

## БЕЗПЕЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ. РОЗРОБЛЕННЯ НОВОГО ЕКОЛОГООРІЄНТОВНОГО ОСВІТНЬОГО МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ

Денисова Н.М., Денисов Д.Ю., Буяльська Н.П.  
Національний університет «Чернігівська політехніка»  
вул. Шевченка, 95, 14035, м. Чернігів  
4386793@gmail.com, foursquareblack@gmail.com, buialska@gmail.com

Проблема забруднення навколишнього середовища надзвичайно актуальна у всьому світі, а в Україні вона підсилюється наявною військовою агресією та її наслідками у вигляді забруднення значних територій «відходами війни». Метою роботи розроблення нового мобільного застосунку (комп'ютерної гри) для формування екологоорієнтованих звичок поділу сміття.

У статті наведено результати науково-технічної розробки мобільного застосунку (комп'ютерної гри) у вигляді тестової альфа-версії «Recycling», що дозволяє навчати корисним звичкам поділу та сортування сміття. Реалізація та презентація розробки проведена на платформі «Google Play». Для графічного оформлення комп'ютерної гри використано професійний векторний графічний редактор Adobe Illustrator. Гра має звуковий супровід, включаючи мелодії.

Цільовою аудиторією гри є діти від 5 до 10 років. Виявлено значний потенціал та інтерес користувачів (біля тисячі скачувань в 176 регіонах). Територіальне поширення гравців альфа-версії розробленої гри показує, що в даний час найбільша кількість зацікавлених користувачів знаходиться в Індії (біля 70% скачувань). Концепція гри полягає в необхідності сортування сміття, яке з'являється на екрані мобільного пристрою, за кольоровими контейнерами. Колір контейнерів для сміття є загальноприйнятним у Європейському союзі.

Гра пропонує три рівні складності, які відрізняються кількістю контейнерів для сортування сміття. Заохочення гравців відбувається через формування рейтингу як таблиці лідерів. Таблиця базується на прагненні дітей до змагань та стимулює активність їхньої участі у грі. Гра передбачає низку перешкод, які ускладнюють її проходження та призводять до зниження балів гравців або до закінчення поточної гри.

У статті наведено зображення інтерфейсу гри, а також визначено напрями для її подальшого вдосконалення. *Ключові слова:* екологічна безпека, сортування сміття, комп'ютерна гра.

### **A safe environment. Development of a new environmental educational mobile application. Denisova N., Denisov D., Buialska N.**

The problem of environmental pollution is extremely relevant all over the world, and in Ukraine it is intensified by the existing military aggression and its consequences in the form of contamination of large areas with war waste. The goal of the work is to develop a new mobile application (computer game) for the formation of environmentally oriented waste separation habits.

The article presents the results of the scientific and technical development of a mobile application (computer game) in the form of a test alpha version "Recycling", which allows to learn useful habits of separating and sorting waste. The implementation and presentation of the game was carried out on the Google Play platform. Professional vector graphics editor Adobe Illustrator was used for the graphic design of the computer game. The game has an audio accompaniment including signals and some melodies.

The target audience of the game is children from 5 to 10 years old. Significant potential and user interest were identified (about a thousand downloads in 176 regions). The territorial distribution of users of the alpha version of the developed game shows that currently the largest number of concerned users are in India (about 70% of downloads). The concept of the game is to sort waste that appears on the screen of a mobile device into colored containers. The color of waste containers is common in the European Union.

The game offers three difficulty levels, which differ in the number of containers for sorting waste. Players are encouraged through the formation of a rating in the form of a leaderboard. The leaderboard is based on children's desire to compete and stimulates their active participation in the game. The game includes a number of obstacles that make it difficult to complete and lead to a decrease in players' scores or to the end of the current game.

The article provides images of the game interface, and also identifies directions for further improvement. *Key words:* environmental safety, waste sorting, computer game.

**Постановка проблеми.** Однією з найважливіших проблем, з якою стикається наша держава є безповоротне забруднення навколишнього середовища побутовими відходами. Мільйони тон відходів формуються щорічно та лише біля 5% переробляється. Актуальним напрямком рішення цієї проблеми є введення обов'язкового сортування сміття для населення.

Впровадження такого рішення дозволяє зберігати ресурси, зменшувати ступінь забруднення ґрунту, води та повітря, і, як наслідок, зберігати біорізноманіття та природне середовище для майбутніх поколінь. Але наведені рішення дещо гальмуються недостатньою обізнаністю населення. Одним з перспективних напрямів роботи, в цьому контексті, є впровадження освітніх програм та використання методів неформальної освіти для дорослих та дітей, що будуть формувати відповідний свідомий підхід до сортування сміття.

З цього боку актуальним рішенням є використання мобільних застосунків для впровадження освітньої функції, наприклад комп'ютерних ігор,

що дозволяють в ненав'язливій формі сформувати корисні звички.

Метою дослідження є розроблення нового мобільного застосунку (комп'ютерної гри) для формування екологоорієнтованих звичок поділу сміття.

**Актуальність дослідження.** Актуальність проведення досліджень обумовлена сучасною катастрофічною ситуацією забруднення довкілля відходами побуту, виробництва та військових дій. Ця проблема на державному рівні вирішується впровадженням цілої низки законів та підзаконних документів, що узагальнюють підходи до обов'язковості рециклінгу та роздільного збирання відходів та матеріалів, що мають різні властивості. Цей підхід є загальноприйнятим у європейських державах.

З іншого боку бурхливий розвиток цифровізації світу потребує як від науковців, так і від органів державної влади сучасних рішень. Модель «держава в смартфоні» дозволяє не тільки спростити доступ громадян до державних послуг (наприклад послуга мобільного застосунку «Дія»), але й вирішувати інші питання: пов'язані з безпекою (наприклад під час сигналу «Повітряна тривога» відкриваються укриття, наявність вільних місць на прийом до лікарів та проведення медичних обстежень у закладах охорони здоров'я тощо); розвиток громадських просторів («розумне» освітлення, відслідковування транспорту, формування маршрутів руху) тощо.

Тому актуальним є використання нових сучасних підходів «цифровізації» до проблеми захисту довкілля – впровадження ініціатив щодо набуття навичок сортування сміття в легкій ненав'язливій формі комп'ютерної гри.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Розробка навчальних комп'ютерних ігор природоохоронної тематики сприяє підвищенню екологічної грамотності населення. Наслідком цього є підготовка покоління, чия життєдіяльність здійснюється в свідомому та відповідальному дотриманні правил дбайливого ставлення до навколишнього середовища. Навчання дітей навичкам роздільного збору побутових відходів є одним із нагальних завдань сучасного суспільства. Створення таких ігор відповідає природоохоронним завданням, поставленим у різних країнах, у тому числі в Україні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробка комп'ютерних ігор для підвищення ефективності освітнього процесу з метою формування необхідного рівня екологічної грамотності є перспективним напрямом. Доцільність впровадження таких ігор насамперед підтверджується низкою досліджень [1]. Нині створено досить багато навчальних комп'ютерних ігор.

Деякі ігри є вузькоспрямованими. Так, вони можуть сприяти виробленню екологічно обумовленої поведінки щодо пластикових відходів або

навчати основам поводження з відходами експлуатації сонячних панелей [2, 3].

Багато комп'ютерних ігор розроблено виключно для навчання дітей. Наприклад, розроблено 3D-гра «Clean World», яка спрямована на підвищення поінформованості про сучасні екологічні проблеми [4]. Запобігання забрудненню навколишнього середовища пластиком присвячена комп'ютерна гра «Contact from the future» [5]. Серед останніх комп'ютерних ігор, опис яких представлений у наукових джерелах, можна назвати «Problems in the Air», створену на Unity та присвячену проблемам, пов'язаним із забрудненням повітря [6].

Одним із актуальних напрямів для підвищення рівня екологічної культури населення є навчання правил роздільного збору побутових відходів. Воно має реалізовуватися, починаючи з дошкільного віку [7]. Саме в цьому віці ігрова форма здобуття знань та практичних навичок є найбільш ефективною. Як приклад можна навести навчальну комп'ютерну гру, розроблену Г. Гофман (Hoffmann) та Дж. Пфайффер (Pfeiffer) [8].

Питання використання навчальних комп'ютерних ігор для підвищення рівня екологічної грамотності розглядалися раніше і в наших дослідженнях [9].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Комп'ютерні ігри для навчання дітей дошкільного та молодшого шкільного віку правилам роздільного збору побутових відходів мають бути максимально простими та універсальними. Розробники таких ігор з усією очевидністю в даний час знаходяться ще на шляху пошуку оптимальних рішень для досягнення зазначених показників.

**Новизна.** Новизна одержаних результатів полягає у вирішенні конкретного науково-прикладного завдання – обґрунтуванні та розробці нового мобільного застосунку (комп'ютерної гри), програмного коду та альфа-версії, що формує екологічну свідомість.

**Методологічне або загальнонаукове значення.** Проведена робота ґрунтується на комплексному використанні сучасних екологічних знань, методичних підходів навчання дітей молодшого віку та комп'ютерних технологій. Їхнє поєднання дозволяє отримати кінцевий продукт, що відповідає вимогам як екологів, так і педагогів, які спираються у своїй професійній діяльності на сучасні смарт-технології. Розроблений продукт демонструє виправданий баланс між навчанням та грою, що важливо на сучасному етапі розвитку суспільства, на якому багато дітей молодшого віку недостатньо приділяють увагу навчанню через численні ігри, доступні за допомогою сучасних смартфонів.

**Виклад основного матеріалу.** Комп'ютерні ігри включають широке коло ігор – на ПК, консолях та мобільних пристроях. Жанрова класифікація комп'ютерних ігор достатньо широка. Операційні

системи, що застосовуються для їх розробки також різноманітні.

З метою реалізації поставленого завдання, авторами розроблено комп'ютерну гру, що формує екологічно орієнтовне мислення користувачів та відноситься до комплексу ігрових жанрів аркади, драг і дроп та «пісочниці». Сукупність наведених ігрових механік дозволяє досить вільно взаємодіяти з ігровим всесвітом.

Для музичного та звукового супроводження гри обрано та оброблено звуки з відкритих джерел. Для графічного оформлення комп'ютерної гри використано професійний векторний графічний редактор Adobe Illustrator. Рушій для написання програмного коду обрано Unity, що є потужним універсальним інструментом для розробки ігор широкого спектру. Для написання представленої комп'ютерної гри використовувалися лише ліцензійні версії програм.

Архітектура гри складається з комплексу алгоритмів об'єктно-орієнтованого програмування, де підсистеми є незалежними та достатньо стійкими до помилок, що полегшує процес дебагінгу та рефакторингу, а також робить її більш легкою для розширення. Стовбуром програми є поліморфний менеджер івентів, який відповідає за їх обробку та розподіл між компонентами, що дозволяє викликати будь-який івент через одну функцію, для полегшення управління подіями. Менеджер івентів є статичним класом, але для реалізації поліморфних підписників та ініціалізаторів івентів використовуються "Scriptable Objects". Крім того, у програмі використовуються менеджери, які відповідають за конкретні підсистеми. Це дозволяє розділити відповідальність за різні аспекти програми і забезпечує дотримання принципу "Single responsibility".

Цільова аудиторія гри спрямована на дітей віком від 5 до 10 років та зорієнтована на важливу соціальну місію – навчання принципам ефективного сортування сміття.

Концепція гри полягає у необхідності сортування сміття, що з'являється на екрані мобільного пристрою, по кольорових контейнерах, при чому колір контейнерів загальноприйнятий у всіх країнах Європи [14]: зелений – для скла, синій – для паперових виробів, жовтий – для картону та порожніх картонних упаковок, чорний – для залишків харчових відходів, коричневий – для небезпечних відходів, наприклад батарейок та електроприладів, червоний – відходи непридатні для переробки, наприклад косметика, фарби, лаки та ін., помаранчевий – для пластикових виробів.

Наразі гра пропонує три рівні складності, які визначаються кількістю контейнерів для сортування (рис. 1). Заохочення гравців відбувається через формування рейтингу – таблиці лідерів, що базується на бажанні дітей до змагань та стимулює активність та участь у грі.

Цікавим елементом є наявність перешкод, таких як бомби (рис. 2). Ці бомби з'являються з певною ймовірністю під час геймплею, обладнані таймером. Якщо гравець не встигне натиснути на них та знешкодити, вони вибухають та можуть призвести до завершення гри, якщо контейнери знаходяться у зоні вибуху.

Також до штрафних санкцій впроваджено наслідок невірної розподілу сміття або кидання сміття поза контейнером. Ці санкції включають зниження відповідних балів, що є своєрідною валютою в грі, і якщо кількість балів знижується нижче нуля, гравець програє – гра закінчується.



Рис. 1. Зовнішній вигляд екрану мобільного пристрою під час розробленої комп'ютерної гри на різних рівнях: а – на першому рівні, б – на другому рівні, в – на третьому рівні



Рис. 2. Приклади реалізації перешкод на різних рівнях: а – на першому рівні, б – на другому рівні, в – на третьому рівні

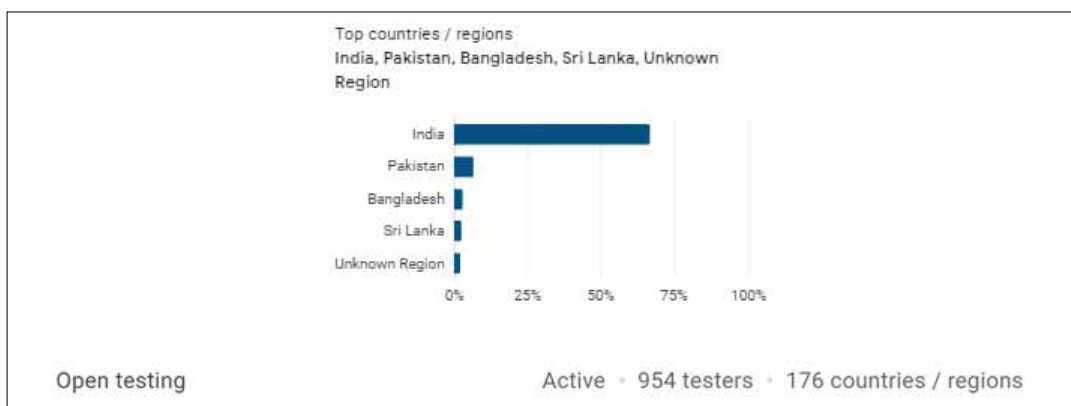


Рис. 3. Територіальне поширення користувачів альфа-версії розробленої гри (розроблено авторами з використанням особистого акаунту)

Наведені елементи гри додають складності та викликів для гравця, стимулюючи його до швидких рішень і доводить навички сортування до автоматизму.

Тестування альфа-версії розробленої гри проведено за допомогою “Google Play Developer Console”. Виявлено значний потенціал та інтерес користувачів до гри оскільки кількість скачувань становила 954 рази. Це може бути відзнакою зацікавленості аудиторії у концепції гри та потенційних можливостей її розвитку. Територіальне поширення скачувань (рис. 3) в тестовому періоді зареєстровано в 176 країнах/регіонах, свідчить про глобальний інтерес до проекту, відмічено, що більша частина зацікавлених користувачів з Індії (біля 70% від загальної кількості скачувань).

Тестування альфа-версії дозволило також виявити деякі недоліки та недосконалості, наприклад складність в управлінні, недоліки в архітектурі та недостатність оптимізації програми.

Отже, наявність великої кількості скачувань і глобальний інтерес до проекту, навіть на етапі альфа-тестування, а також потенціал для подальшого вдосконалення, свідчать про досить серйозний потенціал гри.

Аналіз наведених основних результатів реалізації розробленого проекту дозволяє формувати напрями удосконалення завдяки додаванню більшої кількості аркадних рівнів, а також рівнів з простими для опанування основними ігровими механіками. Також доволі

необхідним є введення тренувального рівня та оновлення систем заохочення та стимулювання гравців.

**Головні висновки.** Встановлена актуальність та необхідність у створенні нових підходів до навчання екологічним принципам та відповідальності за збереження довкілля, а також формування позитивних екологоорієнтованих звичок поділу сміття. Для рішення поставленого завдання розроблено мобільний застосунок – комп’ютерна гра на безкоштовній платформі “Android” для дітей дошкільного та молодшого шкільного віку, що дозволяє навчати корисним звичкам поділу та сортування сміття. Розроблено програмне забезпечення, створена альфа-версія, що апробована на платформі “Google Play”. Виявлено значний потенціал та інтерес користувачів (біля тисячі скачувань в 176 регіонах) до розробленого мобільного застосунку.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Перспективи використання результатів дослідження полягають не тільки в удосконаленні структури гри в горизонтальному напрямі, але й у можливості використання представленої комп’ютерної гри у системі неформальної освіти задля формування позитивних екологоорієнтованих звичок поділу сміття як для дітей, так і для дорослого населення нашої держави.

Робота виконана в рамках міжнародного проекту UniCities (Unlocking the Transformative potential of Ukrainian Universities towards climate neutral and sustainable cities)

### Література

1. Can G., Cagiltay K. Turkish prospective teachers’ perceptions regarding the use of computer games with educational features. *Educational Technology & Society*. 2006. Vol. 9. Iss. 1. P. 308–321.
2. Vecchio L.P., Greco A.D. Game-based solutions and the plastic problem: a systematic review. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. Iss. 5558. doi: 10.3390/su15065558
3. R3SOLVE: A serious game to support end-of-life rooftop solar panel waste management / H. Salim et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Iss. 12418. doi: 10.3390/su132212418
4. Design of a serious game for children to raise awareness on plastic pollution and promoting pro-environmental behaviors / L. Panagiotopoulou. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*. 2021. Vol. 21. Iss. 6. doi: 10.1115/1.4050291
5. A new methodology of design and development of serious games / André F. S. Barbosa et al. *International Journal of Computer Games Technology*. 2014. Vol. 2014. doi: 10.1155/2014/817167

6. A serious game for raising air pollution perception in children / T. Relvas. *Journal of Computers in Education*. 2024. doi: 10.1007/s40692-023-00305-8
7. Environmental education on sustainable principles in kindergartens – A Foundation or an Option? / M. Poje et al. *Sustainability*. 2024. Vol. 16. Iss. 2707. doi: 10.3390/su16072707
8. Hoffmann G., Pfeiffer J. Gameful learning for a more sustainable world. *Business & Information Systems Engineering*. 2022. Vol. 64. P. 459–482. doi: 10.1007/s12599-021-00731-x
9. Денисов Д. Ю. Використання ігрової форми формування екологоорієнтовного мислення. *Economics, finance, accounting and law: problems, trends, directions* : conference proceedings of the International scientific-practical conference, Finland, Tampere, February 12, 2024. Tampere, 2024. P. 13–15.