

УДК 378:147:51:004

Когут У. П., Кобильник Т. П.

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,  
Дрогобич, Україна**ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ ОСНОВ ШТУЧНОГО  
ІНТЕЛЕКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ МАХІМА**

DOI: 10.14308/ite000714

У статті досліджено проблеми використання систем комп'ютерної математики (СКМ) як засобу навчальної і дослідницької діяльності в галузі штучного інтелекту. Важливою педагогічною проблемою є формування й розвиток дослідницьких умінь студентів, удосконалення їхньої професійної підготовки. У дослідженнях, що стосуються проблеми розвитку дослідницьких умінь студентів, відзначається, що в суспільстві суттєво змінилися вимоги до освіти. Сьогодні ставиться акцент на загальний інтелектуальний розвиток, заохочення до творчості та самостійності, розвитку дивергентного мислення. Важливою характеристикою майбутнього фахівця є сформованість у нього дослідницьких умінь та навичок, що дозволить йому продовжувати навчання впродовж усього життя, ефективно працювати у світі, який швидко змінюється. Усе це має привести до пошуку й упровадження нових педагогічних форм і технологій в освіті. Одними з таких форм організації навчання є дослідницька й проектно-дослідницька діяльність студентів. Важливо сформуванню вміння визначити мету та завдання; вибрати засоби та методи для виконання цього завдання; уміння застосувати знання в практичній діяльності. Студенти в основному розуміють важливість володіння дослідницькими вміннями, усвідомлюють необхідність формування в себе вмінь, необхідних для успішного здійснення цієї діяльності, однак не мають повного уявлення про її специфіку. Аналіз проблеми формування дослідницьких умінь студентів педагогічних університетів має ґрунтуватися на сучасних вимогах до підготовки майбутніх фахівців з інформатики, зокрема це вимоги до мобільності, здатності до саморозвитку в нових умовах розвитку суспільства; до володіння ними методами наукового пізнання, щоб стати підготовленими до професійно-творчої діяльності. А також визначено роль систем комп'ютерної математики в підготовці бакалаврів з інформатики та особливості педагогічного застосування їх у навчанні основ штучного інтелекту. Розглянуто основні характеристики СКМ МАХІМА та наведено можливості використання цієї системи в процесі розв'язування інтелектуальних задач.

**Ключові слова:** заклад вищої освіти, штучний інтелект, система МАХІМА, дослідницький підхід.

**Постановка проблеми.** Сучасний рівень і темпи розвитку інформаційних технологій висувають перед студентами вимогу не тільки вміти вчитися, вільно оперувати знаннями та науковим потенціалом в обраній галузі, а й ефективно застосовувати нові знання, наукові відкриття, технології. Особливо це стосується такого розділу науки, як «штучний інтелект». Динамічний розвиток сучасних інформаційних технологій вимагає інтеграції суміжних дисциплін на загальній для них фундаментальній основі. Системи штучного інтелекту повинні створювати той інструментарій, який забезпечить освічену людину засобами глибшого опанування новітніми досягненнями інформатики та природознавства. Важко назвати теоретичну науку, яка би не знайшла застосування в системах штучного інтелекту [3].



Під навчально-дослідницькою діяльністю розуміють діяльність студентів, пов'язану з використанням творчого, дослідницького завдання з наперед відомим розв'язком та передбачуваною наявністю основних етапів, характерних для досліджень у науковій галузі, спрямованих на процес отримання знань, опанування новими для студентів знаннями і навичками, новими характеристиками досліджуваного об'єкта, явища [8]. Дослідження проблеми формування дослідницьких умінь студентів педагогічного університету, активізації дослідницької діяльності, а також питання вдосконалення методик навчання на базі навчально-дослідницького підходу розглядається багатьма науковцями в галузі освіти. Як свідчить аналіз, кожного разу шляхи розв'язування цієї проблеми відповідають певному станові розвитку системи освіти, рівню психолого-педагогічних та організаційно-методичних досліджень. Навчання в педагогічному університеті повинно бути моделлю дослідницької роботи в галузі діяльності фахівця [6].

У зв'язку з цим набуває великого значення підвищення в студентів педагогічних закладах вищої освіти дослідницьких умінь, розвиток фундаментальних наукових досліджень та залучення до них студентів, забезпечення конкурентоздатності майбутніх фахівців на ринку праці.

#### **Аналіз основних досліджень та публікацій.**

У статті [4] автори акцентують увагу на особливостях теорії розв'язування дослідницьких задач, наводять алгоритм їх розв'язування, характеризують основні етапи процесу дослідницької діяльності, аналізують кілька прикладів, розв'язаних з використанням системи динамічної математики GeoGebra [10].

Н.О.Бугаєць у дисертаційній роботі обґрунтовує теоретичні основи формування і розвитку навчально-дослідницьких умінь студентів фізико-математичних спеціальностей у процесі навчання математичної інформатики, на основі цього розробляє окремі компоненти методичної системи навчання математичної інформатики [2].

У статті [9] автори наводять аналіз практичного досвіду й теоретико-методологічних засад формування дослідницької компетентності майбутніх інженерів-програмістів та визначають її змістовну сутність, структуру, критерії та показники, характеризують рівні сформованості дослідницької компетентності майбутніх інженерів-програмістів та обґрунтовують основні етапи її формування.

У [5] автором наводяться алгоритми теорії штучного інтелекту, зокрема мурашиний та відпалу, для розв'язування задачі комівояжера. Програмна реалізація цих алгоритмів здійснюється з використанням СКМ Maple.

Методичні особливості навчання основ штучного інтелекту з використанням WEB-СКМ проаналізовано в роботі Ю.В.Триуса [12]. У статті [1] Н.О. Бугаєць детально описує засоби СКМ Maxima для моделювання анімацій, наводить приклади створення моделей анімаційних наочностей та використання їх для розвитку навчально-дослідницьких умінь.

**Мета статті** – обґрунтування доцільності використання СКМ (зокрема, Maxima) для реалізації дослідницького підходу у процесі навчання основ штучного інтелекту.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Дослідницький підхід у навчанні – це система прийомів, методів і форм навчання, на основі яких моделюються основні етапи наукового дослідницького процесу: постановка проблеми, збирання необхідних відомостей, порівняння чинних методів аналізу, власне аналіз матеріалу, узагальнення, презентація результатів дослідження.

Поняття дослідницького підходу в навчанні більш загальне, ніж поняття дослідницького методу навчання або методу навчальних досліджень, тому що повною мірою повторювати історичний шлях становлення науки, заново відкривати принаймні основні положення навчальних курсів не уявляється можливим і необхідним ні за часом, ні за трудомісткістю, ні за педагогічною доцільністю. Застосування дослідницького підходу в навчанні означає його використання в процесі розгляду кожної теми, а глибина його використання мусить бути педагогічно виваженою, визначатися навчальною та педагогічною доцільністю, кваліфікацією викладача, підготовленістю аудиторії [1].

Формування пізнавальних інтересів студентів, розвитку їхніх творчих здібностей та мислення, активізації навчання можна досягти, залучаючи студентів до дослідницької діяльності. Навички дослідницької роботи будуть потрібні студентам у подальшому навчанні, у процесі написання курсових та дипломних проєктів.

Зведення дослідницьких умінь до предметних умінь не враховує інтелектуальну спрямованість дослідницької діяльності, що у свою чергу зменшує кількість методичних засобів формування дослідницьких умінь і обмежує можливості оцінювання їх рівня сформованості. Тому виникає необхідність визначення шляхів формування дослідницьких умінь. Дослідницькі уміння – динамічна комбінація особистісних якостей студента, що сприяє розвитку його дивергентного мислення, можливостей здійснення дослідницької діяльності. Одним із таких напрямів формування дослідницьких умінь ми вбачаємо у використанні засобів СКМ до виконання прикладних завдань творчого характеру. Прикладами таких задач є інтелектуальні такі задачі, як розпізнавання образів, мислення та обчислювальні задачі.

Штучний інтелект – це «одна з новітніх галузей науки. Наразі тематика штучного інтелекту охоплює великий перелік наукових напрямів, починаючи з таких задач загального характеру, навчання і сприйняття, закінчуючи такими спеціальними задачами, як гра в шахи, доказ математичних теорем, створення поетичних творів і діагностика захворювань. У штучному інтелекті систематизуються й автоматизуються інтелектуальні задачі, і тому ця сфера стосується будь-якої сфери інтелектуальної діяльності людини» [11].

Було зроблено багато спроб дати визначення поняттю «інтелект», зокрема «штучний інтелект». Однак чіткого визначення не існує. Деякі дослідники вважають, що штучний інтелект – це вміння розв'язувати задачі, які потребують певних інтелектуальних зусиль; інші розглядають його як здатність до навчання, узагальнень та аналогій; треті – як можливість здатність реагувати на нову ситуацію.

Значну частину інтелектуальних задач можна розв'язати з використанням теорії графів. Саме розв'язування пов'язане з діями над графами (орієнтованими та неорієнтованими, циклічними та ациклічними, навантаженими та ненавантаженими). У такому випадку розв'язком задач може бути вершина (або множина вершин), ребро (або множина ребер), що задовольняють певному критерію (умові), наприклад знайти каркас мінімальної вартості. Визначити такі множини можна тільки перевіркою всіх вершин (чи ребер) графа, тобто задача зводиться до пошуку в графі. Звідси випливає, що для розв'язування задач із використанням графів важливим є алгоритм обходу графа.

Використовуючи найпростіші елементи (точки, з'єднані лініями), теорія графів буде з них величезне різноманіття форм, наділяє ці форми різними властивостями, унаслідок чого стає корисним інструментом у дослідженні найрізноманітніших об'єктів. У самому понятті графа поєднуються теоретико-множинні, комбінаторні й топологічні аспекти. Це робить графів зручним засобом для формулювання та побудови моделей, ефективним інструментом виконання завдань, що відносяться до широкого кола наукових та інженерних проблем. Інколи замість поняття «граф», використовують поняття «мережа». Таким чином можна розв'язувати проблеми побудови електричних мереж, систем зв'язку і передавання даних, вибору оптимальних маршрутів і потоків у мережах тощо. При цьому ребрам (чи дугам) мережі ставиться у відповідність певні кількісні характеристики. Перевагами графів є простота й наочність. Однак існують певні складності у використанні графів, а саме вміння переформулювати умову задачі мовою графів, тобто створення графової моделі задачі. А після розв'язання задачі в межах теорії графів, результат необхідно інтерпретувати у вихідних термінах.

Розв'язування задач прикладного характеру (такими, зокрема, є оптимізаційні задачі на графах) з використанням СКМ надає можливість формування дослідницьких умінь.

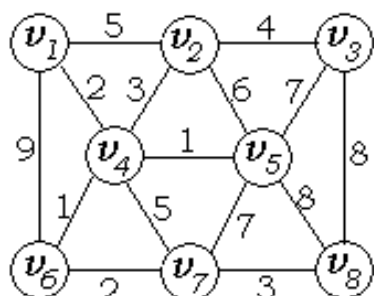
Наведемо приклад розв'язування задачі побудови каркасу мінімальної вартості за допомогою алгоритм Прима з використанням системи Махіта. Можливості використання системи Махіта для розв'язування задач оптимізації на графах досить широкі. Після подання

основних теоретичних положень з теми та алгоритму Крускала студентам пропонується такий приклад.

**Приклад.** Побудувати каркас мінімальної вартості на основі алгоритму Крускала для заданого графа.

На рис.1 зображено заданий граф і відповідну матрицю інцидентності.

Матриця інцидентності матиме вигляд:



	1	2	3	4	6		
1	0	5	*	2	*	9	*
2	5	0	4		6	*	*
3	*	4	0	*	7	*	8
4	2	3	*	0	1	1	5
5	*	6	7	1	0	*	7
6	9	*	*	1	*	0	2
7	*	*	*	5	7	2	0
8	*	*	8	*	8	*	3

Рис.1. Задання графа умови задачі та побудова матриці ваг

Далі студентам пропонується демонстраційний приклад (програмна реалізація цього завдання в середовищі СКМ Maxima). Граф задається матрицею інцидентності. Після цього студентам вказується на можливість використання функцій пакету `graphs` для розв'язування таких задач (рис.2 та рис.3), тобто використання функції для побудови каркаса мінімальної вартості `minimum_spanning_tree(g)`.

```
load(graphs)$
n:8$g:create_graph([1,2,3,4,5,6,7,8],
[[[1,2],5],[[1,4],2],[[1,6],9],
[[2,3],4],[[2,4],3],[[2,5],6],
[[3,5],7],[[3,8],8],
[[4,5],1],[[4,6],1],[[4,7],5],
[[5,7],7],[[5,8],8],
[[6,7],2],
[[7,8],3]
])$
draw_graph(g,show_weight=true,show_id=true)$
```

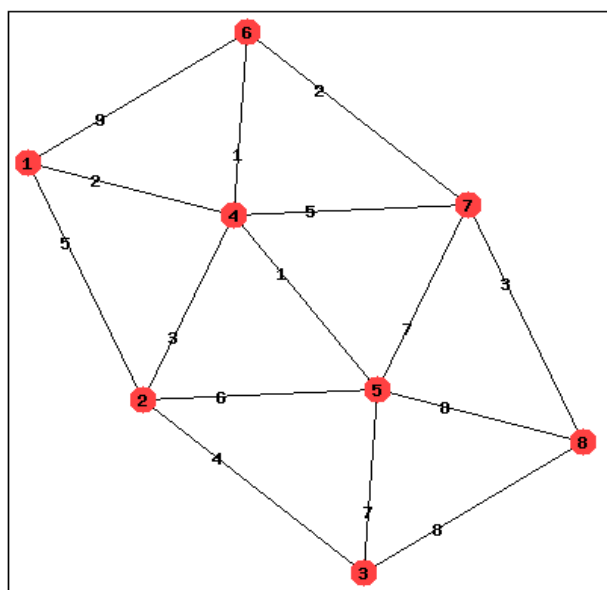


Рис.2. Результат побудови графа

```
t:minimum_spanning_tree(g) $
draw_graph(t, show_id=true) $
```

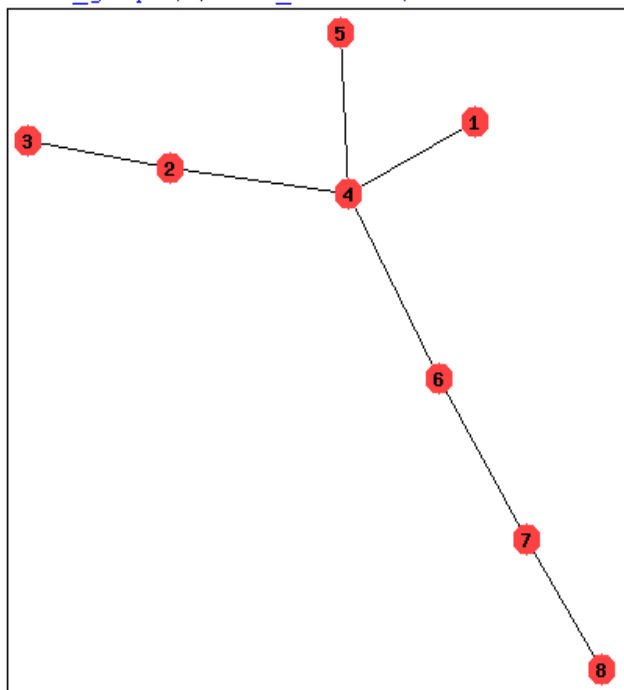


Рис.3. Побудова каркаса мінімальної вартості

Після цього студентам пропонуємо задачі практичного характеру на побудову каркаса мінімальної вартості та дослідження засобами СКМ Maxima. Це можуть бути такі задачі. Наприклад: об'єднана територіальна громада (ОТГ), до складу якої входить  $n$  населених пунктів, вирішила провести їх газифікацію. Визначити оптимальний план прокладання газових труб. Задачу розв'язати як задачу на побудову каркаса мінімальної вартості. Для цього студентам потрібно самостійно визначити відстані між усіма населеними пунктами ОТГ. За допомогою СКМ Maxima побудувати математичну модель задачі, дослідити та розв'язати її. *Зауваження.* Для кожного студента задається конкретна ОТГ. Розміри населених пунктів нехтуються.

Головне завдання студентів полягає в тому, щоб правильно побудувати модель задачі, тобто звести її розв'язування до побудови графу та знаходження в ньому каркаса мінімальної вартості.

Таким чином, використання СКМ Maxima в процесі навчання основ штучного інтелекту дає можливість студентам здійснити необхідні обчислення, а більшу частину навчального часу використати для дослідження методів розв'язування прикладних задач чи навіть їх розробки, набуття навичок побудови математичних моделей, інтерпретації та аналізу результатів обчислювального експерименту, що призводить до більш глибокого розуміння фундаментальних понять, які вивчаються.

Такий підхід сприяє формуванню в студентів самостійності, творчого, дивергентного мислення, прагнення до пізнання, а також підвищує мотивацію до навчання. У процесі дослідницької роботи в студентів формуються пошукові та науково-дослідницькі уміння – інтелектуальні, практичні, самоорганізація та самоконтроль.

Використання СКМ Maxima надає можливість забезпечити повноцінну навчально-пізнавальну, науково-дослідну діяльність, вводити інновації в навчальний процес, реалізовувати принцип міжпредметності, поєднувати самостійну роботу з різними формами колективної діяльності.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Навчальна дослідницька діяльність базується на здатності особистості до творчості, креативності, дивергентного мислення. Науково-дослідна робота студентів спрямована на оволодіння ними первинним

досвідом наукового дослідження, формування готовності до дослідницької діяльності, інформатичної культури майбутнього фахівця. Проведення досліджень із застосуванням систем комп'ютерної математики дозволяє збільшити кількість методів та поглибити їх розуміння щодо розв'язування прикладних задач.

Упровадження СКМ у процес навчання майбутніх фахівців з інформатики надає можливість активізувати навчально-пізнавальну активність студентів, сприяє розвитку їхніх творчих здібностей, математичної інтуїції та навичок здійснення дослідницької діяльності. Перспективою подальших досліджень є розширення кола дослідницьких задач, що можна розв'язувати з використанням систем комп'ютерної математики.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бугасць, Н.О. (2015). Моделивання анімаційних наочностей засобами графічного середовища програми Maxima. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 3 (47), 67-79.
2. Бугасць, Н.О. (2016). *Розвиток навчально-дослідницьких умінь студентів фізико-математичних спеціальностей у процесі навчання математичної інформатики* (дис. канд. пед. наук). НПУ імені М. П. Драгоманова, Київ.
3. Глибовець, М.М. & Олецький, О.В. (2002). *Штучний інтелект* : Підручник для студ. вищ. навч. закладів. Київ: Вид. дім «КМ Академія».
4. Гриб'юк, О. & Юнчик, В. (2016). Дослідницький підхід у навчанні з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 15, 284-298.
5. Кирсанов, М.Н. (2007). *Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы*. Москва: Издательство ФИЗМАТЛИТ.
6. Клочко, В. І. (1997). *Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі* (дис. доктора пед. наук). НПУ імені М. П. Драгоманова, Київ.
7. Кобильник, Т. П. (2008). *Системи комп'ютерної математики: Maple, Mathematica, Maxima*. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка.
8. Леонтович, А. В. (2001). Модель научной школы и практика организации исследовательской деятельности учащихся. *Школьные технологии*, 5, 146-149.
9. Осипова, Н., Вінник, М. & Тарасіч, Ю. (2014). Модель формування дослідницької компетентності у майбутніх інженерів-програмістів. *Інформаційні технології в освіті*, 20, 150-159.
10. Ракута, В. М. (2012). Система динамічної математики GeoGebra як інноваційний засіб для вивчення математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 4 (30). Відновлено з <http://www.journal.iitta.gov.ua>.
11. Спірін, О. М. (2001). *Диференційований підхід у вивченні основ штучного інтелекту в курсі інформатики фізико-математичного факультету вищого педагогічного закладу* (дис. канд. пед. наук). Житомир.
12. Триус, Ю. В. (2012). *Використання WEB-СКМ у навчанні методів оптимізації та дослідження операцій студентів математичних та комп'ютерних спеціальностей*. Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матеріали 4-ої наук.-практ. конференції. Львів: Національний університет "Львівська політехніка".
13. Шишкіна, М. П. & Когут, У. П. (2014). *Методичні рекомендації з використання хмаро орієнтованого компонента на базі системи Maxima у навчанні інформатичних дисциплін*. Дрогобич : Ред.-вид. відділ ДДПУ ім. І. Франка.

### REFERENCES (TRASLATED AND TRANSLITERATED)

1. Buhaiets, N.O. (2015). Modeling of animation visualization by means of graphical environment tools of the program Maxima. *Information Technologies and Learning Tools*, 3 (47), 67-79.

2. Buhaiets, N.O. (2016). *Development of educational and research skills of students of physical and mathematical specialties in the process of teaching mathematical informatics* (Thesis of PhD in Pedagogical sciences). NPU imeni M. P. Drahomanova, Kyiv.
3. Hlybovets, M.M. & Oletskyi, O.V. (2002). *Artificial intelligence*. Kyiv: «KM Akademiia».
4. Hrybiuk, O. & Yunchyk, V. (2016). Research approach in the study using the system of dynamic mathematics GeoGebra. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, 15, 284-298.
5. Kirsanov, M.N. (2007). *Graphs in Maple. Tasks, Algorithms, Programs*. Moscow: FIZMATLIT.
6. Klochko, V. I. (1997). *New information technologies of teaching mathematics in technical higher school* (Doctor's thesis). NPU imeni M. P. Drahomanova, Kyiv.
7. Kobylnyk, T. P. (2008). *Computer Algebra Systems : Maple, Mathematica, Maxima*. Drohobych: Editorial and publishing department of Ivan Franko State Pedagogical University.
8. Leontovich, A. V. (2001). The model of the scientific school and the practice of organizing the research activities of students. *Shkolnye tekhnologii*, 5, 146-149.
9. Osipova, N., Vinnik, M., & Tarasich, Y. (2015). The model of formation of research competence of future software engineers. *Information Technologies in Education*, 20, 150-159.
10. Rakuta, V. M. (2012). The system of dynamic mathematics GeoGebra as an innovative tool for the study of mathematics. *Information Technologies and Learning Tools*, 4 (30). Retrieved from <http://www.journal.iitta.gov.ua>.
11. Spirin, O. M. (2001). *Differentiated approach in the study of the basics of artificial intelligence in the course of computer science of the Faculty of Physics and Mathematics of higher pedagogical institution* (PhD's thesis). Zhytomyr.
12. Tryus, Yu. V. (2012). *Using WEB-SCM in optimization and operations research methods training of students of mathematics and computer science disciplines*. Innovative computer technologies in higher education : materials of the 4th scientific and practical conference. Lviv: National University "Lvivska politekhnika".
13. Shyshkina, M. P. & Kohut, U. P. (2014). *Guidelines on the use of the cloud-based component with the Maxima system in the process of computer science courses learning*. Drohobych: Editorial and publishing department of Ivan Franko State Pedagogical University.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2020.

The article was received 28 January 2020.

**Uliana Kohut, Taras Kobylnyk**

**Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University, Drohobych, Ukraine**

### **INVESTIGATIVE APPROACH IN TEACHING THE FUNDAMENTALS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE USING THE MAXIMA SYSTEM**

The article highlights the problem of the use of computer algebra systems (CAS) as a means of educational and research activities in the field of information and mathematical disciplines. The dynamism of the development of modern information technologies requires the integration of related disciplines on a common basis for them on a fundamental basis. The new type of intelligent systems should create the toolkit that will provide the educated person with the means of deeper mastery of the latest advances in computer science and science. The training of the fundamentals of artificial intelligence in the system of training computer science specialists at the pedagogical university plays a special role, since it combines both the fundamental concepts and principles of various mathematical and informational disciplines, and applied models and algorithms for their application. All this should lead to the search and introduction of new educational forms and technologies in education. One of such forms of organization of training is the research and design and research activity of students. Education at a pedagogical university should be a model of research work in the field of specialist work. The role of CAS in the preparation of bachelors in computer science and features of their pedagogical application in teaching the fundamentals of artificial intelligence are defined. The main

characteristics of CAS MAXIMA are considered and the possibilities of using this system in the process of solving intellectual problems are given. The expediency of using the Maxima system for a research approach in the process of learning the fundamentals of artificial intelligence in a pedagogical educational institution, as well as determining the perspective ways of its introduction, is substantiated. The purpose of using CAS in the process of preparing future IT specialists is to build on them the ability to successfully use information technology in their professional activities, creative approach to solving non-standard tasks, deep mastering of fundamental fundamentals of disciplines.

The prospect of further research is the expansion of a range of research tasks that can be solved with the use of computer mathematics systems.

**Key words:** higher educational institution, artificial intelligence, MAXIMA, intellectual tasks.