

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 502.174:[69:658.7/.8.012.34]

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, А. А. ШУВАЄВ²

^{1*} Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (096) 180 45 99, ел. пошта shywazp@gmail.com, ORCID 0000-0002-4919-485X

ЕКОЛОГІЧНО-ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ВІДХОДІВ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Мета. Обґрунтування перспективних напрямів дослідження екологічно – економічної доцільності комплексного управління потоками відходів будівельної галузі, систематизація принципів такого управління, визначення існуючих тенденцій, аналіз підходів та напрямів вирішення проблеми управління відходами будівництва. **Методика.** Досягнення поставленої мети передбачає системний аналіз проблеми управління потоками відходів в будівельній галузі, який враховує актуальність проблеми, нормативне регулювання, наукові дослідження з цієї проблематики та передбачає створення ефективної моделі комплексного управління. **Результати.** В дослідженні обґрунтовано, що створення комплексної системи управління потоками відходів будівельної галузі, яка передбачає застосування методів планування, прогнозування та оцінки потоків будівельних відходів, здатна забезпечувати вирішення основних екологічних завдань в будівельній галузі: ефективного поводження з відходами, шляхом створення економічно доцільної, результативної і екологічно безпечної регіональної системи управління відходами. **Наукова новизна.** Визначені ключові принципи розроблення та функціонування моделі комплексної системи управління потоками відходів будівельної галузі: принцип екологічності всіх процесів в системі; принцип ефективності; принципи логістики; принцип вмотивованості. **Практична значимість.** Обґрунтування принципів створення моделі комплексного управління потоками будівельних відходів, доцільності застосування логістичного підходу, визначення змісту та структури вхідних інформаційних потоків на підставі системного аналізу та екологічної оцінки, є передумовою науково – методичного та практичного вирішення проблеми управління потоками відходів в будівельній галузі.

Ключові слова: комплексне управління; логістичний підхід; потоки будівельних відходів; рециклінг; регенерація; рекуперація

Вступ

Значні обсяги накопичених в Україні відходів та відсутність ефективних заходів, спрямованих на запобігання їх утворенню, утилізації, знешкодження та видалення, поглиблюють екологічну кризу і стають гальмівним фактором розвитку національної економіки.

Така ситуація обумовлює необхідність створення та забезпечення належного функціонування загальнодержавної системи запобігання утворенню відходів, збирання, перероблення та утилізації, знешкодження і екологічно безпечного видалення. Це повинно бути невідкладним завданням навіть в умовах відносної обмеженості економічних можливостей як держави, так і основних утворювачів відходів. Таким чином, єдиним можливим шляхом урегулювання ситу-

ації є створення комплексної системи управління відходами. Будівельна галузь регенерує величезну кількість відходів, які згодом стають забруднювачами прилеглих до міст і населених пунктів територій, і крім того, втрачається потенціал їх повторного використання та потенційного зниження собівартості будівництва.

Згідно Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р), високий рівень утворення відходів та низький обсяг їх переробки, як вторинної сировини, спричиняє нагромадження значних обсягів твердих відходів, з яких лише незначна частина застосовується, як вторинні матеріальні ресурси, решта потрапляють на звалища.

На відміну від України, в інших розвинутих країнах мінімізовані обсяги утворення відходів та існує інфраструктура їх переробки. При цьо-

© І. А. Арутюнян, А. А. Шувасєв, 2020

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

му наявність такої інфраструктури є неодмінною ознакою всіх економік розвинутих країн. Важливим поштовхом для створення умов переробки відходів будівництва та знесення, є спеціальні європейські системи сертифікації будівель, такі як Німецька рада з екологічного будівництва (DGNB) та англійський Метод екологічної оцінки ефективності будівель (BREEM), американський стандарт (LEED).

Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р), передбачає досягнення наступних цілей в сфері управління відходами будівництва:

- досягнення рівня переробки відходів будівництва та знесення (до 70 % до 2030 року);
- мінімізація матеріалів відходів будівництва та знесення (ціль – максимум 5% до 2030 року), які підлягають захороненню на звалищах;
- сортування шкідливих матеріалів (видалення всіх шкідливих відходів перед знесенням);
- запобігання та зменшення рівня виникнення відходів будівництва та знесення;
- заміна використання первинної сировини в секторі будівництва через збільшення використання вторинної сировини з відходів будівництва та знесення;
- зниження ризику, що походить від матеріалів, які містять азбест, та від використання інших шкідливих речовин (наприклад ПХД) серед компонентів будівлі та в будівництві;
- розвиток підгалузі управління відходами будівництва та знесення у межах ширшого будівельного ринку України.

Мета

Обґрунтування перспективних напрямів дослідження екологічно – економічної доцільності комплексного управління потоками відходів будівельної галузі, систематизація принципів такого управління, визначення існуючих тенденцій, аналіз підходів та напрямів вирішення проблеми управління відходами будівництва.

Методика

Досягнення поставленої мети передбачає системний аналіз проблеми управління потоками відходів в будівельній галузі, який враховує

актуальність проблеми, нормативне регулювання, наукові дослідження з цієї проблематики та передбачає створення ефективної моделі комплексного управління, спираючись на:

- статистичні дані про утворення, використання, знешкодження, транспортування та розміщенні відходів і створення на цій основі бази даних про відходи виробництва і споживання;
- регіональні і місцеві баланси потоків відходів;
- оцінку потенційної (реальної) небезпеки для навколишнього середовища і здоров'я людей;
- аналіз наявних потенційних економічних, організаційних, технічних, технологічних та інших можливостей щодо мінімізації надходження відходів в природне середовище (роздільний збір, попередження забруднення території, втрат при транспортуванні та ін.);
- обґрунтування напрямів максимізації використання відходів для залучення їх у вторинний господарський оборот з урахуванням промислового потенціалу і умов регіону;
- аналіз найбільш оптимальних рішень напрямку будівельних відходів у вигляді вторинної сировини споживачам на основі принципу максимальної самоокупності діяльності щодо поводження з відходами, з урахуванням дотримання вимог екологічної безпеки;
- алгоритм дій щодо поводження з відходами з попередніми еколого-економічним обґрунтуванням кожного можливого варіанту управлінського рішення;
- вибір оптимальних рішень щодо формування потоків відходів на основі найбільш повного досягнення поставлених цілей з урахуванням фінансових, технічних ресурсів і можливих екологічних ризиків;
- можливості практичної реалізації моделі комплексної системи управління потоками відходів.

Вважаємо, що багато аспектів прийняття раціональних рішень по використанню відходів будівельного виробництва, в якості вторинних ресурсів, недостатньо обґрунтовані і вимагають наукового доопрацювання з урахуванням досягнень сучасної науки і техніки. Вибір ефективного напрямку руху будівельних відходів є запорукою успішного економічного розвитку будівельної індустрії регіонів країни.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Результати

Основними тенденціями в управлінні відходами будівельної галузі в Україні, на сьогодні, можемо вважати:

- використання здебільшого єдиної форми ліквідації відходів будівництва – захоронення на полігонах і відповідно – накопичення відходів, що має негативний вплив на екологію;
- здійснення неналежним чином сортування за класами небезпеки, утилізації та видалення небезпечних відходів;
- відсутність оцінки можливості небезпечних наслідків в процесі утилізації будівельних відходів;
- мінімальний рівень використання відходів, як вторинної сировини, недосконалість організаційно-економічних засад залучення їх у виробництво;
- відсутність законодавчого регулювання управління відходами будівництва, сертифікації будівельних матеріалів із перероблених відходів, стандартів виробництва, спрямованих на мінімізацію відходів та екологічність процесів будівництва;
- неефективність впроваджених економічних інструментів, стимулів, заходів контролю у сфері поводження з відходами.

Вирішення зазначеної проблеми та зміна негативних тенденцій, є ключовими у вирішенні питань енерго- та ресурсоемності будівельної галузі, економії природних матеріальних та енергетичних ресурсів, зниження енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції, покращення екологічності будівництва, а головне – актуальним стратегічним завданням (пріоритетом) державної політики у сфері регулювання будівельної галузі.

В даний час споживання будівельних відходів в якості сировини для будівельної індустрії дозволяє значно збільшити обсяги переробки відходів в корисні продукти і одночасно поліпшити екологічну обстановку.

Дослідження Хрутьба, Вайганг, & Крюковська, (2015), визначає, що домінуючим видом відходів, які утворюються в будівельних проєктах є надлишок від розкопок ґрунту, деревини і арматурних стержнів. Дослідження також показують відсутність можливості управління фактором виробництва будівельних відходів, на що

вказує кореляція між відходами виробництва та управлінськими аспектами.

Згідно дослідження Кропивний, Медведева, & Кропивна, (2019), матеріали, які утворюються в результаті демонтажу будівель, можуть бути вивезені на полігони або піддатися утилізації, яка представляє собою використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

При цьому в дослідженні Kumbhar, Gupta, & Desai, (2013), виділяються наступні види утилізації:

- рециклінг – повторне застосування відходів за прямим призначенням, дозволяє зберегти природу від негативного впливу, та істотно знизити собівартість матеріалів та будівельних конструкцій;
- регенерація – повернення відходів у виробничий цикл після відповідної підготовки;
- рекуперація – витяг корисних компонентів для їх повторного застосування.

Слід зазначити, що такий традиційний спосіб поводження з відходами, як вивіз на полігони, є найбільш неефективним як з екологічної, так і з економічної точки зору, але як і раніше залишається домінуючим.

У дослідженні Шевченко, Т. Ю., Барна, М. Ю., & Назаренко, О. Ю. (2011), зазначено, що можливим варіантом вирішення цих проблем є рециклінг будівельних відходів.

Як зазначено у дослідженні Лялюк, О. Г., Ратушняк, & Лялюк, А. О. (2017), фактично, більша частина сміття, виробленого будівельною галуззю, підлягає вторинній переробці: Бетон, перероблений в щебінь, служить для застигання котлованів, а також для створення тимчасових доріг. Асфальт повторно застосовують у будівництві доріг, але спочатку його термічно обробляють при дуже високій температурі. Арматура так само повторно використовується в будівництві. Брак і склобій можна відправляти на переплавлення. Можливе застосування склобою в якості наповнювача в дорожньому будівництві для одержання будівельної кераміки, ударна міцність якої складає 0,83 кг/см². Цегла з використанням склобою (до 50...90 %) може застосовуватися в суворих кліматичних умовах. Відходи з дерева (на сьогодні 15 % піддаються переробці) можна використовувати після роздрібнення для одержання деревинно-цементної маси, із якої виробляють деревинно-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

цементні плити. Деталі з пресованої деревини служать у декілька разів довше, а їх вартість у 3...20 разів нижча. Макулатура в сполученні з органічними і неорганічними складниками використовується у виробництві різноманітних плит, теплоізоляційних панелей на основі перліту, порошкоподібного твердого, газоподібного палива, етанолу, азотного добрива з додаванням калію і кальцію. Пластмаса – переробляється, як покрівельна панель, заповнювач, штучний ґрунт і т. п. (Puskás, Corbu, Szilágyi, & Moga, 2014).

І це далеко не повний перелік асортименту можливого застосування будівельних відходів, який застосовуються в більшості західних країн.

Вважаємо, що проблему управління потоками відходів в будівельній галузі слід розглядати за двома напрямками: перший – з позиції забудовника, другий – з позиції галузі та державних інтересів. Зрозуміло, що ключовою метою забудовника – може бути лише підвищення ефективності будівництва, яке в умовах управління потоками відходів та їх повторного застосування, досягається за рахунок зниження витрат на матеріали, вартість робіт та логістичних витрат, а також податкового стимулювання. Варто наголосити, що екологічність будівництва, яка досягається ефективним управлінням відходами, надає забудовнику додаткових конкурентних переваг, в тому числі при участі в тендерах.

З позиції галузевих та державних інтересів, ключовою метою вважаємо досягнення екологічного ефекту (в тому числі, зниження обсягів звалищ), за який держава готова платити, шляхом надання пільг, преференцій та законодавчо регулювати ці процеси.

З урахуванням цього, першочерговими діями в цьому напрямку повинні стати:

- створення сучасної системи управління відходами та їх утилізації;
- забезпечення збалансованості економічних, екологічних та соціальних аспектів управління відходами;
- створення єдиної системи зі збору, використання в якості вторинної сировини у виробництві, переробці, утилізації відходів, формування і управління потоками будівельних відходів;

– зменшення обсягів утворення відходів; відмова від застосування в будівництві надзвичайно і високотоксичних будівельних матеріалів і виробів, що є джерелами утворення токсичних будівельних відходів;

– створення спеціалізованих підприємств по сортуванню, переробці відходів у вторинні ресурси;

– дотримання міжнародних та вітчизняних нормативно-правових актів в галузі екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки, поведінки з відходами, раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища.

Вважаємо обґрунтованим, як зазначено у дослідженні Садов, & Цховребов, (2011), що управління відходами будівництва на рівні регіону, має будуватися на організації єдиної системи первинного виробничого обліку відходів, яка має стати первинним інформаційним потоком для комплексної системи управління будівельними відходами.

Відповідно, система первинного виробничого обліку відходів включає внутрішню поточну (оперативну) інформацію і полягає в кількісній оцінці утворення відходів на кожній технологічній операції, як за фактичними показниками обліку і методами матеріального балансу, статистичними та типовими аналоговими даними, так і за розрахунковими методиками, затвердженими в установленому порядку. Крім того, обов'язково необхідно враховувати екологічну оцінку життєвого циклу будівельних матеріалів, екологічну та санітарно – гігієнічну безпеку, як самого будівельного матеріалу в цілому, так і окремих компонентів, що можуть бути застосовані при регенерації та рекуперації.

В дослідженні Абрамова, & Бачуріна, (2008), зазначено, що екологічна оцінка життєвого циклу будівельного матеріалу або виробу враховує вплив на природне середовище та здоров'я людей не тільки самого матеріалу, але і процесів, які супроводжують його життєвий цикл (від видобутку сировини для його виробництва до його знищення, поховання, або повторного використання в новій будівельній продукції).

Оцінка екологічної безпеки будівельних матеріалів передбачає проведення системного аналізу (аналіз та математична оцінка вхідних і вихідних потоків сировини, розрахунок «еколо-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

гічного балансу», впливів матеріалу на середу та оцінку наслідків цих впливів) та доцільним є порівняльний аналіз (збір та оцінка експертної науково-практичної інформації щодо ступеня екологічної небезпеки і токсичності, можливості використання в якості вторинної сировини для виробництва будівельної продукції).

Здійснення системного та порівняльного аналізу, за допомогою якісних та кількісних методів дозволить розробити класифікую будівельної продукції, виробленої із будівельних відходів, визначити показники її якості, відповідність екологічним та санітарно – гігієнічним вимогам, сприяти розвитку технологій з підвищення якості цих матеріалів, і відповідно – специфікації та технологічні стандарти.

Таким чином, оцінка екологічної безпеки будівельних матеріалів, має стати базою формування вхідного інформаційного потоку в комплексному управлінні потоками будівельних відходів, що включає наступні види інформації:

- екологічну (ступінь небезпеки відходу для природного середовища);
- матеріальну (величина витрат і втрат матеріально-сировинних ресурсів);
- економічну (фінансові втрати і збитки, ризику);
- санітарно-гігієнічну (ступінь токсичності і вплив на здоров'я людини).

Внутрішня інформація системи, повинна обов'язково бути доповнена зовнішньою інформацією: науково-технічною та нормативно-правовою. Така інформація має стати основою для економіко-математичного моделювання потоків будівельних відходів та створення логістичної моделі комплексної системи управління будівельними відходами.

Ключовими принципами функціонування такої моделі, вважаємо:

- принцип екологічності всіх процесів в системі (мінімізація рівня утворення та захоронення відходів будівельної галузі);
- принцип ефективності (зниження ресурсоемності будівництва, собівартості матеріалів, транспортних витрат, витрат на утилізацію відходів та ін.);

Як підкреслено в дослідженні Радкевич, Арутюнян, Данкевич, & Сайков, (2017), організаційний інструментарій впровадження оптимізаційних моделей, безпосередньо, є різноманіт-

ним, але певна модель повинна затверджуватися в рамках управлінських рішень з обов'язковим визначення її ефективності.

– принципи логістики (раціональності, емерджентності, системності, ієрархії та інтеграції, конкретності, науковості, конструктивності);

– принцип вмотивованості (мотивація та обґрунтування доцільності процесів управління будівельними відходами для усіх стейкхолдерів системи).

Тобто логістичний підхід полягає в системному розгляді сукупності процесів з позиції єдиного ланцюга матеріально-сировинного балансу, інтеграція окремих ланок цього ланцюга здійснюється на технічному, технологічному, економічному і методологічному рівнях, а мінімізація витрат часу і ресурсів досягається оптимізацією управління матеріальними і інформаційними потоками, як зазначено у дослідженні Алімова (2009).

Зазначимо, що розгляд проблеми управління відходами будівельної галузі можливий як на рівні окремого підприємства (забудовника, будівельного об'єкта) так і на регіональному та галузевому (державному) рівнях.

Перший рівень є не оптимізованим з точки зору комплексного управління відходами та вирізняється від другого та третього відсутністю централізованої функції управління розрізненими потоками, технологічної, економічної і нормативно-методологічної інтеграції окремих ланок матеріально-сировинного ланцюга в єдину систему, що забезпечує ефективне управління потоками відходів.

Тому вважаємо, що пріоритетним є створення саме комплексного управління потоками будівельних відходів, при цьому, враховуючи можливість та доцільність такого децентралізованого управління на першому рівні, що дозволить комплексно знизити рівень негативного впливу на екологію, забезпечити гнучкість системи у відповідності із економічною доцільністю, нормативними, технічними, екологічними та санітарними вимогами.

Комплексність управління потоками дозволить знизити ризики мінливості, сезонності, економічні ризики в будівельній галузі, забезпечить можливість більш ефективного пошуку споживачів вторинних ресурсів.

Вважаємо, що це дозволить мінімізувати запаси накопичення відходів на будівельних майданчиках, скоротити час транспортування відходів, оптимізувати ведення баз даних щодо обертів відходів, забезпечуючи своєчасну передачу інформації, а відповідно, буде реалізований принцип вмотивованості для окремих забудовників. Таким чином, це в цілому дозволить досягти економічного ефекту від залучення у вторинний господарський оборот залишків сировини, матеріалів, сприяти підвищенню рівня екологічної безпеки, зниження екологічних ризиків.

Комплексне управління потоками будівельних відходів з використання логістичного підходу, передбачає, що об'єктом управління виступає наскрізний потік оборотних відходів, а відокремленість джерел утворення відходів (першого рівня) і об'єктів, що приймають ці відходи, як вторинну сировину, коригується шляхом організації єдиної системи управління і регулювання потоками відходів. Рух такого потоку по всьому ланцюгу при використанні логістичного методу сприятиме мінімізації витрат на транспортування.

На виході системи, параметри потоків відходів можуть бути визначені, як прогнозовані, контрольовані екологічні, технічні та економічні показники, відображені в єдиній системі баз (системі) комплексного управління відходами (Александрин, 2014).

Структурно-логічна комплексна модель відображає взаємозв'язок інформаційних модулів, повних функцій управління та очікуваних станів системи (Павлов, І. Д., Полтавець & Павлов, Ф. І., 2020).

Відповідно, виходячи із вищевикладеного, зауважимо, що створення комплексної системи управління потоками відходів будівельної галузі, яка передбачає застосування методів планування, прогнозування та оцінки потоків будівельних відходів, здатна забезпечувати вирішення основних екологічних завдань в будівельній галузі: ефективного поводження з відходами, шляхом створення економічно доцільної, результативної і екологічно безпечної регіональної системи управління відходами.

Крім того, це сприятиме розвитку економічно ефективною галузі економіки, пов'язаної з використанням і переробкою відходів виробництва і споживання; охороні навколишнього се-

редовища та захисту населення від негативного впливу відходів виробництва і споживання, поліпшенню санітарного стану території регіонів; раціональному використанню природних ресурсів, ресурсозбереженню; мінімізації втрат цінних речовин, що містяться у будівельних відходах, зменшення витрат, спрямованих на ліквідацію наслідків забруднення навколишнього середовища небезпечними відходами.

Наукова новизна та практична значимість

Обґрунтування принципів створення моделі комплексного управління потоками будівельних відходів, доцільності застосування логістичного підходу, визначення змісту та структури вхідних інформаційних потоків на підставі системного аналізу та екологічної оцінки, є передумовою науково – методичного та практичного вирішення проблеми управління потоками відходів в будівельній галузі.

Висновки

Визначені в дослідженні сучасні тенденції в управлінні відходами будівельної галузі в Україні, є негативними з точки зору екологічності та економічної ефективності будівельної галузі та потребують змін.

Вважаємо, перспективними напрямками дослідження та вирішення проблеми управління відходами в будівельній галузі, є розробка технологій, створення моделей управління на основі логістичного підходу, які стимулюватимуть підвищення частки використання відходів будівництва і зносу, сприятимуть підвищенню ефективності будівництва, зменшуючи шкідливий вплив на екологію, та повинні бути реалізовані в межах комплексного управління потоками відходів будівельної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 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.
- 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.
- Абрамова, М. В., & Бачурина, Н. Д. (2008). Сетевая модель управления потоками отходов. *Вестник*

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- Восточноукраинского университета им. В. Даля*, 3, 121.
- Александров, А. В. (2014). Автоматизация управления отходами строительного производства. *Промышленное и гражданское строительство*, 10, 79-81.
- Алимов, А. Х. (2009). Использование возможностей логистики в модернизации работы с отходами производства (логистика отходов). *РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция*, 1, 37-39.
- Павлов, І. Д., Полтавець, М. О., & Павлов, Ф. І. (2020). Системне управління організаційно-технологічною надійністю виробничих процесів в будівництві. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 17, 53-61.
- Кропивний, В. М., Медведєва, О. В., & Кропивна, А. В. (2019). *Утилізація та рекуперація відходів*. Кропивницький: Лисенко В. Ф.
- Лялюк, О. Г., Ратушняк, О. Г., & Лялюк, А. О. (2017). Екологічний менеджмент відходів будівельного виробництва. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 22(1), 94-100.
- Радкевич, А. В., Арутюнян, І. А., Данкевич, Н. О., & Сайков, Д. В. (2017). Детермінація концептуальних підходів щодо облігаторності впровадження оптимізаційних моделей будівельного виробництва для вітчизняних підрядних підприємств. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 12, 78-86.
- Розпорядження Кабінету міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р., «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року».
- Садов, А. В., & Цховребов, Э. С. (2011). Пути решения проблемы обращения с отходами на уровне региона. *Вестник РАЕН*, 11(5), 29-31.
- Хрутьба, В. О., Вайганг, Г. О., & Крюковська, Л. І. (2015). Визначення показників екологічної безпеки проектів використання відходів як дорожньо-будівельного матеріалу. *Технологический аудит и резервы производства*, 4(4), 64-71.
- Шевченко, Т. Ю., Барна, М. Ю., & Назаренко, О. Ю. (2011). Рециклінг будівельних відходів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 9(162).

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, А. А. ШУВАЕВ²

^{1*} Кафедра «Промышленное и гражданское строительство», Запорожский национальный университет, пр. Соборный, 226, Запорожье, Украина, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, эл. почта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Кафедра «Промышленное и гражданское строительство», Запорожский национальный университет, пр. Соборный, 226, Запорожье, Украина, 69006, тел. +38 (096) 180 45 99, эл. почта shywazp@gmail.com, ORCID 0000-0002-4919-485X

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Цель. Обоснование перспективных направлений исследования экологически-экономической целесообразности комплексного управления потоками отходов в строительной отрасли, систематизация принципов такого управления, определение существующих тенденций, анализ подходов и направлений решения проблемы управления отходами строительства. **Методика.** Достижение поставленной цели предполагает системный анализ проблемы управления потоками отходов в строительной отрасли, который учитывает актуальность проблемы, нормативное регулирование, научные исследования по этой проблематике и предусматривает создание эффективной модели комплексного управления. **Результаты.** В исследовании обосновано, что создание комплексной системы управления потоками отходов в строительной отрасли, которая предусматривает применение методов планирования, прогнозирования и оценки потоков строительных отходов, способна обеспечивать решение основных экологических задач в строительной отрасли: эффективного обращения с отходами, путем создания экономически целесообразной, результативной и экологически безопасной региональной системы управления отходами. **Научная новизна.** Определены ключевые принципы разработки и функционирования модели комплексной системы управления потоками отходов строительной отрасли: принцип экологичности всех процессов в системе; принцип эффективности; принципы логистики; принцип мотивированности. **Практическая значимость.** Обоснование принципов создания модели комплексного управления потоками строительных отходов, целесообразности применения логистического подхода, определения содержания и структуры входных информационных потоков на основе системного анали-

за и экологической оценки, является предпосылкой научно-методического и практического решения проблемы управления потоками отходов в строительной отрасли.

Ключевые слова: комплексное управление; логистический подход; потоки строительных отходов; рециклинг; регенерация; рекуперация

I. A. ARUTIUNIAN^{1*}, A. A. SHUVAEV²

^{1*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 9007828, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (096) 180 45 99, e-mail shywazp@gmail.com, ORCID 0000-0002-4919-485X

ENVIRONMENTALLY-ECONOMIC FEASIBILITY OF INTEGRATED MANAGEMENT OF WASTE FLOWS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Purpose. Substantiation of promising areas of research on the environmental and economic feasibility of integrated management of waste streams in the construction industry, systematization of the principles of such management, identification of existing trends, analysis of approaches and directions for solving the problem of construction waste management. **Methodology.** Achieving this goal involves a systematic analysis of the problem of waste management in the construction industry, which takes into account the relevance of the problem, regulatory regulation, scientific research on this issue and provides for the creation of an effective integrated management model. **Results.** The study substantiates that the creation of an integrated waste management system in the construction industry, which provides for the use of planning, forecasting and assessment methods for construction waste streams, is able to provide a solution to the main environmental problems in the construction industry: effective waste management by creating an economically viable, efficient and environmentally friendly regional waste management system. **Originality.** The key principles for the development and functioning of a model of an integrated waste management system for the construction industry have been determined: the principle of environmental friendliness of all processes in the system; the principle of efficiency; principles of logistics; the principle of motivation. **Practical value.** Substantiation of the principles of creating a model for integrated management of construction waste streams, the feasibility of using a logistic approach, determining the content and structure of input information flows based on system analysis and environmental assessment, is a prerequisite for a scientific, methodological and practical solution to the problem of waste management in the construction industry.

Keywords: integrated management; logistic approach; construction waste streams; recycling; regeneration; recovery

REFERENCES

- 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. (in English)
- 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. (in English)
- Abramova, M. V., & Bachurina, N. D. (2008). Setevaya model upravleniya potokami otkhodov. *Vestnik Vostochnoukrainskogo universiteta im. V. Dalya*, 3, 121. (in Russian)
- Aleksanin, A. V. (2014). Avtomatizatsiya upravleniya otkhodami stroitel'nogo proizvodstva. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 10, 79-81. (in Russian)
- Alimov, A. Kh. (2009). Ispolzovanie vozmozhnostey logistiki v modernizatsii raboty s otkhodami proizvodstva (logistika otkhodov). *RISK: resursy, informatsiya, snabzhenie, konkurentsya*, 1, 37-39. (in Russian)
- Pavlov, I. D., Poltavets, M. O., & Pavlov, F. I. (2020). Systemne upravlinnia orhanizatsiino-tekhnologichnoiu nadiinistiu vyrobnychkh protsesiv v budivnytstvi. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 17, 53-61. (in Ukrainian)
- Kropivnyi, V. M., Medvedieva, O. V., & Kropivna, A. V. (2019). *Utylizatsiia ta rekuperatsiia vidkhodiv*. Kropyvnytskyi: Lysenko V. F. (in Ukrainian)
- Lialiuk, O. H., Ratushniak, O. H., & Lialiuk, A. O. (2017). Ekologichniy menedzhment vidkhodiv budivelnoho vyrobnytstva. *Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktsii v budivnytstvi*, 22(1), 94-100. (in Ukrainian)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Radkevych, A. V., Arutiunian, I. A., Dankevych, N. O., & Saikov, D. V. (2017). Determinatsiia kontseptualnykh pidkhdov shchodo oblihatornosti vprovadzhennia optymizatsiinykh modelei budivelnoho vyrobnytstva dlia vitchyznia-nykh pidriadnykh pidpriemstv. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 12, 78-86. (in Ukrainian)

Rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy vid 8 lystopada 2017 r. № 820-r., «Pro skhvalennia Natsionalnoi stratehii upravlinnia vidkhdamy v Ukraini do 2030 roku». (in Ukrainian)

Sadov, A. V., & Tskhovrebov, E. S. (2011). Puti resheniya problemy obrashcheniya s otkhodami na urovne regiona. *Vestnik RAYeN*, 11(5), 29-31. (in Russian)

Khrutba, V. O., Vaihanh, H. O., & Kriukovska, L. I. (2015). Vyznachennia pokaznykiv ekolohichnoi bezpeky proektiv vykorystannia vidkhdov yak dorozhno-budivelnoho materialu. *Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva*, 4(4), 64-71. (in Ukrainian)

Shevchenko, T. Yu., Barna, M. Yu., & Nazarenko, O. Yu. (2011). Retsyklinh budivelnykh vidkhdov. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, 9(162). (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 05.10.2020.

Прийнята до друку 26.10.2020.