою, а також наявності контурів та циклів. Таким чином, для відображення існуючих обмежень теоретична база сітьового моделювання, планування та управління повинна враховувати наявність неорієнтованих путей у орієнтованих графах, що вказує на потребу врахування та вирішення методико-аналітичних питань сітьового моделювання, планування та управління, пов'язаних із виникненням контурів.

Ациклічний граф - випадок графа, в якому відсутні цикли, тобто шляхи, що починаються і кінчаються в одній і тій же вершині. Таким чином, ця властивість сітьових моделей унеможлиблює використання директивних обмежень безпосередньо у якості ребер (дуг) задля їх урахування під час виконання аналізу та моделювання календарних та ресурсних складових проекту.

Цикл - замкнутий ланцюг. Для орграфів цикл називається контуром. Це поняття застосовується при оптимізації сітьових моделей, а саме під час аналізу сітьової моделі та пошуку контурів додатної довжини, та алгоритмічного виключення цієї суперечки між сітьовими характеристиками чи обмеженнями.

Висновки. Узагальнюючи вищевикладене, приходимо до висновку, що для розширення *можливостей* сітьового моделювання, планування та управління та впровадження нової теоретичної бази з раціонального узгодження наявних та суперечливих вимог і обмежень технологічних, організаційних, управлінських, економічних та інших чинників будівельного виробництва потрібна подальша модифікація існуючої бази сітьового моделювання, планування та управління та її розширення і оновлення за рахунок використання класу орієнтованих ненаправлених контурно-циклічних графів.

Перелік використаної літератури

1. Оре О. Теория графов / О. Оре – М.: УРСС, 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-397-00044-4.
2. Трохимчук Р.М. Теорія графів. — Навчальний посібник / Р.М. Трохимчук — К: РВЦ «Київський університет», 1998. — ISBN 966-594-043-0

Аннотація

В статті проаналізована сучасна теоретична база сітьового планування і моделювання будівельного виробництва і визначені подальші напрями її розвитку.

Ключові слова: сітьове моделювання, планування, управління, орієнтований граф, дуга, контур, цикл.

Annotation

The paper analyzes the theoretical basis for modern network planning and modeling of building production and identified future directions of its development.

Keywords: network planning, modeling, management, directed graph, arc, contour, cycle.