

Методика впровадження технологій штучного інтелекту в процес рекрутингу в Збройних Силах України

Methodology for Implementing artificial Intelligence technologies in the recruitment process of the Armed Forces of Ukraine

Олександр Сампір^A

Corresponding author: доктор філософії, начальник науково-дослідного відділу, інституту логістики та підтримки військ (сил), e-mail: sampir1984@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3564-1997

Ілона Сампір^A

старший науковий співробітник кафедри менеджменту персоналу і підготовки військ (сил), e-mail: sampir1986@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3194-893X

Анна Федоренко^B

студентка магістратури, e-mail: fedorenkoanna197@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8254-7045

Oleksandr Sampir^A

Corresponding author: PhD, Head of the Research Department of the Institute of Logistics and Support of Troops (Forces), e-mail: sampir1984@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3564-1997

Iлона Sampir^A

Senior Research Fellow of the Department of Personnel Management and Troop (Forces) Training, e-mail: sampir1986@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3194-893X

Anna Fedorenko^B

master's student, e-mail: fedorenkoanna197@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8254-7045

^A Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

^B Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, м. Київ, Україна

^A National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^B State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine

Received: April 11, 2025 | Revised: April 20, 2025 | Accepted: April 30, 2025

DOI: 10.33445/sds.2025.15.2.5

Мета роботи: є пошук дієвих способів та інноваційно науково-технічних рішень для підвищення ефективності процесу пошуку та відбору кандидатів на військову службу в ході рекрутингу в Збройних Силах України.

Метод дослідження: метод аналізу та прогнозування на основі машинного навчання із застосуванням алгоритму Random Forest для визначення найкращих кандидатів на військову службу відповідно до заданої посади.

Результати дослідження: розроблено, навчено та протестовано модель машинного навчання, яка виконує пошук та відбір найкращого кандидата на військову службу на основі їхніх характеристик.

Тип статті: науково-практична.

Purpose: is the search for effective methods and innovative scientific and technical solutions to increase the efficiency of the process of searching and selecting candidates for military service during recruitment in the Armed Forces of Ukraine.

Method: a machine learning-based analysis and forecasting method using the Random Forest algorithm to identify the best candidates for military service according to a given position.

Findings: developed, trained, and tested a machine learning model that searches and selects the best candidate for military service based on their characteristics.

Papertype: scientific and practical.

Ключові слова: рекрутинг, пошук та відбір кандидатів, автоматизація процесу прийняття рішень, система, алгоритм, машинне навчання, штучний інтелект, неймережа, мова програмування Python.

Key words: recruiting, candidate search and selection, decision-making process automation, system, algorithm, machine learning, artificial intelligence, neural network, Python programming language.

Вступ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій відкриває широкі можливості для підвищення ефективності процесів у різних сферах діяльності, зокрема у військовій галузі. Інтеграція високотехнологічних рішень у повсякденну та службову діяльність дозволяє суттєво скоротити часові витрати на виконання рутинних завдань, а також підвищити якість управлінських рішень завдяки більш точному аналізу даних. Особливої актуальності набуває впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН) у сферу військового рекрутингу, що зумовлено необхідністю оперативного та ефективного добору кадрів в умовах зростання загроз національній безпеці та обмеженості людських і матеріальних ресурсів.

У межах даного дослідження проаналізовано потенціал застосування алгоритмів машинного навчання, зокрема методу Random Forest, з метою автоматизації процесу пошуку та відбору кандидатів на військову службу у Збройних Силах України. Реалізація запропонованого підходу дозволяє забезпечити підвищення об'єктивності ухвалення рішень, покращення точності відбору персоналу та загальне підвищення ефективності функціонування системи кадрового забезпечення в оборонному секторі.

Теоретичні основи дослідження

Упродовж останніх років спостерігається інтенсивне зростання інтересу до застосування технологій ШІ та МН у сфері рекрутингу та кадрового відбору. Особливої актуальності це питання набуває в межах військових організаційних структур, де забезпечення ефективного добору персоналу є одним із пріоритетних завдань в умовах динамічних змін глобального безпекового середовища, а також безпосередньо під час участі у бойових діях.

Дослідження з проблематики застосування алгоритмів машинного навчання у процесах рекрутингу збройних сил ґрунтуються на низці сучасних підходів, серед яких особливе місце займають методи класифікації, зокрема алгоритм Random Forest. У роботі [1] здійснено аналіз сучасних практик використання цифрових інструментів штучного інтелекту в системі підбору персоналу, а також окреслено перспективи подальшого розвитку наукових засад цифровізації рекрутингових процесів в Україні. Підкреслено необхідність глибшого дослідження ефективності зазначених практик, а також їх адаптації до національного контексту.

У роботі [2] розглядається застосування штучних нейронних мереж у процесі управління персоналом, зокрема в контексті пошуку релевантних кандидатів на вакантні посади. Автор пропонує використовувати нейронні мережі для автоматизованого аналізу резюме, ранжування кандидатів за рівнем кваліфікації, а також створення алгоритмів машинного навчання з метою оптимізації перевірки анкетних даних. У дослідженні використано згорткові нейронні мережі та генетичні алгоритми як метод навчання, розроблено підхід до визначення оптимальної структури хромосом.

У публікації [3] досліджуються теоретико-методологічні основи функціонування інтелектуальних систем добору кадрів у корпоративному секторі. Акцентовано, що такі системи мають не замінювати, а якісно доповнювати діяльність фахівців кадрових служб. Проаналізовано особливості структури управлінських рівнів, диференціацію між поняттями "персонал" і "кадри", а також визначено роль інтелектуальної системи добору в забезпеченні ефективного HR-менеджменту.

У роботі [4] розкрито концепцію системи управління персоналом, представлено порівняльний аналіз моделей її побудови, а також проаналізовано особливості їх застосування в організаціях різного типу. Висвітлено вплив цифровізації на трансформацію HR-процесів, зокрема висунуто вимоги до професійних компетентностей персоналу в умовах автоматизації. Узагальнено тенденції у сфері підбору персоналу, зокрема впровадження інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності функціонування кадрових служб.

У дослідженні [5] проаналізовано можливості впровадження систем ШІ в управлінській діяльності в контексті підвищення продуктивності та ефективності управлінських рішень. Визначено, що ШІ відкриває нові горизонти у сфері HR, зокрема у процесах рекрутингу, онбордингу, управління талантами, стратегічного планування кар'єри та змін. Особлива увага приділена ролі ШІ в аналітичному супроводі прийняття рішень, що мінімізує вплив суб'єктивних чинників.

У статті [6] обґрунтовано доцільність впровадження цифрових інструментів управління персоналом для забезпечення стійкості організацій у кризових умовах, зокрема в період воєнних дій. Розглянуто потребу адаптації персоналу до роботи в умовах війни, впровадження

мотиваційних заходів з утримання ключових кадрів, а також запобігання їхньому відтоку. Виокремлено ключові компетентності персоналу, що забезпечують ефективність функціонування організації в умовах кризи, а також окреслено проблеми управління персоналом у дистанційному форматі із застосуванням соціально-психологічних підходів.

Таким чином, узагальнення теоретичного та прикладного доробку свідчить про доцільність і перспективність використання технологій ШІ та МН у процесах рекрутингу для потреб Збройних Сил України. Це дозволяє значно підвищити ефективність системи кадрового забезпечення, забезпечити оперативність добору кадрів, зменшити вплив людського фактора та адаптуватися до нових викликів безпекового середовища.

Постановка проблеми

Сучасна безпекова ситуація, зокрема в умовах збройної агресії проти України, вимагає оперативної адаптації системи військового управління до динамічних і багатовимірних викликів. У цьому контексті особливої уваги набуває питання удосконалення системи комплектування Збройних Сил України, оскільки ефективність бойових і управлінських структур значною мірою залежить від якісного відбору особового складу.

Попри наявність інформаційно-аналітичних систем обліку та підтримки прийняття рішень, процес рекрутингу в секторі безпеки та оборони здебільшого залишається трудомістким, недостатньо автоматизованим і суттєво залежним від суб'єктивного фактору. У зв'язку з цим зростає потреба у впровадженні сучасних цифрових технологій, зокрема ШІ та МН, з метою підвищення точності, оперативності та об'єктивності процедур відбору кандидатів на військову службу.

Наукова проблема полягає в тому, що, незважаючи на наявність позитивного міжнародного досвіду використання технологій машинного навчання в сфері управління людськими ресурсами, в Україні наразі відсутні систематизовані підходи до їх впровадження саме в контексті військового рекрутингу. Актуальним є дослідження методологічних основ застосування інструментів МН у межах військової організації, а також оцінка їх ефективності в умовах гібридної війни та високої динаміки бойових дій.

Метою статті є обґрунтування доцільності впровадження машинного навчання, зокрема алгоритму Random Forest, у процесі пошуку та відбору кандидатів на військову службу, а також розробка відповідної моделі для автоматизації рекрутингових процедур. Дослідження спрямоване на виявлення можливостей підвищення ефективності системи комплектування Збройних Сил України шляхом використання інтелектуального аналізу даних, що дозволить забезпечити об'єктивність, швидкість і обґрунтованість прийняття рішень щодо укомплектування підрозділів бойовими кадрами.

Результати

Обґрунтування вибору моделі машинного навчання

У контексті удосконалення процесу рекрутингу в Збройних Силах України доцільним є застосування алгоритмів машинного навчання, зокрема методу опорних векторів (Support Vector Machine, SVM) [7]. Обрання цієї моделі може бути обґрунтоване з кількох ключових позицій.

По-перше, SVM демонструє високу ефективність класифікації навіть у випадках роботи зі складними та неоднорідними даними. У сфері військового рекрутингу, де аналізу підлягають великі масиви інформації про кандидатів із різним рівнем підготовки, досвіду, освіти, особистісних якостей і фізичних характеристик, здатність моделі точно диференціювати релевантних кандидатів є критично важливою.

По-друге, алгоритм забезпечує ефективну роботу з великими обсягами вхідних даних.

У військовій сфері обробка значних масивів інформації — звична практика, і здатність SVM ефективно функціонувати в таких умовах є однією з його суттєвих переваг.

По-третє, модель характеризується гнучкістю в обробці як лінійно, так і нелінійно розподілених даних. Це дозволяє здійснювати аналіз різноманітних типів ознак кандидатів без попереднього перетворення структури даних, що забезпечує ширші можливості моделювання реальних сценаріїв прийняття рішень.

По-четверте, SVM здатна ефективно працювати навіть з обмеженими за обсягом вибірками, що є важливою перевагою під час аналізу спеціалізованих категорій кандидатів, для яких може бракувати достатньої кількості емпіричних даних.

Таким чином, алгоритм SVM має низку характеристик, які роблять його перспективним інструментом для застосування у військовому рекрутингу: він дозволяє ефективно класифікувати дані високої складності, працює з невеликими вибірками, а також підтримує як лінійні, так і нелінійні зв'язки між змінними.

Разом із тим, результати моделювання, проведеного в межах даного дослідження, свідчать про відносно нижчу точність моделі SVM (93,2 %) порівняно з алгоритмом Random Forest (97,3 %), що зумовлює доцільність подальшого використання останнього як більш ефективного інструменту автоматизованого добору кандидатів на військову службу.

```

=> === Random Forest Metrics ===
Accuracy: 0.972972972972973
Confusion Matrix:
[[ 3  0  0  0  0  0  0]
 [ 0  2  0  0  0  0  0]
 [ 0  0  5  0  0  0  0]
 [ 0  0  0  1  0  0  0]
 [ 0  0  0  0  7  0  0]
 [ 0  0  0  0  2 50  0]
 [ 0  0  0  0  0  0  4]]
Classification Report:

```

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	3
1	1.00	1.00	1.00	2
2	1.00	1.00	1.00	5
3	1.00	1.00	1.00	1
4	0.78	1.00	0.88	7
5	1.00	0.96	0.98	52
6	1.00	1.00	1.00	4
accuracy			0.97	74
macro avg	0.97	0.99	0.98	74
weighted avg	0.98	0.97	0.97	74

Рисунок 1. Класифікаційний звіт моделі Random Forest.

Крім того, аналіз за допомогою матриці плутанини та класифікаційного звіту показав, що Random Forest краще справляється з класифікацією рідкісних класів, що є критично важливим у контексті рекрутингу, де певні категорії кандидатів мають менше представників. Наприклад, для класів 4 та 6 Recall у Random Forest досягав 100%, тоді як у SVM лише 57% і 75% відповідно.



```

=== SVM Metrics ===
Accuracy: 0.9324324324324325
Confusion Matrix:
[[ 3  0  0  0  0  0  0]
 [ 0  2  0  0  0  0  0]
 [ 0  0  5  0  0  0  0]
 [ 0  0  1  0  0  0  0]
 [ 0  0  0  0  4  3  0]
 [ 0  0  0  0  0 52  0]
 [ 0  0  0  0  0  1  3]]
Classification Report:
              precision    recall  f1-score   support

     0           1.00         1.00         1.00         3
     1           1.00         1.00         1.00         2
     2           0.83         1.00         0.91         5
     3           0.00         0.00         0.00         1
     4           1.00         0.57         0.73         7
     5           0.93         1.00         0.96        52
     6           1.00         0.75         0.86         4

 accuracy          0.93         0.93         0.93         74
 macro avg         0.82         0.76         0.78         74
 weighted avg      0.93         0.93         0.92         74

```

Рисунок 2. Класифікаційний звіт моделі SVM.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика моделей Random Forest та SVM

Метрика	Random Forest	SVM
Accuracy	0.97	0.93
Macro avg F1-score	0.98	0.78
Weighted avg F1-score	0.97	0.92
Recall (class 5)	0.96	0.90
Recall (class 4)	1.00	0.57
Recall (class 6)	1.00	0.75

За результатами проведеного порівняльного аналізу моделей машинного навчання встановлено, що алгоритм *Random Forest* демонструє перевагу над *Support Vector Machine* (SVM) за всіма ключовими метриками класифікації. Зокрема, модель *Random Forest* досягла вищого показника загальної точності (97,3 % проти 93,2 %), а також забезпечила кращі результати за показниками повноти (*recall*), точності (*precision*) та F1-міри для більшості класів.

З урахуванням високої точності, стійкості до дисбалансу класів та узгодженості результатів, *Random Forest* обґрунтовано обрано як базову модель для розв'язання задачі класифікації кандидатів на військову службу.

Підготовка даних для навчання моделі передбачає проходження кількох ключових етапів:

1. **Збір даних:** Формується вибірка з релевантною інформацією про потенційних кандидатів. До набору даних можуть входити відомості про рівень освіти, військовий або професійний досвід, фізичні характеристики, психометричні тести, спеціальні

навички тощо.

2. **Очищення даних:** Зібрані дані проходять попередню обробку — усунення дублікатів, заповнення або вилучення пропущених значень, виявлення та усунення помилкових записів.
3. **Кодування категоріальних змінних:** Усі нечислові (категоріальні) ознаки, такі як рівень освіти, тип військової спеціальності тощо, трансформуються в числовий формат. Для цього можуть застосовуватись техніки, зокрема *One-Hot Encoding* або *Label Encoding*.
4. **Масштабування ознак:** Хоча *Random Forest* менш чутливий до масштабування вхідних змінних, нормалізація даних може сприяти уникненню потенційного перекосу при порівнянні ознак з різними діапазонами значень.
5. **Розподіл на вибірки:** Вибірка ділиться на навчальний та тестовий набори. Перший використовується для тренування моделі, другий — для перевірки її узагальнюючої здатності.
6. **Відбір ознак:** Ідентифікація найбільш інформативних ознак, що мають значний вплив на результат моделювання. До таких можуть належати рівень освіти, наявність військової підготовки, попередній бойовий досвід, результати фізичних випробувань тощо.
7. **Підготовка до моделювання:** Дані структуруються у формат, придатний для аналізу алгоритмом *Random Forest* — зазвичай у вигляді матриці ознак з відповідними класами цільової змінної.

Для об'єктивного оцінювання ефективності моделі необхідно застосовувати комплекс показників класифікації, зокрема:

- **Точність (Accuracy)** — частка правильно класифікованих випадків серед загальної кількості;
- **Чутливість (Recall/Sensitivity)** — здатність моделі правильно ідентифікувати позитивні випадки;
- **Специфічність (Specificity)** — здатність правильно визначати негативні випадки;
- **Позитивна/негативна передбачуваність (PPV/NPV)** — вірогідність того, що класифіковані випадки дійсно належать до свого класу.

Крім того, доцільно використовувати **матрицю плутанини (Confusion Matrix)** для кількісної оцінки кількості правильних і неправильних класифікацій за кожним класом, що дозволяє виявити слабкі сторони моделі в контексті конкретних категорій.

Для візуалізації взаємозв'язку між чутливістю та специфічністю рекомендується побудова **ROC-кривої (Receiver Operating Characteristic Curve)** з розрахунком **AUC (Area Under the Curve)** — інтегрального показника якості класифікації.

Крос-валідація є важливим етапом для оцінювання стабільності та надійності моделі. Метод полягає у багаторазовому поділі навчальної вибірки на підмножини з подальшим навчанням на одній частині та тестуванням на іншій, що дозволяє зменшити ймовірність переобучення та підвищити узагальнюючу здатність моделі.

Додатково може бути сформовано **контрольний набір**, що не використовувався на жодному з етапів навчання або валідації, і призначений для перевірки ефективності моделі на нових, невідомих даних. Це дозволяє оцінити її реальну практичну придатність.

Фінальним етапом валідації моделі є її тестування на реальних кейсах військового рекрутингу, що дозволяє перевірити відповідність результатів алгоритму вимогам та критеріям відбору, прийнятим у Збройних Силах України.

Для технічної реалізації запропонованого підходу обрано мову програмування **Python** — універсальний інструмент із широким спектром можливостей, що ідеально підходить для задач машинного навчання [8]. Її переваги:

- простий та зрозумілий синтаксис, який забезпечує легкість освоєння та читання коду;

- розвинена екосистема бібліотек (*Scikit-learn, Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn* тощо), що дозволяє ефективно реалізовувати завдання аналізу даних, моделювання та візуалізації;
- гнучкість інтеграції з іншими мовами програмування та платформами;
- придатність для швидкої розробки прототипів та експериментування з різними підходами.

Попри численні переваги, мова програмування **Python** має низку обмежень, що можуть впливати на ефективність її застосування в реальних завданнях [8].

По-перше, **швидкодія Python поступається** скомпільованим мовам, таким як *C++* або *Java*. Це зумовлено тим, що Python є інтерпретованою мовою, тобто кожен рядок коду виконується поетапно за участі інтерпретатора, що уповільнює загальний час виконання програм.

По-друге, **високе споживання оперативної пам'яті** та особливості механізму збирання сміття можуть ускладнювати використання Python у задачах, що потребують інтенсивної обробки даних. Динамічна типізація змінних і відсутність компіляції під час написання коду часто призводять до збільшення обсягів використаної пам'яті порівняно зі скомпільованими мовами.

По-третє, **гнучкість у зміні типів даних змінних під час виконання програми**, без необхідності їх попереднього оголошення, хоч і спрощує розробку та підвищує зручність використання, проте створює ризики виникнення логічних помилок і непередбачуваної поведінки коду в процесі виконання.

Водночас, **Python є провідною мовою програмування у сфері штучного інтелекту та машинного навчання**, що пояснюється розвинутою екосистемою бібліотек і фреймворків. Такі інструменти, як *NumPy, Pandas, Scikit-learn, TensorFlow* та *PyTorch* забезпечують потужні можливості для аналізу великих обсягів даних, реалізації алгоритмів глибокого навчання та побудови складних моделей.

Крім того, Python вирізняється **високою масштабованістю**, що є критично важливою для реалізації обчислювально складних проєктів. Завдяки підтримці паралельних обчислень і багатоядерної обробки, зокрема за допомогою таких бібліотек, як *Dask, Joblib* або *Ray*, Python дає змогу ефективно розподіляти обчислювальні навантаження між ядрами процесора чи окремими вузлами в розподілених системах.

Особливу роль відіграє **візуалізація даних**, що є невід'ємною частиною процесу аналізу та інтерпретації результатів машинного навчання. Для цього використовуються потужні бібліотеки Python — *Matplotlib, Seaborn, Plotly, Altair, ggplot* — які забезпечують створення інформативних, інтерактивних графіків, діаграм та теплових карт.

У межах проведеного дослідження було розроблено модель машинного навчання, яка автоматизує процес пошуку та відбору найбільш придатного кандидата для військової служби. Алгоритм реалізовано на мові програмування Python із використанням вищезазначених бібліотек. Схематичне представлення процесу навчання моделі наведено на рисунку 3.

Для побудови моделі машинного навчання вхідні дані були позначені як X (множина вхідних ознак) та Y (цільові мітки). Етап виділення ознак відповідає за попередню обробку вхідних даних та їх перетворення у формат, придатний для подальшого аналізу алгоритмами машинного навчання. Формально, цей процес може бути описаний функцією $h(x)$, яка трансформує ознаки з метою підвищення ефективності навчання.

Модель машинного навчання приймає перетворені ознаки та здійснює прогнозування результатів y^{\wedge} на основі вхідних даних. У процесі навчання використовується **метрика якості**, яка відіграє ключову роль в оцінюванні точності моделі. Цей компонент порівнює прогнозовані значення y^{\wedge} з фактичними y , формує зворотний зв'язок і передає його до алгоритму навчання з метою оптимізації ваг моделі w^{\wedge} .

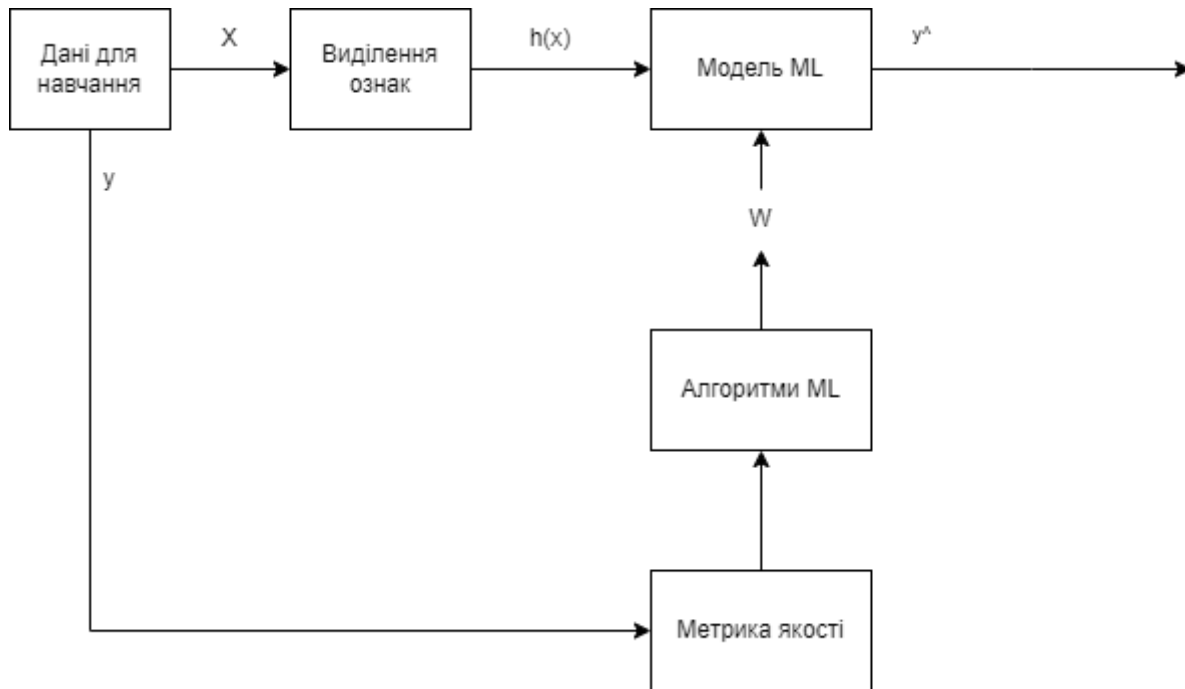


Рисунок 3 – Схема процесу машинного навчання

Типова практика передбачає поділ вибірки на навчальну та тестову у співвідношенні 80:20, де 80% даних використовується для навчання, а 20% — для оцінки ефективності моделі.

Переваги контрольованого навчання полягають у його здатності точно моделювати закономірності та приймати рішення на основі структурованих даних. Такий підхід дає змогу будувати складні моделі, які забезпечують високу точність прогнозів. Наявність навчальних даних із мітками є критично важливою для ефективного засвоєння взаємозв'язків між вхідними ознаками та очікуваними результатами.

Водночас контрольоване навчання має низку обмежень. Зокрема, зміщення (bias) у навчальних даних може спричинити несправедливі або хибні прогнози. Крім того, модель суттєво залежить від якісних позначених даних, отримання яких є трудомістким та ресурсозатратним процесом [9].

Для прикладного впровадження результатів дослідження було розроблено веб-застосунок "Candidate Management System", що автоматизує процес пошуку та відбору кандидатів на основі аналізу їхніх персональних характеристик. Рисунок 4 ілюструє стартову сторінку веб-інтерфейсу зазначеного застосунку.

Розроблений веб-додаток виконує дві основні функціональні задачі:

1. **Додавання нових кандидатів** — забезпечує можливість рекрутерам вводити персоналізовану інформацію про кандидатів, зокрема вік, рівень освіти, громадянство, професійну орієнтацію тощо. Уся введена інформація автоматично зберігається у базі даних для подальшого аналізу та використання в системі прийняття рішень.
2. **Пошук оптимального кандидата** — базуючись на результатах роботи навченої моделі машинного навчання, система виконує аналітичне порівняння параметрів кандидатів із вимогами до конкретної посади. На основі вагових коефіцієнтів (таких як відповідність рівня освіти, стан здоров'я, громадянство тощо), користувач отримує рекомендацію щодо найбільш релевантного кандидата.

Інтерфейс веб-додатку реалізує початкову сторінку навігації, що дає змогу користувачеві обрати один із напрямів роботи в системі — додавання нових даних або виконання пошуку.

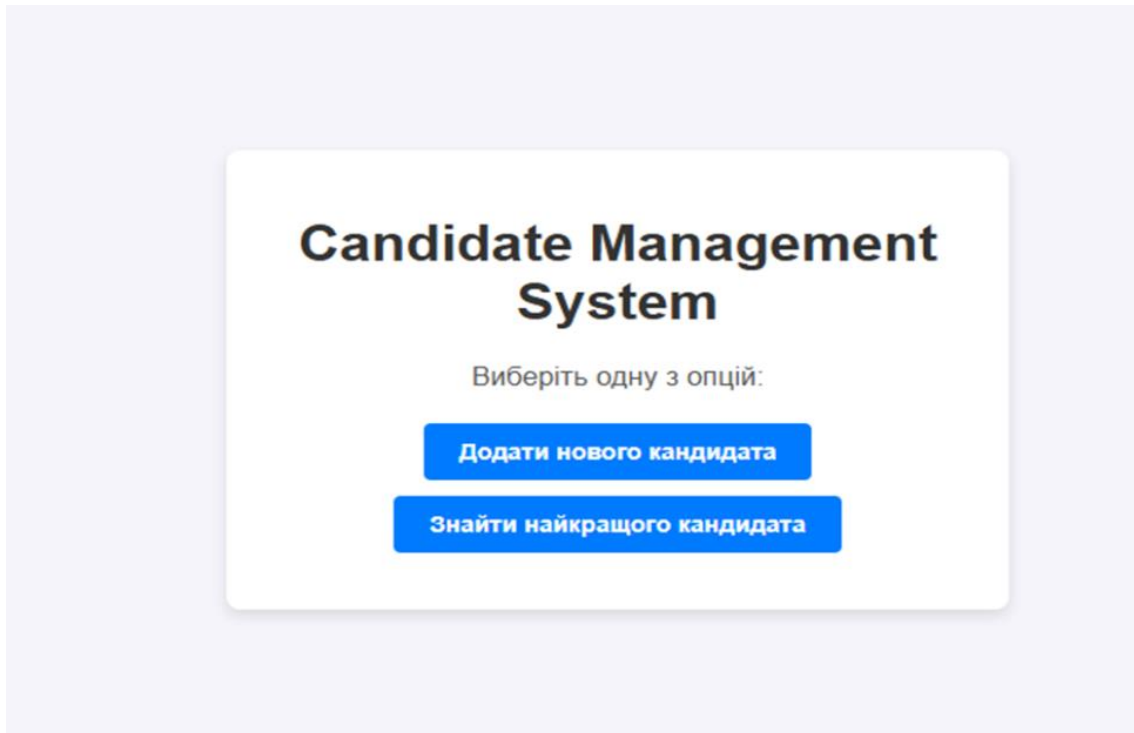
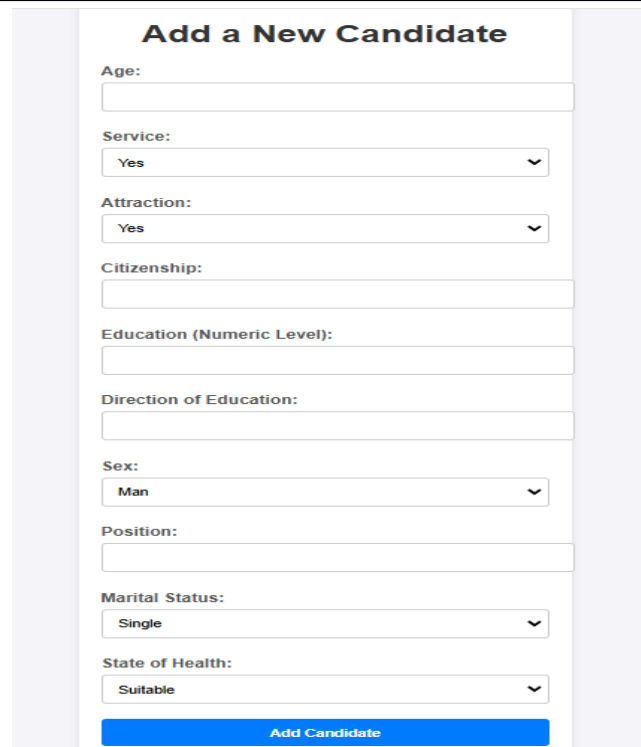


Рисунок 4 – Сторінка для входу в Інтерфейс веб-додатку “Candidate Management System” для тестування

Система спрямована на підвищення ефективності діяльності рекрутингових центрів та підрозділів з кадрової роботи. Її основною метою є оптимізація та автоматизація процесу прийняття рішень під час комплектування підрозділів Збройних Сил України та інших складових Сил оборони.

Рисунок 5 демонструє форму для введення інформації про нового кандидата у веб-додатку “Candidate Management System”. Дана форма призначена для збору базових персональних характеристик. Її елементи включають:

- **Age (вік)** – числове поле для введення віку кандидата;
- **Service (стаж)** – випадаючий список для зазначення наявності трудового стажу (так/ні);
- **Attraction (судимість)** – випадаючий список для визначення наявності судимості (так/ні);
- **Citizenship (громадянство)** – текстове поле для введення громадянства кандидата;
- **Education (рівень освіти)** – числове поле для вказівки здобутого рівня освіти;
- **Direction of Education (напрямок освіти)** – текстове поле для зазначення напрямку підготовки (наприклад, “технічний”, “медичний” тощо);
- **Sex (стать)** – випадаючий список для вибору статі (чоловік/жінка);
- **Position (посада)** – текстове поле для введення попередньої займаної посади;
- **Marital Status (сімейний стан)** – випадаючий список для зазначення сімейного статусу (одружений/неодружений);
- **State of Health (стан здоров’я)** – випадаючий список для визначення стану здоров’я (придатний/непридатний).



Add a New Candidate

Age:

Service:

Attraction:

Citizenship:

Education (Numeric Level):

Direction of Education:

Sex:

Position:

Marital Status:

State of Health:

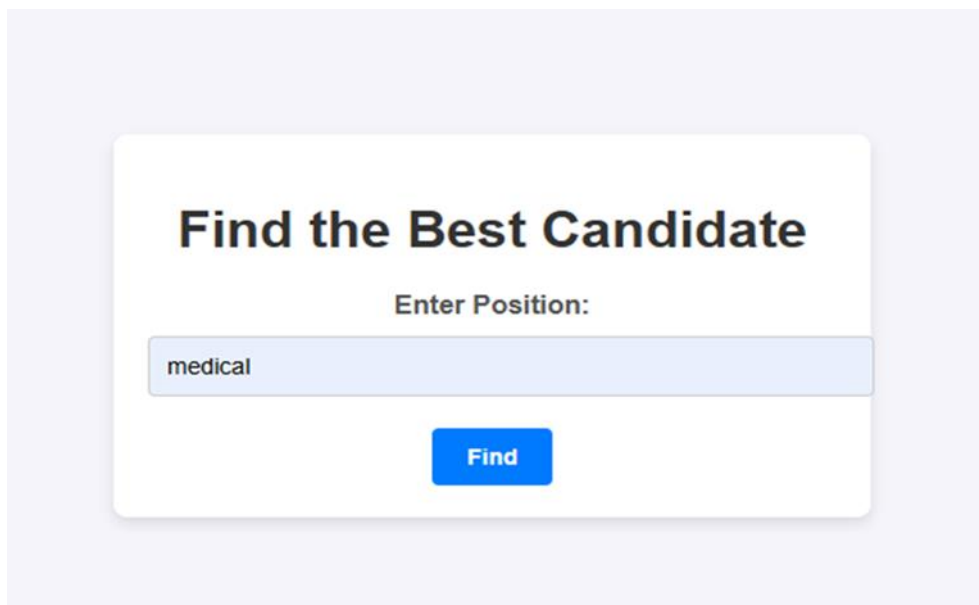
Add Candidate

Рисунок 5 – Форма для додавання нового кандидата у веб-додатку “Candidate Management System”

Кнопка “Add Candidate” після заповнення всіх полів форми і натискання кнопки, інформація зберігається в базі даних або у JSON-файлі для подальшого аналізу.

Ця форма є важливою частиною системи, оскільки дозволяє легко додавати нових кандидатів, структуруючи їхні дані для подальшої роботи алгоритмів відбору.

Сторінка з формою для швидкого пошуку найкращого кандидата показана на рисунку 6.



Find the Best Candidate

Enter Position:

Find

Рисунок 6 – Форма для швидкого пошуку найкращого кандидата

Ця сторінка призначена для рекрутерів, які хочуть швидко знайти найкращого кандидата для заданої посади. Використовуючи алгоритм підбору, система допомагає

прийняти обґрунтоване рішення, автоматизуючи частину процесу відбору.

Такий інтерфейс підходить як для експертів, так і для новачків у рекрутингу.

```
{
  "1": 94,
  "Age": 31,
  "Attraction": "no",
  "AttractionWeight": 1,
  "Citizenship": "Ukrainians",
  "CitizenshipWeight": 1,
  "Directionofeducation": "medical",
  "Education": 4,
  "EducationMatch": 1,
  "HealthWeight": 1,
  "Maritalstatus": "married",
  "Position": "doctor",
  "PredictedPosition": "doctor",
  "Probability": 1.0,
  "Service": "no",
  "Sex": "woman",
  "Stateofhealth": "suitable"
}
```

Рисунок 7 – Результат роботи класифікатора у веб-додатку “Candidate Management System”

На рисунку 7 представлено результат функціонування класифікатора у веб-додатку “Candidate Management System” після виконання пошуку найвідповіднішого кандидата відповідно до введеної посади. Виведені системою дані відображають характеристики кандидата, якого класифікатор визначив як найбільш релевантного.

Система “Candidate Management System” використовує **алгоритм Random Forest** для класифікації та прийняття рішень щодо відбору кандидатів.

Опис алгоритму Random Forest

Random Forest — це ансамблевий метод машинного навчання, який базується на побудові множини дерев рішень. Кожне дерево виконує незалежну класифікацію, а кінцевий результат формується шляхом агрегації голосів усіх дерев.

У рамках реалізованої моделі алгоритм було навчено на базі даних кандидатів із урахуванням таких ключових ознак:

- **Громадянство (Citizenship)** — перевага надається громадянам України;
- **Судимість (Attraction)** — пріоритет мають кандидати без судимості;
- **Відповідність освіти (Direction of Education, Education Match)** — враховується, чи відповідає напрям та рівень освіти вимогам до посади;
- **Стан здоров'я (State of Health)** — особи, що визнані придатними за станом здоров'я, отримують додаткову вагу при класифікації;
- **Сімейний стан (Marital Status)** — може враховуватися як додатковий критерій відповідно до кадрової політики;
- **Ймовірність (Probability)** — підсумковий результат роботи алгоритму представлено у вигляді ймовірності відповідності кандидата заданим параметрам посади.

Алгоритм Random Forest аналізує вхідні дані усіх кандидатів, оцінюючи такі параметри, як вік, громадянство, освіта, сімейний стан тощо. На основі цих даних будується ансамбль дерев рішень, кожне з яких здійснює незалежну оцінку кандидатів. Після завершення процесу голосування результати агрегуються, й модель обирає кандидата з найвищим значенням ймовірності відповідності посаді.

У наведеному прикладі (рисунок 7) система ідентифікувала кандидата на посаду “doctor” з імовірністю відповідності **1.0 (100%)**.

Алгоритм Random Forest забезпечує високу точність класифікації (**97,3%**) завдяки роботі з великим числом ознак та врахуванню їх вагомості. Метод стійкий до пропущених значень та шумів у даних, що робить його надійним для використання в умовах реального середовища.

Крім того, модель забезпечує можливість інтерпретації результатів: система відображає причини, з яких кандидат був обраний, з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів і розрахованих ймовірностей.

Висновки

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність інтеграції методів машинного навчання, зокрема алгоритмів **Support Vector Machine (SVM)** та **Random Forest**, у процес військового рекрутингу в Збройних Силах України. Аналіз ефективності алгоритму **SVM** засвідчив його високу результативність у класифікації складних та неоднорідних даних, здатність працювати з обмеженими вибірками, а також адаптивність до різнорідних ознак кандидатів.

Водночас алгоритм **Random Forest** продемонстрував високу точність класифікації, стійкість до пропущених значень та інформаційного шуму, а також здатність до інтерпретації прийнятих рішень завдяки використанню вагових коефіцієнтів ознак.

Розроблена система “**Candidate Management System**” забезпечує автоматизацію введення даних про кандидатів, їх обробку та класифікацію відповідно до вимог конкретної військової посади. Реалізація програмного забезпечення мовою Python із застосуванням сучасних бібліотек машинного навчання дозволила створити функціональний прототип цифрового інструменту для підтримки прийняття кадрових рішень у сфері військового управління.

Результати апробації підтвердили ефективність запропонованого підходу: система здатна успішно ідентифікувати найбільш придатного кандидата з урахуванням визначених параметрів та вимог до посади.

Таким чином, отримані результати свідчать про доцільність подальшого розвитку та впровадження технологій машинного навчання в систему рекрутингу Збройних Сил України. У перспективі доцільно зосередити зусилля на:

- розширенні набору ознак для підвищення точності класифікації;
- адаптації моделей до умов реального функціонування військових частин;
- масштабуванні системи для інтеграції в кадрові процеси структурних підрозділів Сил оборони України.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Кравчук, О. І., Варіс, І. О., & Перкова, М. В. (2023). Сучасні практики використання штучного інтелекту для цифровізації рекрутингу. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління, (8). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-8-04-06>.
2. Sineglazov, V. M. (2019). Intelligent System of Personnel Management. Освіта України, (3). URL : <https://er.nau.edu.ua/items/980b1893-41c8-496b-8ad3-47f5a2694bb1>.

3. Shved, V. (2022). Теоретико-методологічні засади інтелектуальної системи кадрового менеджменту. Причорноморські економічні студії, (74), 151–156. <https://doi.org/10.32843/BSES.74-22>.
4. Kholod, S., Pavlova, V., Spitsyna, A., Maistrenko, Y., Anufrieva, O., & Lukianykhin, V. (2021). Transformation of the personnel management system in the conditions of digitalization of hr processes. Studies of applied economics, 39(6). <https://doi.org/10.25115/eea.v39i6.5015>.
5. Черненко, Н. (2022). Штучний інтелект в управлінні персоналом. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка, (12), 76–83. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.12.11>.
6. Замлинський, В., Скрипник, Н., & Федака, В. (2025). Управління персоналом в умовах воєнного стану: інтеграція цифрових технологій. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 338(1), 555-563. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-338-82>.
7. Сампір І., Сампір О., & Горбачова Я. (2024). Впровадження технології штучного інтелекту в процес рекрутингу в Збройних Силах України. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (March 29, 2024; March 29, 2024; Cambridge, United Kingdom), 132–136. <https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.028>.
8. Пилипенко, В. (2024). Дослідження точності методів машинного навчання при прогнозуванні успішності студентів. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 335(3(1), 349-356. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-335-3-47>.
9. Karl T. 6 reasons why is python used for machine learning. New Horizons. URL: <https://www.newhorizons.com/resources/blog/why-is-python-used-for-machine-learning>.

References

1. Kravchuk O. I., Varis, I. O., & Perkova, M. V. (2023). Modern practices of using artificial intelligence for digitalization of recruiting. Problems of modern transformations. Series: economics and management, (8). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-8-04-06>.
2. Sineglazov, V. M. (2019). Intelligent System of Personnel Management. Освіта України, (3). Retrieved from : <https://er.nau.edu.ua/items/980b1893-41c8-496b-8ad3-47f5a2694bb1>.
3. Shved, V. (2022). Theoretical and methodological principles of the intellectual system of personnel management. Black Sea Economic Studies, (74), 151–156. <https://doi.org/10.32843/BSES.74-22>.
4. Kholod, S., Pavlova, V., Spitsyna, A., Maistrenko, Y., Anufrieva, O., & Lukianykhin, V. (2021). Transformation of the Personnel Management System in the Conditions of Digitalization of HR Processes. Studies of Applied Economics, 39(6). <https://doi.org/10.25115/eea.v39i6.5015>.
5. Chernenko, N. (2022). Artificial Intelligence in Personnel Management. Tavria Scientific Bulletin. Series: Economics, (12), 76–83. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.12.11>.
6. Zamylnsky, V., Skrypnyk, N., & Fedaka, V. (2025). Personnel management in martial arts conditions: integration of digital technologies. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 338(1), 555-563. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-338-82>.
7. Sampir I., Sampir O., & Gorbacheva Y. (2024). Implementation of artificial intelligence technology in the recruitment process in the Armed Forces of Ukraine. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (March 29, 2024; March 29, 2024; Cambridge, United Kingdom), 132–136. <https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.028>.
8. Karl T. 6 reasons why is python used for machine learning. New Horizons. URL: <https://www.newhorizons.com/resources/blog/why-is-python-used-for-machine-learning>
9. Pylypenko, V. (2024). Research on the accuracy of machine learning methods in predicting student success. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 335(3(1), 349-356. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-335-3-47>.