

УДК 004.584

Лугова Тетяна Анатоліївна

Кандидат мистецтвознавства, доцент кафедри інформаційної діяльності та медіа-комунікацій,
orcid.org/0000-0001-9548-1959

Одеський національний політехнічний університет, Одеса

Блажко Олександр Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем, *orcid.org/0000-0001-7413-275X*

Одеський національний політехнічний університет, Одеса

РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОІГОР, ЗАСНОВАНИХ НА АКТИВІЗАЦІЇ НЕЯВНИХ ЗНАНЬ

Анотація. *Революція в теорії пізнання в умовах інформаційного суспільства вимагає переоцінки змісту освіти та активізує пошуки найефективніших методів подачі навчального матеріалу. Розглянуто гейміфікацію процесу засвоєння основ економічної математики дітьми дошкільного віку на основі активізації їхніх неявних знань (інтуїції, осяяння, здогадок). Розроблено UML-діаграми гри «Шоколадна математика» з урахуванням скомбінованих моделей MDA (Mechanics, Dynamics and Aesthetics) і DPE (Design, Play and Experience) з метою створення відеогри для Android-пристроїв. З'ясовано, що залучення неявних знань є ефективним допоміжним інструментом у процесі програмування ігор, які допомагають розвинути компетенції, що допоможуть людині адаптуватися до швидких змін сьогодення. Запропонована модель гри прискорить процес адаптації за рахунок підвищення інтерактивності через використання Android-смартфонів.*

Ключові слова: *GamePlay; навчальні відеоігри; менеджмент знань; неявні знання; модель геймдевелопменту; гейміфікація навчання*

Вступ

В умовах стрімкої розбудови інформаційного суспільства, переоцінки сутності знань, відбувається глобальне переосмислення змісту навчання та призначення освіти як такої. Вона трансформується відповідно до вимог інформатизації (глобальної комп'ютеризації, медіатизації та інтелектуалізації), зростаючої динаміки соціокультурних та економічних змін, нового ринку праці та виникнення нових затребуваних компетенцій майбутніх фахівців, інноваційних платформ реалізації людських цінностей в реальному та віртуальному житті, новітніх парадигм управління та ідеологій менеджменту. В цих умовах знання як об'єкт навчання сприймається, як «швидкокопсувний продукт», а освіта – як «штампування людей, придатних для виживання у системі, яка помре раніше, ніж вони самі» [1]. Все це призводить до необхідності пошуку нових якорів у морі нестабільного знання, що швидко змінюється, оновлюється, переосмислюється, розширюється, перевертається (*Flipped Learning*), часто ламає класичну логіку та позбувається вимог об'єктивності [2].

Як відповідь, ноу-хау менеджменту (*Knowledge Management*) пропонується активне використання

неявних знань для вирішення завдань бізнесу. І. Нонака та Г. Такеучі в своїй книзі «Компанія – створювач знання» пишуть: «Створення Нового знання не обмежується механічною переробкою об'єктивної інформації. Швидше воно залежить від прихованих поглядів, відчуттів і неясних здогадок кожного співробітника» [3].

Так само на вимогу підготовки майбутніх фахівців для бізнесу була написана славнозвісна книга одного із засновників компанії *Sony* Масару Ібука «Після трьох уже пізно», в якій основний акцент робиться на ігрових формах надання дитині нового досвіду отримання інформації [4]. Тож на перший план у смисловому полі «знання» виходять «досвід» та «креатив», що є центральними в ідеології гейміфікації [5]. Відомий теоретик гейміфікації навчання Джеймс Пол Гі пише: «Все, що ми вважали важливим для функцій мозку, перш за все, дотримання правил логіки, обчислення – не є тепер важливим. Відбулася революція в теорії пізнання і нова теорія припускає, що люди вчаться через досвід. Наш мозок може зберігати пам'ять про все, що ми пережили, і саме це дуже сильно впливає на процес навчання. Якщо слідувати цій логіці, каже він, то найкращий спосіб навчання – це створити умови для отримання хорошого досвіду» [6].

У статті [7] запропоновано підхід до визначення змісту математичної освіти і математичного розвитку, в основу якого покладена логіка становлення математичного знання в філогенезі і відповідний розвиток пізнавальних механізмів його освоєння. Змістом математичного розвитку дошкільників автори називають різні види математичного мислення, які забезпечують опанування різноманітних математичних відносин, і процес їхнього якісного переходу з одного типу на інший. Автори також характеризують пізнавальні рівні, на яких має здійснюватися математична освіта дошкільнят. Все це зумовлює актуальність дослідження ігор, заснованих на формалізації та активізації неявних або неформалізованих знань (наприклад, осяяння, інтуїція, досвід на рівні підсвідомості, відчуття, окомір, моделі сприйняття дійсності і інтерпретації фактів, поведінкові парадигми, виробничі навички, вміння спілкуватися, секрети майстерності, враження, асоціації, навички і навіть життєва мудрість), а також доцільність розробки алгоритму геймдевелопмента таких ігор як програмну основу створення відео-додатків для андроїд-пристроїв. Основою для розробки було обрано науковий доробок М. Ареста [7] та його ідею гри «Шоколадна математика» [8].

Мета статті

Мета роботи – гейміфікація процесу активізації неявних математичних знань на прикладі настільної гри М. Ареста «Шоколадна математика».

Виклад основного матеріалу Проектування навчальної гри

Методологічною основою розробки геймдевелопмента навчальних ігор з неявними знаннями є модель *MDA (Mechanics, Dynamics and Aesthetics)* [9] показана на рис. 1.



Рисунок 1 – Модель геймдевелопмента MDA за R. Hunicke, M. LeBlanc, R. Zubec

У контексті навчання важливою також є модель *DPE (Design, Play and Experience)* [10]. Ця модель

показує не лише алгоритм створення відеогри, а й поведінку системи гри як тьютора, її навчальний вплив на учня-гравця (рис. 2).

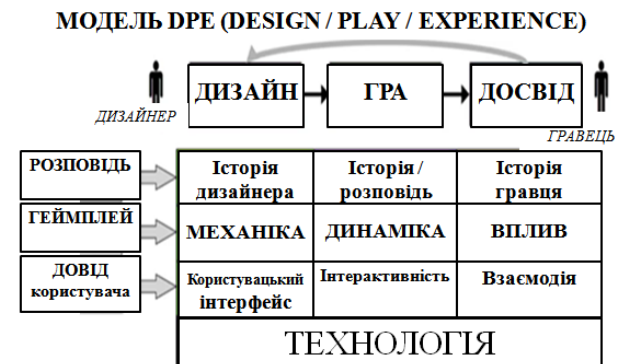


Рисунок 2 – Модель DPE by Brian Winn, inspired by Robin Hunicke & Mark LeBlanc's MDA Framework

Гра «Шоколадна математика» М. Ареста призначена для дітей дошкільного та молодшого шкільного віку; мета гри – навчання таблиці множення з 1 по 9. В основу гри покладено економічну математику – оцінка та покупка часточок шоколаду. Дитина ознайомлюється з умовною мірою – однією часткою шоколаду, що коштує одну монету. Далі дитина має на інтуїтивному рівні здогадатися, скільки часточок шоколаду міститься у пропонованій цілій плитці шоколаду. Таким чином, дитина розвиває окомір, засвоює принцип ділення (частини-ціле), опановує розрядність чисел (одиниці, десятки). Гра має навчальний та контролюючий режими, рівні складності залежно від засвоєння таблиці множення.

Особливістю процесу гейміфікації навчальної гри є, на наш погляд, потреба у прискіпливій розробці етапності («крок за кроком») подачі нового навчального матеріалу та його балансування з емоційним сприйняттям та інтуїтивним засвоєнням учнями-гравцями. Так, на першому етапі достатньо показати найпростіші частки шоколаду та їхню грошову вартість. Однак у міру ускладнення завдань множення доцільно підключати нарадологічні елементи, які б нівелювали відчуття складності завдання та однотипності виконаних дій. Збагачення та ускладнення ігрового світу забезпечує занурення у гру, мотивацію гравця до її проведення, створює необхідний для гри настрій (фан). У разі «Шоколадної математики» М. Ареста варто додати в ігровий світ мотиви подорожі (як прогрес гравця у гри), змагання, *story*-локацій (наприклад «ринки світу»: Агора Давньої Греції, Гранд Базар у Стамбулі, Камден у Лондоні, Хан-ель-Халілі у Каїрі, Бокерія у Барселоні тощо; або історія створення власне шоколаду). Отже, гра збагачується не лише візуальними елементами, а й розширює предметне поле для навчання (різні національні міри ваги та грошові одиниці, історія та звичаї різних країн тощо).

Поєднання моделей MDA та DPE дає можливість комплексно проаналізувати геймдизайн гри «Шоколадна математика», коли на кожному перетині графів та рядків виявляються нові аспекти геймдевелопменту у взаємозв'язках механіки та історії дизайнера, динаміки та системи гри, естетики

та історії гравця. Кожна з них формує у користувача (учня-гравця) своєрідний досвід, що має навчальний ефект.

Тож геймдевелопмент цієї гри може бути представлений у таблиці.

Таблиця – Геймдевелопмент гри «Шоколадна математика»

DPE-модель			
MDA-модель		Розповідь	Неявні знання / досвід користувача
<p>МЕХАНІКА Компоненти Game-правил – правила, що визначають мету гри [11]: «Погоджувати-співвідносити» (Match). Компоненти Play-правил – правила маніпуляції, що визначають основні дії, які гравець може застосувати в грі [11]: «Обрати» (Select), «Керувати» (Manage)</p>	ГЕЙМПЛЕЙ	<p>ІСТОРІЯ ДИЗАЙНЕРА Подається частинка шоколаду як мірна одиниця. Подається плитка шоколаду, що дорівнює площиною 1x1 до nx1, Потрібно вгадати скільки в ній мірних частинок шоколаду та співвіднести з кількістю грошей. Мета – скласти цілу плитку шоколаду, застосовуючи оптимальні грошові одиниці</p>	<ul style="list-style-type: none"> – відчуття кількості; – окомір; – інтуїтивне оцінювання; – миттєве сприйняття кількісно-вартісних характеристик; – орієнтація та оцінка площин
<p>ДИНАМІКА – час – ігрова сесія обмежена часом – 7 хв.; – кількість ходів та час обмежений; – інтерактивність та взаємодія: помилка повертає до навчального рівня; – статистика балів: 1 правильна відповідь – 1 бал; комплекс правильних відповідей, що заощаджує час – 2 бали</p>		<p>СИСТЕМА ГРИ Дев'ять рівнів – таблиці множення від 1 до 9. 1 рівень: Горизонтальні плитки, площиною від 1x1 до 9x1. Відповідає грошовим одиницям від 1 до 9. 2 рівень: плитки, площиною від 1x2; 2x2, 3x2... до 9x2. Відповідає грошовим сумама від 4 до 18 – вивчення розрядів одиниць та десятків. 3 рівень: Вертикальні плитки, площиною від 1x3 до 9x3</p>	<ul style="list-style-type: none"> – відчуття різних відрізків часу (виховання тайм менеджменту); – вміння інтуїтивно обрати найоптимальніший шлях вирішення завдання
<p>ЕСТЕТИКА – відчуття (Sensation) – шоколад та гроші як об'єкти маніпулювання; – виклик (Challenge)</p>		<p>ІСТОРІЯ ГРАВЦЯ Улюблені дитячі солодощі (шоколад), повсякденні дії розподілу шоколадних плиток, гра у магазин або «шоколадну фабрику». Вміння робити покупки</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Насолода розгадки/вгадування. – Радість предметного маніпулювання (гра як така, «перебирання бісером»). – Потреба цілісності (як у тетрісі або жага закінчення мелодійної фрази). – Жага перемоги, прийняття виклику

Проектування програмного забезпечення гри

Згідно з етапами розробки програмного забезпечення представлений проект гри необхідно перетворити у специфікації опису на основі UML-діаграм [12]. Особливістю UML є мінімізація графічних нотацій, які мають забезпечити взаємодію між замовником-користувачем та розробником будь-якої системи. Для специфікації комп'ютерної гри насамперед використовується UML-діаграма прецедентів як можливостей модельованої системи (частина її функціональності), завдяки якій користувач може отримати конкретний, вимірний йому результат.

На рис. 3 представлено опис проекту гри на основі UML-діаграми прецедентів. Діаграма використовує графічні нотації актора (гравець, система) у вигляді стилізованої людини, прецедентів у вигляді овалів та зв'язків між ними, як можливих варіантів використання прецедентів акторами з урахуванням правил гри. У актора-системи всі дії повинні забезпечувати процес гри: запропонувати плитку шоколаду, змінити режим гри та підвищити рівень гри. У той час, як у актора-гравця всі дії забезпечують досягнення його мети – успішно отримати плитку шоколаду: правильно вибрати купку монет, купити плитку шоколаду за монети.

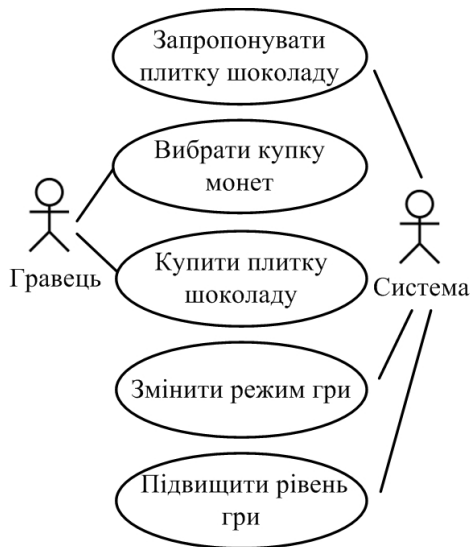


Рисунок 3 – Опис проекту гри на основі UML-діаграми прецедентів

На рис. 4 представлено опис проекту гри на основі UML-діаграми концептуальних класів. Ця гра моделює статичку систему з урахуванням деталей структур класів і взаємин між класами. Така мова моделювання найбільш придатна для створення ігрового світу: ієрархії сил та героїв, взаємовідносини між елементами гри (транзитивність та нетранзитивність гри), створення ігрових кланів (родин, груп, ігрових ролей) тощо.

Такі діаграми дають можливість скоротити час на пошук подібних та споріднених об'єктів або об'єктів за певними ознаками (атрибутами).

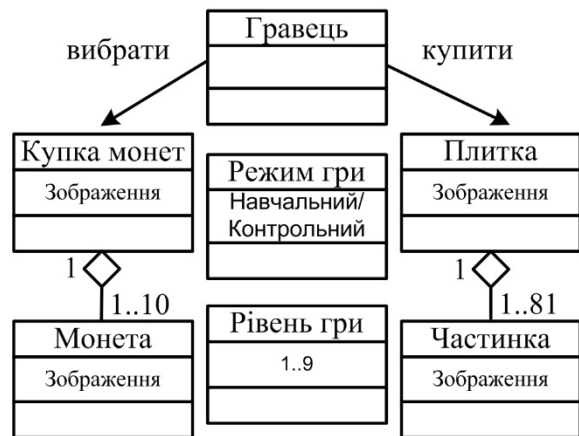


Рисунок 4 – Опис проекту гри на основі UML-діаграми концептуальних класів

Тож діаграма дає відповідь на питання самовизначення ігрових персонажів, самих гравців та окремо кожного ігрового об'єкта в ігровому світі, в той час як UML-діаграма прецедентів моделює динаміку системи на глобальному рівні її взаємин з користувачем-гравцем.

Представлені діаграми описують на концептуальному рівні функціональні вимоги до комп'ютерної програми. Важливою не функціональною вимогою є опис інтерфейсу взаємодії користувача з програмою. З урахуванням можливостей Android-пристроїв було створено прототип екранної форми гри (рис. 5).



Рисунок 5 – Опис екранної форми прототипу комп'ютерної гри

При проектуванні графічної форми інтерфейсу користувача виконується перенесення у відповідні місця екрану назв прецедентів та назва класів з урахуванням правил ергономіки людино-машинної взаємодії.

Конструювання комп'ютерної гри

Розглядаючи засоби представлення неявних знань, необхідно згадати спосіб візуального програмування, орієнтований на блоки, коли для створення програм користувач повинен лише переміщати графічні блоки без набору текстів, за винятком створення змінних та введення значень констант [13]. Блокове візуальне програмування звільняє користувача від контролю за правильністю синтаксису програми, що є великою підмогою на стадії навчання програмуванню. Найвідомішими прикладами середовищ програмування є *Scratch* [14] та *Blockly* [15]. Для розробки *Android*-застосунків створено *MIT App Inventor* із запозиченням візуального редактора *Blockly* [16]. Всі програми є подійно-орієнтованими, дозволяючи реалізувати багатопотокові алгоритми керування персонажами.

У процесі конструювання гри «Шоколадна математика» використовувався *MIT App Inventor* із залученням школярів, які проходили навчання на

безкоштовних тренінгах в інституті комп'ютерних систем Одеського національного політехнічного університету [17]. На рис. 6 представлено фрагмент блоків програми. Як видно з рис. 6, всі блоки розбиваються на дві групи: стеки (жовті блоки контролю з циклами, умовами та фіолетові блоки процедур), а також посилення (фіолетові блоки виклику процедур, помаранчеві блоки змінних, блакитні математичні блоки, текстові червоні блоки та салатіві логічні блоки).

З урахуванням вищевказаного, можна зробити висновок, що програма *MIT App Inventor* є яскравим прикладом реалізації принципу застосування неявних знань при створенні формалізованого продукту – *Android*-застосунків. Адже основним методом програмування є використання програмістом форми та кольору командних блоків, що уособлюють взаємовідносини між елементами програми. Тому процес програмування часто перетворюється на інтуїтивну компілятивну гру.

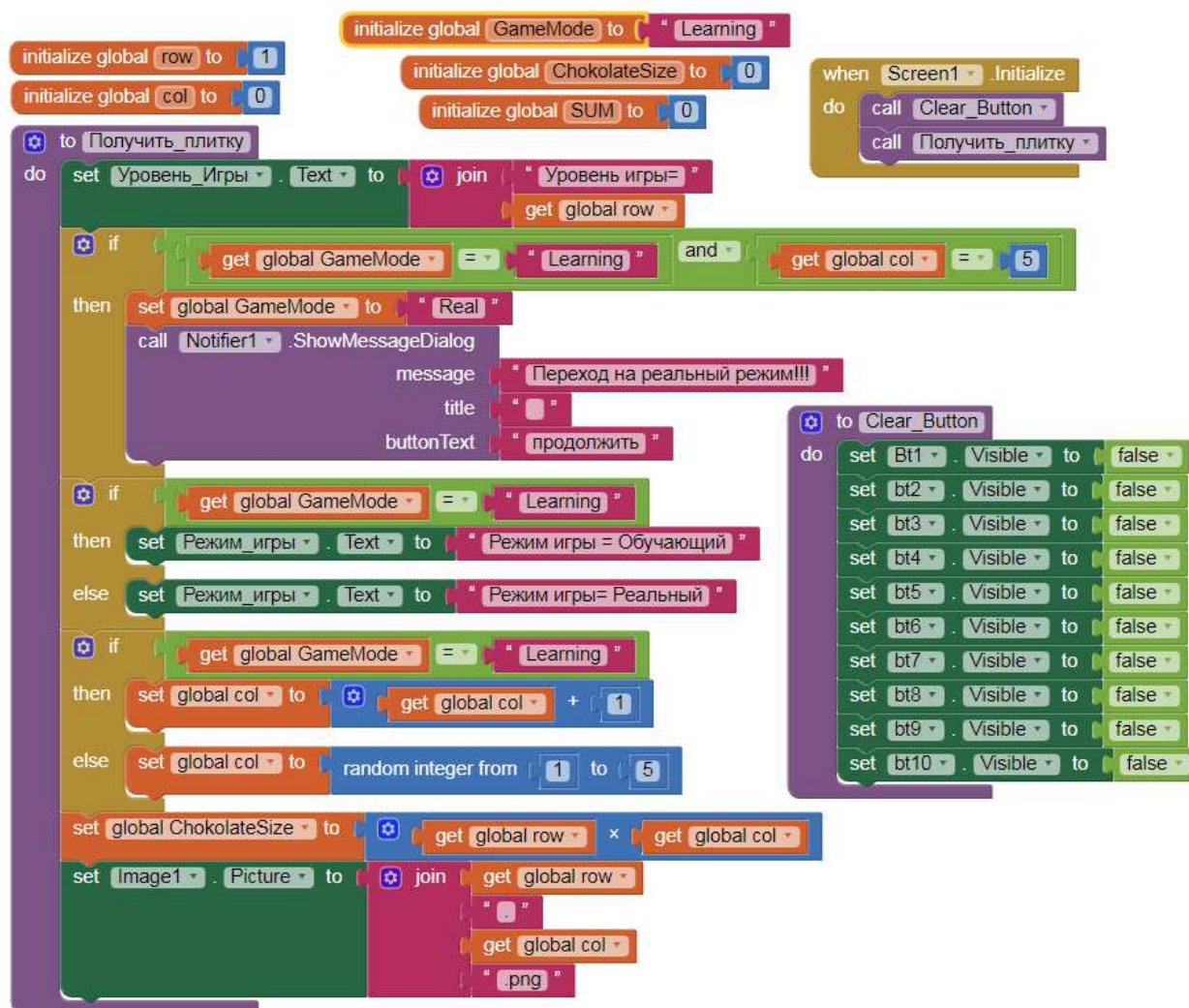


Рисунок 6 – Фрагмент блоків програми в *MIT App Inventor*

Висновки

Складністю ігор, заснованих на тацитних знаннях, є те, що таке знання важко формалізується, є спонтанним та суб'єктивним, може існувати лише разом з його володарем – людиною або групою осіб. Ігри, що активізують таке знання, є не лише базисом доцифрового засвоєння основ математики та математичної економіки, вони дають змогу розвинути компетенції, які допоможуть людині адаптуватися до швидких змін сьогодення, а запропонована модель однієї з таких ігор прискорить процес адаптації за рахунок підвищення інтерактивності через використання *Android*-смартфонів. Неявні знання є ефективним допоміжним інструментом у процесі програмування

ігор. У подальшому планується провести апробацію гри у школах серед першокласників із залученням школярів-розробників гри.

Подяки

Ця робота була частково профінансована Європейським Союзом в контексті проекту “GameHub – University-Enterprises Cooperation in Game Industry in Ukraine” (Project Number: 561728-EPP-1-2015-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP) за програмою ERASMUS+. Підтримка Європейською Комісією створення цього видання не є схваленням змісту, а відображає лише погляди авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

Список літератури

1. Тоффлер Э. Шок будущего [Пер. с англ.]. М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 557 с.
2. Deeper learning approaches integrated in serious games / O. Blazhko, et al. In *Project, Program, Portfolio Management*. РЗМ. ІКС ОНПУ. Vol. 2, 2017. pp. 18-21. Retrieved from <http://dspace.ори. ua/jsru/handle/123456789/6866>
3. Нонака И. Компания – создатель знания. Управление знаниями [Пер. с англ.]. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. С. 27-49.
4. Ибука М. После трех уже поздно [пер. с англ. Н. Перовой]. – М.: Альпина нон-фикшн, 2011. – 126 с.
5. Лугова Т.А., Раева В.Р. Гейміфікація методів класифікації в контексті інформаційного суспільства [Електронний ресурс]. Філософія і гуманізм. Одеса, 2018. Вип.1(7). 51-58 с. Отримано з http://www.philhum.esy.es/uploads/Fil_Hum_7.pdf
6. Gee James Paul. *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003. Pp.2, 14, 203-210. Retrieved from <http://newlearningonline.com/literacies/chapter-2/gee-on-what-video-games-have-to-teach-us-about-learning-and-literacy>
7. Арест, М.Я. Нестандартный подход к содержанию математического развития дошкольников / М.Я. Арест, Е.А. Тупичикна // *Детский сад: теория и практика*. – № 1. – 2012. – С. 18-27
8. Арест, М. Шоколадная математика, или Альтернативный подход к математическому образованию [Электронный ресурс]. – <https://www.kursoteka.ru/my/101972/blog/45>
9. Hunicke R., LeBlanc M., Zubec R.. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research HunickeR. MDA: A formal approach to game design and gameresearch. In: *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. vol. 4, 2004.
10. Winn B. *The Design, Play, and Experience Framework*. *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*. Richard Ferdig (editor), 2009. Volume 3, Chapter 58.
11. Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel, Gilles Methel, Pierre Molinier *A Gameplay Definition through Videogame Classification // International Journal of Computer Games Technology*, 2008. <http://dx.doi.org/10.1155/2008/470350>
12. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд. [Пер. с англ. Н. Мухин]. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
13. David Weintrop and Uri Wilensky. 2017. *Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms*. *ACM Trans. Comput. Educ.* 18, 1, Article 3 (October 2017), 25 pages.
14. Flannery, B. Silverman, E. R. Kazakoff, M. U. Bers, P. Bontá, and M. Resnick. 2013. *Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming*. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, pp. 1–10.
15. N. Fraser. 2015. *Ten things we've learned from Blockly*. In *Proceedings of the 2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond)*. 49–50.
16. D. Wolber, H. Abelson, E. Spertus, and L. Looney. 2014. *App Inventor 2: Create Your Own Android Apps*. 2nd ed. Beijing: O'Reilly Media.
17. Безкоштовний тренінг для школярів «Проектування навчальних комп'ютерних ігор». Тема: MIT App Inventor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=IAnFwqxcNBs>

Стаття надійшла до редколегії 16.09.2018

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Г. Антошук, Одеський національний політехнічний університет, Одеса

Луговая Татьяна Анатольевна

Кандидат искусствоведения, доцент кафедры информационной деятельности и медиа-коммуникаций, orcid.org/0000-0001-9548-1959

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

Блажко Александр Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры системного программного обеспечения, orcid.org/0000-0001-7413-275X
Одесский национальный политехнический университет, Одесса

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ ВИДЕОИГР, ОСНОВАННЫХ НА АКТИВИЗАЦИИ НЕЯВНЫХ ЗНАНИЙ

Аннотация. Революция в теории познания в условиях информационного общества требует переоценки содержания образования и активизирует поиски эффективных методов подачи учебного материала. В работе рассматривается геймификация процесса усвоения основ экономической математики детьми дошкольного возраста на основе активизации их неявных знаний (интуиции, озарения, догадок). Разработаны UML-диаграммы игры «Шоколадная математика» с учетом скомбинированных моделей MDA (Mechanics, Dynamics and Aesthetics) и DPE (Design, Play and Experience) с целью создания видеоигры для Android-устройств. Определено, что привлечение неявных знаний является эффективным вспомогательным инструментом в процессе программирования игр, помогающим развить компетенции, которые, в свою очередь, помогут человеку адаптироваться к быстрым изменениям современности. Предложенная модель игры ускорит процесс адаптации за счет повышения интерактивности через использование Android-программ. Программа сконструирована в блоковой событийно-ориентированной среде программирования MIT App Inventor. Конструирование выполнено группой школьников во время бесплатного тренинга в университете, в процессе которого выдвинута гипотеза о применении в MIT App Inventor принципа неявных знаний за счет использования начинающими программистами формы и цвета командных блоков.

Ключевые слова: *GamePlay; обучающие видеоигры; менеджмент знаний; неявные знания; модель геймдевелопмента; геймификация обучения*

Luhova Tetyana

PhD (Art), Associate Professor at Information Activity and Media Communications Department, orcid.org/0000-0001-9548-1959
Odessa National Polytechnic University, Odessa

Blazhko Oleksandr

PhD (Eng.), Associate Professor at System Software Department, orcid.org/0000-0001-7413-275X
Odessa National Polytechnic University, Odessa

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL VIDEO GAMES BASED ON ACTIVATION OF INDIRECT KNOWLEDGE

Abstract. The revolution in the theory of knowledge in the conditions of the information society requires a reassessment of the content of education and activates the search for the most effective methods of teaching the material. The gamification of the process of assimilating the foundations of economic mathematics to preschool children is considered on the basis of activating their implicit knowledge (intuition, insight, guesswork). Chocolate Maths UML Chart is developed, taking into account the combined MDA (Mechanics, Dynamics and Aesthetics) and DPE (Design, Play and Experience) models to create video games for Android devices. It has been discovered that attracting implicit ones is an effective helping tool in the programming of games that help develop competencies that will help a person adapt to the rapid changes of the present. The proposed game model will accelerate the adaptation process by increasing interactivity through the use of Android-program. The program is designed in the block event-oriented programming environment of MIT App Inventor. The construction was carried out by a group of students during a free training at the university.

Keywords: *Gameplay; video game tutorials, knowledge management; implicit knowledge; game simulations model; gameimification of learning*

References

1. Toffler, E. (2002). *Shock of the future*. Moscow, "Publishing house ACT", 557.
2. Blazhko, O. (2017). Deeper learning approaches integrated in serious games / O. Blazhko, B. Gawel, K. Gdowska, O. Dziabenko, T. Luhova // In *Project, Program, Portfolio Management*, 2, 18-21. Retrieved from <http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6866>
3. Nonaka, I. (2006). *The company is the creator of knowledge. Knowledge management*. Moscow, Alpina Business Books, 27-49.
4. Ibuka, M. (2011). *After Trejo already late*. Masaru Ibuka. Moscow, Alpina non-fikshn, 224.
5. Lugova, T.A. & Raeva, V.R. (2018). *Gameimification of classification methods in the context of the informational society. Philosophy and humanism*, 1(7). 51-58. Retrieved from http://www.philhum.esy.es/uploads/Fil_Hum_7.pdf

6. Gee, James Paul. (2003). *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2, 14, 203-210. Retrieved from <http://newlearningonline.com/literacies/chapter-2/gee-on-what-video-games-have-to-teach-us-about-learning-and-literacy>
7. Arrest, M.Ya. & Tupichkina, E.A. (2012). *Non-standard approach to the content of the mathematical development of preschool children // Kindergarten: theory and practice*, 1, 18-27
8. Arrest, M. *Chocolate Mathematics, or An Alternative Approach to Mathematical Education*. Retrieved from <https://www.kursoteka.ru/my/101972/blog/45>
9. Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubec, R. (2004). *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research* HunickeR. *MDA: A formal approach to game design and gameresearch // In: Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, 4.
10. Winn, B. (2009). *The Design, Play, and Experience Framework. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*. Richard Ferdig (editor), 3, 58.
11. Djaouti, Damien, Alvarez, Julian, Jessel, Jean-Pierre, Methel, Gilles, Molinier, Pierre. (2008). *A Gameplay Definition through Videogame Classification // International Journal of Computer Games Technology*, <http://dx.doi.org/10.1155/2008/470350>
12. Buch, G., Rambo, D., Jakobson, I. (2006). *The language of UML. User's manual [Book]*. 2 nd ed .: Trans. with English. Mukhin N. Moscow, DMK Press, 496.
13. Weintrop, David & Wilensky, Uri. (2017). *Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms*. *ACM Trans. Comput. Educ.* 18, 1, 25.
14. Flannery, B., Silverman, E. R., Kazakoff, M.U., Bers, P., Bontá, Resnick, M. (2013). *Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming*. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, 1–10.
15. Fraser, N. (2015). *Ten things we've learned from Blockly*. In *Proceedings of the 2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond)*, 49–50.
16. Wolber, D., Abelson, H., Spertus, E. & Looney, L. (2014). *App Inventor 2: Create Your Own Android Apps*. 2nd ed. Beijing: O'Reilly Media.
17. *Free training for schoolchildren "Designing Computer Learning Games"*. Topic: MIT App Inventor [Electronic resource]. – <https://www.youtube.com/watch?v=IANFwqxcNBs>

Посилання на публікацію

- APA *Luhova, Tetyana, Blazhko, Oleksandr. (2018). Development of Educational Video Game Based on Activation of Indirect Knowledge. Management of Development of Complex Systems, 35, 105 – 112.*
- ДСТУ *Лугова, Т.А. Розробка навчальних відеоігор, заснованих на активізації неявних знань / Т.А. Лугова, О.А. Блажко // Управління розвитком складних систем. –2018. – №35. – С. 105 – 112.*

Робота виконана у рамках проекту програми Еразмус+ КА2 – Розвиток потенціалу вищої освіти. №561728-EPP-1-2015-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP-"GameHub: Співробітництво між університетами та підприємствами в сфері ігрової індустрії в Україні".