

УДК 624.05:69

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.42.5>**Чебанов Т.Л.**

к.т.н., доцент,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID ID: 0000-0002-8814-971X

ДИНАМІКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ В БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДУЛЬНИХ СИСТЕМАХ

***Анотація.** Технологія будівельного виробництва розглядає процеси перетворення предметів праці в продукти праці шляхом різних динамічних перетворень (впливів) з використанням знарядь праці, – машин і механізмів. Зміст перетворень, його структура описується відповідними технологічними системами. Процес перетворення, що моделюється як такі системи, описується моделями структури системи перетворення. Тим самим, завдяки впливу різних виконавців на зміну властивостей об'єкта і відбуваються перетворення.*

Система у вигляді будівельного процесу має свою структуру з відповідною ієрархією, – підпорядкованістю її елементів з багаторівневою структурою. Складні системи розподіляють підсистеми з метою оптимізації їх елементів шляхом формалізації процедур проектування та створює метод проектування багатофункціональних систем.

Технологічна система містить узгоджені сукупності параметрів, показників і характеристик складових, що виражають технологічні потреби робочої операції. Це означає, що предметне забезпечення виконавцями, машинами, інструментами, матеріалами, параметри, показники та характеристики яких перебувають у повній відповідності з цими потребами, забезпечує нормальний початок реалізації впливу. Саме за цієї умови складові робочої операції починають взаємодіяти так, як це передбачено в моделі.

Відкриті системи з елементами – модулями та адаптивними стійкими взаємозв'язками, що забезпечують їх оперативне перетворення під впливом змін умов виконання робіт чи параметрів технології складають суть їх динамічного розвитку

Одним із ефективних способів реалізації таких багатофункціональних динамічних технологічних систем є використання універсальних будівельних та дорожніх машин та механізмів, а також ручного інструменту.

Ключові слова: динаміка будівельного процесу; багатофункціональні технологічні системи; будівельні технології; будівельні машини; смінні робочі органи.

Вступ. Технологія будівельного виробництва – це комплексна наука, завдання якої полягає в тому, щоб обґрунтувати структуру процесу виконання різних процесів, створювати основи економічно раціональних комбінацій використання робочої сили та засобів виробництва що забезпечать ефективніше використання наявних ресурсів, збільшення обсягу вироблюваної продукції з можливо меншими витратами. Технологічна та економічна ефективність залежить від того, наскільки в процесі проектування багатофункціональних будівельних систем забезпечуються зв'язки і взаємодії між її елементами, управління ними в такій мірі, якої вимагають умови та методи промислового виробництва. Будівельне виробництво функціонує

за законами багатьох наук. Для досягнення поставленої мети в будівництві людина діє на об'єкти праці (сировина, матеріал, продукція) через відповідні засоби праці (техніка різного виконання).

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження динамічних перетворень в процесі реалізації технології будівництва при зведення будівель та споруд розглядали багато вчених в Україні. Черненко В. К. розробив класифікацію методів монтажу будівельних конструкцій [1]. Створено відповідну класифікацію. Два принципових методи піднімання (переміщення) будівельних конструкцій в подальшому розподілено по напрямкам переміщення (горизонтальний, вертикальний та радіальний), групам методів монтажу (наро-

щуння, підрощуння, приєднання, переміщення, поворот) та різні прийоми виконання піднімання. Результати виконаних досліджень були використані в практичних матеріалах, зокрема довідниках [2] по монтажу будівель та споруд, що витримали декілька перевидань.

Тонкачєєв Г. М. створив оригінальну систему формування комплектів будівельної оснастки [3]. Її основою є функціонально-модульний підхід. У Підтверджено гіпотезу про те, що структура комплектів оснастки може бути обмеженою безліччю функціональних модулів і відносин між ними. Для виконання функцій процесу зведення збірно-монолітних будівель і споруд та реалізації кожної окремої функції існує окреме пристосування або його складова частина, які, можуть виготовлятися і експлуатуватися відокремлено або об'єднуватися в компоновки функціональних модулів [4].

Системи пристроїв для монтажу легких металевих конструкцій вивчав Федоренко П. П. [5]. Обґрунтовано і розроблено основи технології зведення спеціальних одноповерхових промислових будівель з використанням різних пристроїв, в т.ч. автоматичних та напівавтоматичних.

Шпакова Г.В. розробила засади розвитку біосферного будівництва з позицій будівельних технологій, захисту екології та економічної доцільності їх формування [6]. Запроваджені в роботі інновації дозволяють на рівні адміністрування еко-соціоспрямованими будівельними проектами та цільовими інвестиційними програмами (локальними, груповими, глобальними) забезпечити зниження антропогенного впливу процесів будівництва на довкілля впродовж всіх етапів/стадій життєвого циклу бізнес-екосистеми. В авторському тлумаченні біосферосумісність обґрунтовано як «особливий тип комплексної соціоеколого-економічної (складної та відкритої) системи, що централізовано підпорядковується нормативно-дозвільній базі актів у проектуванні, будівництві та експлуатації. Обґрунтовано, що біосферосумісність формується як обов'язкова компонента концепту сталого розвитку будівництва в сукупності з іншими страгатагемами. І неє самостійною відособленою економічною категорією.

Осіпов О.Ф. [7] розглянув адаптивні динамічні трансформуючі технологічні системи. Задачі забезпечення адаптивності технологічних схем зводяться обґрунтування та вибору

методів та засобів, що забезпечують зменшення функціонального зв'язку між головним параметром технологічних систем та умовами їх функціонування.

При цьому до основних методів та засобів адаптації віднесено: збільшення функціональної інертності системи (резервування продуктивності та (або) оперативного часу); функціональне резервування цільової функції; структурне резервування елементів та взаємозв'язків.

Адаптивні динамічно трансформуючі технологічні систем розглянуто на в умовах реконструкції будівель та споруд. Визначальним при обґрунтуванні та виборі функціональних та обґрунтованих параметрів використання раціональних технологій, в залежності від мети та задач реконструкції, особливостей фронту робіт, є ступінь різновидності та змінності параметрів та її характеристик, а також рівня просторово-часової дискретності фронту робіт. При цьому, зроблено наступні визначення: адаптація технологічних систем є керуємі дискретні процеси пристосування системи до параметрів зовнішнього середовища; адаптивна динамічна трансформуюча технологічна система є функціональна динамічна система, яка володіє динамічною змінністю власної морфології та інтегральної функції, здатна визначити цілеспрямовану пристосувальну поведінку в складних умовах; керовані динамічні трансформації функціонально-морфологічних складових будівельного процесу є сукупність цілеспрямованих керуємих оперативних перетворень морфології та цільової функції технологічної системи, які розглядаються як концептуально-методологічні механізми їх адаптації.

Розглянуто та названо умови ефективного використання адаптивних динамічних трансформуючихся технологічних систем: динамічний та дуже динамічний фронт робіт; безперервний та дискретний фронт робіт.

Коефіцієнт неоднорідності характеризує різні будівельно-технологічні характеристики об'єкту та фронту робіт за їх структурною величиною.

Розосередженість розглядається як рівень непродуктивних витрат часу на перебазування технологічної системи елементу на елемент фронту робіт.

Названі умови ефективного використання технологічних систем встановлено виходячи із наявних засобів адаптації таких техноло-

гічних систем: високопродуктивні спеціалізовані технологічні системи, адаптація яких відбувається за рахунок резервування продуктивності та (або) часу; багатофункціональні технологічні системи, адаптація яких відбувається за рахунок функціонального резервування – введення корисних технологічних функцій; адаптивні динамічні трансформуючі технологічні системи, адаптація яких відбувається за рахунок резервування вихідного ефекту, функціонального та структурного резервування шляхом включення в систему засобів адаптації, які розширюють можливості технологічної системи відносно її головного технологічного параметру, основних технічних характеристик та технологічних функцій.

Основи методології, динамічного розвитку та формування рішень по технології та організації інструментальних вимірювань при зведенні будівель та споруд розроблено в ДП НДІБВ, в роботі Григоровського П.Є. [8].

Показано, що процес визначення параметрів будівель і споруд є складною імовірнісною системою, що містить множини окремих елементів, варіативні комбінації яких являють проблемне дослідницьке поле для формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівельних об'єктів. Розроблено методи визначення періодичності інструментальних спостережень з урахуванням прогнозування процесів осідань, зсувів, динаміки рівня ґрунтових вод на початковому етапі життєвого циклу об'єкту з урахуванням термінів ремонтно-відновлювальних робіт у процесі експлуатації

Також в ДП НДІБВ Галінським О.М. [9] створено наукові основи технології улаштування протифільтраційних екранів плоским робочим органом під існуючою спорудою та їх сумісного застосування з вертикальними протифільтраційними екранами. Названі конструктивні рішення також є суміщеними з дренажем, для захисту ґрунтів і ґрунтових вод, при відсутності водоупора. Розроблена математична модель улаштування такого екрана з урахуванням отриманих залежностей і методика визначення конструктивно-технологічних характеристик екрана з урахуванням напружень і деформацій, які виникають в його елементах від ґрунтів і споруд, що розташовані вище.

Постановка завдання, основна частина. Будівельний процес, як технологічна

система, утворюється набором технологічних систем нижчого ієрархічного рівня – робочими операціями. У свою чергу призначення та склад робочих операцій у цьому наборі жорстким чином пов'язані з тими перетвореннями, які мають зазнати предмети праці для перетворення продукту праці на закінчену, кінцеву будівельну продукцію. Технологічна структура будівельного процесу безпосередньо залежить від сукупності нових властивостей, що послідовно набувають предмети праці. Робочі операції, в свою чергу, формуються з урахуванням впливів, що забезпечують ці властивості (рис. 1). Предметом реалізації першого етапу життєвого циклу будівельного процесу є встановлення та оцінка цих властивостей. У загальному вигляді такими є зміни: положення у просторі; геометричних розмірів; форми; агрегатного стану; температури; тиску; міцності; щільності; електромагнітні властивості; хімічного складу.

Зіставлення початкових якостей предмету праці та кінцевих якостей продукту праці дозволяє визначити характер і послідовність змін, які мають бути зроблені у виробничому процесі (виробничий процес-сукупність будівельних процесів – технологічна система вищого ієрархічного рівня[10]).

Надання цих якостей моделями – ідентичними за структурою для предмета та продукту праці наборами параметрів та показників – створює можливість кількісної оцінки динаміки їх змін. Сукупність у такій структурі різниць значень відповідних у таких моделях параметрів і показників утворює адекватну модель нових властивостей.

Одночасно з утворенням моделі нових властивостей аналізуються ймовірні умови виконання робіт з точки зору їх впливу (сприятливого або негативного) на можливість забезпечення необхідних перетворень предмета праці в будівельному процесі.

Отримані результати служать вихідними даними, виходячи з яких здійснюється вибір способу впливу, як правило, з накопиченого досвідом будівництва набору аналогів. Відпрацьований прототип коригується відповідно до можливих умов його реалізації та можливостей будівельної системи по забезпеченню необхідних засобів праці, накопичувачів, матеріалів.

Слід зазначити, що надалі мова буде виключно про механізовані робочі операції

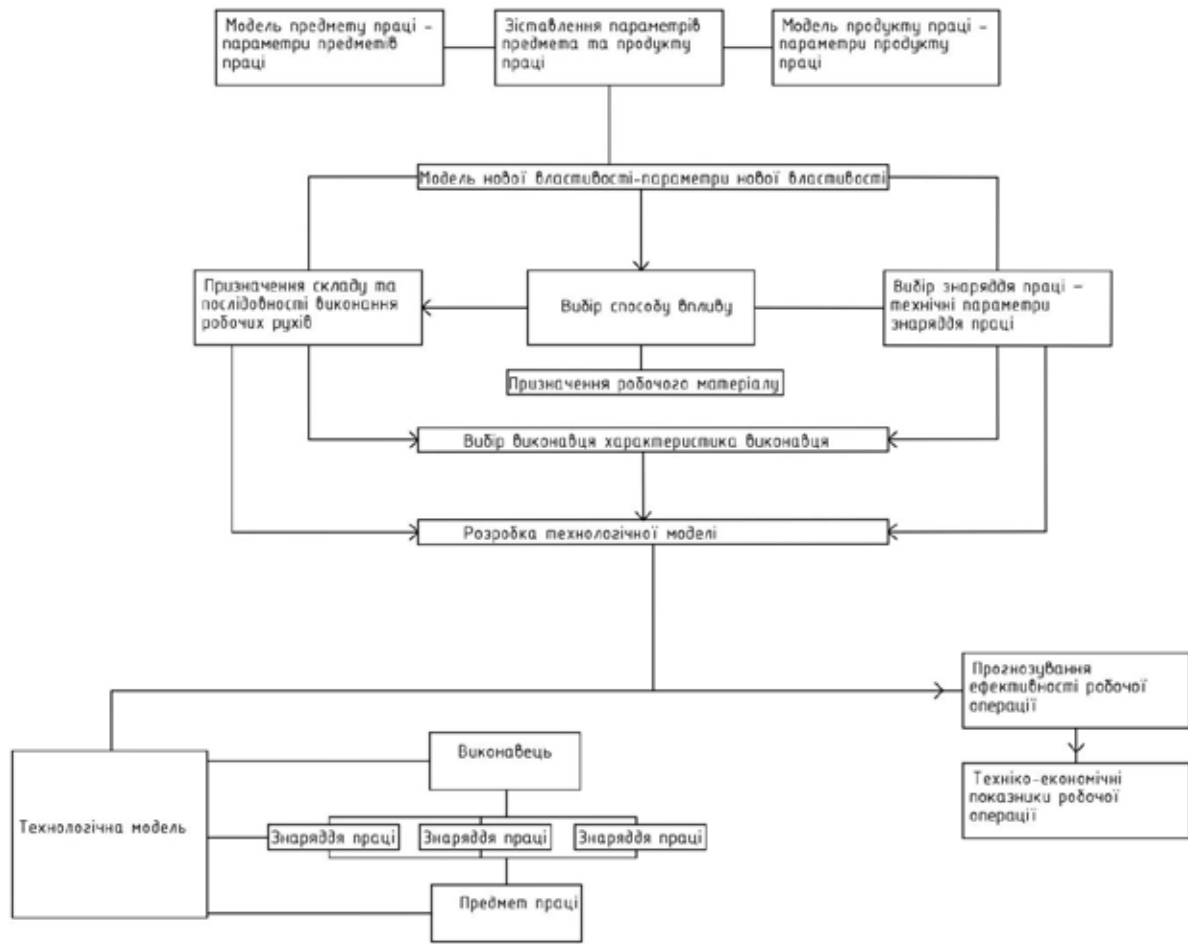


Рис. 1. Формування технологічної системи «робоча операція»

та будівельні процеси. Міра такої необхідності встановлюється значеннями параметрів і показників у моделі нової властивості, а забезпечується відповідністю їм технічних параметрів машин і характеристик виконавців. Так як машина крім технічних параметрів характеризується також такими показниками, як продуктивність і вартість (самої машини та її експлуатації), то при можливості вибору проводиться і техніко-економічне порівняння варіантів.

У разі відсутності аналогів має місце одна з таких ситуацій: відсутність у практиці будівництва досвіду та відповідного матеріально-технічного забезпечення, що відповідає вимогам предмету праці; при відомому характері впливу відсутній необхідний для його реалізації засіб механізації, що здатний реалізувати цей вплив; за наявності аналогу необхідного способу впливу та засобу механізації, здатного його реалізувати, технічні параметри або техніко-економічні показники останнього значно перевищують потребу, що представлена моделлю нової властивості; при відомо-

мому способі впливу та наявності машини, що потенціально цілком задовольняє потреби, які виражені моделлю та відсутній досвід виконання робочих прийомів.

Таким чином можна зробити висновок про те, що в будь-якій з цих ситуацій відсутній один або всі складові способу впливу або не відповідають можливості (у бік перевищення) засобу механізації потребам перетворення предмету праці.

Вирішення таких ситуацій знаходять у нових наукових та конструкторських розробках, що забезпечують створення нових способів впливу або їх складових.

Такий шлях ускладнює реалізацію другого етапу, проте створює заділ на майбутнє. Тим самим здійснюючи науково-технічний прогрес. Разом з тим, у практиці будівництва часто оперативна неможливість механізації робочих операцій компенсується ручною працею, а необхідність розробки нових способів впливу підмінюється зміною об'ємно-планувальних чи конструктивних рішень будівельної продукції.

Технологічна модель робочої операції, крім програмних дій з її реалізації, містить узгоджені з цією програмою сукупності параметрів, показників і характеристик складових, що виражають технологічні потреби робочої операції. Це означає, що предметне забезпечення виконавцями, машинами, інструментами, матеріалами, параметри, показники та характеристики яких перебувають у повній відповідності з цими потребами, забезпечує нормальний початок реалізації впливу, а саме за цієї умови складові робочої операції починають взаємодіяти так, як це передбачено в моделі. Такий нормальний початок впливу є умовою необхідною, але недостатньою. Розузгодження щодо будь-яких об'єктивних чи суб'єктивних причин заданої відповідності потреб і матеріального його забезпечення тягне або незапрограмовані дії у реалізації впливу, або взагалі призупиняє його. Тому підтримання необхідної відповідності технологічних потреб і матеріального забезпечення протягом усього періоду функціонування робочої операції після нормального початку впливу є єдиною гарантією виконання програми перетворення предмета праці продукт праці. Технологічні потреби робочої операції є складовими умов технологічної готовності фронту робіт (ТГФР) і, відповідно, будівельного процесу. Поняття ТГФР запропонував в КНУБА Фролов О.В. [9].

Звідси випливає, що технологічні потреби робочої операції зрештою визначаються дина-

мікою перетворення предмета праці продукт праці через систему параметрів, показників і характеристик. Тому, в процесі цього перетворення можливе неузгодження технологічних потреб та їх забезпечення як внаслідок зміни стану цього забезпечення (його можливостей), так і через непередбачені зміни властивостей предмета праці. І ті, й інші зміни є дестабілізуючі фактори, що порушують запропонований програмою режим створення будівельної продукції. Тому, технологічна система робочої операції має, крім виробничої, та інші функції, що сукупно утворюють механізм підтримки відповідності технологічних потреб та їх предметного забезпечення. Такими функціями є управлінська, генеративна, ініціативна та виробнича (рис. 2).

Управлінська функція полягає у передачі від системи управління (технологічної моделі) або в самостійному формуванні програми дій робочого органу, формуванні керуючих команд та контролю виконання цих команд.

Генеративна функція виробляє необхідну енергію для фізичної передачі команд у формі керуючих імпульсів виконавчим механізмам машини (знаряддя праці). Якщо в ході реалізації робочої операції, за результатами контролю, буде встановлено факт відхилення здійснення впливу або придбаних предметом праці властивостей від запрограмованих, виникає необхідність регулювання системи робочої операції. Воно забезпечу-

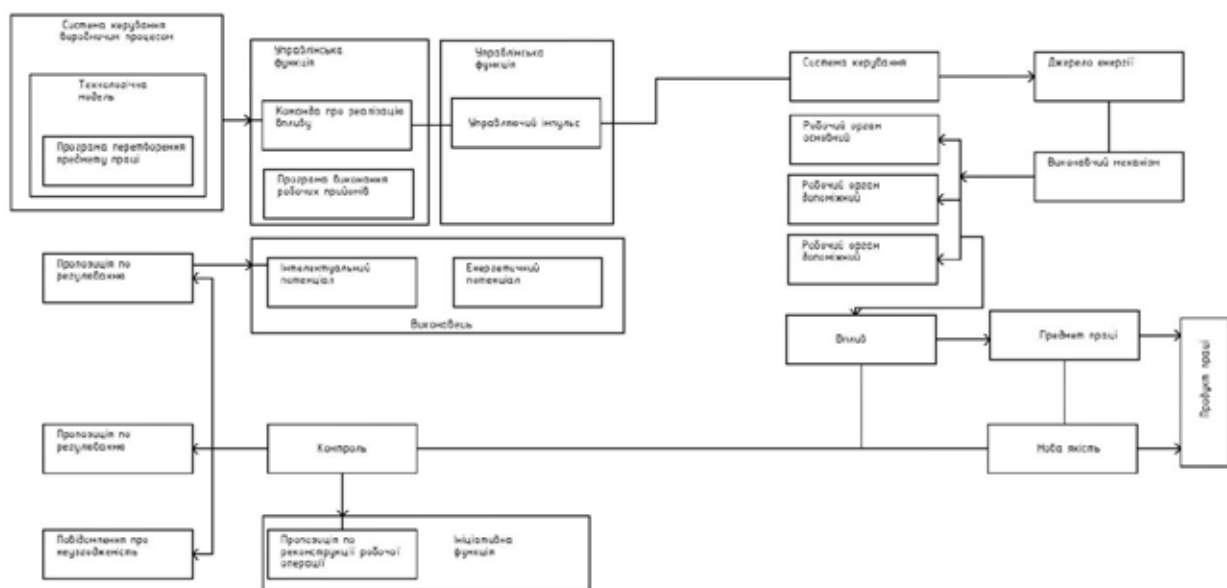


Рис. 2. Механізм взаємодії виконавця, знаряддя праці і предмету праці в робочій операції

ється управлінською функцією передачею в систему управління повідомлення про факт і причину неузгодженості та передачу від останньої нової команди, що коригує, до робочого органу. Пропозиції про спосіб регулювання можуть ініціюватися самою системою робочої операції і бувають оперативними або перспективними. Оперативні пропозиції виконуються самою системою робочої операції без звернення до системи керування. А у разі потреби залучення додаткових ресурсів для забезпечення ТГФР – через систему управління. Перспективними є пропозиції щодо реконструкції робочої операції. Цим не вирішуються проблеми неузгодженості у поточному періоді, приймаються системою управління як основу вдосконалення процесу в майбутньому. Вироблення таких пропозицій системою робочої операції становить зміст ініціативної функції.

У силу того, що ідентифікація робочої операції встановлюється єдністю поєднання способу впливу, предмету праці та машини, вона є досить постійним і жорстким утворенням. Сама собою робоча операція не впливає на динаміку будівельного процесу. Можливі заміни операцій в його структурі, що є ознакою динаміки, відбивають вплив властивостей предмету праці. Вибір машини, як знаряддя праці, визначається переважно робочим органом, точніше його здатністю реалізувати прийнятій до виконання вплив.

Вибір інших компонентів машини залежить від умов виконання робіт і безпосередньо зі способом впливу або предметом праці не пов'язаний. Наприклад, тип ходової частини та конструкція виконавчих механізмів повинні забезпечувати доступ робочого органу до предмету праці, а вид силової установки – можливість постачання потрібних енергоносіїв.

Вплив властивостей предмету праці на динаміку будівельного процесу проявляється на третьому етапі життєвого циклу – при його моделюванні. Воно має вираз в: можливості варіювання способів впливу та, відповідно, робочих операцій; ймовірності різних варіантів послідовності надання нових властивостей предмету праці та, відповідно, робочих операцій; можливості чергування робочих операцій у часі; різних комбінаціях ділянок фронтів робіт, на яких може здійснюватися водночас будівельний процес. Тим самим велика кількість складових будівельного процесу

і варіантність кожного з них представляють потенційну можливість існування значної кількості різновидів структур будівельного процесу. Завдання моделювання принципово полягає у виборі єдиної структури з множини і має на меті пристосування структури процесу до динаміки перетворення предмету праці в продукт праці. Одночасно, вирішення цього завдання має враховувати можливість забезпечення ТГФР системою підготовки виробництва. Тому її рішення у певному сенсі полегшується обмеженнями, що накладаються цими можливостями. Їх відсутність виключає варіанти, реалізація яких може бути забезпечена ресурсами. І навпаки – варіанти, що підтверджені можливостями підготовки виробництва, утворюють безліч альтернативних варіантів.

Будь-яка організація робочих операцій у будівельному процесі, формує умови ТГФР, які складаються з технічних потреб цих операцій, а також потреб, що виникають внаслідок появи нових зв'язків між робочими операціями та функціонування процесу як єдиної системи вищого, ніж робоча операція, порядку. Умови ТГФР робочої операції включають потребу в: знаряддях праці – машинах, механізмах, інструментах та інших технічних ресурсах; виконавців – робітників; предметів праці та робочих механізмів – матеріальних ресурсів; енергоносіях; місці; технологічної моделі – інформаційному забезпеченні.

Враховуючи сталість складу робочої операції та однозначний режим її функціонування, її потреба в управлінні з боку зовнішньої системи обмежується технологічною моделлю та рішеннями щодо регулювання ходу впливу. Потреби будівельного процесу в матеріально-технічних, енергетичних та трудових ресурсах утворюються простим підсумовуванням технологічних потреб складових його робочих операцій.

Потреба у будівельній готовності, що забезпечує робочі місця, вже не є такою сумою, а включає додаткові умови, що впливають із необхідності організації виконання кількох робочих операцій. Аналогічним чином здійснюється інформаційне забезпечення і управління. Численні зв'язки між складовими процесу, необхідність прогнозування роботи всієї системи та її елементів відокремлено, її контролю та регулювання, вимагають адекватних за складністю системи управління та узагальненої технологічної моделі.

Умови технологічної готовності фронту робіт (ТГФР) робіт надаються в узагальненій технологічній моделі сукупностями параметрів показників та характеристик. Відповідно до цих сукупностей формуються сукупності параметрів, показників та характеристик можливостей забезпечення ТГФР системою підготовки виробництва.

Можливості забезпечення ТГФР системою будівельного виробництва складаються з усіх видів ресурсів – наявних, очікуваних і закладених під програму виробничого процесу. Наявні ресурси, які має система виробництва, найбільшою мірою гарантують виконання програми. Надійність забезпечення очікуваними ресурсами цілком залежить від виконання термінів, обсягів та змісту поставок, тобто має вже імовірнісний характер. Замовлення під програму представляють найбільш уразливе місце у системі забезпечення. Імовірнісний характер забезпечення ТГФР, є невід'ємною підсистемою та функцією будівельного виробництва і автоматично визначає і ймовірність будівельного процесу. Тому динамічність залежності його структури від властивостей предмета праці становить основу компенсаційного механізму пристосування або узгодження, технологічних потреб та забезпечення умов ТГФР. При цьому, на однакових умовах передбачається можливість компромісу як у утворенні структури будівельного процесу, так і у забезпеченні ТГФР.

Наприклад, на попередніх етапах життєвого циклу процесу встановлено найбільш прогресивний спосіб впливу та робочий орган. При вивченні можливостей забезпечення цього робочого органу виявляється, що система виробництва немає його в своєму розпорядженні і його придбання не очікується. Тим самим питання узгодження потреби з можливостями набуває альтернативного характеру – або відмовитися від цього способу впливу, замінивши його іншим, або замовляти цей робочий орган. Обидва результати мають негативні наслідки. У першому випадку, система відмовляється від підвищення ефективності виробництва та вдосконалення технології виконання робіт. Але підвищує надійність рішення та функціонування процесу. У другому випадку, можливе забезпечення прогресу системи, але знижується надійність рішення та функціонування процесу. Отже, в обох випадках, має місце ризик та необхідність компромісу. Остаточне рішення багато

в чому залежить від суб'єктивних якостей системи керування. Подібним чином рішення ухвалюються і в інших випадках. Можливо в різній послідовності та в різних поєднаннях згрупувати всі впливи, що забезпечують нові властивості при перетворенні предмета праці на закінчену кінцеву продукцію. Як правило, окремим випадком є можливість виконання робочих операцій лише послідовно (рис. 3, а) або лише паралельно (рис. 3, б). Часто в загальній сукупності робочих операцій є такі, виконання яких може передувати іншим операціям, так і слідувати за ними (рис. 3, в, г). Можлива наявність робочих операцій, що реалізуються паралельно (одночасно) із деякими іншими (рис. 3, д, е). При необхідності, допускається робити перерви в виконанні робочих операцій та виконувати їх у два або кілька етапів. У проміжку між ними здійснюються інші робочі операції (рис. 3 ж).

Будівельний процес – система, що функціонує у часі та просторі. Тому призначення послідовності виконання операцій пов'язані з черговістю заміщення ділянок загального фронту будівельного процесу. Цей зв'язок визначається необхідністю забезпечення будівельної готовності ділянки фронту робіт на момент початку виконання робіт на ньому. При цьому, черговість освоєння ділянок може визначатися як виключно вимогами забезпечення будівельної готовності – наприклад, зведення наступного ярусу неможливо починати до завершення попереднього, так і прагненням розширити межі частини фронту робіт, що освоюється. У першому випадку переважає послідовне переміщення складових по ділянках, а в другому – одночасне заміщення ділянок, навіть за рахунок організації виконання однієї й тієї операції одночасно на кількох ділянках. Послідовне освоєння фронту робіт вимагає мінімальної кількості виконавців та засобів праці, а паралельне (одночасне) їх збільшення.

Після остаточного узгодження технологічних потреб із можливостями їх забезпечення, а також перевірки за іншими критеріями (техніко-економічна оцінка), технологічна модель містить дві взаємопов'язані програми – виконання робіт (виконання робочих операцій) у часі та просторі та забезпечення умов ТГФР підсистемою підготовки виробництва. Ці програми регламентують функціонування будівельного процесу. Імовірність будівельного процесу, привнесена до нього характером

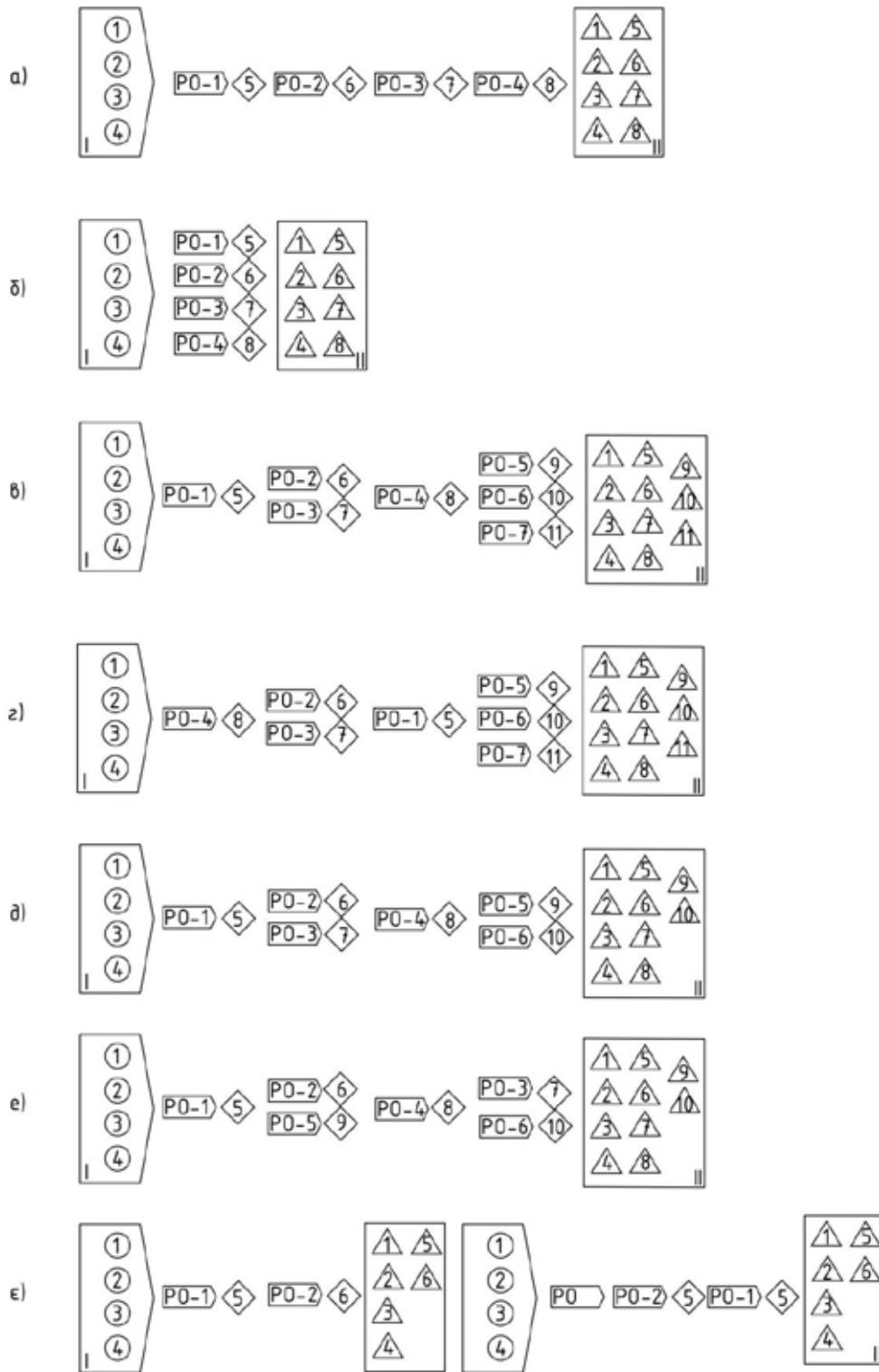


Рис. 3. Варіанти послідовності виконання робочих операцій. I – предмет праці; II – продукт праці; 1-4 – вихідні властивості; 5-11 – проміжні нові властивості; 1-11 – нові споживчі властивості продукту праці

забезпечення умов ТГФР як би зсередини системи будівельного виробництва, з початком функціонування реальних умов збільшується. Це пояснюється дією так званих дестабілізуючих факторів, що виникають як усередині системи, так і поза нею. Дестабілізуючі фактори –

це непрогнозовані явища і дії, що створюють несприятливі передумови невідповідності виконання будівельного процесу режиму, що запрограмований. Дестабілізуючим фактором всередині системи будівельного виробництва можуть бути вихід з ладу машин і механізмів,

порушення технологічних режимів, недисциплінованість виконавців, прорахунки в технологічній моделі тощо. Поза цією системою такими є непоставки ресурсів, несприятливі природні умови, аварії системи життєзабезпечення будівельної інфраструктури тощо. Дія будь-якого дестабілізуючого фактора в кінцевому рахунку проявляється в незабезпеченні будь-якої умови ТГФР. Реакцією системи будівельного виробництва на неузгодженість технологічних потреб робочих операцій і їх забезпечення є вжиття заходів, які, насамперед, запобігають або мінімізують можливі несприятливі наслідки. Такими можуть бути: незапрограмовані втрати часу на переміщення фронтом робіт; простої робітників, машин; припинення виконання і-ї робочої операції на невизначений термін; зниження ефективності виконання робіт; зниження якості продукції.

Незапрограмовані втрати часу на переходи по фронту робіт пояснюються необхідністю переміщення машин та виконавців з однієї ділянки фронту робіт на іншу, а також організації робочого місця на новій ділянці фронту робіт та адаптації до нього. Непередбачені зупинки робітників, машин і фронту робіт виникають через неможливість забезпечити мінімально необхідних ТГФР по всьому фронту робіт. Якщо причина простою дуже серйозна і в майбутньому відновлення ТГФР не очікується, на даному об'єкті роботи припиняються, а виконавці і машини переводять на інший об'єкт.

Залежно від характеру недостатньої умови ТГФР можливість виконання робіт технічно зберігається, проте ця необхідність у тій чи іншій мірі відбивається або на ефективності виробництва, або на якості. Причому, у бік їх зниження. Наприклад, за відсутності машини (як умови ТГФР) для порівняно невеликого обсягу земляних робіт при будівництві теплиці приймається рішення виконувати їх вручну [11]. Тим самим наслідком недостатності забезпечення ТГФР буде збільшення

трудомісткості і, найімовірніше, тривалості виконання робочої операції. Тобто, зниження ефективності виконання робіт.

Інший приклад. Для облицювальних робіт в приміщенні замість білого цементу (умова ТГФР) застосували звичайний. На експлуатаційних суто функціональних якостях облицювання ця заміна не вплинула. Проте має місце погіршення естетичних якостей будівельної продукції.

Як альтернативні заходи у випадках дії дестабілізуючих факторів (за винятком випадків виходу з ладу машини та оперативної задовільної заміни одних видів ресурсів іншими) принципово можливі: екстрене забезпечення недостатніх умов ТГФР з резервів або інших джерел засобами управління – найбільш сприятливий результат; переклад виконавців і машин на ділянки фронту робіт, де є або може бути оперативно забезпечена ТГФР – наслідки виражаються в порівняно невеликих втратах часу; очікування забезпечення ТГФР та як екстремальний його результат – переведення виконавців та машин на інший об'єкт – найважчий результат у разі дії дестабілізуючого фактора; перевод виконавців і машин на виконання інших операцій – найперспективніший спосіб реагування дію дестабілізуючих чинників. Однак тут слід дотримуватися важливої умови – здатність виконавців та машини (її робочого органу) виконувати альтернативні робочі операції [12].

Вочевидь, як і динаміка функціонування будівельного процесу проявляється у взаємному пристосуванні самого процесу, забезпеченні технологічної підготовки будівельного майданчику, та їх разом, до реальних умов виконання робіт. Причому, механізм цього пристосування подібний до механізму узгодження технологічних потреб будівельного процесу з можливостями забезпечення ТГФР на етапі моделювання, так як і тут і там використовуються аналогічні альтернативи.

Література

1. Черненко В.К. Методы монтажа строительных конструкций [Текст] / В.К. Черненко. К.: Будівельник, 1982. 208 с.
2. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навчальний посібник / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачєєв та інші; За ред. В.К. Черненка. К.: Горобець Г.С., 2011. 372 с.
3. Тонкачєєв Г.М. Функціонально-модульна система формування комплектів будівельної оснастки: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Геннадій Миколайович Тонкачєєв. К.: КНУБА, 2012. 37 с.
4. Тонкачєєв Г.Н. Функціонально-модульная система формирования комплексов строительной оснастки: Монография / Г.Н. Тонкачєєв. К.: ЧП «Блудчий М.Н.», 2012. 158 с.
5. Федоренко П.П. Теоретичне обґрунтування і розробка основ технології монтажу легких металевих конструкцій з застосуванням системи напівавтоматичних пристроїв: автореф. дис... докт.техн.наук : 05.23.0 / Петро Петрович Федоренко. ХДТУБА – Харків, 1994. – 37 с.

6. Шпакова Г.В. Теоретико-методологічні засади формування еколого-економічного механізму розвитку біосферосумісного будівництва в Україні». – Автореф. дис.... д-ра екон. наук: 08.00.06 / Ганна Валентинівна Шпакова. – К.: КНУБА, 2021. – 37 с.
7. Осипов О.Ф. Система обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Осипов Олександр Федорович. – Одеса, 2015, 49 с.
8. Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель та споруд (Текст) : автореф.дис....д-ра техн.наук : 05.23.08 / Петро Євгенович Григоровський; Харків, ХНУБА, 2019. 38 с.
9. Галінський О.М. Наукові основи створення технологій улаштування протифільтраційних екранів в ґрунті плоским робочим органом (Текст) : автореф.дис....д-ра техн.наук : 05.23.08 / Олександр Михайлович Галінський; Одеса, ОДАБА, 2016, 47 с.
10. Фролов А.В. Обеспечение технологической готовности фронта работ строительных процессов. Дисс....канд.техн. наук : 05.23.08 / Алексей Викторович Фролов; К.:КИСИ,-1988. – 17 с.
11. Чебанов Т.Л. Технологія зведення швидко-збірних та розбірних плівкових теплиць – автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.23.08 / Тарас Леонідович Чебанов. – Київ, КНУБА, 2020. 21 с.
12. Чебанов Л.С., Фролов А.В. Универсальное применение машин в строительстве. К.: Будівельник, 1994. 288 с.

References

1. Chernenko V.K. Metody montazha stroitelnyh konstrukcij [Tekst] / V.K. Chernenko. K.: Budivelnik, 1982. 208 s.
2. Tehnologiya montazhu budivelnih konstrukcij: navchalnij posibnik / V.K. Chernenko, O.F. Osipov, G.M. Tonkachejev ta inshi; Za red. V.K. Chernenka. K.: Gorobec G.S., 2011. 372 s.
3. Tonkachejev G.M. Funkcionalno-modulna sistema formuvannya komplektiv budivelnoyi osnastki: avtoref. dis.... d-ra tehn. nauk: 05.23.08 / Gennadij Mikolajovich Tonkachejev. K.: KNUBA, 2012. 37 s.
4. Tonkacheev G.N. Funkcionalno-modulnaya sistema formirovaniya kompleksov stroitelnoj osnastki: Monografiya/ G.N. Tonkacheev. K.: ChP «Bludchij M.N.», 2012. 158 s.
5. Fedorenko P.P. Teoretichne obgruntuvannya i rozrobka osnov tehnologiyi montazhu legkih metalevih konstrukcij z zastosuvannyam sistemi napivavtomatichnih pristroyiv: avtoref. dis... dokt.tehn.nauk : 05.23.0 / Petro Petrovich Fedorenko. HDTUBA. Harkiv, 1994. 37 s.
6. Shpakova G.V. Teoretiko-metodologichni zasadi formuvannya ekologo-ekonomichnogo mehanizmu rozvitku biosferosumisnogo budivnictva v Ukraini». – Avtoref. dis.... d-ra ekon. nauk: 08.00.06 / Ganna Valentinivna Shpakova. K.: KNUBA, 2021. 37 s.
7. Osipov O.F. Sistema obgruntuvannya ta viboru organizacijno-tehnologichnih rishen rekonstrukciyi budivel: avtoref. dis. d-ra tehn. nauk: 05.23.08 / Osipov Oлександр Fedorovich. Odesa, 2015, 49 s.
8. Grigorovskij P.Ye. Metodologichni osnovi formuvannya organizacijno- tehnologichnih rishen instrumentalnih vimiryuvan pri zvedenni ta ekspluatatsiyi budivel ta sporud (Tekst) : avtoref.dis....d-ra tehn.nauk : 05.23.08/ Petro Yevgenovich Grigorovskij; Harkiv, HNUBA, 2019. 38 s.
9. Galinskij O.M. Naukovi osnovi stvorenniya tehnologij ulashtuvannya protifiltracijnih ekraniv v ґrunti ploskim robochim organom (Tekst) : avtoref.dis....d-ra tehn.nauk : 05.23.08/ Oлександр Mihajlovich Galinskij; Odesa, ODABA, 2016, 47 s.
10. Chebanov T.L. Tehnologiya zvedennya shvidko-zbirnih ta rozbirnih plivkovih teplic – avtoref. dis.... kand. tehn. nauk: 05.23.08 / Taras Leonidovich Chebanov. Kyiv, KNUBA, 2020, 21 s.
11. Chebanov L.S., Frolov A.V. Universalnoe primenenie mashin v stroitelstve. K.: Budivelnik, 1994. 288 s.

DYNAMICS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS IN MULTIFUNCTIONAL SYSTEM

Abstract. The technology of construction production considers the processes of transformation of objects of labor into labor products through various dynamic transformations (influences) with the use of labor tools, machines and mechanisms. The content of transformations, its structure is described by relevant technological systems. The conversion process modeled as such systems is described by models of the structure of the conversion system. Thus, due to the influence of various actors on the change of the properties of the object, transformations take place. The system in the form of a construction process has its own structure with a corresponding hierarchy – subordination of its elements with a multi-level structure. Complex systems divide subsystems in order to optimize their elements by formalizing design procedures and create a method for designing multifunctional systems.

The technological system contains agreed sets of parameters, indicators and characteristics of the components that express the technological needs of the work operation. This means that the material provision of performers, machines, tools, materials, parameters, indicators and characteristics of which are in full compliance with these needs, ensures a normal start of the implementation of the influence. It is under this condition that the components of the work operation begin to interact as provided for in the model.

Open systems with elements – modules and adaptive stable interconnections that ensure their operational transformation under the influence of changes in the conditions of work or technology parameters are the essence of their dynamic development. One of the effective ways of implementing such multifunctional dynamic technological systems is the use of universal construction and road machines and mechanisms, as well as hand tools.

Key words: dynamics of the construction process; multifunctional technological systems; construction technologies; construction machines; replaceable working bodies.

Chebanov T.L.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv