

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ГРІ З ПРИРОДОЮ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Андрій Братченко, Ірина Батарейна

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Анотація:

Статтю присвячено використанню теорії ігор в освітньому процесі. Розглянуто основні концепції цієї математичної галузі у розділі «Ігри з природою» та широкі можливості її застосування у сучасному світі. Наведено огляд ймовірнісних моделей стратегій на основі найпоширеніших критеріїв ігор з природою: критеріїв Вальда, Севіджа, Гурвіца. Розглянуто питання ухвалення рішень педагогом за допомогою моделі стохастичної гри з природою. Особливу увагу приділено її використанню для вирішення проблеми вибору викладачем стратегії навчання в залежності від неоднорідних можливостей здобувачів. Наведено приклад використання розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення системи прийняття рішень у грі з природою, результати комп'ютерного моделювання вирішення проблеми. Обґрунтовано доцільність застосування теорії ігор в умовах невизначеності для вибору оптимальної стратегії та зменшення витрат часу на прийняття рішень.

Ключові слова:

теорія ігор; навчальний процес; критерії прийняття рішень; методи навчання; умови невизначеності.

Resume:

Bratchenko Andrii, Batareina Iryna. Practical application of decision-making system software in the game with nature in the educational process.

The article is devoted to the use of game theory in the educational process. The basic concepts of this mathematical field in the section "Games with Nature" and the wide possibilities of its application in the modern world are considered. An overview of probabilistic models of strategies based on the most common criteria of games with nature: Wald, Savage, and Hurwitz criteria is given. This paper explores the practical application of decision-making systems software in the context of educational games that model interaction with the natural environment. The potential of using game theory as a methodological basis for the development of such games that promote the development of decision-making skills under conditions of uncertainty is considered. Particular attention is paid to the analysis of decision-making criteria that can be integrated into the software, as well as to learning methods based on game experience. The research is aimed at identifying effective approaches to the use of decision-making systems to improve the quality of the educational process by engaging students in active interaction with models of natural systems. The issue of decision-making by a teacher using the model of stochastic game with nature is considered. Particular attention is paid to its use in solving the problem of choosing a teaching strategy by a teacher depending on the heterogeneous capabilities of students. An example of the use of the developed algorithmic and software of the decision-making system in the game with nature, the results of computer modeling of the problem are presented. The expediency of applying game theory under conditions of uncertainty to choose the optimal strategy and reduce the time spent on decision-making is substantiated.

Key words:

game theory; educational process; decision-making criteria; teaching methods, conditions of uncertainty.

Постановка проблеми. Система освіти є одним з основних соціальних інститутів, діяльність якого забезпечує адаптацію нового покоління до умов реального життя. За законодавством основною метою освіти є всебічний розвиток особистості, формування здатності до самостійного прийняття рішень, професійного зростання та забезпечення рівних можливостей для розвитку та інтеграції в суспільство. (*Закон України «Про освіту», 2017*).

Сьогодні система освіти стоїть перед завданням підвищення ефективності навчального процесу, особливо в напрямку розвитку особистісного потенціалу здобувачів освіти. Поширення проблем зі здоров'ям, зниження мотивації до навчання, перевантаження навчальними програмами, відірваність від освітнього процесу пов'язані не тільки з об'єктивними умовами (воєнні дії, відсутність доступу до мережі Інтернет, навчальної літератури, недосконалістю навчальних програм), а й складнощами, з якими стикаються педагоги під час організації і проведення занять.

В Україні все більше спостерігається зміщення системи освіти в бік особистісно-орієнтованої педагогіки, тому одним з основних завдань педагога стає вибір найкращої стратегії навчання для розвитку інтересу здобувача до опанування

знань та практичного їхнього застосування для забезпечення якості освіти. Таку задачу можна вирішити, використовуючи різні методи навчання в залежності від індивідуальних особливостей здобувачів. Методи теорії ігор можуть стати потужним інструментом у прийнятті оптимальних рішень під час вибору навчальної стратегії, адже вони дозволяють моделювати різноманітні сценарії, аналізувати і мінімізувати ризики та вигоди від альтернативних підходів.

Доцільність звернення до обраної проблеми підтверджується вимогами нормативно-правових документів: Закону України «Про освіту» (2017), Указу Президента України «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року «Про Стратегію людського розвитку» (2021), розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки» (2022), Наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Стратегічного плану діяльності Міністерства освіти і науки України до 2027 року» (2024).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження теоретичних і практичних аспектів застосування теорії ігор представлені у працях багатьох науковців, серед яких А. Катренко, І. Коваленко, О. Вентцель, Н. Кунда та інші.

Вагомий внесок у розвиток цього напрямку зробили зарубіжні дослідники, зокрема Дж. Нейман, О. Моргенштерн, Г. Оуен, Е. Мулен, Дж. Данціг, Р. Ауманн, Т. Шеллінг та інші. Значна частина уваги провідних науковців у галузі теорії ігор зосереджена на аналізі стохастичних, еволюційних і динамічних повторювальних ігор. Дослідженням проблем вибору та застосування методів навчання значну увагу приділяли відомі педагоги А. Алексюк, Я.-А. Коменський, Й.-Г. Песталоцці, А. Дістервег, К. Ушинський, Л. Занков, та інші.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є дослідження сучасних підходів до використання методів теорії ігор та їхнього застосування як раціонального підходу в освіті на прикладі програмного застосування системи розрахунку методів з теорії ігор при виборі методів навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження. У математичному моделюванні оптимальні стратегії та рішення почали пропонувати ще у XVIII столітті з виникненням економічної теорії. А. Курно та Ж. Бертран у наступному столітті аналізували завдання виробництва в умовах олігополії, які згодом стали прикладами теорії ігор, французький математик Е. Борель (1871–1956) почав вивчати та систематизувати матричні ігри. Окремі фундаментальні ідеї були незалежно сформульовані А. Вальдом (1902–1950), який заклав основи нового підходу до статистичної теорії прийняття рішень.

Назва цієї галузі досліджень, на думку професорів математики Morton D. Davis та політики Steven J. Brams, може бути трохи хибною, адже теорія ігор зазвичай не має нічого спільного з веселощами чи легковажністю, часто асоційованими з іграми (Brams, Davis, 1999).

Теорія ігор, розроблена John von Neumann (Джоном фон Нейманом) і Oskar Morgenstern (Оскар Моргенштерном), була створена для вирішення економічних задач. У своїй праці «Theory of Games and Economic Behavior» (Теорія ігор та економічної поведінки) у 1944 році вони довели, що традиційна математика не відповідає потребам економіки, адже економічні відносини можна порівняти з грою, де учасники прогнозують покрокові дії один одного (Neumann, & Morgenstern, 1953). Це призвело до необхідності створення нової математичної дисципліни, яку вони назвали теорією ігор. У 1950-х роках подальший розвиток цього напрямку здійснив Джон Неш, який визначив математичні основи для аналізу конкуренції між учасниками зі змішаними інтересами.

Сьогодні теорія ігор – багатовекторна математична теорія, яка дає можливість моделювання різноманітних процесів при використанні великої кількості факторів та

критеріїв, за якими проводиться аналіз ігрових ситуацій. До основних характеристик математичних моделей ігрової ситуації належать наявність декількох учасників (*гравців*), варіабельність дій кожного гравця (*стратегій*) та чітко визначені результати цих дій, які відображають функції виграшу кожного з учасників. Спеціалізованою моделлю теорії ігор є «гра з природою», де «природа», на відміну від раціональних учасників (гравців), не має свідомих намірів, але її вплив представлений стохастичними процесами (невизначеністю, випадковістю). Тобто «природа» є узагальненим поняттям учасника гри, який не переслідує своїх цілей. За допомогою ігор з природою вірогідне моделювання можливих сценаріїв та оцінка ймовірностей різних результатів.

Прикладне застосування теорії ігор, в основному, зосереджено на вирішенні задач в економіці, менеджменті та маркетингу, політиці, а також у біології. Найбільш поширеним є використання методів теорії ігор у менеджменті та економіці. Математичні моделі з цих галузей лягли в основу для сучасних теорій оподаткування, міжнародної торгівлі, монетарної економіки та теорії виробничих організацій. Проте, як зазначає в своєму дослідженні П. Кравець, математичний апарат теорії ігор поки що не знайшов широкого застосування для прийняття рішень під час розв'язування технічних задач (Кравець, 2014, с. 129).

Сьогодні, в умовах тимчасових обмежень організації освітнього процесу, спричинених умовами воєнного стану, виникла необхідність пошуку й застосування нових підходів до навчання здобувачів у закладах вищої освіти з метою підготовки висококваліфікованих та конкурентоспроможних фахівців на ринку праці.

При організації навчального процесу викладачі постійно стикаються з проблемою оптимального вибору методів та технологій навчання, особливо у дистанційному форматі. Під час вибору взаємодії з певним контингентом здобувачів освіти необхідно обрати найбільш ефективні технології.

Методи навчання є одним з ключових елементів навчального процесу. Без належно підібраних методів педагогічної та навчальної діяльності важко реалізувати поставлені цілі та завдання, а отже, досягнути необхідних результатів. Метод навчання – комплексний об'єкт, що включає різні форми і прийоми взаємопов'язаної роботи викладача та здобувача, а також конкретні дії та операції, які сприяють ефективному виконанню навчальних завдань.

Відомий педагог, професор В. Чайка, у підготовленому ним посібнику «Основи дидактики» (2011), узагальнюючи інформацію,

викладену у дидактичній літературі, наводить перелік факторів, які впливають на вибір методів навчання. «Серед них: цілі навчання; рівень мотивації навчання; реалізація принципів і закономірностей навчання; зміст, який необхідно реалізувати; кількість і складність навчального матеріалу; рівень підготовленості здобувачів; вік і працездатність учнів; сформованість навчальних навичок; час навчання; матеріально-технічні та організаційні умови навчання; характер взаємин між учителем і учнями; кількість учнів у класі; рівень підготовленості вчителя; тип і структура заняття; специфіка предмета» (Чайка, 2011, с. 131).

У нашій статті поняття «методи навчання», тобто прийняття рішення про їхній вибір, замінимо на «стратегію», бо будемо використовувати теорію ігор, де застосовується цей термін. Основною метою теорії ігор є розуміння, як гравці можуть оптимізувати свої стратегії (рішення) для досягнення найкращих результатів. Тут «гра» являє собою формалізоване відображення стратегічної ситуації, а стратегія гравця – це набір правил, що визначають його вибір при будь-якому особистому ході, враховуючи конкретні обставини. Оптимальною є стратегія, яка дає гравцеві (у нашому випадку – викладачу) найбільший гарантований вигравш (досягнення найкращого рівня засвоєння знань).

Усі фактори, що впливають на вибір стратегії, наводити немає сенсу, бо метою статті є наочне представлення ефективності застосування теорії ігор, а не вирішення конкретного питання. Тому візьмемо фактори впливу, які дуже поширені на сьогодні у здобувачів освіти, такі як рівень підготовленості здобувачів та їхні когнітивні функції, що останнім часом знижені у певного відсотка студентів за рахунок ПТСП.

За даними спостереження служби психологічної підтримки Masaryk University (Чехія) у 98% відсотків українських студентів є ознаки ПТСП (*Інноваційні траєкторії*, 2024), за даними, наведеними у вітчизняних джерелах: дослідження «Індекс майбутнього (Індекс добробуту дітей)», яке розроблене за ініціативи Фондації Олени Зеленської та Київської Школи Економіки і за підтримки Дитячого фонду ООН (UNICEF) в Україні (*Індекс майбутнього*, 2023, с. 17) та на веб-ресурсі Міністерства охорони здоров'я України (*Веб-ресурс МОН*, 2024), такі ознаки є у 20-44% осіб. У цій статті приймемо 40%, адже знаходження показника, що відповідає дійсності – не є метою статті.

Стратегія пасивного навчання С1, відома як метод готових знань, характеризується професором науки та освітніх технологій в Університеті штату Каліфорнія Norman Herr

(Норман Герр) як «"traditional class": lecturing instructor verbalizing information to passive note-taking students. instructor is "verbal" textbook» («традиційний клас»: інструктор, який читає лекцію, вербалізує інформацію студентам, які пасивно конспектують. Викладач – це «словесний» підручник») (Herr, 2007). Здобувачам необхідно засвоїти викладену інформацію та навчитися правильно її використовувати. Цей метод досі переважає завдяки швидкості передачі інформації.

Стратегія активного навчання С2. «The instructor strives to create a learning environment in which the student can learn to restructure the new information and their prior knowledge into new knowledge about the content and to practice using it» (Стратегія активного навчання передбачає створення середовища, де здобувач може навчитися трансформувати знання та нову інформацію, а також практикувати їх використання) (McManus, 2001, с. 425). Викладач при використанні цієї стратегії стимулює активність здобувачів для пошуку варіантів рішень.

Стратегія інтерактивного навчання С3. Інтерактивне навчання відрізняється тим, що нові знання не даються в готовому вигляді. Учень повинен добути їх самостійно, що формує критичне мислення. Акцент ставиться на діалозі, співпраці між студентами та викладачем. Основними методами інтерактивного навчання є візуалізована лекція, дискусія, мозковий штурм, моделювання ситуацій, інтеграційні ігри тощо (Шевчук, Фендрих, 2005). Навчання, що ведуться за інтерактивною методикою, – як зазначають автори, – вчать через практику використовувати вміння і талант кожної окремої особи для блага цілого колективу (*Там само*, с. 26).

Застосування окремо стратегій С1, С2 та С3 залежно від можливостей кожного здобувача тут неможливе, але можна обрати найкращу стратегію для певної групи з урахуванням чинників, що впливають на результативність навчання. Використання теорії ігор з природою дозволить нам продемонструвати варіанти вирішення цього завдання.

Моделювання освітнього процесу із застосуванням теорії ігор. Методи навчання, як було вже зазначено вище, ми називаємо стратегіями – це стратегії гравця (викладача) у грі з природою. Другий учасник гри (природа) – певні фактори, які характеризують здобувачів за різними критеріями. Вище ми визначилися, що в цьому прикладі будемо розглядати рівень підготовленості здобувачів (вхідні знання) та їхні когнітивні функції. Поєднання цих характеристик будемо називати стратегіями природи, які можуть виглядати наступним чином:

31 – здобувач добре підготовлений та має досить високий рівень мислення;

32 – здобувач добре підготовлений, але має певні когнітивні порушення;

33 – здобувач з низьким рівнем підготовки, але має досить високий рівень мислення;

34 – здобувач з низьким рівнем підготовки та когнітивними порушеннями.

Наступний крок – складання матриці гри для визначення оптимальної стратегії навчання у грі з природою. Рядки матриці представляють стратегії навчання, а стовпці певні характеристики здобувачів освіти. На перетині рядків і стовпців розміщуються умовні бали оцінювання.

Бали, ще раз акцентуємо, – умовні, але їхній вибір зумовлений тим, що здобувачі освіти, які в нас позначені як 31, як правило за сприятливих обставин досягають високого рівня знань при застосуванні викладачем стратегій С1 та С2, тобто пасивного та активного навчання, але при використанні суто інтерактивного методу з огляду на різні здібності учнів середній бал дещо зменшується. Слід зазначити, що спроб класифікацій інтерактивних методів багато, але поки що немає єдиної, яка б враховувала всі критерії та характеристики. У наш час застосовується їх все більше, багато з них є експериментальними та не завжди вдалим, тому і середній бал у цій групі дещо нижчий. Метод активного навчання у здобувачів, що позначені як 32, тобто із зниженими когнітивними функціями, викликає інтерес до навчання. Вони активно включаються до діалогу, виконують завдання проблемно-пошукового характеру. Але здобувачі, позначені у нас як 31 та 32, тобто здобувачі з низьким рівнем підготовки, які в силу різних обставин (відсутність доступу до мережі інтернет, проживання на близьких до лінії зіткнення територіях, де безпека є пріоритетом, тривале лікування тощо) мають певні прогалини у знаннях, досить невпевнено себе почувають при застосуванні активних методів, а за допомогою інтерактивних методів включаються у команду, стають активними учасниками процесу, що дозволяє запобігти проявам тривожності, надмірному розумовому навантаженню.

Таблиця 1

Матриця гри

	31	32	33	34
С1	100	60	60	40
С2	100	80	40	40
С3	80	60	80	60

Стохастична невизначеність. За даними Українського центру оцінювання якості освіти (УЦОЯО) у 2024 році 14,4% учасників не склали

іспит НМТ (не складеним іспит вважається, якщо не подолати поріг хоча б з одного предмета) (*Звіт про НМТ*, с. 55). У даній статті ми не будемо детально аналізувати рівень підготовки абітурієнтів за предметами, територією тощо. Але ж із звіту УЦОЯО видно середній бал – 143,7. Якщо округлити для зручності та наочності цю цифру, можна умовно прийняти, що 80% майбутніх здобувачів вищої освіти мають достатній рівень підготовки, тоді як решта – низький. Застосуємо ці показники для наших розрахунків, тобто $P(Вп) = 0,8$, $P(Нп) = 0,2$. Серед майбутніх здобувачів з високим рівнем підготовки (Вп) половина з високим рівнем мислення (Вм), інші мають певні порушення (Кп), тому умовні вірогідності будуть виглядати наступним чином: $P(Вм | Вп) = 0,5$, $P(Кп | Вп) = 0,5$. Серед здобувачів з низьким рівнем підготовки (Нп) тих, що мають досить високий рівень мислення (Вм) 40%, відповідно з когнітивними порушеннями (Кп) 60%, тобто $P(Вм | Нп) = 0,4$, $P(Кп | Нп) = 0,6$

Розподіл ймовірностей стратегій природи буде наступним:

$$p1=P(\Pi1)=P(Вп*Вм)=P(Вп) P(Вм | Вп)=0,4$$

$$p2=P(\Pi2)=P(Вп*Кп)=P(Вп) P(Кп | Вп)=0,4$$

$$p3=P(\Pi3)=P(Нп*Вм)=P(Нп) P(Вм | Нп)=0,08$$

$$p4=P(\Pi4)=P(Нп*Кп)=P(Нп) P(Кп | Нп)=0,12$$

Математичні очікування виграшів при використанні всіх стратегій навчання:

$$) \sum_{j=1}^4 p_j * a_j, i = 1,2,3$$

Так розрахунок середнього виграшу при використанні стратегії С1 (метод готових знань) такий:

$$M(C1) = 100 \cdot 0,4 + 60 \cdot 0,4 + 60 \cdot 0,08 + 40 \cdot 0,12 = 40 + 24 + 4,8 + 4,8 = 73,6.$$

За аналогією розраховуються середні виграші при застосуванні стратегій С2 та С3.

$$M(C2) = 100 \cdot 0,4 + 80 \cdot 0,4 + 40 \cdot 0,08 + 40 \cdot 0,12 = 40 + 32 + 3,2 + 4,8 = 80.$$

$$M(C3) = 80 \cdot 0,4 + 60 \cdot 0,4 + 80 \cdot 0,08 + 60 \cdot 0,12 = 32 + 24 + 6,4 + 7,2 = 69,6.$$

$$M(C1) = 73,6, M(C2) = 80, M(C3) = 69,6.$$

Таким чином, за заданими критеріями найбільш вдалою буде стратегія С2 (активне навчання) за критерієм максимізації середнього результату

Використовуючи критерій мінімального середнього ризику за допомогою розробленого програмного забезпечення можна досягти того ж результату.

При використанні критерію мінімального середнього ризику результат буде таким самим. Матриця ризиків буде приймати вигляд, як у таблиці 2.

Таблиця 2

Матриця ризиків

	31	32	33	34
C1	0	1	1	1
C2	0	0	2	1
C3	1	1	0	0

Значення середніх ризиків стратегій $\sum_{j=1}^4 p_j * r_j$ будуть такі:

$Mr(C1) = 0,60, Mr(C2) = 0,28, Mr(C3) = 0,80$.
Мінімальний ризик при виборі стратегії активного навчання (0,28)

Застосування цього методу не гарантує оптимального рішення, але можна говорити про ймовірності того чи іншого результату.

Прийняття рішень в умовах відсутності інформації про розподіл ймовірностей стратегій природи. Якщо розподіл здобувачів за критеріями невідомий, можна розглянути найбільш поширені критерії – Вальда, Севіджа, Гурвіца.

Першим розглянемо критерій Вальда, за яким варто обирати стратегію, яка за несприятливої стратегії іншого гравця дозволить гарантувати якомога більший виграш. Визначаємо величину

$\alpha = \alpha_i = \alpha_j$ та встановлюємо, якій з стратегій А він відповідає. Бачимо, що $\alpha = (40,40,60) = 60$, тобто вибір стратегії інтерактивного навчання (C3) забезпечить рівень знань не нижче 60 балів, а інші методи навчання не виключають більш низькі показники – 40б.

Наступним застосуємо критерій Севіджа, який спрямований на мінімізацію максимальних ризиків $S = r_j$.

$S = (1,2,3) = 1$, тому потрібно використовувати стратегії C1 та C3. Стратегію C2 (активне навчання) не використовуємо через наявність більш значного ризику, який пов'язаний з категорією 33 – здобувач з низьким рівнем підготовки, але з досить високим рівнем мислення.

Критерій мінімакс заснований на крайньому оптимізмі, при цьому обирається стратегія, що дає найбільший виграш за сприятливих умов

$$S = a_j$$

Так бачимо, що $S = 100$, та цьому відповідає вибір методів пасивного та активного навчання, тобто стратегії C1 та C2.

За критерієм Гурвіца знайдемо компроміс між критеріями мінімакса та Вальда. Тому розрахуємо:

$$H = [\rho a_j + (1 - \rho) a_j]$$

де ρ – коефіцієнт песимізму ($0 \leq \rho \leq 1$), та виберемо відповідний рядок у матриці гри. Для опису подальших розрахунків значення виразу у квадратних дужках назвемо E. Максимальному оптимізму, тобто критерію мінімакса відповідає $\rho=0$, а максимальному песимізму (критерію Вальда) $\rho=1$. Чим більша шкода від вибору стратегії, тим ближче до 1 слід задавати ρ .

Таблиця 3

Дані для застосування критерію Гурвіца

	31	32	33	34	a_j	a_j
C1	100	60	60	40	40	100
C2	100	80	40	40	40	100
C3	80	60	80	60	60	80

Наприклад, приймемо $\rho = 0,85$ та розрахуємо значення E. При використанні даних таблиці 3, для стратегій C1 та C2 розрахунок буде мати вигляд: $E = 0,85 \cdot 40 + 0,15 \cdot 100 = 49$. Для стратегії C3: $E = 0,85 \cdot 60 + 0,15 \cdot 80 = 63$. Таким чином, оптимальною є стратегія інтерактивного навчання.

Застосування програмного забезпечення (програмна реалізація системи розрахунку методів з теорії ігор). Програмна реалізація виконана мовою Python з використанням бібліотеки Tkinter, інструменти котрої були застосовані для розробки інтерфейсу. Ця програма реалізує математичні розрахунки, необхідні для застосування методів «Пошуку ціни гри», «Економічної матричної гри» та «Ігор з природою».

Розроблений програмний продукт орієнтований на застосування в якості інструменту підтримки та оптимізації прийняття рішень. В його основу покладено ймовірнісні моделі стратегій на основі найпоширеніших критеріїв ігор з природою: критеріїв Вальда, Гурвіца, Байеса, Лапласа та Севіджа.

Основними завданнями програмного продукту є:

- пошук оптимальної стратегії в іграх з природою;
- скорочення часу та витрат на прийняття рішень, вибір дій, або, конкретно, вибір користувачем (гравцем) своєї стратегії;
- відображення часу, затраченого на розрахунки;
- порівняння та загальний аналіз методів теорії ігор та аналіз окремих методів при зміні параметрів.

Стартове вікно програми представлено наступним чином (рис. 1):

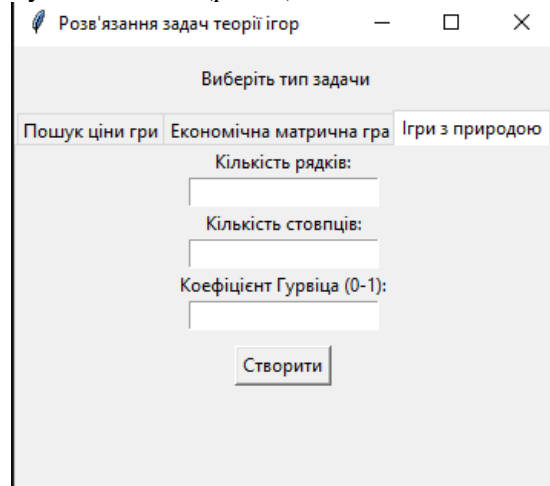


Рис. 1. Стартове вікно та вкладка програми «Ігри з природою»

Воно містить назву програми, підпис над вкладками та три вкладки, кожна з яких відповідає за свій тип задачі.

Відкрита вкладка містить поля для задання розмірності матриці та коефіцієнту Гурвіца (значення λ), кнопку для створення матриці заданого розміру.

Після натискання на кнопку «Створити», з'являються дві додаткові кнопки: «Вибір критерію» та «Графік критеріїв».

Перша дозволяє обрати бажаний критерій, за яким буде виводитися підсумок оптимальності стратегії з проміжними даними, а друга викликає графік, який демонструє статистику того, скільки раз програма вважає оптимальною той чи інший критерій. Приклад роботи програми наведений на рис. 2.

Застосовуючи це програмне забезпечення системи теорії ігор, використовуючи різні критерії, отримаємо ряд рекомендацій для вибору стратегій навчання, які були розраховані вище (рис. 3, 4).

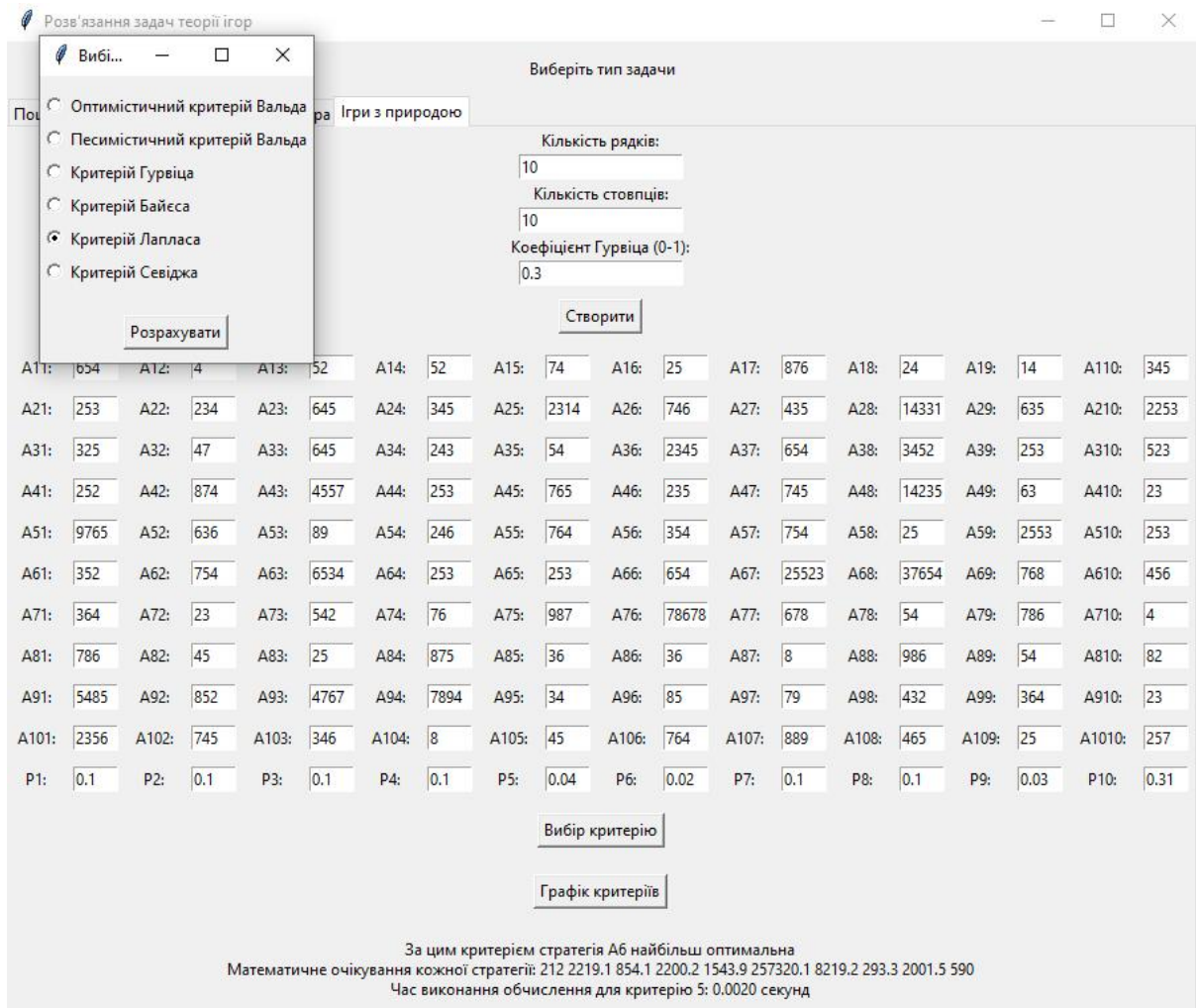


Рис. 2. Наочне представлення роботи програмного продукту

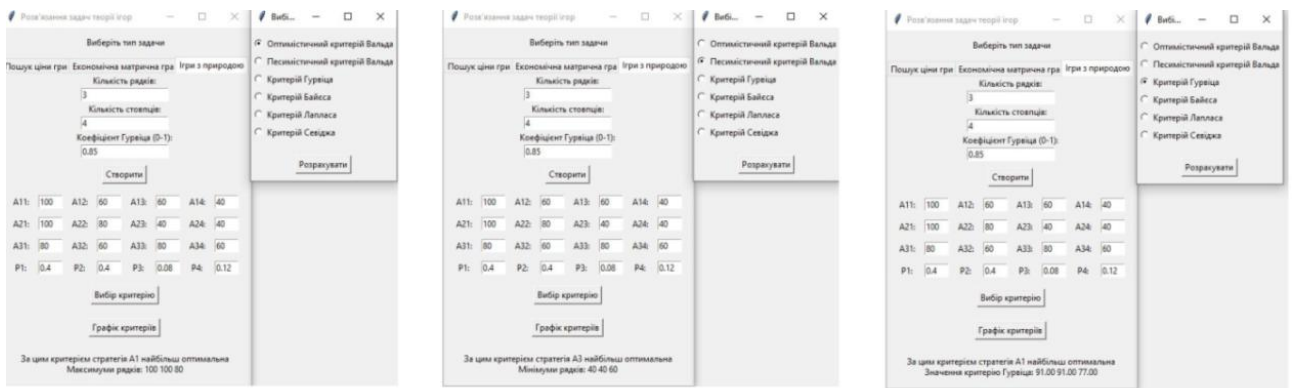


Рис. 3. Результати математичного моделювання вибору стратегії за критеріями Вальда (песимістичний та оптимістичний) та Гурвіца



Рис. 4. Результати математичного моделювання вибору стратегії за критеріями Байєса, Лапласа та Севіджа

За допомогою цієї ж програми отримуємо діаграму, зображену на рис. 5:

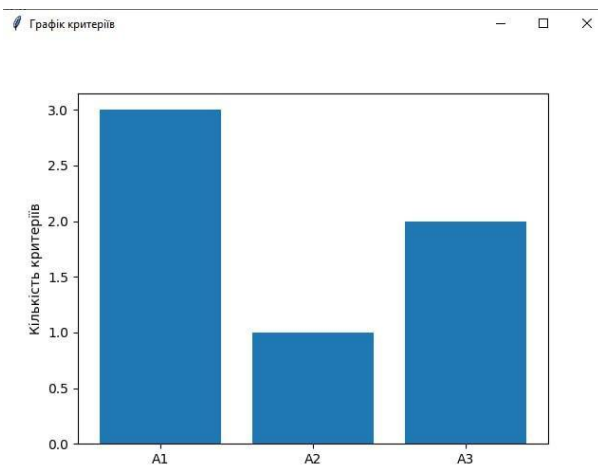


Рис. 5. Графік критеріїв

Висновки. У процесі роботи були розглянуті основні аспекти теорії ігор у розділі «Ігри з природою» та її використання в освітній сфері. Обґрунтовано доцільність застосування теорії ігор в умовах невизначеності для вибору оптимальної стратегії та зменшення витрат часу. Методи математичного моделювання сприяють

визначенню оптимальних стратегій у різних ситуаціях, тому до основних переваг використання теорії ігор у навчальному процесі належать:

1. Допомога у визначенні ситуацій (станів гри), які є ефективними, справедливими, оптимальними або рівноважними, та аналіз їхніх властивостей і способів досягнення.
2. Можливість прогнозування стратегій і дій станів природи на основі статистичних даних та розробка відповідних реакцій.
3. Сприяння вибору найкращої стратегії або дії серед кількох альтернатив.
4. Орієнтація на досягнення максимально можливого результату.

Використання цих методів на практиці дає можливість досягти максимальної ефективності навчального процесу.

Застосування цієї програмної системи дозволить не лише оптимізувати прийняття рішень, але й сприяти ефективному управлінню в різних галузях. Подальші дослідження в цьому напрямку відкривають нові перспективи не лише для теоретиків, але й для практиків, що прагнуть запровадити інноваційні підходи до вирішення складних стратегічних завдань.

Список використаних джерел

Закон України «Про освіту». (2017). *Голос України*. (178–179). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

Кравець, П.О. (2014). Адаптивні стратегії прийняття рішень у грі з природою. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі: збірник наукових праць*. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 128–134. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/apr/15989/vis673ism-128-134.pdf>

Індекс майбутнього (Індекс оброблуту дітей 2023). (2023). Пілотне дослідження добробуту дітей в Україні. URL: https://www.zelenskafoundation.org.ua/?fbclid=IwAR23e2JKhvgSHSUSHScRUJLPN8nEBz_tZGq3ofbEai2LdKJbFRaYAYJZt4

Інноваційні траєкторії розвитку психологічних служб закладів вищої освіти в умовах викликів і змін: матеріали

References

Law of Ukraine “On Education”. (2017). URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text\[in Ukrainian\]](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text[in Ukrainian])

Brams, Steven J., & Morton D. Davis. (1999). The prisoner’s dilemma in game theory in Two-person variable-sum games. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/science/game-theory/The-prisoners-dilemma> (дата звернення 26.12.2024) [in English]

Chaika, V.M. (2011). *Fundamentals of Didactics: a textbook*. Kyiv: Academvydav. Elektronne vydannia PDF. ISBN 978-617-572-012-7. [in Ukrainian]

Shevchuk, P.I. & Fenryk, P. (2005). *Interactive teaching methods: a textbook*. Szczecin, Poland: WSAP. URL: <https://www.calameo.com/books/0006593175d089d38e4ac>. [in Ukrainian]

- круглого столу в рамках II міжнар. науково-практичної конференції «Сучасна вища освіта: досягнення, виклики та перспективи розвитку в умовах невизначеності». (2024). Запоріжжя: МДПУ ім. Б. Хмельницького.
- Міністерство охорони здоров'я України. (n.d.). (2024). Кількість пацієнтів зі встановленим діагнозом ПТСР в Україні зростає. Що треба знати про посттравматичний стресовий розлад. URL: <https://moz.gov.ua/uk/kilkist-racientiv-zi-vstanovlenim-diagnozom-ptsr-v-ukraini-zrostaє-scho-treba-znati-pro-posttravmatichnij-stresovij-rozlad>
- Український центр оцінювання якості освіти. (2024). *Офіційний звіт про результати НМТ у 2024 році. Том 1*. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/ZVIT-NMT_2024-Tom-1.pdf
- Чайка, В.М. (2011). *Основи дидактики: навчальний посібник*. Київ, Україна: Академвидав. URL: <https://textbook.com.ua/pedagogika/1473451780/s-15>
- Шевчук, П.І., & Фенрих П. (2005). *Інтерактивні методи навчання: навчальний посібник*. Щецін: WSAP. URL: <https://www.calameo.com/books/0006593175d089d38e4ac>
- Brams, Steven J., & Morton D. Davis. (1999). The prisoner's dilemma in game theory in Two-person variable-sum games. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/science/game-theory/The-prisoners-dilemma> (дата звернення 26.12.2024)
- McManus, D.A. (2001). The two paradigms of education and the peer review of teaching. *NAGT Journal of Geoscience Education*. Vol. 49 (6), 423-434.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. (3rd, expanded ed., 5th printing). Princeton, NJ: Princeton University Press. (Original work published 1944) [in English]
- Herr, N. (2007). Passive vs. active learning. In *The Sourcebook for Teaching Science*. URL: <https://www.csun.edu/science/ref/pedagogy/active-passive/active-passive-learning.html> (дата звернення 26.12.2024)
- Future Index (Children's well-being index 2023): a pilot study of children's well-being in Ukraine. (2023). URL: https://www.zelenskafoundation.org.ua/?fbclid=IwAR23e2JKhvgSHSUSHScRUJLPN8nEBz_tZGq3ofbEai2LdKJbFRaYAYJZt4 [in Ukrainian]
- Herr, N. (2007). Passive vs. active learning. In *The Sourcebook for Teaching Science*. URL: <https://www.csun.edu/science/ref/pedagogy/active-passive/active-passive-learning.html> (date of application 26.12.2024) [in English]
- Innovative trajectories in the development of psychological service in higher education institutions under conditions of challenges and changes: materialy kruhloho stolu v ramkakh II mizhnar. naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Suchasna vyshcha osvita: dosyahnennya, vyklyky ta perspektyvy rozvytku v umovakh nevyznachenosti». (2024, October 5). Zaporizhia, Ukraine: Melitopol State Pedagogical University [in Ukrainian]
- Kravets, P.O. (2014). Adaptive decision-making strategies in the game with nature. U *Informatsiyni systemy ta merezhi: zbirnyk naukovykh prats* (s. 128-134). Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politehniky. [in Ukrainian]
- McManus, D.A. (2001). The two paradigms of education and the peer review of teaching. *NAGT Journal of Geoscience Education*. Vol. 49 (6), 423-434 [in English]
- Ministry of Health of Ukraine. (n.d.). The number of patients diagnosed with PTSD in Ukraine is increasing: What you need to know about post-traumatic stress disorder. URL: https://www.zelenskafoundation.org.ua/?fbclid=IwAR23e2JKhvgSHSUSHScRUJLPN8nEBz_tZGq3ofbEai2LdKJbFRaYAYJZt4 [in Ukrainian]
- Ukrainsky zentr otsinyuvannya yakosti osvity. (2024). Official report on the results of NMT in 2024 [ofitsiyniy zvit pro rezultaty NMT u 2024 rotsi] (Vol.1). URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/ZVIT-NMT_2024-Tom-1.pdf [in Ukrainian]
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. (3rd, expanded ed., 5th printing). Princeton, NJ: Princeton University Press. (Original work published 1944) [in English]

Відомості про авторів:**Братченко Андрій Сергійович**

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
Наукове Містечко, вулиця, 59, м. Запоріжжя,
Запорізька обл., 69000, Україна

Батарейна Ірина Олександрівна

shubinsur@ukr.net
Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
Наукове Містечко, вулиця, 59, м. Запоріжжя
Запорізька обл., 69000, Україна

doi: 10.33842/22195203-2025-35-136-150-157

Матеріал надійшов до редакції 21. 08. 2025 р.
Прийнято до друку 21. 09. 2025 р.

Information about the authors:**Bratchenko Andrii Serhiiovych**

Bogdan Khmelnsky Melitopol State
Pedagogical University
Scientific Town, Street 59, Zaporizhzhia,
Zaporizhzhia region, 69000, Ukraine

Batareina Iryna Oleksandrivna

shubinsur@ukr.net
Bogdan Khmelnsky Melitopol State
Pedagogical University
Scientific Town, Street 59, Zaporizhzhia,
Zaporizhzhia region, 69000, Ukraine

doi: 10.33842/22195203-2025-35-136-150-157

Received at the editorial office 21. 08. 2025.
Accepted for publishing 21. 09. 2025.