

УДК 378:004

**Волошина Тетяна Володимирівна**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
*t-voloshina@nubip.edu.ua*  
ORCID: 0000-0001-6020-5233

**Глазунова Олена Григорівна,**

доктор педагогічних наук, професор, декан факультету інформаційних технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
*o-glazunova@nubip.edu.ua*  
ORCID: 0000-0002-0136-4936

**Гуржій Андрій Миколайович**

доктор технічних наук, професор, дійсний член НАПН України  
Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, Київ, Україна  
*gam@nap.gov.ua*  
ORCID: 0000-0001-6729-6254

**Пархоменко Олександра В'ячеславівна**

асистент кафедри комп'ютерних наук  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
*oleksa.parhomenko@gmail.com*  
ORCID: 0000-0002--0136-4936

**Корольчук Валентина Ігорівна**

асистент кафедри інформаційних систем і технологій  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна  
*kololchuk@nubip.edu.ua*  
ORCID: 0000-0002-3145-8802

## **ПЛАТФОРМИ ТА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗАВДАНЬ З ПРОГРАМУВАННЯ: АНАЛІЗ, КРИТЕРІЇ ДОБОРУ ТА ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ**

**Анотація.** У даній статті пропонуються критерії та показники добору платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Проаналізовані автоматизовані системи, що доцільно використовувати в процесі підготовки студентів IT-фаху, а саме: e-olymp, Algotester, Contester, PC2, NetOI Olympiad DOMjudge, ejudge, а саме застосовувати під час виконання практичних завдань з програмування в рамках навчальної практики, самостійної роботи чи підготовки до олімпіад з програмування. У дослідженні авторами наведено порівняльну характеристику відібраних платформ та систем автоматизованої перевірки завдань за визначеними критеріями добору та показниками. Для експертного оцінювання визначених критеріїв було залучено 23 експерти, котрі є науково-педагогічними працівниками та мають практичний досвід підготовки майбутніх фахівців галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальностями 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки» та 123 «Комп'ютерна інженерія». Наведено приклад використання системи управління завдань з програмування ejudge під час навчальної практики майбутніх IT-фахівців. До педагогічного дослідження було залучено 76 студентів 1 курсу факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України). В результаті дослідження виявлено технологічні критерії, яких варто дотримуватися під час добору платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування, а саме: зрозумілий інтерфейс; інтерактивність; проведення змагань з спортивного (олімпіадного) програмування; можливість зареєструватись користувачеві самостійно; сумісність з різними мовами програмування; можливість багаторазового виконання завдань; автоматична перевірка коду; розвиток особистісних навичок (управління часом, комунікативні) та оцінено зручність за кожним критерієм, шляхом присвоєння рангового номеру.

**Ключові слова:** платформи та системи автоматизованої перевірки завдань з програмування; платформи для формування практичних навичок з програмування; критерії добору; підготовка майбутніх ІТ-фахівців

## 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Зараз суспільство стає все більш залежним від інформаційних технологій, оскільки їх взаємодія відбувається майже в кожному аспекті життя. Щодня створюються нові можливості та шляхи інтеграції технологій у навчальний процес. У навчанні впродовж життя роль інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) є однією із можливостей підвищення рівня мотивації студентів та застосування нових засобів для підтримки освітнього процесу [1], [2]. Саме студентам ІТ-фаху в першу чергу необхідні інструменти для відпрацювання практичних навичок з програмування. Це платформи та системи автоматизованої перевірки завдань з програмування такі як: Algotester, DOMjudge, NetOI Olympiad, e-olymp, ejudge та інші, які ефективно застосовувати під час виконання практичних нестандартних задач, що потребують застосування різних алгоритмів програмування: сортування, динамічного програмування, довгої арифметики, задачі на графі, комбінаторики тощо.

**Аналіз наукових досліджень і публікацій.** Питання використання платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування в процесі підготовки майбутніх ІТ-фахівців розглянуто у працях українських та зарубіжних вчених, зокрема: М. Антзак (M. Antczak), Дж. Бадура (J. Badura), Т. Вакалюк, Г. Ванга (G. Wanga), С. Васік (S. Wasik), Й. Ваутелет (J. Wautelet), Л. Версарі (L. Versari) Ю. Друкачук, С. Жуковський, С. Комбефіс (S. Combefis), А. Косовський (A. Kosowski), Л. Куперштейн, У. Нанні (U. Nanni), Т. Ноїнський (T. Noinski), А. Ласковський (A. Laskowski), Л. Лаура (L. Laura), М. Лафійський (M. Lafiejski), У. Луїджі (W. Luigi), Т. Стерналь (T. Sternal), О. Спірін, М. Темперіні (M. Temperini), Г. Фаріна (G. Farina), Р. Фенг (R. Feng), М. Форісек (M. Forisek), Ш. Чен (S. Chen), В. Шатківський, С. Янг (X. Yang).

На сьогоднішній день існує безліч різноманітних систем автоматизованої перевірки завдань з програмування, що використовуються різними цільовими групами – від учнів початкових класів до студентів закладу вищої освіти [8]. А. Косовський (A. Kosowski), М. Лафійський (M. Lafiejski) та Т. Ноїнський (T. Noinski) розглядають використання автоматизованої системи SPOJ в освітньому процесі, зокрема при навчанні студентів програмуванню у Гданському технологічному університеті [9].

Т. Вакалюк та О. Спірін описують основні можливості веборієнтованих систем, таких як: Algotester, NetOI Olympiad, E-olymp при навчанні основ програмування майбутніх учителів інформатики [3]. Т. Вакалюк пропонує використовувати Інтернет-портал під час виконання практичних нестандартних задач, які потребують застосування різних алгоритмів програмування: сортування, динамічного програмування, довгої арифметики, задачі на графі, комбінаторики тощо. Зокрема, спочатку побудувати її математичну модель, шляхом логічного та математичного умовиводів розробити алгоритм розв'язування задачі, реалізувати його певною мовою програмування [4].

М. Дуч, Ю. Цимбал розглядають використання системи проведення предметних інтернет-олімпіад та тестування набутих знань на основі системи управління змаганнями з програмування ejudge [5].

У дослідженні [10] С. Комбефіс (S. Combefis), Й. Ваутелет (J. Wautelet) описують приклади використання онлайн-конкурсів з програмування для проведення тренінгів та підтримки навчання програмуванню. Авторами пропонується короткий огляд основних онлайн систем з програмування та описується їх відповідно до запропонованої класифікації, яка базується на двох критеріях, а саме: (1) загальна інформація про

турніри, такі як умови проведення або доступні мови програмування; (2) інформація про задачі, які використовуються, їх тип подання або обмеження часу та пам'яті.

У. Луїджі (W. Luigi), Г. Фаріна (G. Farina), Л. Лаура (L. Laura), У. Нанні (U. Nanni), М. Темперіні (M. Temperini), Л. Версарі (L. Versari) діляться досвідом використання автоматизованих онлайн систем для проведення міжнародних олімпіад з інформатики. Науковцями було розроблено інтерактивну онлайн-систему, що поєднує різні мови програмування та містить автоматизовану систему оцінювання, яка використовується в декількох великих конкурсах програмування, зокрема олімпіадах. Дана система була використана у трьох різних контекстах, а саме: підготовка студентів до олімпіад з інформатики, підготовка викладачів з метою надання допомоги студентам в підготовці до олімпіади та безпосередньо підготовка команди студентів для участі у міжнародних олімпіадах [11].

Дослідники С. Васік (S. Wasik), М. Антзак (M. Antczak), Дж. Бадур (J. Badura), А. Ласковський (A. Laskowski) та Т. Стерналь (T. Sternal) описують використання системи Online judges, яка призначена для автоматичної оцінки вихідного коду алгоритму, що завантажується користувачем та далі тестується в середовищі. Основними цілями даної системи є підтримка організації змагань з спортивного програмування, покращення організації освітнього процесу [12].

Широкого поширення та швидкого розвитку досягли різноманітні системи з програмування, що забезпечують один із варіантів навчання студентів, розвитку у них практичних навичок, а також організація та технічна підтримка Міжнародної студентської олімпіади з програмування ACM (ACM / ICPC) та інших конкурсів з програмування. Г. Ванг (G. Wang), С. Чен (S. Chen), Х. Янг (X. Yang) та Р. Фенг (R. Fengd) у своєму дослідженні описують досвід використання автоматизованої системи для перевірки та практичного навчання, що розвиває практичні навички у студентів з програмування, використовуючи різні види практичного навчання, таких як олімпіади з програмування, онлайн-практики та курсові проєкти [13].

Добір ресурсів і сервісів може здійснювати за технологічними або методичними критеріями. У статті [7] виділено такі методичні критерії добору платформ та автоматизованих систем, а саме: охоплення усіх розділів навчальних дисциплін згідно робочих навчальних програм; можливість індивідуальної та групової роботи; можливість аналізу результатів та помилок; можливість розвитку особистісних навичок (керування часом, вміння самомотивуватись).

Представлене дослідження покликане розв'язати проблему системного підходу до добору платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування для використання процесі підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Для цього необхідно розробити технологічні критерії добору та визначити вагу кожного визначеного критерію.

Таким чином, **метою даної статті** є визначити критерії добору платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування та навести приклади використання таких систем для набуття практичних навичок з програмування в процесі підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

## **2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Значна кількість ресурсів та платформ технологічних компаній пропонує проходження онлайн-курсів з різних навчальних дисциплін, зокрема з програмування. Однак, жодна з них не дозволяє вдосконалювати практичні навички віддалено, без участі викладача. З іншого боку, існує багато систем для проведення онлайн-олімпіад з програмування, якщо їх наповнити відповідними завданнями. В моделі змішаного навчання лабораторні роботи для студентів ІТ-фаху повинні проводитись традиційно під

керівництвом викладача, що надає можливість поєднати теоретичні знання та практичні навички студентів у процесі освітньої діяльності.

Аналіз існуючих платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій дозволив виділити такі критерії:

- зрозумілий інтерфейс;
- інтерактивність;
- проведення змагань з спортивного (олімпіадного) програмування;
- можливість зареєструватись користувачеві самостійно;
- сумісність з різними мовами програмування;
- можливість багаторазового виконання завдань;
- автоматична перевірка коду;
- розвиток особистісних навичок (управління часом, комунікативні).

У таблиці 1 наведено перелік платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування, що ефективно використовувати в процесі підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Цей перелік сформовано з врахуванням критеріїв добору, що були наведені вище.

Табл. 1

Порівняльна характеристика платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування

Критерії добору	Платформи та системи автоматизованої перевірки завдань з програмування						
	e-olymp	Contester	Algotester	PC2	NetOI Olympiad	DOMjudge	Ejudge
зрозумілий інтерфейс	+	+	+	+	+	+	+
інтерактивність	±	±	±	+	±	±	±
проведення змагань з спортивного (олімпіадного) програмування	+	+	+	+	+	+	+
можливість зареєструватись користувачеві самостійно	+	+	+	+	+	+	+
сумісність з різними мовами програмування	±	+	±	±	±	±	+
можливість багаторазового виконання завдань	+	+	+	+	+	+	+
автоматична перевірка коду	+	+	+	+	+	+	+
розвиток особистісних навичок	+	+	+	+	+	+	+

Для експертного оцінювання визначених критеріїв було залучено 23 експерти, котрі є науково-педагогічними працівниками та мають практичний досвід підготовки майбутніх фахівців галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальностями 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки» та 123 «Комп'ютерна інженерія». Для вибору платформи та системи автоматизованої перевірки завдань з програмування, було розроблено анкету, в якій викладачі розподіляли підібрані

платформи та сервіси шляхом присвоєння їм рангового номера. Платформі, яка за даним критерієм найзручніша на думку експерта, присвоювався ранг 1. На основі даних анкетного опитування експертів, було складено зведену матрицю рангів.

Табл. 2

Зведена таблиця оцінки платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування експертами-викладачами

Критерії добору	e-olymp	Contester	Algotester	PC2	NetOI Olympiad	DOMjudge	Ejudge	W	$\chi^2$
зрозумілий інтерфейс	137	36	152	73	85	102	59	0,699	95,462
інтерактивність	51	89	147	37	146	115	59	0,829	114,402
проведення змагань з олімпіадного програмування	105	96	143	84	132	53	31	0,654	90,252
можливість зареєструватись користувачеві самостійно	52	107	151	37	124	102	71	0,668	92,184
сумісність з різними мовами програмування	113	44	85	121	133	119	29	0,676	93,288
можливість багаторазового виконання завдань	152	133	69	116	32	95	47	0,811	111,918
автоматична перевірка коду	139	144	68	114	94	39	46	0,736	101,568
розвиток особистісних навичок	106	141	88	125	108	45	31	0,667	92,046
Середня оцінка	106,88	98,75	112,88	88,4	106,75	83,75	46,63		

Для оцінки рівня узгодженості думок експертів, було розраховано коефіцієнт конкордації, за формулою:  $W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}$ , де  $S = (\sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n})^2$ ,  $m$  – кількість експертів,  $n$  – кількість факторів.

Наприклад, для оцінки узгодженості думок експертів, щодо зрозумілості інтерфейсу даних платформ, коефіцієнт конкордації  $W = \frac{12 \cdot 10360}{23^2(7^3-7)} = 0,699$ , що говорить про наявність високого ступеня узгодженості думок експерта. Для оцінки значущості коефіцієнту конкордації було розраховано критерій узгодженості Пірсона, за формулою:  $\chi^2 = m(n-1)W$ . В даному випадку:  $\chi^2 = 23(7-1) \cdot 0,699 = 95,462$ . Табличне значення  $\chi^2$  для числа ступенів свободи  $K = n-1 = 7-1 = 6$  і при заданому рівні значущості  $\alpha = 0.05$  становить 12,6. Так як табличне значення критерію Пірсона менше розрахункового, то можна зробити висновок що отримане значення коефіцієнту конкордації не випадкове і є статистично значущим. Аналогічним чином було оцінено платформи за іншими критеріями.

Як видно з таблиці 2, на думку експертів найкраще реалізована можливість проведення змагань з олімпіадного програмування в системі управління завданнями з програмування ejudge, можливість багаторазового виконання завдань – в NetOI Olympiad, а автоматична перевірка коду – у DOMjudge. Для вибору інструменту, було розраховане середнє значення рангів для кожної платформи. Найвище значення рангів отримала система управління завданнями з програмування ejudge (46,63).

Як приклад розглянемо організацію навчальної практики з програмування у Національному університеті біоресурсів і природокористування України зі студентами 1 курсу спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 «Комп'ютерні науки» факультету інформаційних технологій.

Під час проходження навчальної практики з програмування студентам було запропоновано використовувати систему управління завданнями з програмування ejudge. Дана система надала можливість студентам, зареєстрованих викладачем на турнір, відправляти на перевірку файли, та за допомогою автоматичної перевірки правильності вирішення надісланих програм на тестових наборах даних, швидко отримати оцінку за виконану роботу.

Викладач створював турнір, розміщував у ньому завдання, для виконання студентам та встановлював час для розв'язання завдань турніру. Зареєстровані на турнір студенти отримували доступ до розміщених завдань, самостійно виконували та відправляли в систему на перевірку. Приклад одного із завдань, що пропонувалось студентам під час навчальної практики наведено на рис. 1.

Пам'ятка  
Питання

**Турнір**  
Стан  
Учасники  
Завдання  
Розв'язки  
Надіслати  
Результати  
Покинути

**Вийти**  
dark\_side\_of\_kashanka

DOTS  
QBIT

**Задача -**  
--: Арифметическая прогрессия  
Сложность: ★★★★★

Имя входного файла: input.txt  
Имя выходного файла: output.txt  
Ограничение по времени: 0.2 секунды  
Ограничение по памяти: 64 Mb

Даны натуральные числа  $N$  и  $K$ . Напишите программу, которая определит количество возрастающих арифметических прогрессий длины  $K$ , которые можно составить из натуральных чисел от 1 до  $N$ . Например, при  $N = 5$ ,  $K = 3$  есть четыре таких прогрессии:  $\{1, 2, 3\}$ ;  $\{1, 3, 5\}$ ;  $\{2, 3, 4\}$ ;  $\{3, 4, 5\}$ .

**Формат входных данных**  
Во входном файле записаны два числа  $N$  и  $K$  ( $N \leq 1000$ ,  $K \leq 1000$ ).

**Формат выходных данных**  
В выходной файл выведите одно число – количество возрастающих арифметических прогрессий.

**Примеры**

input.txt	output.txt
5 3	4

Рис. 1. Приклад завдання з програмування в системі управління завданнями з програмування ejudge

Перевірка задач здійснювалась автоматично на основі визначених критеріїв. Функціоналом системи передбачено кілька спроб завантаження завдань, але за кожну наступну спробу студент отримує штрафні бали. При цьому в системі зберігаються всі варіанти програм, відправлених студентами разом із протоколами їх тестування. Студент отримує можливість переглядати підсумок по кожній задачі, а саме: чи була вона успішно зроблена, номер розв'язку, номер тесту.

Використання такої системи дає можливість студентам перевірити виконання завдання в будь-який зручний час та в будь-якому місці, не очікуючи перевірки від викладача. Наявність штрафних балів спонукає студентів до самостійної перевірки виконаних завдань, перед завантаженням, що формує у них навички самостійного тестування програм. Деталі вирішення задачі з арифметичної прогресії наведено на рис. 2.

**РІШЕННЯ**

ID рішення: 582376-1744  
 Задача: -: Арифметическая прогрессия  
 Назва файлу з редактору - Переглянути - Завантажити  
 MD5: 8502f20adeb93835b1fe2ce2cf2a9852  
 Мова: C (C11) / GCC 8.x, ISO/IEC 9899:2011  
 Надіслано: 01:59:59  
 Додано: 20.06.2019 16:59:59  
 Перевірено: 20.06.2019 17:00:03  
 Результат: PE - [Подробиці](#)  
 Бали 19,20  
 ashtanka

**Подробиці**

Тест	Результат:	Баллы	Время	Память
1	PE	0	0,000	236,0k
2	OK	4,80	0,000	236,0k
3	OK	4,80	0,000	236,0k
4	PE	0	0,000	236,0k
5	PE	0	0,000	236,0k
6	PE	0	0,000	236,0k

Рис.2. Приклад розв'язку задачі в системі управління завданнями з програмування ejudge

Застосування такої системи при підготовці майбутніх ІТ-фахівців дозволяє розвивати у студентів практичні навички з програмування завдяки багаторазовому виконанню задач, формує у студентів вміння бути критичним і самокритичним, розвиває мотивацію, вміння керувати часом та внутрішню потребу у самоосвіті.

За результатами проходження навчальної практики з програмування у 2018-2019 навчальному році, 76 студентам 1 курсу факультету інформаційних технологій було запропоновано анкету, в якій оцінювалась ефективності використання системи управління завданнями з програмування ejudge для формування практичних навичок з програмування. Результати анкетування представлено на рис. 3.

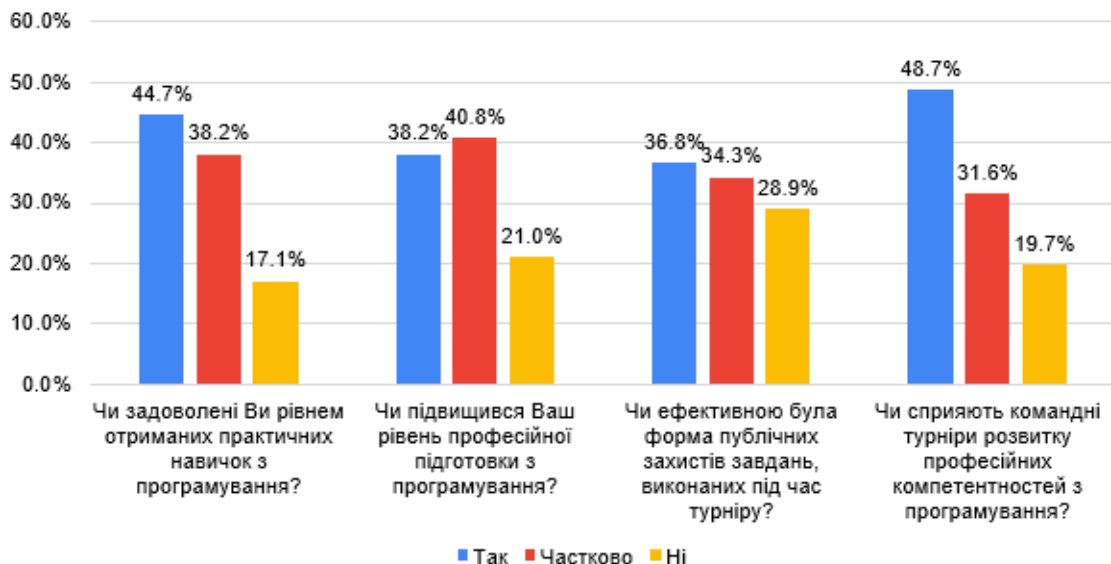


Рис. 3. Оцінка ефективності використання системи управління завданнями з програмування ejudge під час навчальної практики з програмування

Як видно з рис. 3, близько 83% студентів задоволені рівнем отриманих навичок з програмування в результаті використання системи управління завданнями з програмування ejudge, 79% відмітили ріст професійної підготовки з програмування.

Також 80,3% студентів відзначили вплив командних турнірів на розвиток професійних навичок з програмування. А 71,1% студентів зазначили, що форма публічних захистів завдань, виконаних під час турніру є ефективною для розвитку професійних компетентностей.

Серед причин, які завадили, в середньому 20 % студентів, позитивно оцінити форму та інструменти для організації навчальної практики, було відзначено: неготовність до самостійної роботи з вирішення поставлених турнірних завдань; потреба у постійному консультуванні при вирішенні складних задач; недостатність інструктивного та методичного матеріалу; неготовність ефективно управляти власним часом.

## **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

В результаті педагогічного дослідження було виявлено критерії, яких варто дотримуватися під час добору платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування в процесі підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, а саме: зрозумілий інтерфейс; інтерактивність; проведення змагань з спортивного (олімпіадного) програмування; можливість зареєструватись користувачеві самостійно; сумісність з різними мовами програмування; можливість багаторазового виконання завдань; автоматична перевірка коду; розвиток особистісних навичок (управління часом, комунікативні).

Застосування таких платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування під час підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій дасть змогу сформувати у них практичні навички з програмування за умови високого рівня самоосвітньої компетентності та самоорганізації. Експериментальним шляхом доведено та обгрунтовано ефективність використання системи управління змаганнями з програмування ejudge, оскільки саме робота з даним сервісом дає можливість розвивати як професійні, так і особистісні навички студентів ІТ-фаху при виконанні групових проєктів з розробки програмних продуктів та будь-яких інших ІТ-рішень. Використання системи управління завданнями з програмування ejudge дозволило 73 % студентів підвищити рівень професійної підготовки з програмування, а 82,9 % майбутніх ІТ-фахівців задоволені отриманим рівнем практичних навичок з програмування під час навчальної практики.

Перспективним напрямом для подальшого дослідження є розробка методики використання платформ та систем автоматизованої перевірки завдань з програмування для розвитку фахових та загальних компетентностей майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Laal M. Lifelong Learning and technology. *Social and Behavioral Sciences*. 2013. 83. С. 980-984. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.06.182
2. Kaplan A. Lifelong learning: conclusions from a literature review. *International Online Journal of Primary Education*. 2016. 5 (2). Р. 43-50.
3. Спірін О., Вакалюк Т. Web-орієнтовані технології навчання основ програмування майбутніх учителів інформатики. На Всеукраїнській науково-практичній конференції Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності, Вінниця. 2017.
4. Вакалюк Т. Основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2017. 19 (26). С. 154-157.



5. Дуч М., Цимбал Ю. Автоматизація роботи адміністратора онлайн-олімпіад на основі платформи EJUDGE. На FOSS Lviv 2016, Львів.
6. Жуковський С. Використання Інтернет-порталу організаційно-методичного забезпечення "Е-ОЛІМП" для підготовки обдарованих школярів до олімпіади з інформатики. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2010. 8. С. 47-48.
7. Гуржій А., Глазунова О., Волошина Т., Корольчук В., Якобчук О. Хмарні ресурси та сервіси для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій: критерії добору, приклади використання. Інформаційні технології в освіті. 2019. 3 (40). С. 7-28. URL: <http://www.ite.kspu.edu/en/node/3280>
8. Forisek M. Security of Programming Contest Systems Book: Information technologies at school: Selected papers of the 2nd international conference "Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives" (Valentina Dagiene, Roland Mittermeir, ed.), Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius. 2006. P. 553-563.
9. Kosowski A., Lafiejski M., Noinski T. Application of an Online Judge & Contester. System in Academic Tuition. In Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg. 2007. P. 343–354. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4_31)
10. Combefis S., Wautelet J. Programming trainings and informatics teaching through online contests. Olympiads in Informatics. 2014. P. 21-34. URL: [https://ioinformatics.org/journal/v8\\_2014\\_21\\_34.pdf](https://ioinformatics.org/journal/v8_2014_21_34.pdf)
11. Luigi W., Farina G., Laura L., Nanni M., Temperini, and L. Versari. Three Uses of the Online Social Programming Training System: On Nature and Purpose of Spreading Algorithmic Problem Solving. In Proceedings of the 8th International Workshop on Social and Personal Computing for Web-Supported Learning Communities, (SPEL 2015), State of the art and Future Directions in Smart Learning. 2016. P. 369–379.
12. Wasik S., Antczak M., Badura J., Laskowski A., Sternal T. A Survey on Online Judge Systems and Their Applications. ACM Comput. Surv. 2016. 1. URL: <https://arxiv.org/pdf/1710.05913.pdf>
13. Wang G., Chen S., Yang X., Feng R. OJPOT: online judge & practice oriented teaching idea in programming courses. European Journal of Engineering Education. 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2015.1056105>

## PLATFORM AND SYSTEMS FOR AUTOMATED VERIFICATION OF PROGRAMMING TASKS: ANALYSIS, SELECTION CRITERIA AND EXAMPLE OF APPLICATION

### **Olena Glazunova**

doctor of pedagogical sciences, professor, dean of faculty of information technologies  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
[o-glazunova@nubip.edu.ua](mailto:o-glazunova@nubip.edu.ua)  
ORCID: 0000-0002-0136-4936

### **Andrii Gurzhii**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Member of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine  
Institute of Vocational Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
[gam@nap.gov.ua](mailto:gam@nap.gov.ua)  
ORCID: 0000-0001-6729-6254

### **Oleksandra Parhomenko**

assistant of department of Computer Science  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
[oleksa.parhomenko@gmail.com](mailto:oleksa.parhomenko@gmail.com)  
ORCID: 0000-0002--0136-4936

**Tetyana Voloshyna**

associate professor of department of Information Systems and Technologies  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
*t-voloshina@nubip.edu.ua*  
ORCID: 0000-0001-6020-5233

**Valentyna Korolchuk**

assistant of department of Information Systems and Technologies  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
*kololchuk@nubip.edu.ua*  
ORCID: 0000-0002-3145-8802

**Abstract.** This article offers criteria and indicators for selecting systems and platforms for automated verification of programming tasks to train future IT professionals. The automated systems that are expedient to be used in the preparation of the students of IT profession are analyzed, namely: e-olymp, Algotester, Contester, PC2, NetOI Olympiad DOMjudge, ejudge, which are effectively used in the implementation of practical programming tasks in the framework of educational practice, independent working or preparing for a programming Olympiad. The study provides comparative characteristics of selected automated systems and platforms by defined criteria and indicators. 23 experts, who are scientific-pedagogical staff and have practical experience of training future specialists in the field of knowledge 12 «Information Technologies» in the specialties 121 «Software Engineering», 122 «Computer Sciences» and 123 «Computer engineering», were involved into the expert evaluation. Here is an example of using an ejudge automated system to train future IT professionals. 76 students of the 1st year of the Faculty of Information Technologies of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES of Ukraine) were involved in the pedagogical research. The research identified technological criteria that should be followed when selecting systems and platforms for automated verification of programming tasks, namely: a clear interface; interactivity; conducting sports (olympic) programming competitions; possibility of self-registration; compatibility with different programming languages; the possibility of multiple tasks; automatic code verification; development of personal skills (time management, communication) and convenience have been evaluated for each criterion by assigning a rank number.

**Keywords:** systems for automated verification of programming tasks; platforms for developing practical programming skills; selection criteria; training future IT professionals

**REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

1. Laal, M. (2013). Lifelong Learning and technology. *Social and Behavioral Sciences*, 83, 980-984. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.06.182
2. Kaplan, A. (2016). Lifelong learning: conclusions from a literature review. *International Online Journal of Primary Education*, 5 (2), 43-50.
3. Spirin, O. & Vakalyuk, T. (2017). Web-based technologies for teaching the basics of programming for future teachers of informatics. In *All-Ukrainian Scientific-Practical Conference Mathematics and Informatics in Higher School: Challenges of the Present*, Vinnitsa (in Ukrainian).
4. Vakalyuk, T. (2017). Basic Characteristics of a Cloud-Oriented Learning Environment for the Preparation of Bachelor of Science in Computer Science. *MP Dragomanov NPU Scientific Journal. Series 2. Computer-Centered Learning Systems*, 19 (26), 154-157 (in Ukrainian).
5. Duch, M. & Cymbal, Y. (2016). Automation of the work of the administrator of online Olympiads based on the EJUDGE platform. In *FOSS Lviv 2016*, Lviv (in Ukrainian).
6. Zhukovsky, S. (2010). Using the Internet portal of organizational and methodological support "E-OLIMP" for the preparation of gifted students for the Olympiad in Informatics. *Computer in School and Family*, 8, 47-48 (in Ukrainian).
7. Gurjiy, A., Glazunova, O., Voloshina, T., Korolchuk, V. & Yakobchuk, O. (2019). Cloud resources and services for training future IT professionals: selection criteria, use cases. *Information technology in education*, 3 (40), 7-28.

- <http://www.ite.kspu.edu/en/node/3280> (in Ukrainian).
8. Forisek, M. (2006). Security of Programming Contest Systems Book: Information Technologies at School: Selected Papers of the 2nd International Conference "Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives" (Valentina Dagiene, Roland Mittermeier, ed.), Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius, 553-563.
  9. Kosowski, A., Lafiejski, M. & Noinski, T. (2007). Application of an Online Judge & Contester. System in Academic Tuition and Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 343–354.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4_31)
  10. Combéfis, S. & Wautelet, J. (2014). Programming trainings and informatics teaching through online contests. Olympiads in Informatics, 21-34.  
[https://ioinformatics.org/journal/v8\\_2014\\_21\\_34.pdf](https://ioinformatics.org/journal/v8_2014_21_34.pdf)
  11. Luigi, W., Farina, G., Laura, L, Nanni, M. Temperini, & Versari, L. (2016). Three Uses of the Online Social Programming Training System: On the Nature and Purpose of Spreading Algorithmic Problem Solving. Proceedings of the 8th International Workshop on Social and Personal Computing for Web-Supported Learning Communities, (SPEL 2015), State of the Art and Future Directions in Smart Learning, 369–379.
  12. Wasik, S., Antczak, M., Badura, J., Laskowski, A. & Sternal, T. (2016). A Survey on Online Judge Systems and Their Applications. ACM Comput. 1.,  
<https://arxiv.org/pdf/1710.05913.pdf>
  13. Wang, G., Chen, S., Yang, X. & Feng, R. (2015). OJPOT: an online judge & practice oriented teaching idea in programming courses. European Journal of Engineering Education. <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2015.1056105>