

Т. О. ГОВОРУЩЕНКО

РОЛЬ ВИЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ГЕЙМИФІКАЦІЇ У ВИВЧЕННІ ОСНОВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ

Наразі все більшої популярності набуває інформальна освіта. Однією з найважливіших задач суспільства стає необхідність у більш компактних та ефективних засобах навчання. Враховуючи зростання обсягів інформації та постійну необхідність пояснювати складні концепції простою мовою, візуалізація навчальної інформації та гейміфікація навчального процесу є важливою та актуальною задачею для освіти України. Ще більшого значення візуалізація та гейміфікація набувають для ІТ-освіти України. Метою даної роботи є дослідження ролі візуалізації та гейміфікації у вивченні визначальних для ІТ-фахівця засад алгоритмізації та програмування на прикладі формування алгоритмічного стилю мислення та навичок програмування в студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету. В навчальному процесі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування активно використовуються візуалізація та гейміфікація при викладанні навчальних дисциплін, пов'язаних з алгоритмізацією та програмуванням, з метою надання якісних знань, формування професійних навичок, формування креативного підходу до вирішення задач, навчання роботі у команді та креативності, формування здатності швидко орієнтуватись у мінливих умовах сьогодення, забезпечення інтенсифікації навчання, скорочення часу на вивчення матеріалу. Проведено експеримент з навчання студентів за різними підходами – за традиційним підходом та з використанням візуалізації та гейміфікації. Отримані під час такого експерименту результати підтверджують гіпотезу про вагомий роль візуалізації та гейміфікації в підготовці ІТ-фахівців, зокрема, при формуванні алгоритмічного стилю мислення та навичок програмування. Застосування візуалізації та гейміфікації при вивченні засад алгоритмізації та програмування дає можливість підвищити ефективність засвоєння навчального матеріалу, підвищити мотивацію до навчання, сприяє зростанню якості та результативності навчання, стимулює продуктивну навчальну діяльність.

Ключові слова: візуалізація навчальної інформації, гейміфікація навчального процесу, інформальна освіта, ІТ-освіта, алгоритмічний стиль мислення, навички програмування.

Т. А. ГОВОРУЩЕНКО

РОЛЬ ВИЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ГЕЙМИФІКАЦІЇ В ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Сейчас все большую популярность приобретает неформальное образование. Одной из важнейших задач общества становится необходимость более компактных и эффективных средств обучения. Учитывая рост объемов информации и постоянную необходимость объяснять сложные концепции, визуализация и геймификация учебного процесса является важной и актуальной задачей для образования Украины. Еще большее значение визуализация и геймификация приобретают для ИТ-образования Украины. Целью данной работы является исследование роли визуализации и геймификации в изучении основных для ИТ-специалиста основ алгоритмизации и программирования на примере формирования алгоритмического стиля мышления и навыков программирования у студентов специальности «Компьютерная инженерия» Хмельницкого национального университета. В учебном процессе специальности «Компьютерная инженерия» Хмельницкого национального университета преподавателями кафедры компьютерной инженерии и системного программирования активно используются визуализация и геймификация при преподавании учебных дисциплин, связанных с алгоритмизацией и программированием, с целью повышения качества знаний, формирования профессиональных навыков, формирования креативного подхода к решению задач, обучения работе в команде и креативности, формирования способности быстро ориентироваться в меняющихся условиях, обеспечения интенсификации обучения, сокращения времени на изучение материала. Проведен эксперимент по обучению студентов по разным подходам – по традиционному подходу и с использованием визуализации и геймификации. Полученные в ходе такого эксперимента результаты подтверждают гипотезу о весомой роли визуализации и геймификации в подготовке ИТ-специалистов, в частности, при формировании алгоритмического стиля мышления и навыков программирования. Применение визуализации и геймификации при изучении основ алгоритмизации и программирования дает возможность повысить эффективность усвоения учебного материала, повысить мотивацию к обучению, способствует росту качества и результативности обучения, стимулирует продуктивную учебную деятельность.

Ключевые слова: визуализация учебной информации, геймификация учебного процесса, неформальное образование, ИТ-образование, алгоритмический стиль мышления, навыки программирования.

Т. О. ГОВОРУЩЕНКО

ROLE OF THE VIZUALIZATION AND GAMIFICATION IN THE STUDY OF THE PRINCIPLES OF ALGORITHMIZATION AND PROGRAMMING

At the moment, informal education is gaining in popularity. One of the most important tasks of society is the need for more compact and effective means of training. Taking into account the growth of volumes of information and the constant need to explain complex concepts, the visualization of educational information and gamification of the educational process are the important and actual task for the education of Ukraine. Visualization and gamification are more important for the IT education of Ukraine. The aim of this work is the study of the role of visualization and gamification in the study of the important for IT-specialists principles of algorithmization and programming on the example of forming algorithmic style of thinking and programming skills for students of specialty "Computer engineering" of Khmelnytsky National University. In the educational process of specialty "Computer engineering" at Khmelnytsky National University the lecturers of the department of computer engineering and system programming widely use the visualization and gamification in the teaching of subjects related to algorithmization and programming, for providing the quality knowledge, forming the professional skills, forming the creative approach to solving problems, learning the teamwork and creativity, forming the ability to quickly orientate in a changing conditions, providing the intensification of learning, reducing the time to study the material. The experiment was conducted by teaching the students for different approaches – using the traditional approach and using visualization and gaming. The obtained results of the experiment approve the hypothesis about the important role of visualization and gamification in the teaching the IT specialists, in particular, for the forming the algorithmic style of thinking and programming skills. The use of visualization and gamification in the study of the principles of algorithmization and programming provides the increase of the effectiveness of learning, the increase of the motivation for learning, promotes quality and effectiveness of education, stimulates productive learning activities.

Keywords: visualization, gamification, informal education, IT education, algorithmic style of thinking, programming skills.

Вступ. Одна із задач тисячоліття – підвищення якості освіти (навчання) впродовж життя. Тому наразі все більшої популярності набуває інформальна освіта – неорганізований, не завжди усвідомлений та цілеспрямований процес, що триває протягом усього життя людини; здобуття необхідних знань, умінь, навичок у формі життєвого досвіду [1].

Академічна освіта України на сьогодні базується на абстрагуванні понять, ідей та концепцій шляхом перетворення їх у слова та речення. Принципу наочності в контексті проблем, пов'язаних з активізацією навчального процесу, не приділяється достатньо уваги [2]. Але при роботі з інформацією все частіше виникає необхідність її системного відображення та візуалізації для зручності сприйняття та наступного використання.

Інтерес до візуалізації продиктований всім розвитком людства, зростанням потоку інформації, для засвоєння якої стають непридатними громіздкі традиційні методи та засоби подання інформації. Для подальшого накопичення, засвоєння, зберігання, опрацювання та передачі інформації в усіх сферах людської діяльності необхідні нові, компактні та мобільні, засоби відображення об'єктивного світу у свідомості суб'єкта. Візуалізація і є одним з таких засобів.

Візуальна інформація – це універсальна мова, для якої відсутні кордони, яка зрозуміла всім людям. Забезпечуючи внутрішню наочність навчального матеріалу, візуалізація дозволяє досягти цілей, які відповідають пізнавальному, репродуктивно-перетворюючому, продуктивному мисленню, інтелектуальним можливостям студентів та учнів, що значно підвищує ефективність та якість навчання. Завдяки візуалізації великі обсяги інформації можна представляти у лаконічній, згорнутій, зручній і логічній формі, що сприяє інтенсифікації навчання [3].

Необхідність у більш компактних та ефективних засобах навчання стає однією з найважливіших задач суспільства, яке потребує систематичних знань. Візуальні моделі є підсумком певного етапу формування знань, в тому числі теоретичного, в наочній формі виражає його результати, виявляє недоліки та протиріччя, служить для пошуку шляхів поглиблення розуміння та подальшого дослідження.

Другим важливим напрямком підвищення якості освіти, поширеною практикою та ефективним інструментом навчання є гейміфікація – використання ігрових механізмів у неігровому (зокрема, освітньому) контексті; застосування ігрових технік (ігрового матеріалу, елементів гри) з освітньою метою [1].

Гейміфікація сприяє підвищенню мотивації до навчання, якості та результативності навчання, комунікації суб'єктів навчання, стимулювання продуктивної навчальної діяльності [1].

Враховуючи зростання обсягів інформації та постійну необхідність пояснювати складні концепції простою мовою, візуалізація навчальної інформації та гейміфікація навчального процесу є *важливою та актуальною задачею* для освіти України.

Ще більшого значення візуалізація та гейміфікація набувають для ІТ-освіти України, оскільки метою сучасної ІТ-освіти є не лише надання знань, а, насамперед, розвиток професійних навичок та креативного підходу до вирішення задач, а також формування таких компетентностей і особистих якостей, як: співробітництво (робота у команді), креативність, творчий підхід, здатність швидко орієнтуватись у мінливих умовах [4].

Відтак *метою даної роботи* є дослідження ролі візуалізації та гейміфікації у вивченні визначальних для ІТ-фахівця засад алгоритмізації та програмування на прикладі формування алгоритмічного стилю мислення та навичок програмування в студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету (ХНУ).

Візуалізація навчальної інформації. Технологія візуалізації навчального матеріалу перегукується із педагогічною концепцією візуальної грамотності (США) [5], яка базується на високій значущості візуального сприйняття та образу для людини в процесах пізнання, сприйняття та розуміння.

Візуалізація – загальна назва прийомів представлення інформації у вигляді, зручному для зорового спостереження та аналізу; процес представлення інформації у вигляді зображення з метою максимальної зручності її розуміння [2]. Візуалізація навчальної інформації – це набір графічних елементів і зв'язків між ними, який використовується для передачі знань від експерта до людини або групи людей, що розкриває причини і цілі цих зв'язків в контексті переданого знання; створення та використання візуальних образів з метою розвитку візуального мислення [6].

Візуалізація навчальної інформації дозволяє розв'язати цілий ряд педагогічних завдань: забезпечення інтенсифікації навчання; скорочення часу на вивчення матеріалу; активізація навчальної та пізнавальної діяльності; формування і розвиток критичного і візуального мислення, зорового сприйняття, образного представлення знань і навчальних дій; передача знань та розпізнавання образів; підвищення візуальної грамотності та візуальної культури тощо [2].

Візуалізація повинна служити основою не лише для більш глибокого розуміння сутності нової інформації, але й для її переведення у довготривалу пам'ять. Основна можливість візуалізації – перекладити інформацію в знання, а також спрощувати розуміння та сприяти пізнанню. Візуалізація – це проміжна ланка між навчальним матеріалом та результатом навчання, яка забезпечує синтез знань, дозволяє опосередковано та наочно представити явища, що вивчаються.

Візуалізація інформації повинна відповідати зростаючим обсягам загальнодоступних даних як когнітивний фільтр, як збільшувальна лінза розуміння, і вона не повинна додавати "шуму" до потоку інформації.

Наразі існує величезна кількість методів, принципів та наукових підходів до візуалізації, однак

відсутня досить повна класифікація цих підходів та методів; єдиною прийнятною класифікацією можна вважати "Періодичну таблицю методів візуалізації" [7], методи з якої і використовуються в навчальному процесі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ.

Гейміфікація навчального процесу. На сьогодні все більшого розвитку та поширення здобуває концепція «edutainment» («education+entertainment», «навчання+розваги»), яка збільшує мотивацію та інтерес до навчання, стимулює спілкування між всіма учасниками навчального процесу.

Гейміфікація – метод цифрової взаємодії щодо використання ігрової механіки та дизайну в неігрових ситуаціях з метою задіявання і мотивування людей на досягнення своїх цілей [8]. Метою гейміфікації є мотивація людей змінювати поведінку, розвивати навички, стимулювати інновації. Гейміфікація фокусується на тому, щоб гравці могли досягти своїх цілей [9].

В освітніх цілях можуть бути використані наступні елементи ігрового процесу: прогрес – відображення поступового зростання; інвестиції – внесок в гру; поступове відкриття інформації – поступовий доступ до нової інформації [10].

Згідно статистичних даних Масачусетського технологічного інституту [11], ігри в навчальному процесі можуть використовуватись як: платформа для авторів; система подання матеріалів; симуляція; спосіб почати дискусію на певну тему; введення в технології; можливість пристати на чужу точку зору; спосіб документування навчання; критика концепцій; завдання для дослідження.

В навчальному процесі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ ігрова форма навчання використовується як система подання навчального

матеріалу, як платформа для авторів, а також як введення в технології.

Використання принципів візуалізації та гейміфікації при навчанні алгоритмізації та програмуванню студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету. Розглянемо детально, як же використовуються візуалізація та гейміфікація в навчальному процесі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ.

Для спрощення та інтенсифікації процесу формування алгоритмічного стилю мислення в студентів кафедрою комп'ютерної інженерії та системного програмування ХНУ, в рамках Міжнародного проекту TEMPUS KTU – Knowledge Transfer Unit – From Applied Research and Technology-Enterpreneurial Know-How Exchange to Development of Interdisciplinary Curricula Models (544031-TEMPUS-1-2013-1-AT-TEMPUS-JPHES), було придбано програмовані конструктори LEGO Mindstorms Education. Для програмування роботів, побудованих з цих конструкторів, студентами першого курсу використовується середовище LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition [12] – блочно-орієнтоване середовище програмування, яке дозволяє візуалізувати, унаочнити алгоритм дії робота. На рис. 1 представлено приклад програмування робота-«інтроверта».

Робот-«інтроверт» при наявній перешкоді зупиняється, відступає назад, розвертається на 45 градусів і продовжує рух в новому напрямку – до моменту розрядження батареї або до зустрічі із новою перешкодою. При розробленні такої візуальної простої програми студенти знайомляться з такими алгоритмічними конструкціями, як «вічний» цикл, розгалуження, лінійне виконання.

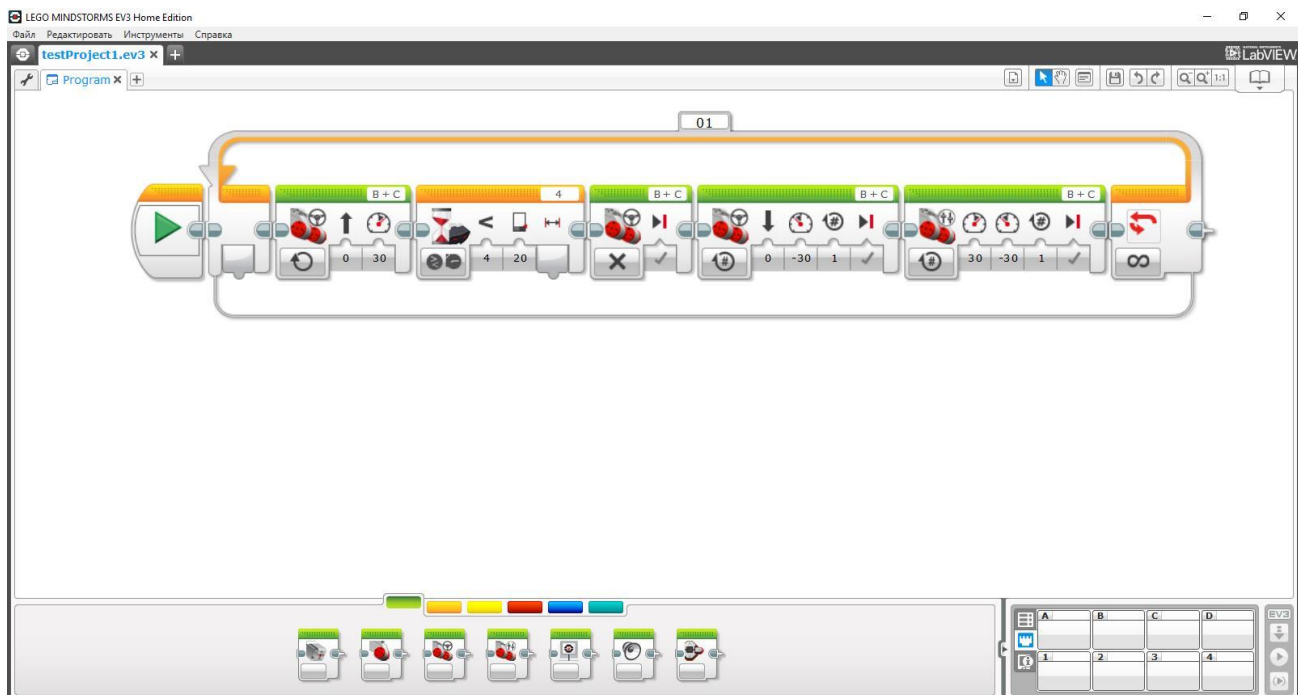


Рис. 1. Приклад програмування робота-«інтроверта» засобами середовища LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition

Після розроблення програма записується («прошивається») в пам'ять робота, і студенти в реальному часі перевіряють, чи правильно робот був запрограмований, чи виконує він передбачувані ними дії. Якщо функціонування робота неправильне, то студентам досить легко зрозуміти з дій робота, де вони припустились помилки. Таким чином, візуальне програмування в блочно-орієнтованому середовищі програмування LEGO MINDSTORMS EV3 Home Edition, а також можливість реального запуску розроблених програм дає можливість спрощення та інтенсифікації формування алгоритмічного стилю мислення в студентів молодших курсів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ.

Для підвищення ефективності формування навичок програмування в студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування використовуються різноманітні візуальні елементи, «підказки», роз'яснення, відео- та анімаційні роліки. Наприклад, при поданні досить важливого, але важкого для сприйняття студентами, матеріалу щодо вказівників та посилань в мовах програмування, щодо роботи з пам'яттю, щодо роботи з різними структурами даних використовуються наступні візуальні елементи – рис. 2-7, а також відеоролік, доступний за посиланням <https://www.youtube.com/watch?v=3X-ray3tDjQ> та анімаційний ролик, доступний за посиланням <http://www.mathwarehouse.com/programming/passing-by-value-vs-by-reference-visual-explanation.php>.

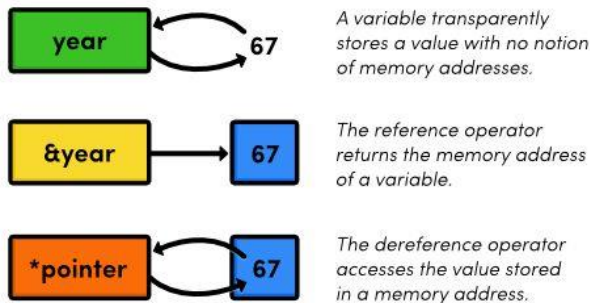


Рис. 2. Візуалізація змісту понять «змінна», «посилання», «вказівник»

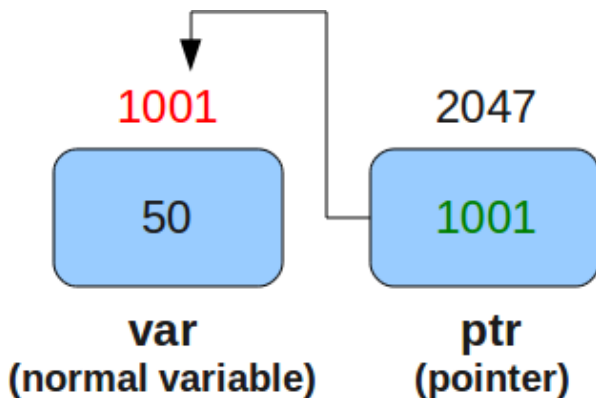


Рис. 3. Візуалізація співвідношення змінної та вказівника

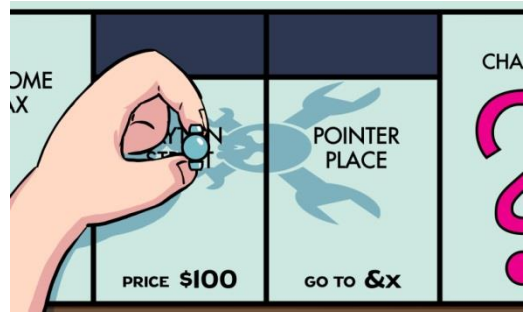


Рис. 4. Візуалізація посилання на змінну

Death and Memory (C++ Stories)

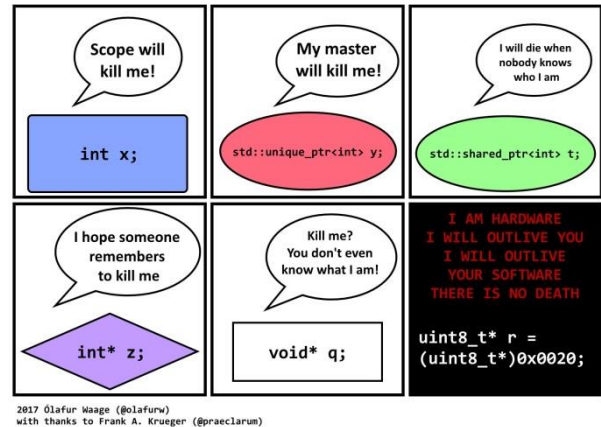


Рис. 5. Візуалізація особливостей роботи з пам'яттю в C++

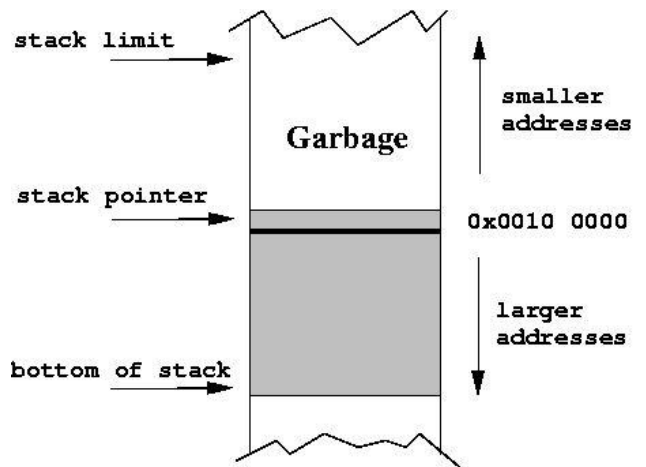


Рис. 6. Візуалізація структури даних «стек»

Щодо гейміфікації навчального процесу, то, наприклад, студенти старших курсів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ отримують системне уявлення про інженерні проблеми та навички проектного менеджменту, коли потрібно працювати за умов обмеження бюджету та ресурсів, граючи в гру Bridge Builder; отримують навички моделювання предметної галузі, створюючи моделі в грі Star Craft; здобувають навички 3D-моделювання, граючи в StarLogo TNG та StarLogo Nova. Крім цього, викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування ХНУ проводяться різноманітні батли зі студентами – наприклад, батл

стартапів; батл, хто швидше та якісніше розв'яже задачу з програмування – викладач чи студент і т.ін. Для заохочення інтерактивного спілкування на лекціях викладачі вводять бонусну систему – видають «фішки» активним студентам, певна набрана кількість фішок одним студентом обмінюється на квиток на цікаві ІТ-заходи в м.Хмельницькому.

Візуалізація навчального матеріалу та гейміфікація навчального процесу дозволяє студентам швидко опанувати навіть найскладніший навчальний матеріал та цікаво проводити весь час навчання.

Роль візуалізації та гейміфікації у вивченні засад алгоритмізації та програмування. Для проведення експерименту студентам кожного курсу спеціальності «Комп'ютерна інженерія» було запропоновано на вибір можливість вивчення навчальних дисциплін, пов'язаних з алгоритмізацією та програмуванням, за традиційними технологіями та з використанням візуалізації та гейміфікації. Студенти кожного курсу були за бажанням розділені на дві таких групи (вибіркі). Для групи 1 протягом місяця викладання усіх навчальних дисциплін викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування ХНУ проводилось традиційно – на лекціях викладач з використанням презентації пояснював теоретичний матеріал, на лабораторних студенти після пояснення викладачем практичного матеріалу виконували індивідуальні завдання. Для групи 2 знов-таки протягом місяця викладачі по всіх навчальних дисциплінах презентували теоретичний матеріал за допомогою візуальних засобів, а на лабораторних мала місце гейміфікація навчального процесу.

Далі було проведено зріз знань в студентів обох груп з усіх навчальних дисциплін за навчальним матеріалом, який викладався протягом цього місяця. Діаграми успішності та якості навчальних результатів студентів обох груп представлені на рис.7, 8.

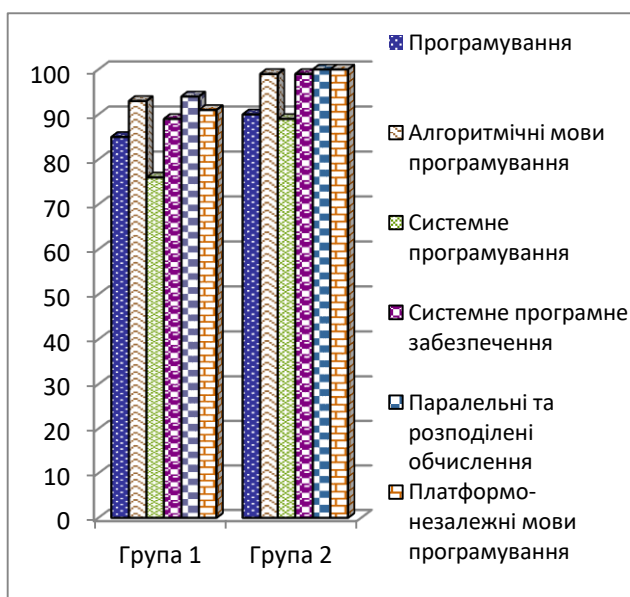


Рис. 7. Діаграма успішності навчальних результатів

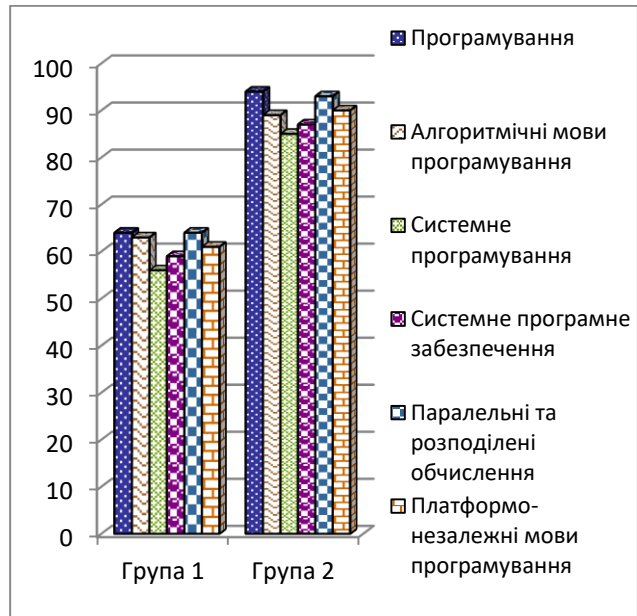


Рис. 8. Діаграма якості навчальних результатів

Отже, як видно з діаграм успішності та якості навчальних результатів, і успішність, і якість результатів навчання суттєво відрізняються для груп студентів, які навчалися за традиційним підходом та з використанням візуалізації і гейміфікації. І успішність, і якість результатів навчання групи студентів, які навчалися з використанням візуалізації та гейміфікації, значно вищі, ніж в студентів групи 1. Причому, якщо успішність навчальних результатів студентів групи 2 є вищою на 5-10% за різними навчальними дисциплінами, то якість результатів навчання студентів групи 2 є вищою на 26-30%.

Отже, проведений експеримент підтвердив позитивну роль візуалізації та гейміфікації у вивченні засад алгоритмізації та програмування, а саме: підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу, підвищення мотивації до навчання, зростання якості та результативності навчання, стимулювання продуктивної навчальної діяльності.

Висновки. В навчальному процесі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» ХНУ викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування активно використовуються візуалізація та гейміфікація при викладанні навчальних дисциплін, пов'язаних з алгоритмізацією та програмуванням, з метою надання якісних знань, формування професійних навичок, формування креативного підходу до вирішення задач, навчання роботі у команді та креативності, формування здатності швидко орієнтуватись у мінливих умовах сьогодення.

Проведено експеримент з навчання студентів за різними підходами – за традиційним підходом та з використанням візуалізації та гейміфікації. Отримані під час такого експерименту результати підтверджують гіпотезу про вагому роль візуалізації та гейміфікації в підготовці ІТ-фахівців, зокрема, при формуванні алгоритмічного стилю мислення та навичок програмування.

Список літератури

- Ткаченко О. Гейміфікація освіти: формальний і неформальний простір. *Актуальні питання гуманітарних наук*. Дрогобич: Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, 2015. № 11. С. 303–309.
- Візуалізація навчальної інформації*. URL: http://phys.ipko.kubg.edu.ua/?page_id=662 (дата звернення: 14.05.2018).
- Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти. *Збірник праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Використання інноваційних технологій в процесі підготовки фахівців – 2016»*. Вінниця: ВНТУ, 2016. С. 17–19.
- Поморова О. В., Говорущенко Т. О., Побережний С. Ю., Магдін В. В. Трансфер знань та технологій на прикладі підтримки реалізації студентських стартапів. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. Одеса: ОНПУ, 2016. № 22 (98). С. 384–391.
- Федоренко С. Грамотність як комплексний педагогічний феномен у вищій освіті США. *Вища освіта України*. Київ: Інститут вищої освіти НАПН України, 2014. № 3. С. 97–102.
- Магалашвілі В. В., Бодров В. Н. Ориентированная на цели визуализация знаний. *Образовательные технологии и общество*. Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 2008. № 11. Том 1. С. 420–433.
- A Periodic Table of Visualization Methods*. URL: http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html (дата звернення: 14.05.2018).
- Burke B. *Gartner Redefines Gamification*. URL: https://blogs.gartner.com/brian_burke/2014/04/04/gartner-redefines-gamification/ (дата звернення: 14.05.2018).
- Lahri P. *Games VS Game-based Learning VS Gamification*. URL: <https://www.upsidelearning.com/blog/index.php/2015/05/21/games-vs-game-based-learning-vs-gamification/> (дата звернення: 14.05.2018).
- Инфографика: Геймификация образования*. URL: <http://www.ed-today.ru/infografika/38-infografika-gejmifikatsiya-obrazovaniya> (дата звернення: 14.05.2018).
- Games, Simulations, and Tools for Playful, Powerful Learning*. URL: <https://education.mit.edu/> (дата звернення: 14.05.2018).
- Mindstorms EV3 Software*. URL: <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software> (дата звернення: 14.05.2018).
- Vizualizatsiya navchalnoyi informatsiyi* [Visualization of educational information]. Available at: http://phys.ipko.kubg.edu.ua/?page_id=662 (accessed 14.05.2018).
- Semenikhina O. V., Drushlyak M. G. Vizualizatsiya znan' yak aktualnyi zapyt informatsiyonogo suspil'stva do sferi osviti [Visualization of knowledge as an actual request of the information society to the field of education]. *Zbirnyk prats Vseukrayinskoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi "Vykorystannya innovatsiynykh tekhnologiy v protsesi pidgotovki fakhivtsiv–2016"* [Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference "Using the Innovative Technologies in the Process of Specialist Training–2016"]. Vinnitsya, VNTU Publ., 2016, pp. 17–19.
- Pomorova O. V., Hovorushchenko T. O., Poberezhnyi S. Yu., Magdin V. V. Transfer znan' ta tekhnologiy na prykladi pidtrymky realizatsii studentskih startapiv [Transfer of knowledge and technologies on the example of support of the implementation of student start-ups]. *Elektrotekhnichni ta komp'uterni sytemy* [Electrical and computer systems]. Odessa, ONPU Publ., 2016, no. 22 (98), pp. 384–391.
- Fedorenko S. Gramotnist' yak kompleksnyi pedagogichnyi fenomen u vyshchii osviti SSHA [Literacy as a comprehensive pedagogical phenomenon in higher education in the USA]. *Vyshcha osvita Ukrainy* [Higher education of Ukraine]. Kyiv, Institute of Higher Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine Publ., 2014, no. 3, pp. 97–102.
- Magalashvili V. V., Bodrov V. N. Orientirovannaya ns tseli vizualizatsiya znaniy [Goal-oriented visualization of knowledge]. *Obrazovatelnie tekhnologii i obshchestvo* [Educational technologies and society]. Kazan', Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Kazan National Research Technological University" Publ., 2008, no. 11, vol. 1, pp. 420–433.
- A Periodic Table of Visualization Methods*. Available at: http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html (accessed 14.05.2018).
- Burke B. *Gartner Redefines Gamification*. Available at: https://blogs.gartner.com/brian_burke/2014/04/04/gartner-redefines-gamification/ (accessed 14.05.2018).
- Lahri P. *Games VS Game-based Learning VS Gamification*. Available at: <https://www.upsidelearning.com/blog/index.php/2015/05/21/games-vs-game-based-learning-vs-gamification/> (accessed 14.05.2018).
- Infograpika. Geimifikatsiya obrazovaniya* [Infographics: Gamification of education]. Available at: <http://www.ed-today.ru/infografika/38-infografika-gejmifikatsiya-obrazovaniya> (accessed 14.05.2018).
- Games, Simulations, and Tools for Playful, Powerful Learning*. Available at: <https://education.mit.edu/> accessed 14.05.2018).
- Mindstorms EV3 Software*. Available at: <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software> (accessed 14.05.2018).

References (transliterated)

- Tkachenko O. Geimifikatsiya osviti: formalnyi i neformalnyi prostir [Gamification of education: formal and informal space]. *Aktualni pytannya humanitarnykh nauk* [Actual issues of humanities]. Drohobych, Drohobych State Pedagogical University named after Ivan Franko Publ., 2015, no. 11, pp. 303–309.

Надійшла (received) 25.05.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Говорущенко Тетяна Олександрівна (Говорущенко Татьяна Александровна, Novorushchenko Tetiana Oleksandrivna) – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент. Хмельницький національний університет, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування; м. Хмельницький, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7942-1857>; e-mail: tat_yana@ukr.net