

УДК 373.5:316.346.2:004

Про проект «Жінки, що вплинули на розвиток інформатики та інформаційних технологій»

Буц Катерина, Дядик Аліна, Канюка Тетяна, Лупан Ірина, Поповкіна Аліна, Чудна Олена

Науковий керівник: канд. пед. наук, доцент Лупан І.В.

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

В статті розглянуто деякі матеріали навчального проекту, виконаного у рамках курсу «Методика навчання інформатики у старших класах». Завдання проекту полягало у дослідженні внеску жінок-науковиць та винахідниць у розвиток та становлення інформатики та інформаційних технологій. У процесі дослідження з'ясувалося, що на сторінках шкільних підручників недостатньо відображено роль жінок у розвитку комп'ютерних наук і пов'язаних з ними технологій, що формує неправильне уявлення школярів про інформаційні технології як про суто чоловічу галузь, де жінкам не місце. Незважаючи на те, що на даний час у цій сфері дійсно працює більше чоловіків, у жінок також є усі можливості проявити себе. І наведені у статті приклади є яскравим тому підтвердженням.

Ключові слова: навчальний проект, гендерна асиметрія, інформаційні технології.

About the project "Women who have influenced the development of informatics and information technologies"

Buts Kateryna, Dyadik Alina, Kanuka Tetiana, Luhan Iryna, Popovkina Alina, Chudna Olena

Scientific supervisor: Candidate of Pedagogical Sciences, Docent Lupan I.V.

Voodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropywnytsky, Ukraine

The article considers some materials of the educational project performed within the course "Methods of teaching computer science in senior classes." The aim of the project was to study the contribution of women scientists and inventors in the development and formation of computer science and information technology. The investigation found that textbooks did not sufficiently reflect the role of women in the development of computer science and related technologies, which led to students' misconceptions about information technology as a purely male field, where women have no place. Although most of the people working in this field now are men, women also have every opportunity to show themselves. And the examples given in the article are a clear confirmation of that.

Key words: educational project, gender asymmetry, information technologies.

Постановка проблеми. Проведений нами аналіз деяких шкільних підручників для середніх класів [1] показав, що у представленні навчальних матеріалів існує, хоч і незначна, гендерна асиметрія. Зокрема, одним із проявів гендерних стереотипів, що закріплюються на сторінках підручників інформатики, є те, що більшість згаданих вчених і винахідників

інформатичної галузі це чоловіки. Наприклад, у підручнику авторського колективу Й. Я. Ривкінда для 10 (11) класу – згадано 6 чоловіків і жодної жінки [2], у підручнику авторського колективу В.Д. Руденка для 10 класу згадується 4 чоловіки і 7 жінок (!) [3], але у підручнику для 11 класу того ж авторського колективу – 18 чоловіків і лише 2 жінки [4]. Варто зазначити, що чоловіків, зайнятих у галузі інформатики та інформаційних технологій, об'єктивно більше ніж жінок.

Наприклад, у США згідно з National Girls Collaborative Project, у 2015 році жінки отримали більше половини ступенів бакалавра з біологічних наук, але набагато менше з інформатики (18%), інженерії (20%), фізичних наук (39%) та математики (43%). Жінки становлять явну меншість серед робочої сили STEM, хоча дані перепису населення США показують значний приріст у цих галузях з 8% у 1970 році до 27% у 2019 році. Згідно з даними Statista, у 2020 році жінки становили від 28% до 42% робочої сили GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon і Microsoft). А згідно з дослідженням Gartner, лише 31% ІТ-працівників – жінки [5].

В цілому частка жінок, задіяних в ІТ сфері як у світі, так і в Україні, поступово збільшується. За підрахунками сайту DOU.ua вона зросла з 6,8% у 2011 році до 22,3% у 2021 році [6]. При цьому в самій ІТ галузі має місце соціальне упередження щодо жінок та дискримінація, як з боку чоловіків-колег, керівництва, так і недооцінювання самими жінками своїх можливостей і досягнень. Згідно до результатів дослідження [7] саме упередження є причиною того, що для роботи у сфері програмування (CS) жінки мають бути краще підготовленими та працювати більш компетентно, порівняно з чоловіками, щоб закріпитися у професії, але при цьому вони зазвичай отримують нижчу зарплату, ніж чоловіки, і змушені частіше доводити свою цінність.

Отже, нерівність в оплаті праці та можливостях жінок в ІТ галузі зберігається. Одним із кроків досягнення рівності та подолання стереотипів меншовартості, недовіри до інформатичних здібностей у дівчат як у власних

очах, так і в очах однокласників-хлопців, є ознайомлення школярів з внеском жінок у розвиток інформаційних технологій.

На нашу думку на сторінках шкільних підручників з інформатики варто знайти більше місця винаходам та здобуткам, авторами яких є жінки. Дослідження внеску жінок у розвиток інформаційних технологій і є метою навчального проекту, участь у якому взяли автори публікації.

Метою даної статті є опис деяких матеріалів проекту «Жінки, що вплинули на розвиток інформатики та інформаційних технологій», розміщених на вікі-порталі Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка [8]. Робота над проектом триває.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Героїнями даної статті будуть Геді Ламар, Ерна Шнайдер Гувер, Маргерет Гамільтон, Барбара Лісков та Софі Вілсон.



Рис. 1 [19]

Геді Ламар (Hedy Lamarr) – вродлива жінка, кінозірка, дружина банкіра-мільйонера, – завдяки своїм математичним здібностям уславила тим, що разом зі своїм другом, композитором Дж. Антейлом, винайшла методи розширення спектра зв'язку та стрибкоподібного перелаштування частоти, необхідні для бездротового зв'язку від докомп'ютерної ери і до наших днів. Ще у 1942 році вона запатентувала «Секретну систему

зв'язку», що дозволяє на відстані керувати торпедами: було запропоновано використовувати для передачі таємних даних випадковий код. На той час псевдовипадкові коди застосовували для шифрування даних, що

передавалися за незмінюваними відкритими каналами зв'язку. У винаході Х. Ламар і Дж. Антейла секретний ключ стали використовувати для швидкої зміни каналів передачі даних, що стало кроком вперед, який не справив враження на сучасників. Він був оцінений значно пізніше, лише у шестидесяті роки, коли став основою для зв'язку з розширеним спектром, що використовується всюди, від мобільних телефонів до Wi-Fi 802.11 і GPS [9].

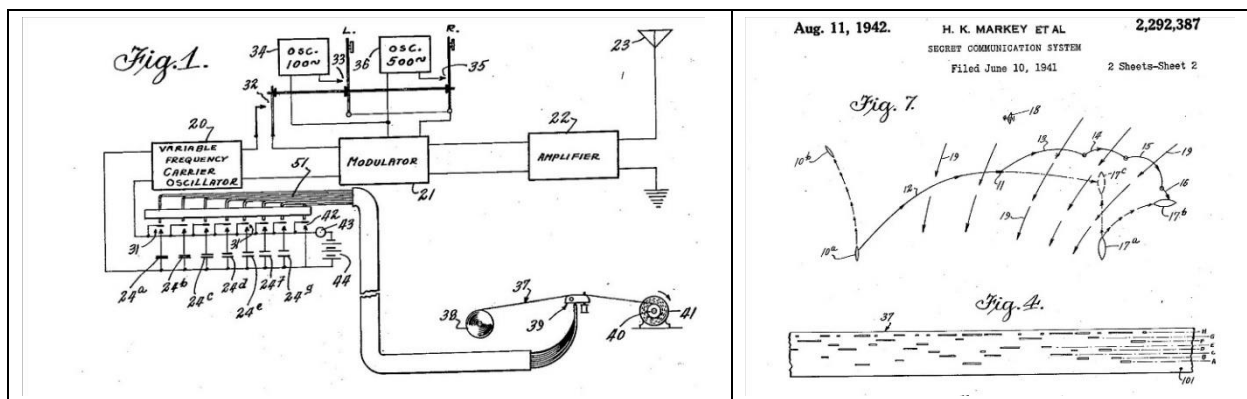


Рис. 2

Рис. 3

Ламар і Антейл продумали синхронізацію піанолі з панелями перфокарт настільки послідовно, що винайшли стрибкоподібне перелаштування частоти: вони описали рішення, при якому передавач та приймач радіосигналу у торпеді могли перестрибувати з частоти на частоту в один і той же час, щоб ворог не міг виявити та порушити радіозв'язок (Рис. 2, Рис. 3) [10].

За допомогою методу стрибкоподібної зміни частоти два незвичайних винахідника телекомунікацій вказали шлях у майбутнє: GPS, WLAN, Bluetooth і смартфони були б практично немислими без цього принципу. Перескок частоти в системах бездротового зв'язку дозволяє багатьом користувачам спілкуватися одночасно з меншими перешкодами для сигналу. Кілька сигналів можуть використовувати одну й ту саму частоту; якщо один виходить з ладу або блокується, він переходить до іншого. Передавачі Bluetooth сьогодні використовують цей метод на кількох радіоканалах (технологія розширеного спектру зі стрибковим переміщенням частоти або «Frequency Hopping Spread Spectrum», FHSS). Тому Хеді Ламар інколи називають «леді Bluetooth», а у день її народження 9 листопада відразу в

трьох європейських країнах – у Німеччині, Австрії, де народилася Х. Ламар, та в Швейцарії, – відзначають День винахідника.

Ерна Шнайдер Гувер (*Erna Schneider Hoover*) – американська вчена-математик, що стала відомою завдяки винаходу комп'ютеризованого методу розподілу дзвінків, який «став революцією в сучасній комунікації». Цей метод дозволяє автоматичній телефонній станції контролювати рівень завантаження кол-центру і ранжувати дзвінки за пріоритетом, що забезпечує більш ефективну роботу в години пікової кількості дзвінків [11, 12].



Рис. 4

Ще з дитинства Ерна цікавилася наукою: прочитавши одного дня біографію Марії Кюрі, вирішила, що зможе також досягти успіху в науковій галузі, незважаючи на поширені на той час уявлення про гендерні ролі. Так і сталося: у 1951 році Ерна здобула ступінь доктора філософії в Єльському університеті, з 1951 по 1954 р.р. обіймала посаду професора в Суортмор-коледжі, і викладала філософію та логіку. Однак безстроковий контракт на посаду їй отримати не вдалося: згідно з деякими даними, причиною були її гендер і сімейний стан.

У 1954 році Ерна Гувер влаштувалася до Лабораторії Белла на посаду старшого технічного співробітника, а у 1956 році отримала підвищення. Внутрішня програма підготовки в Лабораторіях Белла була «еквівалентна до отримання ступеня магістра з інформатики».

Використовуючи свої пізнання в символічній логіці та теорії зворотного зв'язку, Ерна Шнайдер Гувер перепрограмувала механізм управління кол-центром таким чином, щоб дані про дзвінки могли впливати на роботу всієї системи. Раніше для того, щоб контролювати, з якою частотою надходять дзвінки в той чи інший період часу, використовувалися методи комп'ютерної електроніки. Згідно з методом Гувер, процеси

введення-виведення даних тепер розглядалися системою як більш пріоритетні порівняно з процесами, спрямованими, наприклад, на записи розмов або тарифікацію. Це дозволило комп'ютеру регулювати надходження дзвінків до кол-центру, що, в свою чергу, значно знизило ймовірність перевантаження. Такий механізм роботи став відомим як контроль за допомогою встановленої програми.

Згідно з деякими джерелами, ідея створення такої системи прийшла до Гувер, коли вона лежала в лікарні після народження другої доньки: *«На мій погляд, це було прагматичним рішенням ... Я розробила програму, яка дозволила справлятися з ситуаціями, коли дзвінків було занадто багато; тепер система не виходила з ладу, а продовжувала ефективно працювати. По суті, ця програма була розроблена, щоб при підвищенні навантаження система перестала розводити руками і виходити у вікно»* [12].

У листопаді 1971 року Ерна Шнайдер Гувер запатентувала свій винахід, названий «Система моніторингу зі зворотним зв'язком для обробки даних за допомогою встановленої програми» (*Feedback Control Monitor for Program Stored Data Processing System*); її патент за номером 3 623 007, став одним з перших, що зареєстрував право власності на програмне забезпечення. Заявку на нього Ерна Шнайдер Гувер подала в 1967 році, а сам патент отримала через чотири роки. Завдяки своєму винаходу Гувер стала першою жінкою, що зайняла посаду керівника технічного відділу в Лабораторіях Белла. У 1987 році вона очолила відділ операційної підтримки. Навіть зараз, у двадцять першому столітті, принципи її винаходу використовуються в роботі телекомунікаційного обладнання.

В Лабораторіях Белла, де Ерна Гувер пропрацювала більше 32 років, її називають новаторкою, яка відкрила жінкам дорогу в сферу комп'ютерних технологій. У 2008 році вона стала членом Національної зали слави винахідників.

Гувер працювала з різними високорівневими додатками, наприклад, з програмами управління радіолокаційною системою протиракетної оборони

«Safeguard», призначеної для перехоплення міжконтинентальних балістичних ракет. Її відділ займався розробкою методів штучного інтелекту, великих баз даних, програм, які здійснюють транзакції, для роботи великих телефонних мереж.

Маргарет Гамільтон (Margaret Heafield Hamilton) народилася в Паолі (штат Індіана, США). Після закінчення школи вивчала математику в університеті штату Мічиган та отримала ступінь бакалавра математики з другою спеціалізацією з філософії в коледжі Ерлгем. Після випуску вона певний час викладала у школі математику і французьку мову, щоб підтримати чоловіка, який навчався на бакалавра в Гарварді.



Рис. 5

З програмуванням Маргарет стикнулася, коли отримала роботу в Массачусетському технологічному інституті. Тоді довелося навчитися писати програмне забезпечення для комп'ютерів – на той час єдиним шляхом опанувати програмування була самоосвіта.

Успіхи у проекті SAGE, де вона була однією з програмістів, які писали програмне забезпечення для першого комп'ютера AN/FSQ-7 (а саме XD-1) для пошуку ворожих повітряних суден, відкрили для Маргарет двері в NASA.

“У цій компанії було прийнято давати новачкам програму, в якій ніхто не може розібратися і, тим більше, запустити. Коли я була стажером, мені теж дали таке завдання” – згадувала вона пізніше. – “Це була досить хитромудра програма, і більш того, автор коду знаходив задоволення в написанні коментарів виключно грецькою і латинською мовами. Так, мені дали цю задачу, і, власне, я змусила її запрацювати. Вона навіть результат виводила на друк грецькою і латинською мовою. Я була першою, хто зміг її запустити” [13].

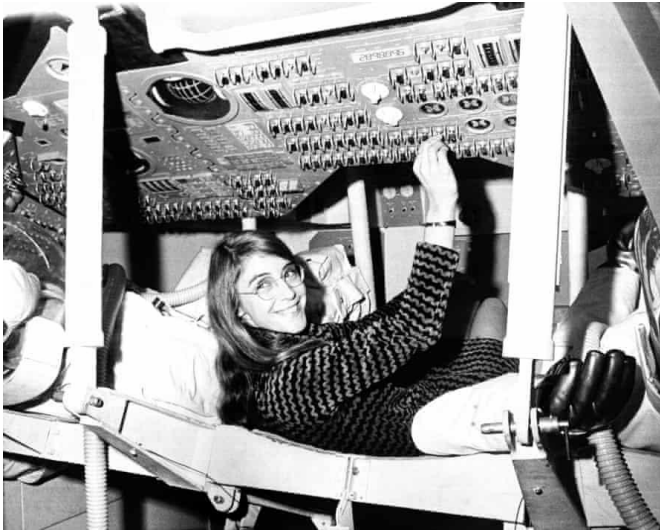


Рис. 6 [20]

алгоритми, розроблені різними старшими вченими командного модуля Аполлона, посадкового модуля і далі Skylab.

Це було дуже важке завдання: програмісти працювали цілодобово. Часто вечорами та у вихідні дні Маргарет брала на роботу свою доньку Лорен, яка спостерігала за тим, як мама використовує блок дисплея та клавіатури симулятора (DSKY) для тестування програмного забезпечення. Яюсь дівчинка вирішила пограти в астронавта і випадково зламала симулятор. Маргарет помітила, що дитина вибрала передзапускну програму P01 під час «польоту». Це злякало її: адже те саме міг випадково зробити астронавт у реальній ситуації.

Гамільтон намагалася переконати співробітників MIT у необхідності зміни коду, щоб програма могла перевіряти помилки користувачів. Спочатку багато хто не бачив сенсу у зміні програми. Але після того, як під час польоту «Аполлона-8» астронавт Джим Ловелл випадково вибрав P01 та знищив усі навігаційні дані (на щастя, їх вдалося відновити), керівництво NASA прислухатися до Гамільтон. Код був переписаний, а сама Маргарет навіть додала програмну замітку з написом «Не вибирайте P01 під час польоту».

Внесок Маргарет Гамільтон в розвиток комп'ютерної галузі гідно відзначений: у 1986 році вона отримала премію Ади Августини Лавлейс від Association for Women in Computing – за надзвичайний внесок в

В решті решт, Маргарет Гамільтон стала директором і науковим керівником розробки програмного забезпечення для космічної програми «Аполлон». Команда Гамільтон відповідала за розробку бортового програмного забезпечення, що включало

обчислювальну спільноту на основі досягнень і внесок обчислювальну галузь від імені жінок; у 2003 році за науковий і технічний внесок їй вручили премію NASA Exceptional Space Act Award в розмірі 37 200 доларів США, – це найбільша сума, присуджена будь-кому в історії НАСА; у 2016 році Барак Обама вручив їй президентську медаль Свободи, – найвищу цивільну відзнаку у США.

У 2017 році Маргарет Гамільтон отримала Computer History Museum Fellow Award, яка відзначає виняткових чоловіків і жінок, чії ідеї змінили світ, а у 2017 році, надійшов у продаж набір Лего «Жінки НАСА», що містив (крім інших речей) міні-фігурки Гамільтон, Мей Джемісон, Саллі Райд, і Ненсі Грейс Роман (Рис. 7).



Рис. 7 [20]

Барбара Х'юберман Лісков (Barbara Liskov) у 1968 році стала першою жінкою в США, яка отримала ступінь доктора з інформатики. Вона закінчила Каліфорнійський університет у Берклі, після чого поступила до Стенфордського університету. Дисертація Лісков мала назву «A program to play chess endgames».

Барбара Лісков керувала розробкою таких мов програмування як CLU і Argus у 1970-х і 80-х роках, а також об'єктно-орієнтованої системи управління базами даних Thor. Вона є членом Американської академії наук і мистецтв, Національної академії інженерних наук, а також Асоціації обчислювальної техніки. Її досягнення відзначені медаллю Джона

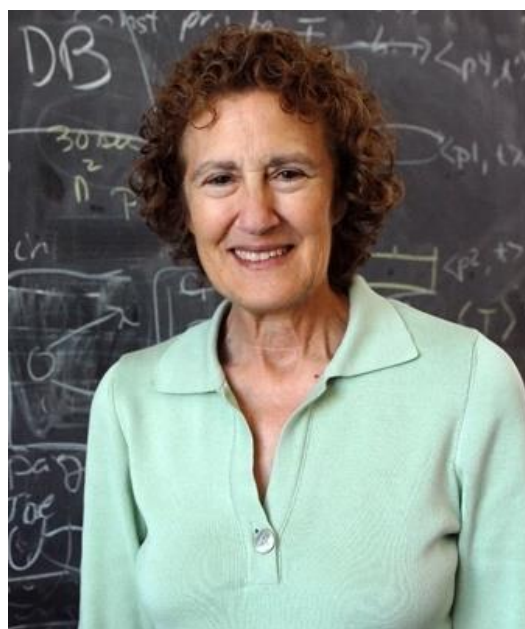


Рис. 8

Вона є членом Американської академії наук і мистецтв, Національної академії інженерних наук, а також Асоціації обчислювальної техніки. Її досягнення відзначені медаллю Джона

фон Неймана (2004 р.), почесним званням Піонер комп'ютерної техніки (2018 р.) тощо.

За створення одного з принципів проектування програмного забезпечення, що іменується SOLID, Барбара Лісков була нагороджена премією Тьюрінга (2008 р.) з формулюванням “за внесок в практичні і теоретичні основи мов програмування і системного дизайну, зокрема в галузі досліджень стійкості до помилок, абстракції даних і розподілених обчислень”. Нагорода присуджена за допомогу в розробці більш надійних, безпечних і простих комп'ютерних програм. Лісков стала всього лише другою жінкою, яка отримала цю нагороду [14, 15].

В аббревіатурі SOLID літера L означає *Принцип підстановки Барбари Лісков* (Liskov Substitution Principle). Концепція принципу підстановки була сформульована Барбарою Лісков в її доповіді на конференції 1987 року, а через 7 років – опублікована у співавторстві з Джаннет Він. Оригінальне визначення принципу, запропоноване Барбарою, наступне: “У тому випадку, якщо $q(x)$ – властивість, правильна по відношенню до об'єктів x деякого типу T , то властивість $q(y)$ теж буде правильною щодо ряду об'єктів y , які відносяться до типу S , при цьому S – підтип деякого типу T ” [16].

Даний принцип говорить, що “*потрібно мати можливість використовувати будь-який похідний клас замість батьківського класу і вести себе з ним таким же чином без внесення змін*”. Іншими словами, якщо є клас A (не віртуальний, а цілком реально використовуваний в кодї) і його нащадок клас B , то якщо замінити всі використання класу A на B , нічого не повинно змінитися в роботі програми. Адже клас B всього лише розширює функціонал класу A . Якщо ця перевірка працює, то програма відповідає принципу підстановки Лісков.

Чоловік Барбари Лісков – Натан Лісков і її син Мозес Лісков, – також вчені в галузі інформатики та обчислювальної техніки.

Софі Вілсон (*Sophie Wilson*) – визнана однією з 15 найважливіших жінок в історії технологій. Вілсон розробила мікрокомп'ютер Acorn,

перший з довгої серії комп'ютерів, що продавались компанією Acorn Computers Ltd, включаючи мову програмування BBC BASIC. Пізніше Вілсон розробила набір інструкцій архітектури ARM, який використовується в більшості смартфонів 21-го століття [17].

Софі Вілсон народилася в місті Лідс (Йоркшир, Англія), вивчала інформатику у Кембриджському університеті. Натхнена одним з перших мікрокомп'ютерів МК14, під час канікул в університеті розробила мікрокомп'ютер з 6502 процесором (8-розрядний процесор з 16-розрядною шиною адреси, що дозволяє адресу до 64 кілобайт оперативної пам'яті). Ще в Кембриджі, у 1979 році вона спроектувала восьмирозрядний аматорський комп'ютер System-1 для компанії Acorn, а пізніше стала творцем початкової конструкції мікропроцесора ARM.

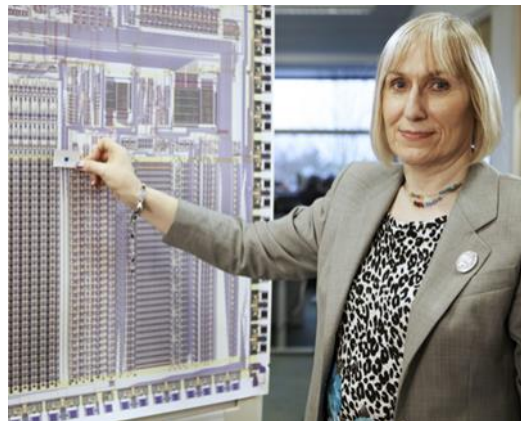


Рис. 9 [21]

Завдяки цій спрощеній архітектурі мікропроцесори ARM не тільки мали більш високу швидкодію, але й споживали набагато менше електроенергії, ніж конкурентні. Нащадки Acorn RISC Machine сьогодні використовуються приблизно у чверті всіх планшетів та персональних комп'ютерів у світі, а також у переважній більшості смартфонів.

Після розпаду компанії Acorn Computers у 1999 році Вілсон заснувала компанію Element 14, в якій розробила процесор FirePath, що використовується сьогодні в обладнанні широкосмугових мереж та телеприставок в усьому світі.

За 35 років своєї кар'єри Софі Вілсон отримала 59 патентів. У 2011 році журнал "Maximum PC" помістив її на 8 позицію у списку "15 найважливіших жінок в історії технологій" як "мати смартфонів і планшетів". У 2013 році Софі Вілсон стала членом Лондонського королівського товариства, а на знак визнання її значного винаходу:

процесора ARM, – вона отримала нагороду “Lovie Lifetime Achievement Award 2014”.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Вже на прикладі наведених біографій бачимо, що ці жінки реалізувалися і у сім'ї – були одружені, мали дітей (Маргарет Гамільтон маленька донька навіть допомогла виявити серйозний недолік у програмі), – і у професійному плані. Їхні математичні та технічні здібності, відповідальність і компетентність дозволили подолати стійкі стереотипи стосовно професійних якостей жінок (як це сталося, наприклад, з Ерною Шнайдер Гувер) та не тільки здобути авторитет у чоловічих колективах, а й керувати ними (як це вдалося Маргарет Гамільтон та Ерні Шнайдер). Без сумніву, жіночий погляд на деякі речі, акуратність, сумління, привабливість також позитивно вплинули на атмосферу, створену завдяки цим жінкам. Враховуючи результати досліджень здібностей чоловіків і жінок у математичній та інформатичній сферах, зокрема [18], можна зробити висновок, що жінкам не варто боятися обирати інформатику (Computer Sciences) як сферу професійної діяльності.

У матеріалах нашого проекту поки що зібрано небагато прикладів успіху жінок в ІТ сфері, тож плануємо продовжити дослідження і приділити увагу вітчизняним жінкам-науковицям і винахідницям.

Подяки. Стаття підготовлена в рамках проекту ERASMUS-JMO-2021-NEI-TCH-RSCH «Субнаціональна гендерна рівність: баланс цінностей ЄС та українських реалій», № 101047451. Проект фінансується за підтримки Європейської комісії. Ця публікація відображає лише погляди авторів. Єврокомісія не несе відповідальності за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

Список літератури

1. Буц К.О., Поповкіна А.С. Гендерний аналіз деяких шкільних підручників // *Наукові записки молодих учених*. – 2022. – № 9. – URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1916/pdf>
2. Інформатика (рівень стандарту): підручник для 10-го (11-го) кл. закл заг. серед. освіти / Й.Я.Ривкінд [та ін.]. – Київ: Генеза, 2018. – 144 с.
3. Інформатика (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / В. Д. Руденко, Н. В. Речич, В. О. Потієнко. - Харків : Вид-во «Ранок», 2018. – 255 с.
4. Інформатика (профільний рівень): підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / В. Д. Руденко, Н. В. Речич, В. О. Потієнко. - Харків : Вид-во «Ранок», 2019. – 256 с.
5. David Needle (02 Jul 2021) Women in tech statistics: The latest research and trends – URL: <https://www.techtarget.com/whatis/feature/Women-in-tech-statistics-The-latest-research-and-trends#:~:text=In%202020%2C%20women%20made%20up,women%2C%20according%20to%20Gartner%20research>
6. 25жінок в українській ІТ-галузі. – URL: <https://forbes.ua/ratings/25-zhinok-v-ukrainskiy-it-galuzi-03062021-1743>
7. Annalee Newitz. Data analysis of GitHub contributions reveals unexpected gender bias (02/11/2016) – URL: <https://arstechnica.com/information-technology/2016/02/data-analysis-of-github-contributions-reveals-unexpected-gender-bias/?amp=1>
8. https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Визначні_вчені_та_винахідники/
9. Геді Ламар – URL: https://wp-uk.wikideck.com/Геді_Ламар
10. Geburtstag von Hedy Lamarr / Tag des Erfinders – URL: <https://www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/aktuelles/patentefrauen/patentefrauen/hedylamarr/index.html>
11. Ерна Шнайдер Гувер – URL: https://www.wiki.uk-ua.nina.az/Ерна_Шнайдер_Гувер.html
12. American mathematician Erna Schneider Hoover. – URL: <https://peoplepill.com/people/erna-schneider-hoover>
13. Zoë Corbyn. Interview: Margaret Hamilton: ‘They worried that the men might rebel. They didn’t’. The trailblazing computer scientist talks about being in charge of the software for the 1969 Apollo moon landing – URL: <https://www.theguardian.com/technology/2019/jul/13/margaret-hamilton-computer-scientist-interview-software-apollo-missions-1969-moon-landing-nasa-women> (переклад: <https://habr.com/ru/post/460969/>)
14. Домашня сторінка професора Барбари Лісков. – URL: <http://www.pmg.csail.mit.edu/~liskov/>
15. Прес-реліз премії Тюрінга. – URL: <http://web.mit.edu/newsoffice/2009/turing-liskov-0310.html>
16. Liskov substitution principle. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Liskov_substitution_principle
17. Софі Вілсон. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Софі_Вілсон
18. Lupan I. Gender analysis of first-year students of pedagogical and technical specialties. // *Revue Sciences et Pratiques des Activités Physiques Sportives et Artistiques : revue éditée par le laboratoire SPAPSA, Institut de l’Education Physique et Sportive, Université Alger 3*. – N°14: spécial (2018/2) (Juillet 2018). – Acte: The Summer School on Gender Studies 16-20 October 2017 Manouba University, Tunisia. – 48-58 p.p. (<https://gestproject.eu/wp-content/uploads/2016/11/KSPU-Lupan-BeniMellal.pdf>)
19. https://million.in.ua/wp-content/uploads/2019/12/1440_Hedy-Lamarr-768x480.jpg
20. https://i.guim.co.uk/img/media/d65d94f34249bc0a6a8d4786b06e7391ae95d6bf/0_0_3001_2394/master/3001.jpg?width=860&quality=45&auto=format&fit=max&dpr=2&s=581569eeb1b2b4342c5156400bb8d21
21. <https://habrastorage.org/files/b31/c85/287/b31c85287e9246fcaab0fb21754224a3.jpg>