

## СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Назар Боровець<sup>1</sup>, Мирослава Бублик<sup>2</sup>, Любомир Чирун<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційних систем та мереж,  
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра менеджменту і міжнародного  
підприємництва, вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна

<sup>3</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра прикладної математики,  
вул. Університетська, 1, м. Львів, Україна

E-mail: nazar.borovets.mitupz.2021@lpnu.ua, ORCID: [0000-0002-4851-4460](https://orcid.org/0000-0002-4851-4460)

E-mail: Myroslava.I.Bublyk@lpnu.ua, ORCID: [0000-0003-2403-0784](https://orcid.org/0000-0003-2403-0784)

E-mail: Lyubomyr.Chyrun@lnu.edu.ua, ORCID: [0000-0002-9448-1751](https://orcid.org/0000-0002-9448-1751)

© Боровець Н. З., Бублик М. І., Чирун Л. В., 2023

Спроектовано та розроблено вебзастосунок для підтримки взаємодії між членами різних домогосподарств щодо утилізації побутових відходів та продажу на вторинному ринку товарів, що перебували у вжитку. З метою мінімізації негативного людського впливу на довкілля розроблено інформаційну систему підтримки утилізації побутових відходів, основану на принципах циркулярної економіки, де усі наявні ресурси перебувають у багаторазовому використанні, підлягають переробленню, і загалом, знижується рівень їх споживання. Обґрунтовано потребу в формуванні зацікавленості пересічного споживача у пошуку цільової аудиторії для процесу розподілу на вторинному ринку речей, що перебували у вжитку. Основною відмінною рисою вебзастосунку є надання споживачам електронного майданчика, що давав би можливість успішно реалізувати потребу в сортуванні сміття (побутових відходів, вторсировини тощо) з економічною вигодою для усіх учасників взаємодії. У результаті виконання завдання проаналізовано знання стосовно утилізації побутових відходів та наявних застосунків для підтримання процесів циркулярної економіки. Відповідно до складеної специфікації вимог для розроблення було використано мову програмування TypeScript, бібліотеку React скриптову метамову SASS та архітектуру MVC. Для забезпечення правильної роботи сервісу здійснено ручне, модульне та автоматизоване тестування. Розроблений програмний продукт має простий інтерфейс та зручний для кожного користувача, що має доступ до інтернету та бажання отримати додаткові ресурси у складних умовах воєнної економіки України.

**Ключові слова:** інформаційна система; циркулярна економіка; утилізація побутових відходів; ринок вторинної сировини; зменшення споживання ресурсів; вебзастосунок.

### Вступ

Сьогодні дуже актуальною проблемою в усьому світі є проблема утилізації побутових відходів. Зростання економіки, населення і сфери споживання супроводжується зростанням антропогенного впливу на навколишнє середовище через збільшення об'ємів відходів та їх видів. Проблема утилізації побутових відходів ускладнюється швидкими темпами зростання населення Землі, збільшенням байдужості до чистоти навколишнього середовища з-за виникнення важливіших проблем, зокрема економічної кризи, потім Covid-19, який поглибив ці проблеми. А війна в Україні відсунула всі інші

проблеми на другий план, тим самим збільшивши їх наслідки. З іншого боку, зростає кількість людей із низькими доходами або взагалі без доходів. Тому добровільний перерозподіл використаних побутових товарів одними людьми за умови їх розумної утилізації через перероблення, продаж або передавання іншим людям/господарствам/фірмам та організаціям може хоч частково вирішити проблему локального накопичення сміття та збереження або часткового повернення коштів для учасників процесу. Збільшення частки людей, що живуть у містах, також істотно впливає на швидкі темпи локального зростання обсягів побутових відходів. На початку XX ст. в світі 220 млн людей жили в містах, що становило 13 % від загальної їх кількості. Вони утворювали < 300000 тонн побутових відходів за добу. До 2009 р. 2,9 млрд мешканців міст (49 % населення Землі) виробляли понад 3 млн тонн твердих відходів за день. Прогнозують, що до 2025 р. обсяги утворених відходів збільшаться мінімум удвічі [1].

Останнім часом світове співтовариство почало приділяти все більше уваги вирішенню екологічних проблем, раціональному використанню природно-ресурсного потенціалу регіону, розвитку рециклінгів. Поняття “циркулярна економіка” передбачає таку економічну модель розумного використання природних ресурсів, за якою усі наявні ресурси перебувають у багаторазовому використанні, підлягають переробленню, і, загалом, заохочується зменшення споживання. Умовно цю модель можна назвати 3R (reduce, reuse and recycle), що означає зменшити споживання, повторно використати та переробити відходи. За трактуванням Єврокомісії, “у циркулярній економіці вартість продукції та матеріалів зберігається якомога довше, а відходи та використання ресурсів зведені до мінімуму. Це забезпечує економічні вигоди, сприяючи інноваціям, зростанню та створенню робочих місць” [2–5]. Дотепер розвинені країни використовують 50–70 % відходів [6]. Німеччина стала однією із країн-лідерів у напрямі утилізації побутових відходів, запровадивши новий метод боротьби з відходами. Нова система настільки успішна, що лише в Берліні майже до 90 % домогосподарств беруть участь у роздільному збиранні сміття. Швейцарія також вважається одним із лідерів щодо утилізації побутових відходів. Країна лідирує у світі за здаванням пляшок – більше ніж 90 % тари повертається на заводи із вторинної переробки скла.

Проте Україна порівняно з іншими країнами Європи в питаннях сортування та утилізації відходів пасе задніх. У 2016 р. 95 % всіх побутових відходів в Україні відправляли на полігони для захоронення. На жаль, ще до війни Україна лідирувала в Європі за кількістю побутових та промислових відходів, створюючи екологічну загрозу природному довкіллю, нагромадивши близько 40 млрд тонн відходів на майже 9 % території (понад 50 тис т/км<sup>2</sup> завалені промисловими та побутовими відходами, половина з яких або вже високотоксичні, або з часом на них перетворюються, вступаючи в різні хімічні реакції). Фактично в Україні переробляється лише 0,3 % вторсировини, а решта 3,7 % відходів спалюється. Відсутні будь-які законодавчі акти, які б змушували людей сортувати відходи, не здійснюється інформування населення з приводу необхідності це робити. Проте, згідно із Законом “Про житлово-комунальні послуги” № 2454-VIII від 7.06.2018 р. [7], колективні споживачі мають змогу самі визначати свою політику стосовно утилізації сміття. Наприклад, вони можуть підписувати контракти із компаніями для вивезення сміття, шукаючи вигідніші умови, або на рівні свого ОСББ сортувати сміття за категоріями та продавати його. Наприклад, у Львові в ОСББ “Тичини, 15” встановлено два контейнери. В один збирають скло, в другий – папір. За місяць ОСББ зібрало 400 кг паперу, отримавши дохід близько тисячі гривень. За ці кошти виготовили певну документацію та покращили освітлення будинку [8].

Отже, метою роботи є створення вебзастосунку для підтримки утилізації побутових відходів та товарів через їх продаж для формування зацікавленості цільової аудиторії пересічного споживача щодо участі в процесах розподілу старих речей у циркулярній економіці для мінімізації негативного людського впливу на довкілля. Робота полягає у тому, що користувачі зможуть отримати інформацію про те, куди вони можуть здати відсортовані відходи, або, як на прикладі ОСББ, зареєструватися на сайті як об’єднання із метою продажу відсортованого сміття. Також користувачі зможуть залишати на сайті оголошення про побутові товари, які б вони хотіли віддати.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Потреба у формуванні циркулярної економіки зумовлена необхідністю економічного оцінювання збитків, шкоди й втрат, які підприємства завдають під час та внаслідок своєї господарської діяльності [9–12]. Морально застарілі технології виробництва спричиняють високі ступені забруднення навколишнього природного середовища. Аварійні пошкодження чи руйнування основних виробничих фондів призводять до зниження показників життєздатності трудових та природних ресурсів. Це спричиняє негативні тенденції до зростання техногенного навантаження на довкілля, суспільство й економіку, про що свідчать показники техногенної шкоди, втрат і витрат, які утворюють у сукупності поняття техногенних збитків у національному господарстві [13–17]. Система оцінювання та аналізування стану техногенної шкоди, втрат та збитків, спричинених господарською діяльністю, побудована в Україні під впливом досягнень відомих теорій економічної продуктивності функціонування виробничих систем і теорії економічного збитку, у формування яких вагомий внесок зробили провідні українські вчені-економісти: О. Алимов [18], О. Амоша [19], О. Балацький [20], М. Бублик [21, 22], Б. Буркинський [23], Я. Витвицький [24], Л. Гринів [25, 26], Б. Данилишин [27], С. Ілляшенко [28], О. Кузьмін [29], О. Мельник [30], Ю. Туниця [31] та ін. [32–44]. Але для циркулярної економіки України система економічних відносин суб'єктів господарювання розроблена недостатньо. У циркулярній економіці важливу роль відіграє економічне оцінювання техногенних збитків від виробництва та людської діяльності. Також важливими є дослідження збиткоутворювальних факторів та втрат, спричинених використанням застарілих технологій виробництва, врахування у системі менеджменту підприємства потоків виробничих відходів, скидів, викидів та відпрацьованої продукції, тари, упаковки тощо. У світі вже працюють над створенням механізмів управління шкодою, яку спричиняє господарська діяльність підприємств, тобто управління техногенними відходами (викидами, скидами, забрудненнями, бізнес-відходами та відходами споживання). Суть механізму управління всіма видами відходів (техногенними, бізнесовими, побутовими тощо) пов'язана передусім із оптимізацією (витратною, часовою, інформаційною тощо) потоків техногенних відходів на всіх етапах поводження з відходами (планування, управління, опрацювання, тобто збирання, сортування, складування, транспортування, перероблення, повторне використання, утилізування, екологічно чисте зберігання тощо). Сучасний менеджмент відходів (управління відходами) охоплює п'ять основних процесів, які стосуються боротьби з відходами [9–41]: 1) запобігання відходам, зокрема способи раціоналізації виробництва і споживання; 2) утворення відходів, а також розроблення продуктів із використаних матеріалів та переробленої сировини; 3) роздільне збирання відходів безпосередньо біля джерела; 4) відновлення речовини й енергії, що містяться у відходах, або перероблення відходів загалом чи частково, або утилізування відходів речовин, матеріалів чи енергії та їх застосування; 5) утилізування, перероблення речовин або матеріалів з відходів під час виробництва з метою отримання нових речовин або матеріалів для інших цілей; 6) розміщення відходів у спеціалізованих місцях для здійснення процесів їх біологічного, фізичного або хімічного оброблення з метою досягнення стану, який не становить небезпеки для життя чи здоров'я людини або довкілля. Природно, що найкращим способом боротьби з відходами є запобігання їм на етапах як виробництва (інноваційні технології безвідхідного виробництва), так і споживання (зменшення чи раціоналізування). Проте найпоширенішим є розміщення (знищення) відходів, серед яких у роботах [9–41] виділяють побутові відходи, промислові відходи електричного та електронного обладнання, виведені з експлуатації автомобілі, небезпечні відходи та інші відходи, серед яких осад (забруднення) стічних вод, відходи будівництва, медичні та ветеринарні відходи.

Побутова та виробнича діяльність людини так чи інакше пов'язана із утворенням твердих відходів. Якщо рідкі та газоподібні відходи доволі швидко поглинає природне середовище, то розкладання твердих відходів триває десятки і сотні років. Зокрема, бананова шкірка розкладається півроку, бавовна та папір – два – десять років, пакет від молока – до п'яти років, жерстяна консервна бляшанка – 90 років, алюмінієва 500 років, поліетиленова плівка – 200 років, а повне розкладання скла триває 1000 і більше років [42]. За даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату, до структури ТПВ входять різні типи побутових відходів, поданих на рис. 1, а.



Рис. 1. Діаграми: ТПВ в Україні (а) та перероблення ТПВ в Україні у 2013 р. (б), %

В Україні переробляють близько 5 % побутових відходів, переважно пластикові пляшки, папір, металеві вироби та скляні пляшки (рис. 1, б) Тому останнім часом, ще до воєнних подій, в Україні постало та загострилося питання не лише утилізації сміття (відомі історії підкидання сміття потай з одного міста в інше), але і запобігання швидкому зростанню обсягів побутових відходів, які ще можуть використати інші люди, підприємства, організації тощо.

#### Огляд продуктів-аналогів

1. Сортуй [45] – це простий застосунок, який можна безкоштовно завантажити на Google play. Він надає інформацію про різні види сміття, як їх упаковувати для сортування та куди необхідно їх віднести. Також можна переглянути карту свого міста, на якій позначені місця приймання сміття. Додаток володіє функцією зворотного зв'язку, що дає змогу підтримати проєкт або зробити зауваження щодо тієї чи іншої функції. Наприклад, є категорії, які не приймали у вашому місті, і ви можете написати відгук про те, що такі категорії з'явилися.

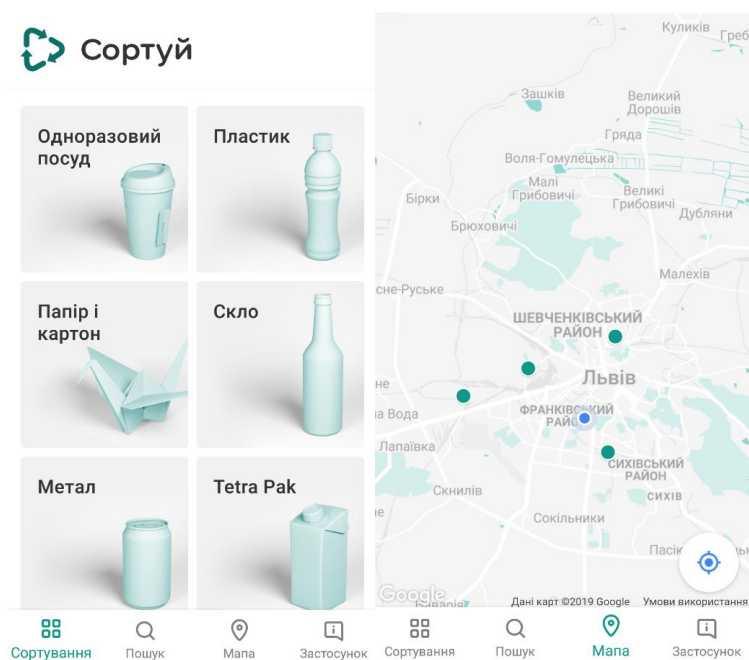


Рис. 2. Інтерфейс застосунку, вибір категорії та карта міста, де показані місця приймання

#### Переваги застосунку “Сортуй”:

- співпраця проекту з провідними організаціями на ринку, що займаються утилізацією сміття;
- широкий вибір категорій для сортування;
- карта, яка показує, куди необхідно відносити сміття. Під час вибору категорії наводить відстань до пункту приймання;
- зворотна комунікація із проектом;
- доступна функція пошуку за заданим запитом користувача;

#### Недоліки застосунку “Сортуй”:

- орієнтований на декілька міст (Київ, Харків, Львів);
- лише інформаційний – вказує, що і куди потрібно викинути;
- передбачає більше категорій сміття, ніж можна реально викинути;
- не надає ніякої аналітичної інформації про відсортоване чи зібране сміття.

2. Зелена коробка [46] – вебсайт, на якому міститься інформація про сортування деяких відходів. Ресурс також пропонує купівлю недорогих контейнерів для збирання і сортування відходів та допомогу у вивезенні сміття. Переваги вебсайта “Зелена коробка”:

- ресурс надає контейнери для сортування;
- подано коротку інформацію про те, як правильно сортувати відходи;
- сайт пропонує купівлю різних речей із вторсировини;

#### Недоліки вебсайта “Зелена коробка”:

- відсутня інформація про різні підприємства, куди можна здавати відходи;
- немає функції вивезення сміття;
- відсутня будь-яка аналітична інформація про відсортоване чи зібране сміття.

2. Україна без сміття [47] – вебсайт, спрямований на збільшення відсотка сміття, що буде перероблятися.

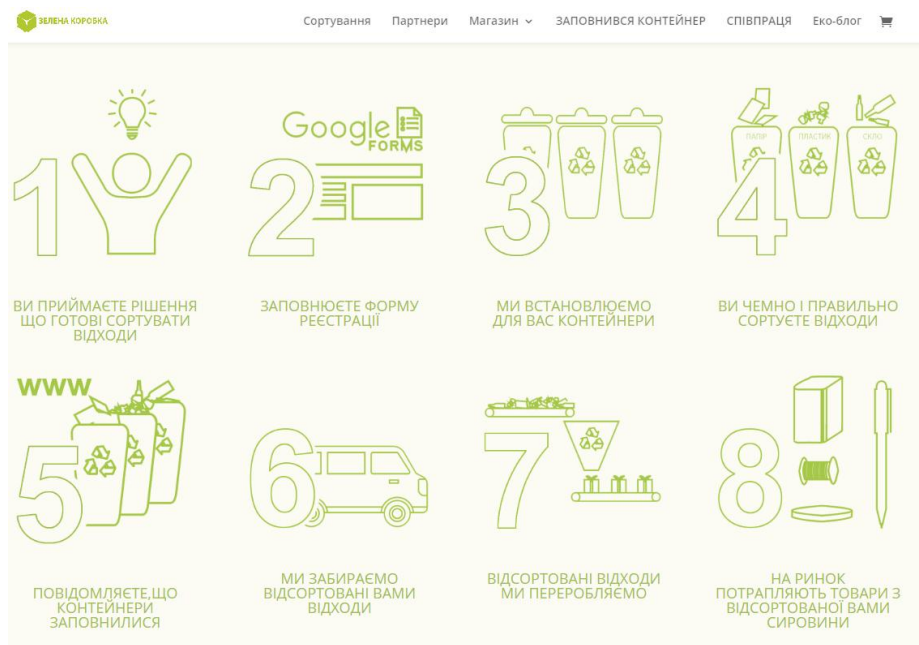


Рис. 3. Основний вигляд сайта “Зелена коробка”

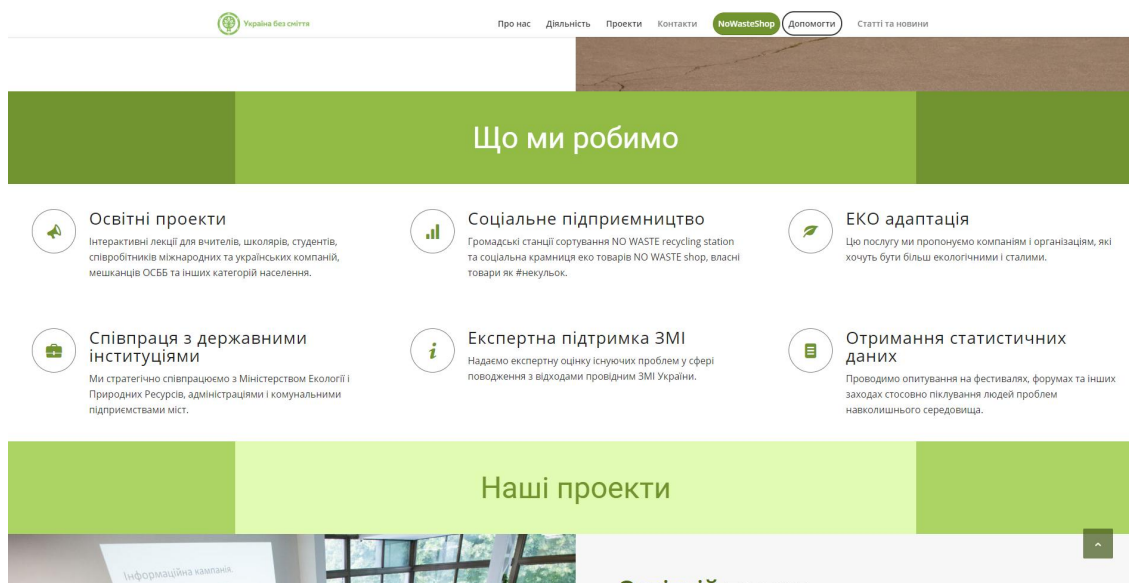


Рис. 4. Основний вигляд сайта “Україна без сміття”

Переваги вебсайта “Україна без сміття”:

- сайт надає адресу магазину, де можна придбати контейнери;

Недоліки вебсайта “Україна без сміття” полягають у відсутності:

- будь-якої інформації про те, як правильно сортувати і зберігати сміття;
- будь-якої інформації про те, куди треба здавати зібрані відходи;
- послуги вивезення сміття;
- будь-якої аналітичної інформації про сміття, що було відсортоване чи зібране.

4. OLX [48] – найбільший в Україні інтернет-магазин, що пропонує купівлю або продаж будь-чого з можливістю доставки. Сайт завоював велику популярність через те, що пропонував будь-які товари на продаж/купівлю.

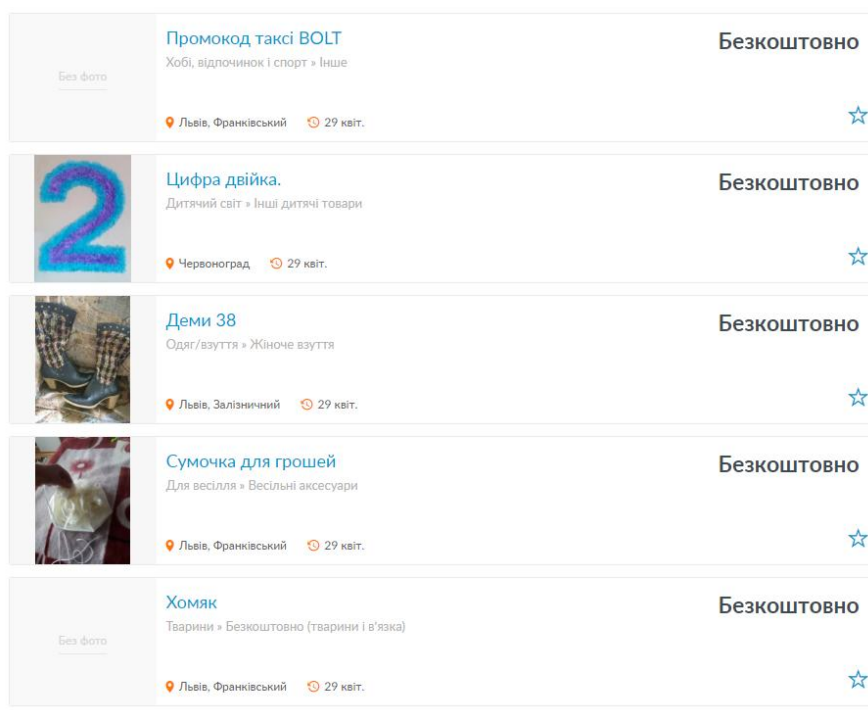


Рис. 5. Розділ “Віддам безкоштовно”

Переваги вебсайта OLX:

- найбільший інтернет-магазин в Україні;
- можна знайти будь-які товари.

Недоліки вебсайта OLX:

• через широку спеціалізацію розділ “Віддам безкоштовно”, який би допомагав людям позбутися непотрібних речей, фактично не працює, основна частина розміщених там оголошень – реклама популярних брендів.

За результатами дослідження потреб користувачів майбутнього вебзастосунку встановлено, що їх можна поділити на декілька груп, кожна з яких матиме свої специфічні вимоги:

1. Користувачі, що мають якісь непотрібні побутові товари (наприклад: побутову техніку, меблі тощо) та хотіли б їх комусь віддати, або ж користувачі, що шукають ці товари. Для цієї групи користувачів можна поставити такі вимоги:

- створити оголошення щодо товару, що можна віддати;
- закрити оголошення;
- внести зміни до створеного оголошення;
- знайти оголошення про товар за вибраними критеріями.

2. Для користувачів, що шукають інформацію про сортування та утилізацію побутових відходів:

- знайти актуальну інформацію про те, як сортувати побутові відходи;
- виявити місця, куди можна утилізувати відсортовані відходи;
- порівняти на карті місця приймання для пошуку оптимального варіанта.

3. Колективні користувачі на зразок створеного ОСББ, які мають на меті сортувати побутові відходи з подальшим їх продажем. ОСББ – лише юридична форма, тому для реєстрації об’єднання на вебзастосунку це не обов’язково. Для цієї групи користувачів можна виділити такі вимоги:

- реєстрація об’єднання на сайті;
- вибір категорій для сортування побутових відходів;
- пошук найвигіднішого місця приймання;
- введення даних про те, скільки було відсортовано та скільки грошей отримано;
- зміна категорій сортування.

4. Користувачі, що представляють компанії, які займаються збиранням та купівлею вторсировини. Визначено такі вимоги:

- подання інформації про свою компанію, яка займається збиранням вторсировини (з вказанням категорій, що приймають, ціни та адреси);
- перегляд статистики: які побутові відходи, де та в якій кількості сортуються.

Ураховуючи вимоги користувачів першої, третьої та четвертої груп, можна також виділити вимоги щодо облікового запису на вебзастосунку:

- реєстрація облікового запису;
- вхід в обліковий запис;
- зміна персональної інформації в обліковому записі;
- видалення облікового запису.

Огляд технологій, використаних у проекті.

**React** [49] – відкрита бібліотека JavaScript для створення користувацьких інтерфейсів, що вирішує проблему часткового оновлення вмісту вебсторінки. Розробляється і підтримується Facebook і спільнотою окремих розробників і компаній.

React може слугувати основою для розроблення односторінкових або мобільних додатків, оскільки він оптимальний для отримання швидкозмінних даних, які необхідно записати. Це відповідає у Model-View-Controller (MVC) і може бути використано у поєднанні з іншими

бібліотеками JavaScript або для великих фреймворків, таких як AngularJS. Однак отримання даних є лише початком того, що відбувається на вебсторінці, тому складні додатки React зазвичай передбачають використання додаткових бібліотек для управління станом, маршрутизації та взаємодії з API.

**Babel** або Babel.js є безкоштовним і відкритим кодом JavaScript і компілятором, який можна налаштувати і у веброзробці. Babel дає змогу розробникам програмного забезпечення писати вихідний код на бажаній мові програмування або мові розмітки і перекладати його на JavaScript, мову, яку розуміють сучасні веббраузери.

Babel є популярним інструментом для використання новітніх функцій мови програмування JavaScript. Розробники можуть запрограмувати використання нових мовних функцій ECMAScript 6 (ES6), використовуючи Babel для перетворення вихідного коду у версії JavaScript, які здатні опрацьовувати браузери, що розвиваються [50].

**TypeScript** [51] – це JavaScript, який призначений для масштабування вебзастосунку.

Як об'єктна мова сценаріїв, JavaScript розроблена Netscape в 1995 р. Вона має відкритий стандарт (ECMAScript) та величезну спільноту розробників.

TypeScript – це об'єктно-орієнтована мова, розроблена компанією Microsoft у 2012 р. Це надмножина JavaScript і може використовуватися як мовою, так і набором інструментів. Вона дає додаткову статичну типізацію, яка допомагає виявити помилки компіляції під час розроблення.

Переваги:

- TypeScript може вказати помилки компіляції під час розробки;
- пропонує статичну типізацію, яка дає змогу уловлювати помилки під час компіляції, роблячи менш болючим досвід розроблення.

**SASS** – це препроцесор CSS, який додає спеціальні функції, такі як змінні, вкладені правила та міксинги, у звичайний CSS. Мета полягає в тому, щоб зробити процес кодування простішим і ефективнішим.

Препроцесор CSS – це мова сценаріїв, яка розширює CSS, даючи змогу розробникам писати код однією мовою, а потім компілювати його в CSS. SASS є найпопулярнішим препроцесором [52].

### Формулювання мети та постановка завдання

Основне завдання проєкту – створення вебзастосунку, який надавав би користувачам платформу для полегшення утилізації відходів та товарів. Користувач міг би переглядати актуальну інформацію про правильні підходи до збирання і сортування сміття, базу місць приймання вторсировини, а також мати можливість залишати на сайті оголошення про товари, які б він хотів віддати. Авторизований користувач міг би зареєструвати об'єднання, яке має на меті зайнятися збиранням та утилізацією відходів.

Велика частина функціоналу системи припадає на серверну частину платформи, а застосунок відіграє роль користувацького інтерфейсу. Його основними функціями будуть:

- авторизація користувача;
- реєстрація нового користувача;
- реєстрація об'єднання для сортування сміття;
- перегляд інформації про підходи до сортування сміття;
- ознайомлення зі статистикою стосовно сортування сміття;
- перегляд місць приймання вторсировини;
- оновлення інформації про стан та сортування сміття;
- подання оголошення про непотрібні речі;
- залишання відгуків.

Вебзастосунок необхідно реалізувати так, щоб він був зручним для різних груп користувачів, мав простий і зрозумілий інтерфейс зі всіма вказаними функціями. Інтерфейс повинен відповідати



різним розмірам екрана, ураховуючи мобільні телефони чи планшети.

#### Виклад основного матеріалу

Першим кроком в розробленні системи є вибір її архітектури. З-поміж архітектурних шаблонів, що найчастіше використовують для розроблення web-систем, оптимальна архітектура клієнт-сервер. Це означає, що кожна операція буде відбуватися лише за наявності трьох складових: клієнта, що посилає запити; сервера, що опрацьовує ці запити; та мережі, в якій взаємодіють клієнт і сервер.

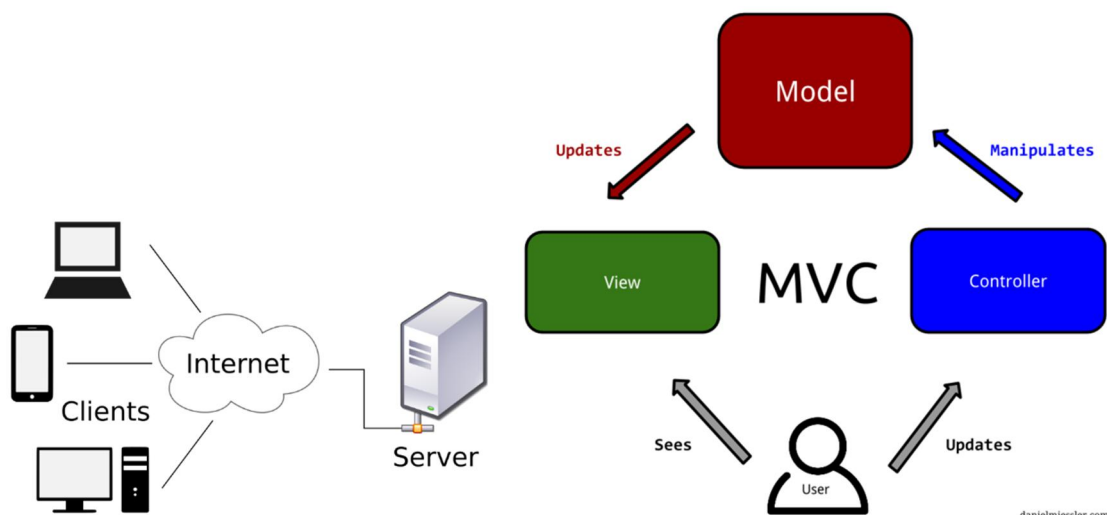


Рис. 6. Клієнт-серверна архітектура та шаблон Model-View-Controller

У проєктованій системі сервером буде Node.js із використанням бази даних **Microsoft SQL Server 2014**. Клієнтська частина системи буде розроблена за допомогою бібліотеки React.

У системі буде використано один із архітектурних шаблонів – MVC (Model – View – Controller), який найкраще реалізовуватиме функціонал розроблюваного вебзастосунку. Основне завдання шаблону – розділити систему на три базові компоненти, кожен з яких відповідає за різні завдання. MVC шаблон поділено на:

- модель (Model) – це бізнес-логіка застосунків, що надає контролеру подання даних, потрібних користувачу. Дані можуть бути отримані із зовнішніх файлів або ж із бази даних;
- представлення (View) – забезпечує різні способи представлення даних, які отримані з моделі, тобто це відображення інформації для користувача. Може бути кілька різних видів представлення, і контролер вибирає, який є якнайкращим для поточної ситуації;
- контролер (Controller) – керує запитам користувача (одержаними у вигляді запитів HTTP GET або POST, коли користувач натискає на елементи інтерфейсу для виконання різних дій). Його основна функція – викликати і координувати дію необхідних ресурсів і об'єктів, потрібних для виконання операцій, що задав користувач. Зазвичай контролер викликає відповідну модель для задачі й вибирає відповідне представлення.

Перевагою цього шаблону є те, що модель не залежить ні від керуючої логіки, ні від представлення, що дає можливість проєктувати модель як незалежну компоненту і для прикладу створювати кілька представлень для однієї моделі. Також різновиди контролерів можуть по-різному опрацьовувати дані, що надійшли з моделі, а також по-різному відповідати на дії користувача, які мають відображатися на представленні [53].

#### Алгоритм роботи користувача у застосунку

##### Крок 1. Встановлення ПЗ

Для роботи вебдодатка необхідно, щоб були встановлені Node.js версії 10.16.0 та СУБД MS

SQL Server версії не нижче ніж 14.0.

#### Крок 2. Налаштування ПЗ

Після встановлення програмного забезпечення потрібно налаштувати підключення до бази даних MS SQL Server 2014 та запустити локальний сервер. Для цього необхідно за допомогою консолі відкрити папку з файлами програми та прописати команду “npm start”. Автоматично буде сформована конфігурація для система та запуститься сервер.

#### Крок 3. Базові функції ПЗ

Найголовнішими функціями розробленого вебдодатка є можливість реєстрації компаній та об'єднань на сайті, ведення статистики та створення оголошень.

#### Крок 4. Вхід у систему

1. Відкрити вкладку авторизації.
2. У формі входу заповнити даними необхідні поля.
3. Натиснути кнопку “Увійти”.

#### Крок 5. Реєстрація об'єднання

1. Увійти в систему.
2. Відкрити вкладку “Мої ОСББ”.
3. Натиснути кнопку “Створити”.
4. Заповнити поля інформацією.
5. Натиснути кнопку “Зареєструвати”.

#### Або Реєстрація компанії

1. Увійти в систему.
2. Відкрити вкладку “Мої компанії”.
3. Натиснути кнопку “Створити”.
4. Заповнити поля інформацією.
5. Натиснути кнопку “Зареєструвати”.

#### Крок 5. Створення оголошення

1. Увійти в систему.
2. Відкрити вкладку “Мої оголошення”.
3. Натиснути кнопку “Створити”.
4. Заповнити поля інформацією.
5. Натиснути кнопку “Зареєструвати”.

#### Крок 6. Перегляд статистики

1. Відкрити вкладку ОСББ.
2. Вибрати потрібне ОСББ для перегляду статистики.

#### Крок 7. Пошук компанії

1. Відкрити вкладку компанії.
2. Вибрати критерії пошуку.
3. Вибрати необхідну компанію.

#### Крок 8. Пошук оголошень

1. Відкрити вкладку оголошення.
2. Вибрати критерії пошуку.
3. Вибрати необхідне оголошення.

Основна мета створення вебзастосунку – надання користувачам необхідної інформації щодо сортування сміття, а також платформи, де б вони могли ефективно це робити. Іншим напрямом роботи буде розділ про непотрібні товари на сайті – це допоможе тим, хто залишає оголошення, швидко позбутися непотрібних речей, а тим, хто шукає ці товари безкоштовно, – знайти необхідне.

Для аналізу вибрано такі продукти:

- “Сортуї” – мобільний додаток із інформацією про різні категорії відходів та куди і як їх варто здавати;

- “Зелена коробка” – вебсайт, який надає інформацію про те, як треба сортувати сміття, дає змогу придбати контейнери для сортування та вказує пункти приймання;
- “Україна без сміття” – вебсайт, на якому можна придбати контейнери для сортування та різні товари із вторсировини;

- OLX – вебсайт, на якому можна придбати різні товари, а також знайти безкоштовні речі.

Додаток повинен містити такі основні функції:

- реєстрацію користувача;
- авторизацію користувача;
- вихід користувача;
- реєстрацію об’єднання;
- вибір категорій для сортування;
- зміну категорій сортування;
- пошук пунктів приймання;
- зміну інформації користувачем про стан зібраного/відсортованого сміття;
- перегляд загальної інформації про інших учасників проєкту;
- створення нового товару в розділі непотрібних речей;
- зміну стану товару;

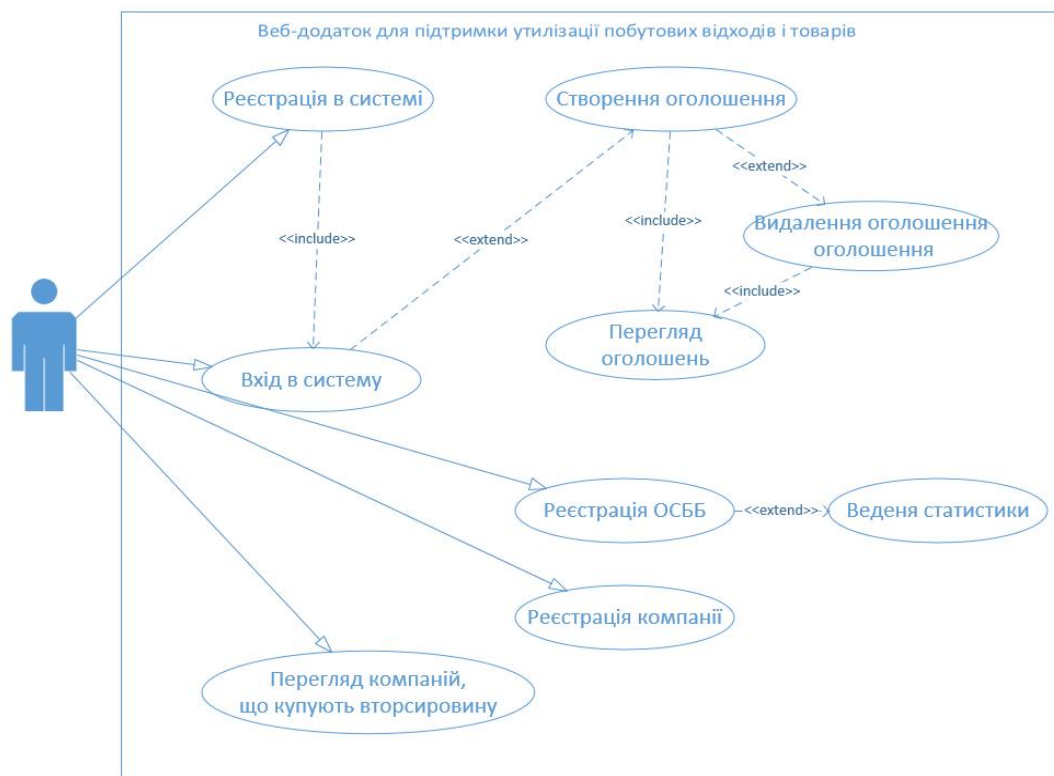


Рис. 7. Діаграма варіантів використання

За доступом до вебзастосунку користувачів поділено на анонімних та авторизованих. Анонімний користувач має обмежені можливості на ресурсі: перегляд ознайомлювальної інформації, загальної статистики, картки пунктів приймання та анкети товарів в розділі речей. Авторизованому користувачеві надається повний доступ до функціоналу сайту.

За способом використання додатка користувачів поділено на три типи:

1. Звичайний користувач – йому доступні мінімальні функції, такі як перегляд

інформації та створення відомостей про новий товар у категорії речей. Фактично, це той користувач, який не вказував жодної інформації, не створював об'єднання чи не був доданий до нього.

2. Ініціатор об'єднання – може реєструвати об'єднання на сайті, додавати користувачів до об'єднання, редагувати інформацію.

3. Учасник об'єднання – користувач, який є членом якогось об'єднання.

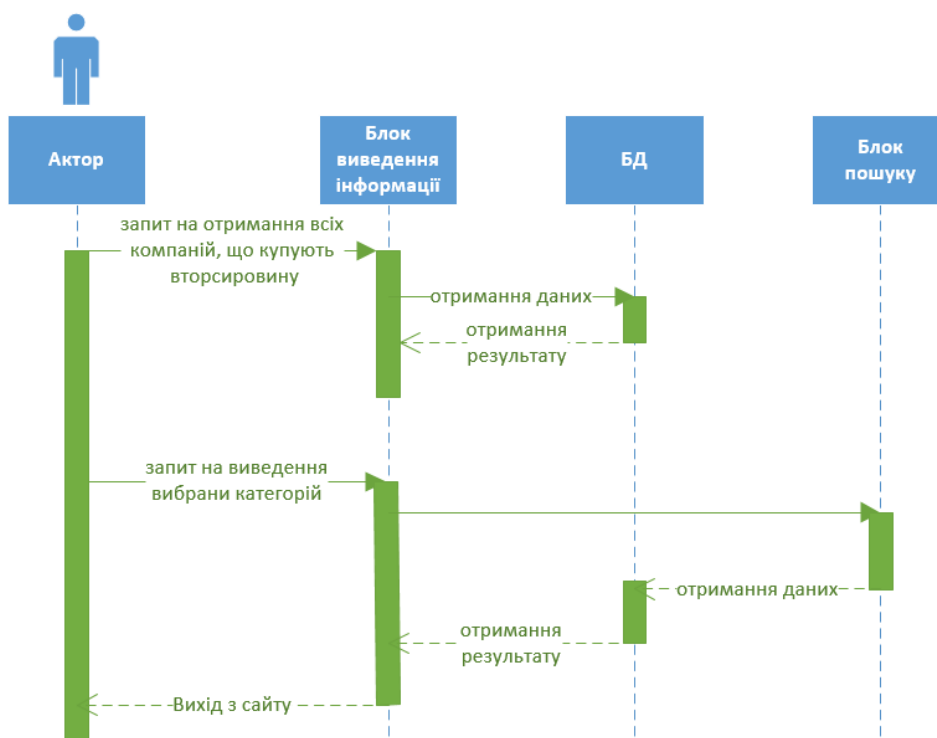


Рис. 8. Діаграма прецедентів

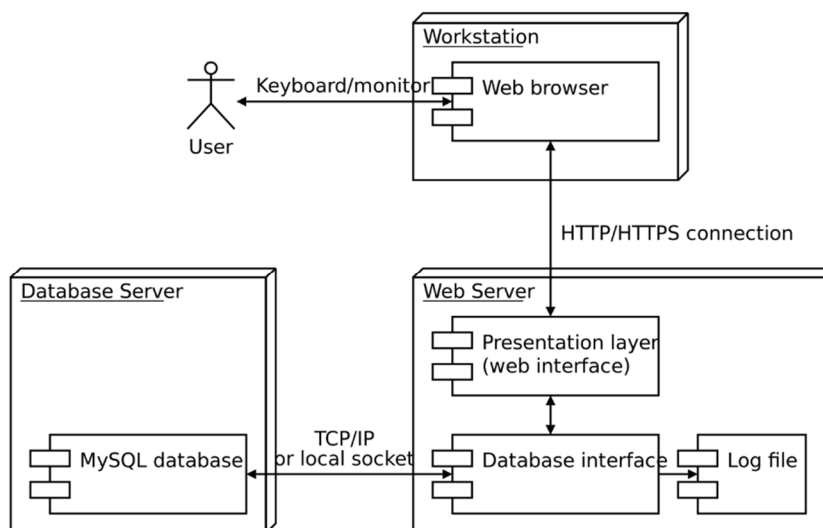


Рис. 9. Діаграма розгортання

Сайт повинен функціонувати за умови використання користувачами найпопулярніших програм перегляду вебсторінок із повною підтримкою HTML5, CSS3 та JavaScript: Firefox усіх версій, Google Chrome усіх версій, Opera усіх версій, Microsoft Internet Explorer версій не нижче ніж 10, Safari усіх версій.

**Реєстрація у системі**

1. Опис і пріоритет.
2. Додавання нового облікового запису користувача.
3. Пріоритет – високий.
4. Послідовності дія – відгук.

Користувач відкриває сторінку реєстрації, заповнює необхідні поля. Система перевіряє правильність та унікальність введеної інформації. Якщо інформація коректна, система повідомляє користувачеві про це. Далі користувач підтверджує свою реєстрацію. Якщо вона вдала, то система повідомляє користувача, що реєстрація успішна, перенаправляє його на головну сторінку і відсилає листа на електронну пошту.

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка введених даних у всіх полях із позначенням “\*”.

REQ 2. Значення полів “Логін” та “Електронна пошта” повинні бути унікальними; у разі, якщо така інформація вже є у базі, вивести повідомлення про помилку.

REQ 3. Відгук системи про неправильне введення даних.

REQ 4. Реєстрація користувача за допомогою соціальних мереж.

REQ 5. Довжина паролю повинна становити від 8 до 255 символів, а також цифри і букви.

**2.3.2. Авторизація користувача**

Опис і пріоритет.

Перевірка наявності у системі створеного облікового запису.

Пріоритет – високий.

Послідовності дія – відгук.

Користувач переходить на сторінку входу в систему, заповнює поля “Логін” та “Пароль” і підтверджує вхід. Система перевіряє відповідність введення даних та повідомляє про результат входу, перенаправляючи користувача на головну сторінку.

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка введених даних у всіх полях.

REQ 2. Відповідь системи у випадку, якщо такий обліковий запис не існує.

REQ 3. Відповідь системи у разі некоректного введення даних.

**2.3.3 Редагування облікового запису**

Опис і пріоритет.

Редагування облікового запису користувача.

Пріоритет – середній.

Послідовності дія – відгук.

Користувач переходить на сторінку редагування облікового запису та змінює свою інформацію. Система повідомляє про успішне виконання та оновлює інформацію у базі даних

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка введених даних у всіх полях.

REQ 2. Відповідь системи у разі неправильного введення даних.

**2.3.4. Пункти приймання на карті**

Опис і пріоритет.

Відображення карти України з позначеними на ній пунктами приймання вторсировини.

Пріоритет – середній.

Послідовності дія – відгук.

Користувач відкриває головну сторінку та переходить на сторінку з картою. Система відображає карту та позначені пункти приймання.

Функціональні вимоги:

REQ 1. Встановлення точок на карті.

REQ 2. Розрахунок маршруту.

REQ 3. Перевірка доступу до API (GoogleMaps).

### **Реєстрація об'єднання**

Опис і пріоритет.

Користувач створює нове об'єднання.

Пріоритет – високий.

Послідовності дія – відгук

Авторизований користувач переходить на сторінку налаштувань і створює там нове об'єднання. Система повідомляє про успішне виконання та додає інформацію у базу даних

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка введених користувачем даних у всіх полях.

REQ 2. Відповідь системи у випадку некоректного введення даних.

### **2.3.6. Додавання відомостей про новий товар у розділ “Речі”**

Опис і пріоритет.

Авторизований користувач переходить на сторінку речей і додає відомості про новий товар.

Пріоритет – високий.

Послідовності дія – відгук

Користувач заходить у систему і авторизується. Переходить на сторінку речей та створює відомості про новий товар. Система перевіряє авторизацію користувача та введену інформацію. Якщо всі дані пройшли перевірку, то система додає дані на сервер.

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка авторизації.

REQ 2. Всі необхідні поля повинні бути перевірені на коректність.

REQ 3. Можливість відмінити додавання відомостей про новий товар.

### **Видалення відомостей про товар**

Опис і пріоритет.

Авторизований користувач, який створював відомості про товар, видаляє їх.

Пріоритет – середній.

Послідовності дія – відгук.

Користувач заходить у систему і авторизується. Переходить на сторінку речей, вибирає свої відомості про товар і видаляє їх. Після цього система оновлює дані на сервері.

Функціональні вимоги:

REQ 1. Перевірка авторизації та прав користувача.

REQ 2. Можливість скасувати видалення відомостей про товар.

### **Вимоги до зовнішніх інтерфейсів**

#### **1. Користувацькі інтерфейси**

Користувач буде взаємодіяти із вебзастосунком за допомогою інтернет-браузера. Під час створення сайту потрібно дотримуватися рекомендацій Material Design від Google, а також вибрати палітру кольорів, оптимальну для вибраної тематики.

#### **2. Апаратні інтерфейси**

Використання апаратних інтерфейсів вебзастосунком не передбачено

#### **3. Програмні інтерфейси**

Взаємодія із СУБД Microsoft SQL Sever 2014 відбуватиметься за допомогою ASP.NET. Використання бібліотек React і Bootstrap для розроблення front-end частини застосунку.

#### **4. Комунікаційні інтерфейси**

Бібліотеки доступу до API Google

### **Інші нефункціональні вимоги**

#### **1. Вимоги продуктивності**

Система має працювати без затримок, неточностей та помилок. Авторизація повинна

здійснюватися в межах 2 с, реєстрація – 5 с. На всіх етапах очікування має функціонувати індикатор очікування. Максимальна кількість користувачів, що взаємодіють із сервісом, не повинна перевищувати 2000 осіб.

## 2. Вимоги безпеки

Верифікація користувача відбувається за допомогою електронної пошти та пароллю. Облікові записи підтверджуються за посиланням, що приходять на пошту користувача.

## 3. Атрибути якості програмного продукту

- адаптивність;
- гнучкість;
- зручність використання.

## 4. Вимоги надійності

Усі операції виконуються за допомогою транзакцій, щоб уникнути втрати даних.

За допомогою сервісу Moqups створено ескізи користувацького інтерфейсу для розроблюваного вебсервісу для підтримки утилізації побутових відходів і товарів. Однією з найважливіших сторінок у цьому вебсервісі буде вхід (рис. 10) із реєстрацією у системі.

Рис. 10. Прототип сторінки входу в систему та реєстрація у системі

Передбачено також розділ оголошень (рис. 11), де користувачі можуть створювати оголошення про товари, які хочуть віддати.

Рис. 11. Розділ оголошень

Основні сутності бази даних для автоматизації вебзастосунку для підтримки утилізації побутових відходів і товарів:

*Users* – сутність, яка являє собою користувачів вебзастосунку.

- *id* – ID користувача;
- *email* – електронна адреса користувача;
- *password* – пароль користувача для входу в систему;
- *name* – ім'я користувача;
- *createdAt* – дата створення запису;
- *updatedAt* – дата зміни запису.

*Sorting* – сутність, що являє собою інформацію про відсортовані побутові відходи;

- *id* – ID запису;
- *id\_osbb* – FK на ОСББ, що займається сортуванням;
- *type* – тип відходів, що сортується;
- *count* – кількість;
- *createAt* – дата створення запису;
- *updateAt* – дата зміни запису.

*Prices* – сутність, що являє собою ціни на вторсировину для компаній, що її купують:

- *id* – ID ціни;
- *id\_company* – FK на компанію, що купує вторсировину;
- *type* – тип вторсировини;
- *price* – вартість вторсировини;
- *createAt* – дата створення запису;
- *updateAt* – дата зміни запису.

*Osbb* – суть, яка являє собою ОСББ, що зареєструвалися на сайті для сортування побутових відходів.

- *id* – ID ОСББ;
- *title* – назва ОСББ;
- *describe* – опис ОСББ;
- *address* – адреса, за якою працює ОСББ;
- *id\_user* – FK на користувача, який відповідає за ОСББ;
- *image* – зображення;
- *phone* – контактний номер телефону;
- *email* – електронна адреса ОСББ;
- *createAt* – дата створення запису;
- *updateAt* – дата зміни запису.

*Companies* – сутність, яка представляє компанії, що купують вторсировину.

- *id* – ID компанії;
- *title* – назва компанії;
- *describe* – опис компанії;
- *address* – адреса, за якою розміщена компанія;
- *id\_user* – FK на користувача, що відповідає за компанію;
- *image* – зображення;
- *phone* – контактний номер телефону компанії;
- *email* – електронна адреса компанії;
- *createAt* – дата створення запису;
- *updateAt* – дата зміни запису.

*Announcements* – сутність, яка представляє побутові товари, що виставили користувачі:

- *id* – ID товару;



- title – назва товару;
- describe – опис товару;
- address – адреса, за якою товар зберігається;
- id\_user – FK на користувача, що створив оголошення;
- image – зображення товару;
- phone – контактний номер;
- email – електронна адреса;
- createAt – дата створення запису;
- updateAt – дата зміни запису.

Наступним етапом розроблення програмної системи буде реалізація поставленого перед розробником завдання. Лише взявши до уваги всі пройдені раніше етапи та вибрані технології, а також засоби для розроблення програмного забезпечення, починають розроблення вебзастосунку, який враховує всі вимоги до нього, наведені у специфікації вимог. Загалом реалізацію вебзастосунку можна розділити на три основні процеси:

- front-end (англ. “передня частина”) – розроблення інтерфейсу користувача для взаємодії з системою;
- проектування та розроблення бази даних;
- back-end (англ. “задня частина”) – розроблення функціоналу веб-застосунку;

Оскільки функціонал вебзастосунку доволі широкий та охоплює велику кількість можливих випадків, інтерфейс був розроблений після глибокого ознайомлення та аналізу наявних на ринку програм-аналогів. Для покращення якості та підвищення ефективності взаємодії користувача з системою передбачено: україномовний інтерфейс; прості й зрозумілі кнопки; використання загальноприйнятих стандартів побудови інтерфейсів. Для роботи із вебзастосунком користувачу необхідно перейти за відповідним посиланням. Спершу користувач звертається до головної сторінки (рис. 12) вебзастосунку, де коротко пояснено, чому проблема сміття актуальна. В шапці вебзастосунку будуть посилання на вхід у систему, реєстрацію, розділ оголошень, список компаній та ОСББ. Для авторизації користувача використовується звичайна пара значень “електронна адреса + пароль” (рис. 13). Пароль зберігається у базі даних у вигляді хешу. Під час входу в систему відбувається генерування хешу із пароллю, який ввів користувач, та порівнюється зі значенням в базі даних. Це істотно підвищує рівень безпеки даних.



Рис. 12. Головна сторінка

На сторінці входу в систему символи пароллю приховані. Пароль повинен містити не менше ніж


шість символів.

Авторизація	Реєстрація
<input type="text" value="Електронною поштою"/>	<input type="text" value="Електронна пошта"/>
<input type="text" value="Пароль"/>	<input type="text" value="Ім'я"/>
<input type="text" value="Пароль"/>	<input type="text" value="Пароль"/>
<input type="button" value="Увійти"/>	<input type="button" value="Зареєструватися"/>

[Зареєструватися](#)




Рис. 13. Сторінка входу в систему вебзастосунку


Після успішної авторизації користувача перенаправляють на головну сторінку. Якщо користувач не створив облікового запису, він може перейти на відповідну сторінку реєстрації (рис. 13). Для реєстрації необхідно вказати стандартні поля: пароль, що відповідає мінімальним вимогам безпеки – містить не менше від шести символів та набір цифр і букв, електронну адресу та ім'я. Перейшовши на сторінку оголошення, користувач побачить список запропонованих товарів (рис. 14), короткий опис товару, його назву, адресу, за якою він розташований, та контактні дані власника. Авторизовані користувачі зможуть створювати та редагувати (рис. 15) свої оголошення.



### Клітка для гризунів




Розмір 22x24x30. В доброму стані.






### Методички з математики

Безкоштовно. Самовивіз





### Дитячий одяг до року для хлопчика

В гарному стані. Одяг різний, на всі періоди сезону, починаючи з зими. Віддам за символічну ціну.

Рис. 14. Сторінка оголошень

Створення оголошення	Редагування оголошення
Назва	Клітка для хом'яка
Адреса	Софія Чирун
Телефон	+380677571185
Електронна пошта	schyrun@gmail.com
Опис послуги	Розмір 60X70X45, зелений піддон, трохи прогрізений
Обрати файл	Оберіть файл
Створити	Зберегти

Рис. 15. Створення та редагування оголошення

Для створення оголошення буде необхідна інформація про назву товару, адресу місця його зберігання, контактний номер телефону, опис самого товару та декілька його зображень.

Після закінчення реалізації вебсервісу ми розпочали роботу над написанням тестів для цього програмного забезпечення і вирішили підготувати декілька функціональних тестів для верифікації того, чи вебсервіс розроблено правильно. Усі тести відповідають реальним випадкам використання.

Таблиця 1

## Результати тестування розробленого програмного продукту

Кроки	Очікувані результати
<b>ID-1 Авторизація користувача</b>	
<i>Короткий опис: перевірка авторизація користувача у системі</i>	
<i>Додаткові умови: користувач має обліковий запис в системі</i>	
Користувач відкриває сторінку авторизації. Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на кнопку "Увійти"	Відкривається сторінка із формою для входу. Система перевіряє коректність введених даних. Система перенаправляє користувача на головну сторінку
<b>ID-2 Реєстрація облікового запису</b>	
<i>Короткий опис: перевірка функціоналу реєстрації нового облікового запису</i>	
<i>Додаткові умови: обліковий запис з такими полями не повинен існувати в базі даних</i>	
Користувач натискає на кнопку "Реєстрація". Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на клавішу "Зареєструвати"	Відкривається сторінка з формою для реєстрації. Система перевіряє коректність введених даних, та встановлює, чи такі дані є унікальними. Система створює новий обліковий запис та вносить дані до таблиці. Перенаправляє користувача на головну сторінку
<b>ID-3 Пошук місць прийому вторсировини</b>	
<i>Короткий опис: перевірка функціоналу фільтрації компаній за заданими критеріями</i>	
<i>Додаткові умови: в базі даних є інформація, яка відповідає заданим критеріям</i>	
Користувач натискає на кнопку "Компанії". Користувач вибирає фільтри категорій вторсировини, які його цікавлять..	Відкривається сторінка компаній з відображенням всього списку. Система формує запит для видобування даних з БД. Система виводить на екран список компаній, що відповідають заданим критеріям.

Користувач натискає клавішу “Пошук”	
<b>ID-4 Створення оголошення про товари</b>	
<i>Короткий опис: перевірка функціоналу створення нового оголошення про товари</i>	
<i>Додаткові умови: користувач повинен бути авторизованим в системі</i>	
Користувач натискає на кнопку “Вхід”. Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на кнопку “Увійти”. Користувач натискає на кнопку “Оголошення”. Користувач натискає на кнопку “Створити оголошення”. Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на кнопку “Створити”	Відкривається сторінка з формою для входу. Система перевіряє коректність введених даних. Система перенаправляє користувача на головну сторінку Відкривається сторінка з оголошеннями. Відкривається сторінка з формою створення нового оголошення. Система перевіряє коректність введених даних. Система створює нове оголошення, додає його в базу даних
<b>ID-5 Перегляд статистики</b>	
<i>Короткий опис: перевірка можливості перегляду статистики сортування відходів</i>	
<i>Додаткові умови: повинно бути зареєстровано на сайті хоча б 1 ОСББ, яке веде статистику</i>	
<b>ID-6 Реєстрація ОСББ</b>	
<i>Короткий опис: перевірка можливості реєстрації ОСББ в системі</i>	
<i>Додаткові умови: користувач повинен бути авторизованим у системі</i>	
Користувач натискає на кнопку “Вхід”. Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на кнопку “Увійти”. Користувач натискає на кнопку “ОСББ”. Користувач натискає на кнопку “Реєстрація ОСББ”. Користувач заповнює необхідні поля. Користувач натискає на кнопку “Реєстрація”	Відкривається сторінка із формою для входу. Система перевіряє коректність введених даних. Система перенаправляє користувача на головну сторінку Відкривається сторінка із зареєстрованими ОСББ. Відкривається сторінка із формою реєстрації нового ОСББ. Система перевіряє коректність введених даних. Система створює нове оголошення, додає його в базу даних

Результат: програма пройшла тест успішно.

### Висновки

Завдання роботи – створення вебзастосунку для підтримки утилізації побутових відходів і товарів. Під час виконання роботи поетапно реалізовано усі вимоги до розроблюваного вебзастосунку та з використанням нових технологій і підходів реалізовано прикладну програмну систему з підключенням до бази даних MS SQL Server 2014 для підтримки утилізації побутових відходів і товарів. Вебзастосунок реалізовано на основі бібліотеки React та архітектурного шаблону MVC. Ця архітектура дає можливість легко орієнтуватися у програмних блоках, підвищує швидкість розроблення, спрощує здійснення модифікації. Розроблений вебзастосунок повністю відповідає заданим у специфікації вимогам і дає можливість користувачу переглядати актуальну інформацію щодо сортування побутових відходів, реєстрування об’єднання на зразок ОСББ з метою сортування та продажу відсортованих відходів, аналізувати статистику роботи таких об’єднань. Як окремий функціонал виділено також надання користувачам можливості створювати оголошення про побутові товари, які б вони хотіли віддати. Для виявлення та виправлення помилок і забезпечення коректності функціонування розроблений вебзастосунок протестовано за допомогою модульних тестів.

### Список літератури

1. Савуляк В. І., Березюк О. В. (2006). *Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів*: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. 217 с.

2. Circular economy. European Commission. URL: [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en).
3. Bublyk M., Kowalska-Styczeń A., Lytvyn V., Vysotska V. (2021). The Ukrainian Economy Transformation into the Circular Based on Fuzzy-Logic Cluster Analysis. *Energies*, Vol. 14 (18), Art. 5951. DOI: 10.3390/en14185951.
4. Bublyk M., Matseliukh Y. (2021). Small-Batteries Utilization Analysis Based on Mathematical Statistics Methods in Challenges of Circular Economy. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2870, 1594–1603.
5. Baran M., Kuzmin O., Bublyk M., Panasyuk V., Lishchynska K. (2021). Information System for Quality Control of Polyethylene Production in a Circular Economy. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2917, 465–502.
6. Кривенко С. В. (2014). Сучасний підходи до розвитку рециклінгу вторинних матеріальних ресурсів в контексті зеленої індустрії. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. № 4. С. 83–89.
7. Про житлово-комунальні послуги. (2018). *Офіційний вісник України*. № 1. С. 5.
8. Сортиючи сміття, можна заробляти: досвід ОСББ. (2016). URL: <http://solvetpvlviv.ua/sortuyuchy-smittyu-mozhna-zaroblyaty-dosvit-osbb/>.
9. Бублик М.І., Бей М.Р. (2016). Особливості “зеленої” економіки та основні інструменти її трансформування в соціально-орієнтовану систему. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія “Проблеми економіки та управління”*. № 847. С. 29–34.
10. Бублик М. І. (2014). Модель економічного оцінювання техногенних збитків у національному господарстві. *Black Sea Scientific Journal Of Academic Research. Economic Science*, Vol. 12(05), 44–50.
11. Бублик М. І. (2015). Техногенні збитки у національному господарстві: економічне оцінювання та засади державного регулювання : монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 420 с.
12. Бублик М. І. (2012). Механізм регулювання техногенних збитків промислових підприємств: логістика рециркулювання як інструмент його застосування. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*: “Логістика”. № 749. С. 530 - 537.
13. Bublyk M., Vysotska V., Matseliukh Yu., Mayik V., Nashkierska M. (2020). Assessing Losses of Human Capital Due to Man-Made Pollution Caused by Emergencies. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2805, 74–86.
14. Kuzmin O. Ye., Bublyk M. I., Rybyska O. M. (2014). The application of fuzzy logic to forecasting of technogenic damage in the national economy. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*: “Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку”. № 790. С. 63–73.
15. Kuzmin O., Bublyk M. (2016). Economic evaluation and government regulation of technogenic (man-made) damage in the national economy. *Computer sciences and information technologies : Proceedings of the XIth International Scientific and Technical Conference (CSIT)*, Lviv, Ukraine, September, 6–10, 2016. P. 37–39. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2016.7589863.
16. Bublyk M. I. (2013). Economic evaluation of technogenic losses of business entities on fuzzy logic based opportunities. *Zarządzanie organizacja w warunkach niepewności – teoria i praktyka*: monogr. Red. nauk. Agnieszka Strzelecka. Chestochowa: Politechnika Chestochowska, Wydział Zarządzania, 19–29.
17. Кузьмін О. Є., Бублик М. І. (2021). Державне регулювання системи економічних відносин суб’єктів господарювання в умовах циркулярної економіки. *Підвищення конкурентоспроможності ЄС: циркулярна економіка*: монографія, за ред. О. Є. Кузьміна, О. Г. Мельник, Н. І. Горбаль. Львів: Міські інформаційні системи. С. 20–58.
18. Алимов О. М., Микитенко В. В., Лицур І. М. та ін. (2013). *Системно-комплексне оцінювання потенціалу сталого розвитку України*: монографія. Нац. акад. наук України, Держ. установа “Ін-т економіки природокористування та сталого розв. НАН України”. 88 с.
19. Амоша О. І., Ляшенко В. І., Микитенко В. В. (2013). *Перший етап модернізації економіки України: досвід та проблеми*: монографія. Інститут економіки промисловості НАН України, ТНЕУ МОН України. Донецьк: Економічна думка, 897 с.
20. Балацкий О. Ф. (2007). *Антология экономики чистой среды*: монография. Сумы: ИТД “Университетская книга”. 273 с.
21. Бублик М. І., Коропецька Т. О. (2008). Аналіз методів економічної оцінки збитків, завданих лісовому господарству надзвичайними ситуаціями техногенного характеру. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*: “Проблеми економіки та управління”. № 611. С. 71–80.
22. Бублик М. І. (2013). Техногенний ущерб: еволюція формування суті поняття. *Black Sea Scientific Journal Of Academic Research. Part B. Economic, Management & Marketing And Engineering*, Vol. 06(06), 46–54.

23. Буркинський Б. В., Галушкіна Т. П., Реутов В. Є. (2011). *“Зелена” економіка крізь призму трансформаційних зрушень в Україні*: монографія. Одеса: ІПРЕЕД НАН України, Саки: ПП “Підприємство Фенікс”, 348 с.
24. Витвицький Я. С. (2007). *Економічна оцінка гірничого капіталу нафтогазових компаній*: монографія. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 431 с.
25. Гринів Л. С. (2001). *Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії*: монографія. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 240 с.
26. Гринів Л. С. (2016). *Фізична економія: нові моделі сталого розвитку*. Львів: Ліґа-прес, 424 с.
27. Данилишин Б. М. (2008). *Екологічна складова політики сталого розвитку*: монографія. Донецьк: ТОВ “Юго-Восток, Лтд”. 256 с.
28. Ілляшенко С. М. (2013). *Маркетингові засади впровадження екологічних інновацій*: монографія. Сумський державний університет. Суми: ТОВ “Друкарський дім “Папірус”. 184 с.
29. Кузьмін О. Є., Бублик М. І. (2013). Методологія оцінювання техногенних збитків підприємств в Україні та світі. *Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”*. № 754. С. 115–120.
30. Мельник О. Г. (2010). *Системи діагностики діяльності машинобудівних підприємств: полікритеріальна концепція та інструментарій*: монографія. Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”. 344 с.
31. Туниця Ю. Ю. (2012). Про концепцію стимулювання екологічно безпечної економіки. *Вісник Національної академії наук України*. № 5. С. 26–30.
32. Дідух В. Р. (2008). *Економічні механізми реалізації державної екологічної політики*. URL: [http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/n\\_1\\_2008/doc/1/13.pdf](http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/n_1_2008/doc/1/13.pdf).
33. Долгий М. Л., Осипенко С. І. (2006). *Обґрунтування системного підходу до управління захистом та безпекою населення у надзвичайних ситуаціях*. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/txts/GALUZEVE%506dmlnns.pdf>.
34. Зеркалов Д. В. (2013). *Проблеми екології сталого розвитку*: монографія. Київ: Основа. 430 с. URL: [http://www.zerkalov.kiev.ua/sites/default/files/problemi\\_ekologiyi\\_stalogo\\_rizvitku\\_monografiya.pdf](http://www.zerkalov.kiev.ua/sites/default/files/problemi_ekologiyi_stalogo_rizvitku_monografiya.pdf).
35. Петрович Й. М. (2013). *Управління діяльністю організаційно-виробничих систем*. Київ: Знання. 510 с.
36. Хлобистов Є. В. (2022). *Фінансові механізми управління охороною довкілля та природокористуванням в Україні*. URL: [http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts\\_khlobystov\\_u.htm](http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts_khlobystov_u.htm).
37. Bublyk M., Rybyska O. (2017). The model of fuzzy expert system for establishing the pollution impact on the mortality rate in Ukraine. *Computer sciences and information technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, September, 5–8, 2017, 253–256. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098781.
38. Kuzmin O., Bublyk M. (2014). Methodological foundations of economic evaluation of technogenic losses of national economy. *Economics, Entrepreneurship, Management*, Vol. 1, 1–8.
39. McLeod F., Hickford A., Maynard S., Cherrett T., Allen J. (2010). Developing innovative and more sustainable approaches to reverse logistics for the collection, recycling and disposal of waste products from urban centres: *Literature review and identification of opportunities*. London: University of Southampton, University of Westminster. URL: [www.greenlogistics.org](http://www.greenlogistics.org).
40. Starostka-Patyk M., Grabara J. K. (2010). Reverse logistics processes in industrial waste management as an element of sustainable development. *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, Vol. 12(2), 698–707.
41. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication: Final Report of UNEP. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2011. 630 p.
42. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. (2017). *Основи екології*. Київ: Каравела. 304 с.
43. Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0039662-10>.
44. *Тверді побутові відходи в Україні: Потенціал Розвитку*. Київ, 2015. 110 с.
45. Сортуй (2022). URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.macpawlabs.sort>.
46. Зелена коробка (2022). URL: <https://greenbox.net.ua/>.
47. Україна без відходів (2022). URL: <http://nowaste.com.ua/>.
48. OLX (2022). URL: <https://www.olx.ua/uk/>.
49. Dyrk K. (2018). *The Complete Beginner's Guide to React*. 89 с.
50. *Javascript: Best Practice – Collingwood: SitePoint*, 2018. 99 с.
51. Файн Я., Моисеев А. (2018). *Angular и TypeScript. Сайтостроение для профессионалов*. С.-П.: Питер.



52. Журемкевич А. Є., Мигаль В. В. (2017). Використання процесора sass для побудови веб-сторінок з допомогою GULP.GS. *Інтернаука*. № 3. С. 127–130.
53. Grove F. R., Ozkan E. (2011). The Mvc-Web Design Pattern. *Proceedings of the 7th International Conference on Web Information Systems and Technologies*, 127–130.

### References

1. Savulyak V. I., Berezyuk O. V. (2006). *Technical support for collection, transportation and preparation for processing solid household waste*. Monograph. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia. 217 p.
2. Circular economy. *European Commission*. URL: [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en).
3. Bublyk M., Kowalska-Styczeń A., Lytvyn V., Vysotska V. (2021). The Ukrainian Economy Transformation into the Circular Based on Fuzzy-Logic Cluster Analysis. *Energies*, Vol. 14 (18), Art. 5951. DOI: 10.3390/en14185951.
4. Bublyk M., Matseliukh Y. (2021). Small-Batteries Utilization Analysis Based on Mathematical Statistics Methods in Challenges of Circular Economy. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2870, 1594–1603.
5. Baran M., Kuzmin O., Bublyk M., Panasyuk V., Lishchynska K. (2021). Information System for Quality Control of Polyethylene Production in a Circular Economy. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2917, 465–502.
6. Kryvenko S. (2014). Modern approaches to the development of recycling of secondary material resources in the context of green industry. *Scientific Bulletin of the Poltava University of Economics and Trade*, No. 4, 83–89.
7. About housing and communal services (2018). *Official Gazette of Ukraine*, No. 1, p. 5.
8. You can make money by sorting garbage: the experience of condominiums. (2016). URL: <http://solvetpv.lviv.ua/sortuyuchy-smitty-mozhna-zaroblyaty-dosvit-osbb/>.
9. Bublyk M. I., Bay M. R. (2016). Features of the “green” economy and the main tools of its transformation into a socially oriented system. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, No. 847, 29–34.
10. Bublyk M. I. (2014). Model of economic assessment of man-made losses in the national economy. *Black Sea Scientific Journal Of Academic Research. Economic Science*, Vol. 12(05), 44–50.
11. Bublyk M. I. (2015). *Man-made losses in the national economy: economic assessment and principles of state regulation*: monograph. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 420 p.
12. Bublyk M. I. (2012). Mechanism of regulation of man-made losses of industrial enterprises: logistics of recycling as a tool of its application. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, Vol. 749, 530–537.
13. Bublyk M., Vysotska V., Matseliukh Yu., Mayik V., Nashkarska M. (2020). Assessing Losses of Human Capital Due to Man-Made Pollution Caused by Emergencies. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2805, 74–86.
14. Kuzmin O. Ye., Bublyk M. I., Rybyska O. M. (2014). The application of fuzzy logic to forecasting of technogenic damage in the national economy. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, Vol. 790, 63–73.
15. Kuzmin O., Bublyk M. (2016). Economic evaluation and government regulation of technogenic (man-made) damage in the national economy. *Computer sciences and information technologies: Proceedings of the XIth International Scientific and Technical Conference (CSIT)*, Lviv, Ukraine, September, 6–10, 2016, 37–39. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2016.7589863.
16. Bublyk M. I. (2013). Economic evaluation of technogenic losses of business entities on fuzzy logic based opportunities. *Zarządzanie organizacją w warunkach niepewności – teoria i praktyka*: monogr. Red. nauk. Agnieszka Strzelecka. Częstochowa: Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, 19–29.
17. Kuzmin O. E., Bublyk M. I. (2021). State regulation of the system of economic relations of economic entities in the conditions of a circular economy. *Increasing EU competitiveness: circular economy*: monograph, edited by O. E. Kuzmina, O. G. Melnyk, N. I. Gorbal. Lviv: City Information Systems. P. 20–58.
18. Alimov O. M., Mykytenko V. V., Lytsur I. M. and others. (2013). *System-complex evaluation of the potential of sustainable development of Ukraine*: monograph. National Acad. of Sciences of Ukraine, State institution “Institute of Environmental Economics and Sustainable Development NAS of Ukraine”, 88 p.
19. Amosha O. I., Lyashenko V. I., Mykytenko V. V. (2013). *The first stage of modernization of the economy of Ukraine: experience and problems*. Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine, TNEU of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Donetsk: Economic Opinion, 897 p.
20. Balatsky O. F. (2007). *Anthology of clean environment economics*. Sumy: ITD “Universitetskaya kniga”, 273 p.

21. Bublyk M. I., Koropetska T. O. (2008). Analysis of methods of economic assessment of damages caused to forestry by man-made emergencies. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, No. 611, 71–80.
22. Bublyk M. I. (2013). Technogenic damage: the evolution of the formation of the essence of the concept. *Black Sea Scientific Journal Of Academic Research., Management & Marketing And Engineering*, Vol. 06(06), 46–54.
23. Burkinsky B. V., Galushkina T. P., Reutov V. E. (2011). *“Green” economy through the prism of transformational shifts in Ukraine*: monograph. Odesa: IPREED of the National Academy of Sciences of Ukraine, Saki: PE “Pydpriemstvo Fenix”, 348 p.
24. Vytvytskyi Y. S. (2007). *Economic assessment of mining capital of oil and gas companies*: monograph. Ivano-Frankivsk: IFNTUNG, 431 p.
25. Hryniv L. S. (2001). *Ecologically balanced economy: problems of theory*: monograph. Lviv: LNU Publishing Center named after I. Franka, 240 p.
26. Hryniv L. S. (2016). *Physical economy: new models of sustainable development*. Lviv: Liga-press, 424 p.
27. Danylyshyn B. M. (2008). *Environmental component of sustainable development policy*: monograph. Donetsk: LLC “Yugo-Vostok, Ltd”, 256 p.
28. Ilyashenko S. M. (2013). *Marketing principles of implementation of ecological innovations*: monograph. Sumy State University. Sumy: LLC “Printing House “Papyrus”, 184 p.
29. Kuzmin O. Ye., Bublyk M. I. (2013). Methodology for assessing man-made losses of enterprises in Ukraine and the world. *Bulletin of the National Lviv Polytechnic University*, No. 754, 115–120.
30. Melnyk O. G. (2010). *Diagnostic systems of machine-building enterprises: multi-criteria concept and tools*: monograph. Lviv: Publishing House of the Lviv Polytechnic National University, 344 p.
31. Tunytsia Yu. Yu. (2012). About the concept of stimulating an ecologically safe economy. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, No. 5, 26–30.
32. Didukh V. R. (2008). *Economic mechanisms of implementation of state environmental policy*. URL: [http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/n\\_1\\_2008/doc/1/13.pdf](http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/n_1_2008/doc/1/13.pdf).
33. Dolgiy M. L., Osypenko S. I. (2006). *Justification of the systemic approach to managing the protection and safety of the population in emergency situations*. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/txts/GALUZEVE%506dmlnns.pdf>.
34. Zerkalov D. V. (2013). *Problems of ecology of sustainable development*: monograph. K.: Basis, 430 p.
35. Petrovych Y. M. (2013). *Management of the activity of organizational and production systems*. K.: Znannya.
36. Khlobystov E. V. (2022). *Financial mechanisms of management of environmental protection and nature use in Ukraine*. URL: [http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts\\_khlobystov\\_u.htm](http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts_khlobystov_u.htm).
37. Bublyk M., Rybyska O. (2017). The model of fuzzy expert system for establishing the pollution impact on the mortality rate in Ukraine. *Computer sciences and information technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, September, 5–8, 2017, 253–256. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098781.
38. Kuzmin O., Bublyk M. (2014). Methodological foundations of economic evaluation of technogenic losses of national economy. *Economics, Entrepreneurship, Management*, Vol. 1, 1–8.
39. McLeod F., Hickford A., Maynard S., Cherrett T., Allen J. (2010). Developing innovative and more sustainable approaches to reverse logistics for the collection, recycling and disposal of waste products from urban centres: *Literature review and identification of opportunities*. URL: [www.greenlogistics.org](http://www.greenlogistics.org).
40. Starostka-Patyk M., Grabara J. K. (2010). Reverse logistics processes in industrial waste management as an element of sustainable development. *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, Vol. 12(2), 698–707.
41. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication: Final Report of UNEP. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2011, 630 p.
42. Zaverukha N. M., Serebryakov V. V., Skyba Yu. A. (2017). *Principles of Ecology*. Kyiv: Caravela, 304 p.
43. On the approval of Methodological recommendations for determining the morphological composition of solid household waste. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0039662-10>.
44. Solid household waste in Ukraine: Development potential. Kyiv, 2015, 110 p.
45. Sortuy (2022). URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.macpawlabs.sort>.
46. Zelena korobka (2022). URL: <https://greenbox.net.ua/>.
47. Ukraine without waste (2022). URL: <http://nowaste.com.ua/>.
48. OLX. (2022). URL: <https://www.olx.ua/uk/>.



49. Dyrr K. (2018). The Complete Beginner's Guide to React, 89 с.
50. Javascript: Best Practice – Collingwood: SitePoint, 2018, 99 с.
51. Fayn Ya., Moiseyev A. (2018). Angular and TypeScript Website building for professionals. S.-P.: Peter
52. Zhuremkevich A. E., Myhal V. V. (2017). Using the sass processor to build web pages with GULP.GS. Internauka: International scientific journal, No. 3, 127–130.
53. Grove F. R., Ozkan E. (2011). The Mvc-Web Design Pattern. Proceedings of the 7th International Conference on Web Information Systems and Technologies, 127–130.

## INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR HOUSEHOLD WASTE DISPOSAL PROCESSES

**Nazar Borovets<sup>1</sup>, Myroslava Bublyk<sup>2</sup>, Lyubomyr Chyrun<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Lviv Polytechnic National University, Information Systems and Networks Department,  
12, S. Bandery str., Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Lviv Polytechnic National University, Management and International Business Department,  
12, S. Bandery str., Lviv, Ukraine

<sup>3</sup> Ivan Franko National University of Lviv, Applied Mathematics Department,  
1, University str., Lviv, Ukraine

E-mail: nazar.borovets.mitupz.2021@lpnu.ua, ORCID: [0000-0002-7348-9658](https://orcid.org/0000-0002-7348-9658)

E-mail: Myroslava.I.Bublyk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0003-2403-0784

E-mail: Lyubomyr.Chyrun@lnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9448-1751

© Borovets N., Bublyk M., Chyrun L., 2023

In work, a web application was designed and developed to support interaction between members of different households regarding the disposal of household waste and the sale of used goods on the secondary market. To minimize the negative human impact on the environment, the developed information system to support household waste disposal is based on the principles of a circular economy, where all available resources are reusable, goods to recycle, and in general, the level of consumption is reduced. The need to form the average consumer's interest in finding a target audience for the distribution process on the secondary market of used goods is substantiated. The main distinguishing feature of the web application is providing consumers with an electronic platform that would provide an opportunity to successfully realize the need for sorted garbage (household waste, recyclables, etc.) with economic benefits for all participants of the interaction. As a result of the task, we carried out an analysis of knowledge in the direction of household waste disposal and existing applications to support circular economy processes. According to the compiled requirements specification, we used the TypeScript programming language, the React library, the SASS scripting metalanguage, and the MVC architecture. To ensure the correct operation of the service, manual, modular and automated testing was carried out. The developed software product has a simple interface. It is easy to use for every user who has access to the Internet and a desire to obtain additional resources in the difficult time of Ukraine's military economy.

**Key words:** system; circular economy; household waste disposal; secondary raw materials market; resource consumption reduction; web application.