

А.А. Шувасьв,
аспірант кафедри промислового та цивільного будівництва
ORCID: 0000-0002-4919-485X
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

АНАЛІТИЧНА ПЛАТФОРМА ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Наукова стаття розкриває проблематику пошуку інноваційних підходів для вирішення оптимізаційних завдань пов'язаних з управління потоками вторинних ресурсів-матеріалів для виконання будівельних процесів. Досліджено перспективні тенденції логістичних концепцій як важливого інструменту для ефективного управління потоками вторинних ресурсів у будівельній сфері. Зазначено актуальність проблеми пошуку раціональних рішень у керуванні потоками вторинних ресурсів (матеріалів) в контексті будівельних процесів. У роботі висвітлені основні закономірності функціонування системи комплексного управління потоками відходів (СКУПВ) в будівельній галузі та визначено практичні можливості їх реалізації. Окреслено схему пошуку оптимальних рішень, базовану на принципах логістичних систем. Обґрунтовані перспективи та можливості використання відходів будівництва як вторинних ресурсів-матеріалів. В результаті проведеного аналізу було виявлено, що будівельні виробничі системи, розвиваючись, пройшли оптимізаційну еволюцію та досягли нового, прогресивного рівня управління потоками. Запропонований підхід передбачає, що матеріальні та енергетичні ресурси не концентруються в кінцевому продукті, а накопичуються у вигляді додаткової продукції – сировини та енергії, які повторно використовуються в процесі рециклінгу у власному виробництві або реалізуються на вторинних ринках. Результати дослідження дозволили розкрити визначення системи комплексного управління потоками відходів (СКУПВ) будівельної галузі, що враховує ключові складові економічного ефекту. Немає сумніву у тому, що відходи будівельної галузі мають значний потенціал стати вторинною сировиною. Їх можна використовувати після переробки як вторинну продукцію, застосовуючи визначені технології, що набувають все більшого значення в умовах пошуку екологічно орієнтованих організаційно-технологічних рішень. Це дозволяє зменшити собівартість будівельних проектів і одночасно зменшити тиск на сміттєзвалища, уникаючи неконтрольованого збільшення несанкціонованих смітників. Також важливо відзначити, що під час переробки відходів від демонтажу споруд застосовуються прогресивні технології. Ці технології ґрунтуються на принципах екологічно орієнтованого інноваційного розвитку. В результаті використання таких підходів ефективність використання матеріалів зростає завдяки зниженню витрат на виробництво.

Ключові слова: будівництво, управління, процеси, система, логістика, оптимізація, вторинні ресурси, можливість.

Постановка проблеми. Останнім часом спостерігається значний розвиток використання вторинних ресурсів у економіках розвинених промислових країн. Цей тренд визначається глибокими змінами у світовій економіці, які виникають внаслідок проблеми нестачі первинних мінеральних сировин та значного прогресу в технологіях переробки промислових, будівельних та міських відходів. Застосування, переробка та утилізація всіх цінних відходів як вторинних ресурсів стає ключовим аспектом економічного, техніко-технологічного та екологічного розвитку суспільного виробництва [1, 2, 6, 7].

Використання відходів техногенного походження, які не можуть бути використані безпосередньо за своїм призначенням, але є потенційно придатними для повторного використання як вторинні матеріальні ресурси, визначається як актуальна проблема сталого розвитку різних галузей, включаючи будівельну. В ході переробки відходів виникає проблема їх збалансованої переробки за різними видами, що відповідає загальним тенденціям та положенням основних світових стандартів [5]. Згідно дослідження вчених Токійського університету [6, 7, 9], забезпечення збалансованості переробки відходів, що є ключовою метою усіх процесів управління відходами в господарській діяльності, передбачає врахування взаємозв'язку наступних факторів впливу на управління відходами:

- правових (законодавство, діючі норми та правила в сфері обігу відходів);
- технологічних (найкращі доступні технології, що сприяють максимально можливому залученню відходів у повторний господарський обіг);
- соціально – економічних (зростання кількості населення, а відповідно і відходів, соціальна свідомість щодо необхідності економії ресурсів та мінімізації захоронення відходів, економічна доцільність та додаткова вигода від переробки);
- внутрішньодержавних та регіональних (вплив екологічних факторів на стимулювання розвитку обороту відходів, можливість та потенціал від створення обороту відходів для вторинної переробки).

Незаперечним є факт, що будівельна галузь утворює величезну кількість відходів на всіх етапах будівництва, починаючи з видобутку сировини для виробництва будівельних матеріалів, безпосередньо процесу будівництва, та закінчуючи процесами знесення та демонтажу об'єктів будівництва, що вичерпали строк експлуатації. Будівельна промисловість у всьому світі використовує більше сировини, аніж будь – яка інша галузь (за деякими оцінками до 50% загального обсягу сировини), що передбачає наявність сучасних тенденцій до нестійкості галузі. В світі постійно зростає потреба в сировині, виробництво якої стає все дорожчим. З урахуванням сучасних тенденцій в економіці, підприємства будівельної галузі, як такої, що є найбільш матеріалоємною галуззю економіки, найбільш вразливі до обмеженості ресурсів [10, 11, 12, 13, 14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Необхідність вирішення комплексної проблеми використання вторинних ресурсів у будівництві повинна бути розглянута у контексті широкого поширення світових практик використання, переробки та повторного використання всіх цінних відходів у якості вторинних ресурсів. Це обумовлено глибокими змінами у світовій економіці, пов'язаними з обмеженістю природних ресурсів, загрозами екологічної та соціальної безпеки, а також зі збільшенням обсягів відходів та техногенних звалищ [2, 11].

Покладаючи акцент на практику запобігання та зменшення утворення відходів, більшість розвинених економік ставлять перед собою завдання максимально використовувати відходи матеріалів і сировини як вторинні ресурси. Використання відходів техногенного походження, які мають потенціал для повторного використання, є актуальним у світовій практиці для розв'язання проблем розвитку промисловості, формулювання політики щодо збереження природних ресурсів, енергозбереження та забезпечення економічної, екологічної та соціальної безпеки регіонів.

Важливо відзначити, що розвиток технологічних процесів інноваційного залучення вторинної сировини у повторний обіг призводить до постійного розширення можливостей цього процесу та розширення асортименту готової продукції, отриманої із вторинних ресурсів, включаючи будівельну галузь [16].

Впровадження світового досвіду використання вторинних ресурсів у будівельній галузі може слугувати основою для розбудови інфраструктури з отримання вторинної сировини з відходів (переробки відходів) та їх участі у повторному товарообігу. Це дозволить ефективніше реалізувати Національну стратегію управління відходами до 2030 року, прийняту Урядом України. Мета стратегії полягає в системному підході до управління відходами на державному та регіональному рівнях, зменшенні утворення відходів шляхом збільшення їх переробки та повторного використання [5].

Мета дослідження є аналіз проблем, пов'язаних з використанням відходів будівництва як вторинних ресурсів-матеріалів, та розробка пропозицій для вирішення цих проблем. Дослідження спрямоване на вдосконалення системи управління відходами, розробку нових технологій переробки та сприяння усвідомленню галузевих учасників щодо важливості та переваг використання вторинних ресурсів-матеріалів у будівництві.

Методика. Аналіз існуючих підходів в управлінні відходами будівництва та зносу, дає змогу стверджувати, що на сьогоднішній день, в Україні не існує чіткої траєкторії руху потоків відходів, спрямованої на збір, захоронення, повторне використання, що визначається безсистемною та неконтрольованою практикою захоронення відходів будівництва на полігонах. Якщо розглядати шляхи руху потоків відходів з моменту їх утворення, то існують два шляхи. Перший – це спрямування відходів на переробні підприємства для отримання з них вторинних ресурсів та виробництво матеріалів із вторинних ресурсів, що є найбільш доцільним та вигідним як з економічної, так із екологічної точки зору. При цьому слід зауважити, що кількість таких підприємств в Україні, є незначною, а технологічні можливості та потужності аж ніяк не здатні забезпечити можливість спрямування потоків відходів за таким шляхом та забезпечити повторний господарський обіг відходів будівництва. На рівні регіонів України, у власників відходів будівництва, навіть при обґрунтованій економічній доцільності такого шляху, можливість забезпечення повернення відходів будівництва у повторний господарський обіг, залишається серйозною проблемою, навіть при їх високій вмотивованості та екологічній свідомості, що обґрунтовано примушує будівельні підприємства вивозити відходи на полігони, та в будь який спосіб знижувати витрати часу та ресурсів на це. Зрозуміло, що таким чином втрачається потенційна

економічна вигода від переробки і подальшого використання відходів та наноситься істотна шкода оточуючому середовищу [1, 2, 6, 7].

Другий шлях, який наразі і є майже єдиним в Україні – це легалізовані місцеві владою, полігони по захороненню будівельних відходів, які хоча і є нерациональними за економічними та екологічними аспектами, але дають можливість отримувати статистичні дані, щодо обсягів та динаміки відходів будівельної галузі, а також локалізувати їх в межах певної території.

В межах дослідження вважаємо необхідним розгляд саме першого шляху руху потоків відходів, який як вже зазначалося [13, 15, 16] необхідно розглядати в межах системи комплексного управління потоками відходів (потенційних вторинних ресурсів) будівельної галузі, яка потребує розробки комплексної системи управління, спрямованої на раціональне управління потоками відходів, з урахуванням економічного, екологічного та організаційних аспектів.

Вклад основного матеріалу. Організаційний аспект зазначеної вище проблеми, слід розглядати з позиції логістики, що передбачає комплекс заходів по створення та функціонуванню системи логістики відходів будівництва та зносу, а відповідно здатна забезпечити підвищення ефективності використання будівельних відходів в якості вторинної сировини [1, 7].

Перспективи застосування логістичних підходів в розрізі управління потоками будівельних відходів, зумовлені відсутністю на сьогоднішній день ефективної взаємодії між транспортними, матеріальними та інформаційними потоками в цій галузі. На наш погляд, для досягнення комплексного управління потоками відходів (вторинними ресурсами-матеріалами) необхідно створити діючу логістичну систему, використовуючи сучасну оптимізаційну модель, що супроводжуватиметься інформаційною складовою. Це дозволить забезпечити системний підхід до управління відходами, покращити ефективність їх обробки та використання ресурсів, а також зменшити негативний вплив на довкілля [3, 8].

Впровадження концепції логістики дає можливість раціоналізувати та оптимізувати складноструктуровану логістичну систему, що представляє собою комплексне управління потоками відходів та вторинної сировини у будівельній галузі (СКУПВ), Використання ключових принципів логістичного управління в межах складноструктурованої логістичної системи це: направленість, гнучкість, синхронізація, оптимізація, інтеграція процесів та потоків, комплексність, надійність, ефективність та цілісність [7].

Виходячи з цього, на основі семантичного аналізу, пропонуємо математичну модель для визначення загального обсягу ресурсів, необхідних для управління потоками відходів та вторинної сировини будівництва, з керуючою роллю в логістичної системи та інформаційної платформи системи СКУПВ.

Удосконалення концепції управління потоками вторинних ресурсів спрямоване на підвищення сталості та раціональності використання ресурсів у будівельній галузі, забезпечуючи ефективність та економічність будівельних процесів:

1. Стан використання вторинних ресурсів у будівельній галузі:

- Аналіз поточного стану використання вторинних ресурсів у будівництві.
- Визначення основних джерел вторинних ресурсів та їхніх обсягів.

2. Основні принципи концепції управління вторинними ресурсами:

- Пріоритетність використання вторинних ресурсів перед первинними в контексті сталого розвитку.
- Принципи ефективного збору, сортування та переробки будівельних відходів.

3. Аналіз та Прогнозування:

- Поглиблений аналіз поточного використання вторинних ресурсів та їхніх джерел в будівництві.
- Впровадження систем прогнозування обсягів вторинних ресурсів на основі минулих даних та тенденцій.

4. Інтеграція Інновацій:

- Врахування сучасних технологій та інновацій у використанні вторинних ресурсів.
- Впровадження сучасних технологій для оптимізації переробки вторинних ресурсів.
- Інтеграція цифрових інструментів та інтелектуальних систем для оптимізації управління потоками вторинних ресурсів.

5. Оптимізація Логістичних ланцюгів:

- Організація ефективної логістичної системи для забезпечення потрібних вторинних ресурсів на будівельному майданчику.
- Мінімізація логістичних витрат та раціоналізація процесів перерозподілу вторинних ресурсів.

6. Цифрова Безпека та Інформаційний Обмін:

- Впровадження заходів з кіберзахисту та захисту інформації про вторинні ресурси.
- Розробка ефективної системи обміну інформацією між учасниками ланцюга управління вторинними ресурсами.

7. Взаємодія із Стейкхолдерами:

- Визначення ролі та взаємодії з різними стейкхолдерами, такими як будівельні компанії, державні установи, та інші учасники галузі.
- Удосконалення стратегій взаємодії з будівельними компаніями, державними установами та іншими стейкхолдерами.
- Залучення стейкхолдерів до спільної розробки та впровадження ефективних практик управління вторинними ресурсами.

Рис. 1. Удосконалення концепції управління потоками вторинних ресурсів в будівельній галузі для виконання будівельних процесів

З уточненням [7] цільова функція моделі виглядає наступним чином:

$$TR_t^n = \sum_t (\sum_{v \in V, n \in N, g \in G} (CR(v, n, g, t) * \sum_{g \in G} x(v, n, e, g, t)) + \\ + \sum_{v \in V, n \in N, g \in G} (LR(v, n, e, t) * \sum_{e \in E} x(v, n, e, g, t)) + \\ + \sum_{v \in V, e \in E} (SR(v, e, t) * \sum_{n \in N} x(v, n, e, g, t)), \quad (1)$$

де: TR_t^n – загальний ресурсів (витрат, інвестицій), необхідний підприємству (n) з переробки відходів будівництва в t – періоді;

$CR(v, n, g, t)$ – витрати ресурсів на введення в експлуатацію потужностей з переробки будівельних відходів v – виду на переробному підприємстві (n) по (g) технології в певний період часу (t);

$LR(v, n, e, t)$ – логістичні витрати, необхідні для транспортування будівельних відходів певного виду (v) від продуцента відходів (e) до підприємства – переробника (n) в певний період часу (t);

$SR(v, e, t)$ – загальний обсяг необхідних ресурсів (витрат) для забезпечення процесу зносу та збору відходів (v) виду у продуцента їх утворення (e) в певний період часу (t);

$x(n, e, g, t)$ загальний обсяг будівельних відходів, спрямованих від продуцента відходів (e), (v) виду, на підприємство з переробки (n), з використанням (g) технології переробки.

При розгляді ресурсів, необхідних для забезпечення неперервної функціонування даної моделі, що можуть мати різну вартість в часі, можна уникнути шляхом перенесення грошових потоків у базовий період часу за допомогою дисконтування.

Якщо розглядати логістику вторинних матеріальних ресурсів, то об'єктом управління, є зворотні (реверсивні) потоки, тобто в нашому випадку, потоки відходів будівництва, тому є доцільним розглядати усі організаційні аспекти складових системи комплексного управління потоками вторинних ресурсів на основі принципів, концепцій і методів логістики. З точки зору логістики, вторинні ресурси створюють вторинні, або зворотні (реверсивні) матеріальні потоки, що повинні бути залучені у повторний господарський обіг, відповідно максимізація використання відходів будівництва визначає інтенсифікацію цих потоків, що може бути досягнуто шляхом максимально можливого кругообігу матеріальних ресурсів.

Висновки і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Результати нашого дослідження свідчать про те, що аналіз існуючих підходів у сфері управління відходами будівництва та демонтажу вказує на відсутність чіткої стратегії обігу відходів в Україні на сучасному етапі. На даний момент спостерігається відсутність системної та контрольованої практики збору, утилізації та повторного використання відходів будівництва, що визначається нерегульованою практикою їх захоронення на полігонах.

Відзначається необхідність розробки наукових підходів до створення екологічно безпечної та економічно обґрунтованої системи використання вторинних ресурсів у будівельній галузі. Розгляд процесів та алгоритмів управління потоками вторинних ресурсів, використовуючи сучасні концепції

логістичних систем, є ключовим фактором для розвитку високотехнологічної інфраструктури переробки відходів галузі та їх подальшого використання як вторинної сировини у будівельних процесах.

Список літератури:

1. Арутюнян І.А., Шуваєв А.А. Екологічно-економічна доцільність комплексного управління потоками відходів в будівельній галузі. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2020. №18. С. 9–17. DOI: 10.15802/bttrp2020/217692
2. Арутюнян І.А., Шуваєв А.А. Ефективність комплексного управління потоками вторинних ресурсів будівельної галузі. *Металознавство та термічна обробка металів*. 2021. № 2(93). С. 15–25. DOI: 10.30838/J.PMNTM.2413.270421.15.737
3. Павлов І.Д., Полтавець М.О., Павлов Ф.І. Системне управління організаційно-технологічною надійністю виробничих процесів в будівництві. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2020. №17(2020), С. 53-61. DOI: 10.15802/bttrp2020/205011
4. Радкевич А.В., Арутюнян І.А., Данкевич Н.О., Сайков Д.В. Детермінація концептуальних підходів щодо облігаторності впровадження оптимізаційних моделей будівельного виробництва для вітчизняних підрядних підприємств. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2017, №12. С. 78-86. URL: <http://bttrp.diit.edu.ua/article/view/167826/167610>
5. Розпорядження Кабінету міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р., «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>.
6. Рыщенко М.И., Федоренко Е.Ю., Лисачук Г.В., Шабанова Г.Н. Техногенные материалы и промышленные отходы как источник сырья для производства строительных материалов. *Экология и промышленность*. 2013. №4, С. 10-16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom_2013_4_4
7. Шуваєв А. Організаційно-функціональна структура системи інформаційно-аналітичного управління потоками відходів будівництва. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2021, №4(94). С. 69-78. DOI: 10.15802/stp2021/245674
8. Arutiunian I., Poltavets M., Achacha M., Bondar O., Pavlov F., Gerasymenko O., Kulinich T. Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 No. 3. March 2021. pp. 141-144. DOI: 10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19
9. Chen Z., Li H., Wong C. T. An application of bar-code system for reducing construction wastes. *Automation in Construction*. 2002. Vol. 11. Iss. 5. P. 521–533. DOI: 10.1016/s0926-5805(01)00063-2
10. Hauschild M., Barlaz M. A. LCA in waste management: introduction to principle and method. *Solid Waste Technology & Management*. 2011. Vol. 1–2. P. 113–136.
11. Keller T., Tergan S.O. Visualizing knowledge and information : an introduction. *Knowledge and Information Visualization*. 2005. Vol. 3426. P. 1–23. DOI: 10.1007/11510154_1

12. Kumbhar S., Gupta A., & Desai D. Recycling and reuse of construction and demolition waste for sustainable development. *OIDA International Journal of Sustainable Development*. 2013. № 6(7), 83-92.
13. Lagüela S., Diaz-Vilarinho L., Martínez J., Armesto J. Automatic thermographic and RGB texture of as-built BIM for energy rehabilitation purposes. *Automation in Construction*. 2013. Vol. 31. P. 230–240. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.12.013
14. Li H., Chen Z., Yong L., Kong S. C. W. Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency. *Automation in Construction*. 2005. Vol. Iss. 3. P. 323–331. DOI: 10.1016/j.autcon.2004.08.007 14.
15. Pradhananga N., Teizer J. Automatic spatio-temporal analysis of construction site equipment operations using GPS data. *Automation in Construction*. 2013. Vol. 29. P. 107–122. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.09.004
16. Puskás A., Corbu O., Szilágyi H., & Moga L. M. (2014). Construction waste disposal practices: The recycling and recovery of waste. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 2014. №191, 1313-1321. DOI: 10.2495/SC141102.

References:

1. Arutiunian, I.A., Shuvaiev, A.A. (2020) Ecological and economic feasibility of integrated management of waste streams in the construction industry. *Bridges and Tunnels: Theory, Research, Practice*. 18. 9–17. DOI: 10.15802/bttrp2020/217692
2. Arutiunian, I.A., Shuvaiev, A.A. (2021). Efficiency of integrated management of secondary resource flows in the construction industry. *Metallurgy and Heat Treatment of Metals*. 2(93). 15–25. DOI: 10.30838/J.PMHTM.2413.270421.15.737
3. Pavlov, I.D., Poltavets, M.O. & Pavlov, F.I. (2020). System management of organizational and technological reliability of production processes in construction. *Bridges and Tunnels: Theory, Research, Practice*. 17(2020), 53-61. DOI: 10.15802/bttrp2020/205011
4. Radkevich, A.V., Arutiunian, I.A., Dankevich, N.O., & Saikov, D.V. (2017). Determination of conceptual approaches to the obligatory nature of implementation of optimization models of construction production for domestic contractors. *Bridges and Tunnels: Theory, Research, Practice*. 12(2017). 78-86. URL: <http://bttrp.diit.edu.ua/article/view/167826/167610>
5. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 8, 2017 No. 820-p, "On Approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>.
6. Ryshchenko, M.I., Fedorenko, E.Y., Lisachuk, G.V., Shabanova, G.N. (2013). Technogenic Materials and Industrial Waste as a Source of Raw Materials for the Production of Building Materials. *Ecology and other industries*. 4, 10-16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom_2013_4_4
7. Shuvaiev, A. (2021). Organizational and functional structure of the system of information and analytical management of construction waste flows. *Science and Progress of Transport. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*. 4 (94). 69-78. DOI: 10.15802/stp2021/245674
8. Arutiunian, I., Poltavets, M., Achacha, M., Bondar, O., Pavlov, F., Gerasymenko, O., & Kulinich, T. (2021). Effective Concepts of Harmonious

Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 №. 3. Pp. 141-144. DOI: 10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19

9. Chen, Z., Li, H., & Wong, C.T. (2002). An application of bar-code system for reducing construction wastes. *Automation in Construction*. Vol. 11. Iss. 5. P. 521–533. DOI: 10.1016/s0926-5805(01)00063-2

10. Hauschild, M., & Barlaz, M.A. (2011). LCA in waste management: introduction to principle and method. *Solid Waste Technology & Management*. Vol. 1–2. P. 113–136.

11. Keller, T., & Tergan, S.O. (2005). Visualizing knowledge and information : an introduction. *Knowledge and Information Visualization*. Vol. 3426. P. 1–23. DOI: 10.1007/11510154_1

12. Kumbhar, S., Gupta, A., & Desai, D. (2013). Recycling and reuse of construction and demolition waste for sustainable development. *OIDA International Journal of Sustainable Development*. 6(7), 83-92.

13. Lagüela, S., Díaz-Vilariño, L., Martínez, J., & Armesto, J. (2013). Automatic thermographic and RGB texture of as-built BIM for energy rehabilitation purposes. *Automation in Construction*. Vol. 31. P. 230–240. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.12.013

14. Li, H., Chen, Z., Yong, L., & Kong, S.C.W. (2005). Application of integrated GPS and GIS technology for reducing construction waste and improving construction efficiency. *Automation in Construction*. Vol. Iss. 3. P. 323–331. DOI: 10.1016/j.autcon.2004.08.007 14.

15. Pradhananga, N., & Teizer, J. (2013). Automatic spatio-temporal analysis of construction site equipment operations using GPS data. *Automation in Construction*. Vol. 29. P. 107–122. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.09.004

16. Puskás, A., Corbu, O., Szilágyi, H., & Moga, L.M. (2014). Construction waste disposal practices: The recycling and recovery of waste. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. №191, 1313-1321. DOI: 10.2495/SC141102

A.A. Shuvaiev

Analytical platform for the process of managing the flows of secondary resources in the construction industry

The scientific article reveals the problems of finding innovative approaches to solving optimization problems related to the management of flows of secondary resources-materials for the implementation of construction processes. Promising trends of logistic concepts as an important tool for effective management of flows of secondary resources in the construction sector are studied. The urgency of the problem of finding rational solutions in managing the flows of secondary resources (materials) in the context of construction Processes. The publication highlights the main regularities of functioning of the system of integrated management of waste flows (SKUPV) in the construction industry and identifies the practical possibilities of their implementation. A scheme for finding optimal solutions based on the principles of logistics systems is outlined. The prospects and possibilities of using construction waste as secondary resources-materials are substantiated. As a result of the analysis, it was found that building production systems, while developing, have undergone an optimization evolution and reached a new, progressive level of flow management. The proposed approach assumes that material and energy resources are not concentrated in the final product, but are accumulated in the form of additional products – raw materials and

energy, which are reused in the recycling process in their own production or sold in secondary markets. The results of the study made it possible to reveal the definition of the system of integrated management of waste flows (ICMS) of the construction industry, which takes into account the key components of the economic effect. It is an indisputable fact that the waste of the construction industry has a significant potential to become a secondary raw material, the use of which after processing (as secondary products) according to certain technologies (which are becoming more and more in the context of the search for environmentally friendly organizational and technological solutions), allows to reduce the cost of construction projects and at the same time reduce the load on landfills, to exclude the uncontrolled increase in unauthorized landfills. It should also be noted that as a result of the processing of waste from the dismantling of structures using advanced technologies based on the principles of environmentally oriented innovative development, the efficiency of the use of materials increases by reducing production costs.

Keywords: *construction, management, processes, system, logistics, optimization, secondary resources, opportunity.*

Посилання на статтю:

АРА: Shuvaiev, A.A. (2023). Analytical platform for the process of managing the flows of secondary resources in the construction industry. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 52(1), 147-156.

ДСТУ: Шуваєв А.А. Аналітична платформа процесу управління потоками вторинних ресурсів в будівельній галузі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2023. № 52(1). С. 147-156.