

ПЛАХТІЙ НАЗАРІЙ

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0009-0005-3927-6965>
e-mail: nazarplahtij@gmail.com

ПАСІЧНИК ОЛЕКСАНДР

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-8760-4688>
e-mail: o.a.pasichnyk@gmail.com

МАНЗЮК ЕДУАРД

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-7310-2126>
e-mail: eduard.em.km@gmail.com

СКРИПНИК ТЕТЯНА

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-8531-5348>
e-mail: tkskripnik1970@gmail.com

ПЕТРОВСЬКИЙ СЕРГІЙ

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-0590-0484>
e-mail: petrovskijs69@gmail.com

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПУЛУ ВИБІРКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН НА ОСНОВІ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

У роботі розглядається створення методу формування пулу вибіркового навчальних дисциплін на основі генетичного алгоритму та його реалізація як інформаційної системи. Актуальність дослідження полягає в зростаючому інтересі до впровадження ефективних методів управління навчальними програмами в закладах вищої освіти. Генетичні алгоритми, які вже успішно використовуються в різних галузях, надають можливість автоматизованого вибору дисциплін, що відповідають потребам студентів та меті навчання.

Ключові слова: генетичний алгоритм, спосіб формування пулу, вибіркова дисципліна.

PLAHTII NAZARII, PASICHNYK OLEKSANDR, MANZIUK EDUARD, SKRYPNYK TETIANA, PETROVSKYI SERGII
Khmelnytskyi National University

METHOD OF FORMING A POOL OF ELECTIVE COURSES BASED ON THE GENETIC ALGORITHM

This paper gives an in-depth analysis on the development and application of a method for creating a comprehensive elective course pool, which is fundamentally based on a genetic algorithm, and efficiently incorporated within an information system. The significance and extent of this research becomes prominent due to the surging interest and increased demand in employing efficacious management techniques to streamline educational curricula in higher education institutions, thereby catering to students' particular educational needs and predetermined objectives.

Genetic algorithms, which have been extensively applied and have achieved noteworthy success in a wide array of fields, have shown significant potential for an automated selection of disciplines, ultimately leading to a precise alignment with a student's individual objectives and enhancing their overall educational experience.

The study dedicates a significant portion of its focus to the implementation phases of the method. It illustrates an exhaustive analysis of the pre-existing methodologies applied in curriculum development. Furthermore, it offers a well-rounded assessment of the potentials and inherent limitations of genetic algorithms in the context of curriculum development. The research elaborates on the design and deployment of a specialized information system that efficaciously supports the automated compilation of an elective discipline pool.

A substantial part of the study also delves into conducting an empirical risk analysis, and identifies an array of key factors that weigh in on the selection of disciplines. Some of these influential factors include specific characteristics of students, availability of faculty members, accessibility and allocation of institutional resources, and various budget constraints.

The research results demonstrate that employing a genetic algorithm for curriculum formation can enhance the quality of education by providing greater individualization and alignment with students' educational needs.

Key words: genetic algorithm, method of forming a pool, elective course.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Базовою тенденцією розвитку сьогодення є широке, практично всеохоплююче запровадження інформаційних технологій зі стійким трендом до їх поглибленої інтелектуалізації. Гнучким та ефективним кібернетичним інструментом вирішення достатнього широкого кола практичних задач є генетичні алгоритми.

Іншою панівною тенденцією є широка модернізація системи освіти, переосмислення її місця та ролі у суспільному житті. Це супроводжується запровадженням нової парадигми та новітніх підходів щодо формування змісту освітнього процесу. Основним принципом сучасної вищої освіти є студентоцентризований підхід, який передбачає, з одного боку, безпосередню участь здобувача вищої освіти у формуванні власної освітньої траєкторії, а, з іншого боку, надання йому широких можливостей щодо напрямку та рівня отримуваних знань та вмінь. Практична реалізація зазначеного підходу передбачає наявність в освітній

програмі обов'язкових та вибіркових навчальних дисциплін. Для задоволення потреб здобувачів вищої освіти навчальні заклади пропонують широкий та різноманітний перелік вибіркових навчальних дисциплін, до прикладу, в Хмельницькому національному університеті їх кількість перевищує 1000. Остання обставина робить нетривіальною задачу визначення переліку вибіркових дисциплін, що додатково ускладнюється різноманітними прагненнями здобувачів вищої освіти щодо результатів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Генетичний алгоритм є одним з ключових методів оптимізації, що застосовується в широкому спектрі наукових та технічних областей [1, 2], у тому числі й в освітній галузі, зокрема в частині рішення управлінських задач. Так, одним з прикладів використання генетичного алгоритму в освітянській діяльності пов'язаний з побудовою розкладів занять [3]. Це дослідження пропонує комплексний підхід до вирішення задачі з використанням генетичного алгоритму, що дозволяє з урахуванням відповідних вимог автоматизовано формувати розклади занять для закладів вищої.

У дослідженні [4] розглянуто використання генетичного алгоритму для формування індивідуальної освітньої траєкторії студентів вищих навчальних закладів. Основна ціль даного наукового дослідження полягає у формуванні освітньої траєкторії, яка включала б тільки ті дисципліни, які розвивають унікальні компетенції. Результати цієї роботи можуть бути корисними гарантам освітніх програм в їх практичній діяльності при формуванні навчальних планів, безпосередньому формуванні освітніх програм та їх вдосконаленні.

Формулювання цілей статті

Робота присвячена реалізації студентоцентрованого підходу в частині вибіркової складової освітньої програми та полягає у створенні методу формування пулу вибіркових навчальних дисциплін на основі генетичного алгоритму. Цей метод орієнтований на здобувачів вищої освіти та дозволяє покращити навчання у закладах вищої освіти та передбачає формування пулу вибіркових дисциплін з точки зору власних прагнень та потреб здобувачів вищої освіти.

Виклад основного матеріалу

Склад вибіркових дисциплін у закладах вищої освіти визначається навчальним планом спеціальності та вимогами до її здобуття. Вибіркові дисципліни мають бути пов'язані з основними напрямками та спеціалізаціями навчання, а також відповідати профілю та вимогам ринку праці.

У загальному розумінні, склад вибіркових дисциплін може бути доволі різноманітним, але важливо дотримуватись прагнень здобувача вищої освіти щодо результатів навчання, які визначаються спеціалізованими дисциплінами, що доповнюють обов'язкові. Загальноосвітні дисципліни допомагають студентам отримати широке загальне освітнє підґрунтя, вивчити загальні принципи та закономірності, розвинути критичне мислення та аналітичні навички. Спеціалізовані дисципліни допомагають студентам засвоїти конкретні знання та навички, необхідні для роботи в певних професійних галузях.

Заклад вищої освіти розробляє освітню програму для кожної спеціальності, яка визначає загальний перелік обов'язкових і вибіркових дисциплін, що необхідні для отримання кваліфікації. Освітня програма повинна відповідати вимогам державних стандартів вищої освіти та реальним потребам ринку праці.

Формування загального переліку вибіркових дисциплін здійснюється на рівні закладу вищої освіти та містить пропозиції всіх факультетів, кафедр та викладачів.

Перш ніж почати опис роботи генетичного алгоритму, важливо ознайомитися з деякою базовою термінологією, що буде використовуватись надалі.

Популяція – це множина хромосом, що використовується для пошуку оптимального розв'язку задачі. Популяція може складатися з кількох десятків або сотень індивідуумів. У даному випадку популяція складається з певної кількості пулів вибіркових дисциплін. У свою чергу хромосома – це послідовність генетичних елементів, які кодують інформацію про характеристики індивідуума. У генетичному алгоритмі хромосома представляє кандидата на рішення задачі. В контексті задачі хромосома – це пул вибіркових дисциплін, а ген – це окрема одиниця у складі хромосоми, яка кодує конкретну характеристику індивідуума, тобто геном. В контексті даної задачі, геном є унікальна для хромосоми навчальна дисципліна, що має наступний список властивостей: факультет, кафедру, викладача та кількість кредитів ЄКТС.

Генетичний алгоритм може бути використаним для розв'язання задачі побудови бажаного пулу вибіркових навчальних дисциплін для здобувача вищої освіти. Основна ідея полягає в тому, щоб створити популяцію потенційних пулів навчальних дисциплін і використовувати еволюційний підхід, щоб знайти оптимальний пул для поданого здобувача вищої освіти.

Створення початкової популяції у такому випадку можна здійснити за допомогою випадкового вибору дисциплін з наявного пулу. Отримана популяція може містити дублікати дисциплін або ж бути недостатньо різноманітною. У такому випадку можна застосувати додаткові методи селекції, наприклад, метод турніру.

Турнірний відбір є одним з методів відбору особин у генетичному алгоритмі, який полягає у тому, щоб обрати кращих особин з декількох випадково вибраних підмножин популяції. Процес виконання турніру може бути описаний таким чином:

- випадковим чином обирається певна кількість особин з популяції;
- серед вибраних особин обирається найкраща;
- вибрана особина стає батьківською для наступного покоління.

Кількість особин, які беруть участь у турнірі, може бути встановлена заздалегідь. Зазвичай використовують значення від 2 до 10. Збільшення кількості учасників турніру збільшує ймовірність вибору кращої особини, але при цьому збільшується обчислювальна складність.

Наступним кроком після формування початкової популяції, виконується кросинговер. Схрещування або кросинговер – це операція, яка здійснюється між двома батьківськими хромосомами і призводить до створення нової хромосоми-потомка. Цей процес полягає у випадковому виборі двох батьківських особин, з яких будуть обрані певні відрізки геномів. Далі, випадково обирається точка перетину (точка ділення геному), і генетична інформація до цієї точки береться з однієї батьківської особини, а від заданої точки і до кінця геному, з іншої батьківської особини. Таким чином, створюються нові особини, що містять комбінації генів батьків.

Далі необхідно створити можливість мутації для нових особин. Мутація – це процес, в результаті якого змінюється значення одного або кількох генів на хромосомі. Мутація використовується для додавання різноманітності до популяції і забезпечення можливості виявлення оптимального розв'язку, який не був би доступний за умови використання лише схрещування. Цей процес здійснюється випадковою заміною гена на інший, що не співпадає з уже існуючими у хромосомі.

Ймовірність мутації зазвичай є значно меншою, ніж ймовірність кросинговеру, оскільки мутації повинні бути достатньо рідкісними, щоб зберегти різноманітність популяції, але й не дозволяти відхилитись від оптимального розв'язку.

Функція-приспосованості – це функція, яка оцінює якість кожної хромосоми у популяції. Функція приспосованості для задачі формування пулу вибіркового дисциплін може бути доволі складною, оскільки повинна відображати багато різних факторів, що впливають на ефективність кожної дисципліни. Один з можливих підходів до формування функції приспосованості полягає в поєднанні різних факторів, таких як:

- вимоги законодавства та стратегії університету, щодо вибіркового дисциплін;
- рівень зацікавленості, у співпраці, здобувача освіти із конкретним викладачем;
- рівень інтересу кандидата до дисципліни, що може впливати на його мотивацію та продуктивність;
- загальноуніверситетський рейтинг дисципліни;
- належність до певного факультету та кафедри.

Функція приспосованості розраховується як сума оцінок кожного з цих факторів. Також слід зазначити, що формування функції приспосованості є ітеративним процесом, тому покращується на основі аналізу результатів попередніх ітерацій та корегування ваг факторів відповідно до отриманих даних.

Розглядаючи обмеження, що обумовлені законодавством важливо відзначити те, що для отримання освітнього ступеня бакалавра необхідно успішно виконати та засвоїти навчальну програму, обсягом 240 кредитів ЄКТС, 25% яких складають вибірково дисципліни. Отже кількість годин, сформованого пулу вибіркового дисциплін, повинна дорівнювати 1800 або 60 кредитам ЄКТС.

Модуль генерації пулу вибіркового дисциплін є ключовим модулем системи. Цей модуль відповідає за генерацію пулу вибіркового дисциплін для студента на основі його вподобань.

Для генерації пулу вибіркового дисциплін модуль має такий функціонал:

- отримання даних опитування студентів - модуль отримує дані опитування, що містять інформацію про вподобання студентів,
- аналіз даних опитування - на основі даних опитування модуль аналізує вподобання студентів та формує список дисциплін, які можуть відповідати заданим вимогам.
- процес роботи генетичного алгоритму - модуль використовує функції приспосованості, кросинговеру, мутації та селекції для оцінки того, наскільки добре дисципліна відповідає вимогам студента.
- збереження результатів - модуль зберігає результати формування пулу вибіркового дисциплін.

Опитування акцентує увагу саме на визначенні основних вподобань користувача, таких як: опанування нових чи поглиблення вже існуючих компетенцій, навчальний напрям, улюблений викладач, тощо.

Для прикладу розглянемо користувача, що здобуває вищу освіту за спеціальністю для якої випусковою є кафедра філології, гуманітарно-педагогічного факультету, а сам здобувач прагне набути якомога більше компетентностей у різноманітних галузях із нахилом до напряму комп'ютерних наук. Крім того, здобувачу освіти до вподоби навчальні дисципліни вподобаного викладача. Відповідно до зазначених користувачем вимог, формуються відповіді до опитування (рис. 1). Після проходження вище зазначеного опитування користувача буде переадресовано на сторінку з результатами, тобто згенерованим пулом вибіркового дисциплін (рис. 1).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

Розроблений спосіб формування пулу вибіркового навчальних дисциплін на основі генетичного алгоритму дозволяє ефективно оптимізувати процес формування пулу, враховуючи особисті вподобання користувачів. Це сприяє підвищенню задоволеності студентів навчальним процесом та покращенню результатів їхньої освіти.

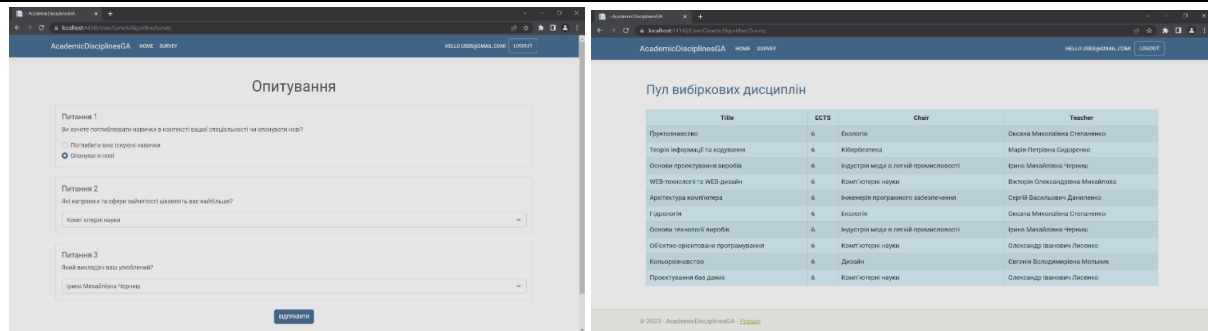


Рис. 1. Ілюстративний матеріал

Розроблена програмна система, яка імплементує запропонований спосіб формування пулу, демонструє ефективність та точність у вирішенні оптимізаційної задачі. Вона може бути використана в навчальних закладах для полегшення процесу вибору вибірових дисциплін студентами.

Подальші перспективи дослідження можуть полягати в урахуванні низки впливу додаткових чинників, як, до прикладу, рейтинг викладачів, важливість дисциплін тощо. Також можливим є розширення функціональності системи задля забезпечення максимально персоналізованого підходу до вибору навчальних дисциплін, а також впровадження інформаційної системи на основі запропонованого підходу в практичну діяльність по формуванню індивідуальних навчальних планів здобувачів вищої освіти відповідними навчальними закладами. Пропонується запровадження реалізованої інформаційної системи або принципів та підходів, покладених в її основу, в автоматизовані системи управління закладами вищої освіти.

Література

1. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту : навчально-методичний і практичний посібник. Київ : Університет економіки та права «КРОК», 2020. 86 с.
2. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. К. : «Корнійчук», 2008. 446 с.
3. Богач В. В., Шамрелюк В. В., Шпичко А. В., Мазурець О. В. Метод побудови розкладів занять за генетичним алгоритмом. Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». Хмельницький, 2021. с. 291-297.
4. Малайко А., Пасічник О., Скрипник Т. Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Вісник Хмельницького національного університету, 2022, № 6, Том 1 (315), С. 208–212. DOI: 10.31891/2307-5732-2022-315-6-208-212
5. Manziuk E. A., Barmak O. V., Krak Iu. V., Pasichnyk O. A., Radiuk P. M., Mazurets O. V. Semantic alignment of ontologies meaningful categories with the generalization of descriptive structures. Problems in programming. 2022. Vol. 3, No. 4. P. 355-363. DOI: <https://doi.org/10.15407/pp2022.03-04.355>
6. Суприган О.І., Ваховська Л.М. Комбінування генетичних алгоритмів в елементах штучної нейронної мережі. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 2019, Том 37, № 1, С. 5–10. DOI: 10.31649/1681-7893-2019-37-1-5-10
7. Kovalyshyn, O. S. Neuro fuzzy genetic algorithm of optimization of rehabilitation procedures. Scientific Papers (Ukrainian Academy of Printing) 2, no. 57 (2018): 72–81. DOI: 10.32403/1998-6912-2018-2-57-72-81.

References

1. Trotsko V.V. Metody shtuchnoho intelektu : navchalno-metodychnyi i praktychnyi posibnyk. Kyiv : Universytet ekonomiky ta prava «KROK», 2020. 86 s.
2. Kononiuk A.Iu. Neironni merezhi i henetychni alhorytmy. K. : «Korniichuk», 2008. 446 s.
3. Bohach V. V., Shamreliuk V. V., Shpychko A. V., Mazurets O. V. Metod pobudovy rozkladiv zaniat za henetychnym alhorytmom. Zbirnyk naukovykh prats za materialamy XIII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni problemy kompiuternykh nauk APKN-2021». Khmelnytskyi, 2021. s. 291-297.
4. Malaiko A., Pasichnyk O., Skrypnik T. Metod pobudovy optymalnoi osvithoi traektorii zdobuvachiv vyshehoi osvity. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu, 2022, № 6, Tom 1 (315), S. 208–212. DOI: 10.31891/2307-5732-2022-315-6-208-212
5. Manziuk E. A., Barmak O. V., Krak Iu. V., Pasichnyk O. A., Radiuk P. M., Mazurets O. V. Semantic alignment of ontologies meaningful categories with the generalization of descriptive structures. Problems in programming. 2022. Vol. 3, No. 4. P. 355-363. DOI: <https://doi.org/10.15407/pp2022.03-04.355>
6. Supryhan O.I., Vakhovska L.M. Kombinuvannya henetychnykh alhorytmiv v elementakh shtuchnoi neironnoi merezhi. Optyko-elektronni informatsiino-enerhetychni tekhnolohii, 2019, Tom 37, № 1, S. 5–10. DOI: 10.31649/1681-7893-2019-37-1-5-10
7. Kovalyshyn, O. S. Neuro fuzzy genetic algorithm of optimization of rehabilitation procedures. Scientific Papers (Ukrainian Academy of Printing) 2, no. 57 (2018): 72–81. DOI: 10.32403/1998-6912-2018-2-57-72-81.