

Володимир РАШКІВСЬКИЙ,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-5369-6676

Олександр ІГНАТЕНКО,

канд. техн. наук, доцент,

ORCID: 0009-0009-7691-884X

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

У статті наведено особливості визначення напрямів розвитку будівельного технологічного оснащення, що використовується при зведенні каркасних будівель зі збірним та монолітним каркасом.

Результати можуть використовуватись при організації механізованих ділянок на будівельних майданчиках при реконструкції, відновленні будівель або при їх новому будівництві.

Авторами встановлено порядок групування тематичних напрямків дослідження, належність географічним зонам та динаміку розвитку з 2010 по 2024 роки. Визначено динаміку патентування, пошукових запитів для механізованого оснащення, що призначено для супроводження технологічних процесів процесів зведення будівель зі збірним та монолітним каркасом. Такий підхід до дослідження дозволяє отримати картину розвитку тематики за узагальненими показниками та звужувати пошукові інтереси з урахуванням специфіки дослідження, географічної зацікавленості, стану розвитку об'єктів дослідження.

У публікації авторами представлена методика дослідження розвитку конструктивно-технологічних рішень механізації супроводження будівельних монтажних процесів. Визначено актуальність напрямку розвитку механізованих технологічних модулів, зокрема, універсальних підйомних модулів, рухомих технологічних модулів для монолітних робіт. Аналітичні дослідження нових конструктивно-технологічних рішень механізації будівельних процесів повинні виконуватися у декілька етапів: визначення тематичних напрямків дослідження, конкретизації географічних часових рамок, визначення прихованих неявних термінів та запитів, що описують специфіку виконання робіт, конструктивні особливості технологічного оснащення, їх складові, функціональне призначення тощо.

Запропонована методика ґрунтується на використанні сучасних пошукових баз даних, використанні штучного інтелекту при аналізі та структуруванні пошукових результатів та дозволяє сформувати підходи щодо вдосконалення будівельних технологій зведення збірних та монолітних каркасних будівель.

Визначені підходи щодо розвитку будівельного технологічного оснащення дозволяють приймати обґрунтовані рішення для забезпечення потрібного технологічного рівня механізації будівельних процесів.

Ключові слова: *конструктивно-технологічні рішення зведення будівель, універсальний підйомний модуль, технологічний модуль для монолітних робіт,*

технології зведення будівель, способи монтажу, будівельна механізована техніка.

Вступ. Сьогодні перед вітчизняною будівельною галуззю стоять нові виклики, пов'язані з необхідністю конкурування на ринку нерухомості та нетиповими умовами ведення будівельних робіт, що зумовлені наявними енергетичними, безпековими, технологічними проблемами [1]. Очевидним є те, що розвиток будівельної галузі як узагальненої системи залежить від ефективного розвитку її складових [2]. Вагомою складовою будівельної галузі є галузь механізації технологічних процесів, що з розвитком суспільства та технологій включає в себе все більше компонент, не типово пов'язаних з самою галуззю, проте зі значним впливом на неї [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню розвитку питання механізації будівельних процесів присвячені роботи [2-5]. Зокрема, в більшості зауважено, що підвищення рівня механізації на будівельних майданчиках позитивно впливає на якість, строки виконання робіт, можливість оперативно впливати на зміну технічних завдань на будівельних майданчиках, потребує підвищення рівня кваліфікації виконавців робіт. Механізація будівельних процесів – процес, що постійно розвивається з врахуванням сучасних вимог, тенденцій та технологій.

В роботі [3] складні технічні системи пропонується розглядати за функціональними ознаками. При розгляді будівельних процесів зведення та монтажу виділяють основні функціональні показники, що характеризують весь процес або його складову [3]. Такий підхід є зручним для аналізу розвитку засобів механізації технологічних процесів, що групуються за функціональними ознаками.

Постановка проблеми. Необхідність наповнення методики аналітичного дослідження для розробки сучасних конструктивно-технологічних рішень супроводження будівельних процесів зведення будівель.

Метою даної публікації є розробка основних засад науково-обгрунтованої методики дослідження.

Виклад основного матеріалу.

Визначення напрямів розвитку будівельного технологічного оснащення є важливим етапом у забезпеченні ефективності, надійності та конкурентоспроможності будівельних проєктів. Особливості цього процесу включають:

1. Аналіз тенденцій ринкових та галузевих потреб.
2. Аналіз інновацій у будівельних матеріалах, конструктивних особливостей будівельних об'єктів.
3. Синтезування технологічних рішень, направлених на оптимізацію будівельних процесів.
4. Врахування засад енергозбереження та сталого розвитку.
5. Застосування додаткового технологічного оснащення для супроводження будівельних процесів.
6. Застосування цифрових технологій моніторингу та управління технологічними процесами будівництва.
7. Обгрунтування економічної доцільності від нововведень.

На сьогодні, ефективним інструментарієм проведення аналізу тенденцій ринкових та галузевих потреб, окрім класичних, є комп'ютерне дослідження за пошуковими запитами, трендами [6].

На цьому етапі, для визначеного напрямку дослідження, визначаються узагальнені напрями дослідження, наприклад, способи зведення будівель, домкратні системи; обслуговуючі платформи, опалубні системи тощо. Наступним було виділяють явно виражені технічні терміни: монтаж, засоби захоплення, обслуговуюча площадка, домкратне устаткування, підйом конструкцій. Часто для пошукової діяльності використовують не явно виражені пошукові терміни. Так, для прикладу, термін «опалубка система» може бути описаний як «пристосування для формування монолітних конструкцій» або інакше.

Тематичні напрями дослідження процесів будівництва каркасних будівель було вибрано таким чином, щоб їх результати відносились до організації і технології виконання монтажних робіт. Конкретизування типів засобів механізації на початковому етапі розробки технології виконання робіт дозволяє вибудувати чіткішу майбутню картину будівельного процесу, з потенційно зменшеним відсотком непередбачених коригувань. Також, для пошуку було необхідно виокремлювати функціональне призначення таких рішень для розуміння напрямку підсилення, удосконалення складових будівельних технологій на об'єкті. При цьому, в поняття механізації ми вкладаємо розуміння наявності у такого обладнання індивідуального приводу, що теоретично дозволить перенаправити енергетичний потік від ведучої машини на будівельному майданчику.

На рис. 1 наведено результати аналізу пошукових запитів «вантажопідйомний механізм», «опалубна система», «підйом конструкцій» для території України.



Рис. 1. Графік інтересу на території України за період з 2010 по 2024 р.:

- вантажопідйомний механізм;
- опалубна система;
- підйом конструкцій

На рис. 2 наведено приклад географічного розподілення активності пошукових звернень по запиту «вантажопідйомний механізм».

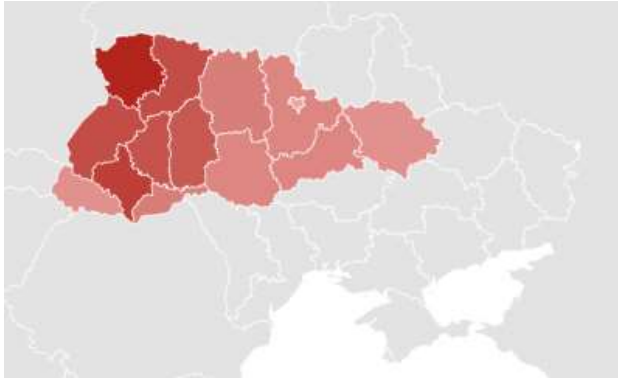


Рис. 2. Територіальне розподілення по території України кількості запитів «вантажопідійомний механізм»

На рис. 3 наведено результати аналізу пошукових запитів «вантажопідійомний механізм», «опалубна система», «підйом конструкцій» в світі.

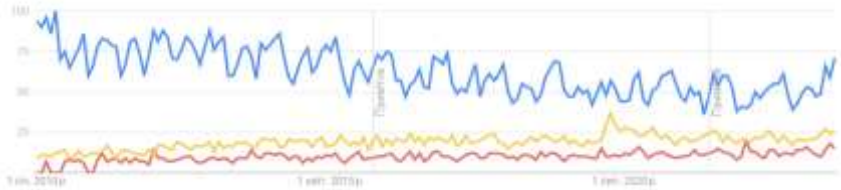


Рис. 3. Графік інтенсивності запитів в світі за період з 2010 по 2024 р.:

- вантажопідійомний механізм
- опалубна система
- підйом конструкцій

На рис. 4 наведено приклад географічного розподілення активності пошукових звернень по запиту «вантажопідійомний механізм».

Аналіз динаміки кількості запитів за трендами наведеними трендами дозволяє побачити спадаючу та зростаючу динаміку визначеного запиту та визначити її потенційний стан розвитку. На рис. 1-4 наведено результати дослідження за частковою групою пошукових трендів.

Для проведення аналізу інновацій у досліджуваній галузі ефективним інструментарієм є патентне дослідження [7]. Таке дослідження дозволяє визначити стан технічного розвитку галузі, його динаміку розвитку, зорієнтувати увагу на потенційних виробниках або дослідних організаціях.



Рис. 4. Розподілення пошукового запиту «вантажопідійомний механізм» в світі

Для розгляду забезпечення механізації процесів будівництва при зведенні будівель зі збірним та монолітним каркасом було проведено дослідження актуальності запитів [8-10] за період з 2010 по 2024 рік, на території України та в світі.

Першочерговою задачею дослідження є визначення класів дослідження за МКВ, ключових слів пошуку, пріоритетних країн та років дослідження [11].

Групування пошукових запитів за тематикою згідно з міжнародною патентною класифікацією наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Міжнародна патентна класифікація

1.	E04B 7/10	Дахи; конструкції дахів з погляду ізоляції (конструкції для дахів і перекриттів E04B 5/00; стелі E04B 9/00; теплиці A01G 9/14; великі резервуари з плаваючими дахами B65D 88/34; прогони чи балки E04C 3/02; покрівлі E04D) [2006.01]; оболонкові конструкції, наприклад гіперболічно-параболічної форми; сітчасті утворення, що діють як оболонкові конструкції; складані конструкції [2006.01]
2.	E04B 7/00	Дахи; конструкції дахів з погляду ізоляції (конструкції для дахів і перекриттів E04B 5/00; стелі E04B 9/00; теплиці A01G 9/14; великі резервуари з плаваючими дахами B65D 88/34; прогони чи балки E04C 3/02; покрівлі E04D) [2006.01]
3.	E04B 1/343	Будівельні конструкції взагалі; споруди, не зумовлені конструкцією стін, наприклад перегоронок, перекриттів або дахів (риштування для виконання будівельних робіт, опалубка E04G; конструкції будинків особливого призначення, загальне планування будинків, наприклад модульна система, E04H; окремі частини будинків, див. у відповідних групах для цих частин) конструкції, що характеризуються рухомими, розбірними чи складаними частинами, наприклад для забезпечення транспортування (рухомі частини дахів E04B 7/16; плавучі споруди B63B; малогабаритні споруди заводського виготовлення, що транспортуються нерозібраними, E04H 1/12; малогабаритні гаражі E04H 6/02; намети, тенти чи навіси взагалі E04H 15/00) [2006.01]
4.	E04B 1/344	-/- з шарнірними частинами

Продовження табл 1

5.	E04B 1/35	Особливі способи і засоби для будівництва, наприклад способи підймання перекриттів, опорні блоки для домкратів (E04B 1/34 має перевагу; опалубка для спорудження на місці E04G 11/04; стін, підлог, перекриттів чи дахів особливої форми E04G 21/00; транспортування будівельних матеріалів, монтаж будівельних елементів; роботи на існуючих спорудах E04G 23/00) [2006.01]
6.	E04G 21/24	способи чи пристосовання для запобігання або захисту від поломок елементів будівельних конструкцій, у тому числі при опоряджувальних роботах (як допоміжні елементи для риштувань E04G 5/00) [2006.01]
7.	E04G 3/00	Риштування, що спираються в основному на будинки, наприклад регульовані по висоті
8.	E04C 3/00	Довгомірні несучі будівельні елементи
9.	E04B 5/14	Перекриття; конструкції перекриттів з погляду ізоляції; з'єднання, спеціально призначені для перекриттів з балками, покладеними в двох напрямках
10.	B66F 9/00	Пристрої для підймання або опускання великогабаритних або важких вантажів при виконанні завантажувальних або розвантажувальних операцій (переносні або пересувні підйомники, що встановлюються в будівлях або з'єднані з будівлями і спеціально пристосовані для переміщення з одної частини будівлі або споруди до іншої частини або до іншої будівлі або споруди B66B 9/16; крани B66C)
11.	B66F 3/00	Пристрої, наприклад домкрати, пристосовані для підймання вантажів у процесі безперервного руху (пересувні гаражні домкрати B66F 5/00)
12.	B66F 1/00	Пристрої, наприклад домкрати, для підймання вантажів на заданий хід

На рис. 5-6 наведено результати кількісної оцінки патентувань за пошуковими запитами та характер інтенсивності патентування з в період з 2000 по 2020 рр. За даними таблиці побудовані діаграми, які наглядно показують які пошукові запити менш інтенсивні, що потенційно свідчить про затримку розвитку в галузі.

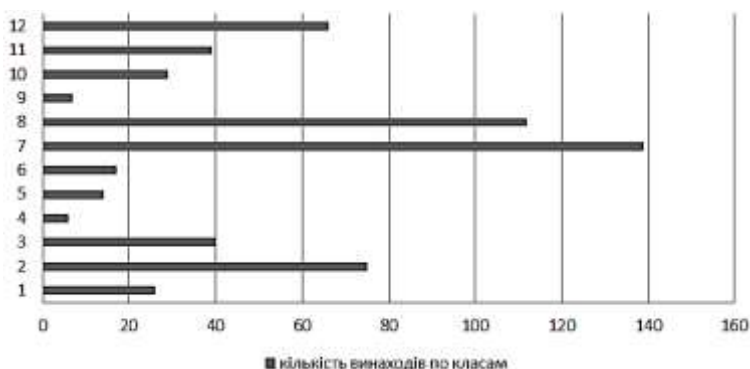


Рис. 5. Діаграма кількісної оцінки запитів за напрямками згідно табл. 1

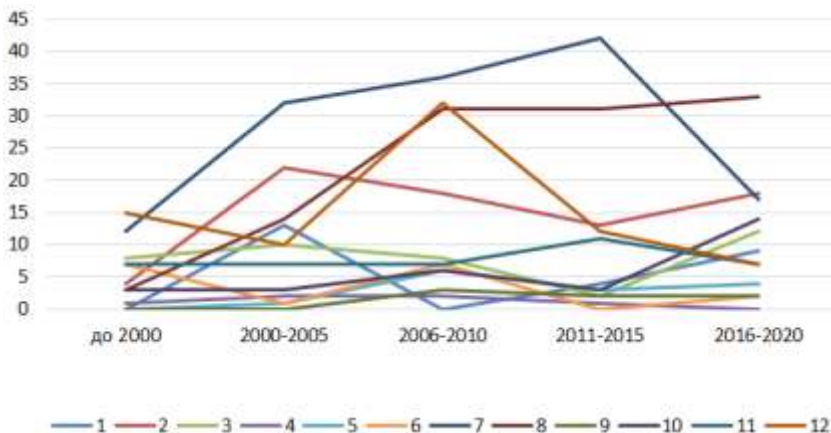


Рис.6. Графіки інтенсивності патентування за класами (див. табл. 1)

Після проведення кількісної оцінки, виконується групування результатів за функціональними їх ознаками. На цьому етапі застосовуються методики експертного оцінювання [12], інструментарії визначення економічного оцінювання [13], синтезуються конструктивні та технологічні рішення для ефективного виконання технологічного процесу [14]. Цей етап є одним з найбільш важливим та затратним, бо необхідно приймати рішення щодо визначення стратегічного напрямку розвитку, вибору інструментарію виконання робіт, галузевого спрямування тощо. Сьогодні сучасні комп'ютерні засоби допомагають обробляти великі об'єми аналітичних даних та формувати рекомендації щодо подальшого розвитку. Слід відмітити вагомі з них: галузь Інтернету речей та застосування штучного інтелекту при формуванні засобів механізації будівельних процесів.

На сьогодні, перспективним напрямом забезпечення енергозбереження при застосуванні механізованих технологічних засобів є розробка їх автономного енергоживлення з використанням альтернативного енергозабезпечення [2]. Тенденції щодо збільшення рівня механізації передбачають збільшення кількості силових приводів на будівельному майданчику, глобалізація об'єктів нерухомості призводить також до підвищення загальної потужності механізованих засобів. Це призводить до необхідності пошуку альтернативного енергозабезпечення будівельного технологічного оснащення.

Збільшення рівня деталізації розгляду технологічних процесів [2] дозволяє вносити в склад будівельного технологічного оснащення окрім основних технологічних засобів та машин додаткового оснащення. До таких засобів можна віднести автономні системи орієнтування технологічного оснащення, кондуктори для його встановлення, ергономічні засоби, енергоустановки та інше. Вибір типу, складу, кількості таких засобів безпосередньо пов'язаний з технологічним оснащенням в контексті розгляду будівельного процесу.

Сучасні цифрові технології моніторингу та управління технологічними процесами будівництва все більше стають невід'ємною частиною будівельного

технологічного оснащення. На сьогодні, такі засоби розглядаються в контексті формування інформаційної моделі будівельних об'єктів а наповнення ними системи інструментального забезпечення будівельного майданчика постійно збільшується, склад модернізується.

Очевидно, що збільшення деталізації розвитку будівельного технологічного оснащення призводить пропорційно впливає на капіталізацію вкладень, проте очікувані результати від вдосконалень не завжди виникають тільки в ході виконання будівельних робіт. Синтез технічних рішень з огляду на функціональне призначення будівельного технологічного оснащення дозволяє значно розширити його життєвий цикл.

Висновки. Використання сучасних пошукових баз даних, застосування штучного інтелекту при аналізі та структуруванні пошукових результатів дозволяють сформулювати підходи щодо вдосконалення будівельних технологій зведення збірних та монолітних каркасних будівель.

Визначені підходи щодо розвитку будівельного технологічного оснащення дозволяють приймати обгрунтовані рішення для забезпечення потрібного технологічного рівня механізації будівельних процесів.

Розробка нових синтезованих технічних рішень, які враховують функціональне призначення будівельного технологічного оснащення дозволяє значно розширити його життєвий цикл.

Список літератури :

1. Кравец С.В. Основы технического творчества в строительном и мелиоративном машиностроении: уч. пособие. К.: УМКВМУ, 1990. 130 с.
2. Шкуратов О., Чудовська В. Інституційні засади цифровізації будівельної галузі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2024, 52(2), 3–12. URL: <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/306617>
3. Тонкачев Г., Молодід О. та ін. Інноваційні технології каркасного будівництва: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2024. 315 с.
4. Тонкачев Г. Функціонально-модульна система формування комплектів будівельної техніки: монографія. К.: ЧП"Блудчий", 2012. 300 с.
5. Рашківський В., Дубовик І., Заєць Ю. Розробка інформаційної моделі механізованого процесу будівництва вертикальних споруд. *Гірничі, будівельні, дорожні та мелиоративні машини*, 2023, (101), 36–43. <https://doi.org/10.32347/gbdmm.2023.101.0303>
6. Ігнатенко О. Удосконалення технологічного рішення зведення великопролітних покриттів підйомними модулями. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2024, 53(1), 111–121. URL: <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/307943>
7. Google Тренди. URL: <https://trends.google.com/trends/> (дата звернення 15.10.2024).
8. Рашківський В.П., Балака М.М. Винахідницько-пошукова робота у науковій діяльності та міжнародне співробітництво: методичні вказівки. Київ: КНУБА, 2021. 44 с.
9. ДСТУ 3575-97 Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення. З Поправкою (ІПС № 12-1998). [Чинний від 1998-01-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54743
10. Google Patent. URL: <https://patents.google.com/> (дата звернення 15.10.2024)

11. Espacenet. URL: https://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP (дата звернення 15.10.2024)
12. База патентів України. URL: www.uapatents.com (дата звернення 15.10.2024)
13. Міжнародна патентна класифікація (МПК-2024.01). URL: <https://base.uipv.org/mpk2009/index.html?level=c&version=2> (дата звернення 15.10.2024)
14. Литовченко І.В. Методологічні та психологічні основи експертної оцінки результатів наукової діяльності вчених. *Економіка та суспільство*, 2018, 19, 888-897 <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-134>
15. Чернобай Л., Дума О. Порівняльний аналіз інструментів для економічної оцінки ефективності систем управління бізнес-процесами підприємства. *Економічний простір*, 2024, (190), 404-409. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-71>
16. Пелевін Л.Є., Рашківський В.П. Структурний синтез гідравлічних і пневматичних систем: навч. посіб. К: КНУБА, 2011. 80 с.

References:

1. Kravets, S.V. (1990). *Fundamentals of technical creativity in construction and reclamation engineering*. K.: UMKVOMU. 130 p.
2. Shkuratov, O., & Chudovska, V. (2024). Institutional principles of digitalization of the construction industry. *Ways to improve construction efficiency*, 52(2), 3–12, from <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/306617>
3. Tonkacheev, G., Molodid, O. et. al. (2024). *Innovative technologies of frame construction*. Kyiv: Lira-K. 315 p.
4. Tonkacheev, G. (2012). *Functional-modular system of formation of construction equipment sets*: monograph. Kyiv: PE "Bludchiy". 300 p.
5. Rashkivskiyi, V., Dubovyk, I., & Zaiets, Y. (2023). Development of an information model of the mechanized construction process of vertical constructions. *Girnichy, budivelni, dorozhni ta meliorativni mashini*, 101, 36–43. <https://doi.org/10.32347/gbdmm.2023.101.0303>
6. Ignatenko, O. (2024). Improvement of technological solution of erection large-span coatings by lifting modules. *Ways to improve construction efficiency*, 53(1), 111–121, from <http://ways.knuba.edu.ua/article/view/307943>
7. Google Trends, from <https://trends.google.com/trends/>
8. Rashkivskiyi, V.P., Balaka, M.M. (2021). *Inventive and research work in scientific activity and international cooperation: methodological guidelines*. Kyiv: KNUCA. 44 p.
9. DSTU 3575-97 Patent research. Basic provisions and procedure for conducting. As amended (IPS No. 12-1998). [Effective from 1998-01-01], from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54743
10. Google Patent, from <https://patents.google.com/>.
11. Espacenet, from https://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP.
12. Baza patentiv Ukrainy, from www.uapatents.com.
13. International Patent Classification (IPC-2024.01), from <https://base.uipv.org/mpk2009/index.html?level=c&version=2>
14. Lytovchenko, I.V. (2018). Methodological and psychological principles of expert assessment of the results of scientific activity of scientists. *Economy and society*. 19, 888-897. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-134>

15. Chernobai, L., & Duma, O. (2024). Comparative analysis of tools for economic evaluation of the efficiency of management systems of business processes of the enterprise. *Economic space*, 190, 404-409. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-71>

16. Pelevin, L.E., & Rashkivskiy, V.P. (2011). *Structural synthesis of hydraulic and pneumatic systems*. K: KNUCA. 80 p.

Volodymyr RASHKIVSKYI, Oleksandr IGNATENKO

Features of determining the directions of building technological equipment development

The article describes the peculiarities of determining the directions of development of construction technological equipment used in the construction of frame buildings with prefabricated and monolithic frames.

The results can be used in the organization of mechanized areas on construction sites during the reconstruction, restoration of buildings or during their new construction.

The authors established the order of grouping the thematic areas of research, belonging to geographical zones and the dynamics of development from 2010 to 2024. The dynamics of patenting, searches for mechanized equipment, which is intended to accompany the technological processes of the construction of buildings with a prefabricated and monolithic frame, have been determined. This approach to research allows you to get a picture of the development of the subject based on generalized indicators and to narrow your search interests taking into account the specifics of the research, geographical interest, and the state of development of the research objects.

In the publication, the authors present a research methodology for the development of structural and technological solutions for the mechanization of support for construction assembly processes. The relevance of the direction of development of mechanized technological modules, in particular, universal lifting modules, mobile technological modules for monolithic works is determined. Analytical studies of new structural and technological solutions for the mechanization of construction processes must be carried out in several stages: determination of thematic areas of research, specification of geographical time frames, determination of hidden implicit terms and requests describing the specifics of work performance, design features of technological equipment, their components, functional purpose, etc. The proposed methodology is based on the use of modern search databases, the use of artificial intelligence in the analysis and structuring of search results, and allows for the formation of approaches to the improvement of construction technologies for the construction of prefabricated and monolithic frame buildings.

The defined approaches to the development of construction technological equipment allow making informed decisions to ensure the required technological level of mechanization of construction processes.

Keywords: structural and technological solutions of building construction, universal lifting module, technological module for monolithic works, building construction technologies, installation methods, construction mechanized equipment.