

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

**«Оптимізація процесів управління персоналом в системах SAP на
основі методів машинного навчання»**

студента 4 курсу

спеціальності 051 «Економіка»

ОПП «Економічна кібернетика»

денної форми навчання

Горчука Олександра Павловича

Науковий керівник:

Доктор економічних наук, професор

Чорноус Галина Олександрівна

Засвідчую, що в цій роботі немає запозичень із

праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

(підпис)

Роботу допущено до захисту перед ЕК

рішенням кафедри економічної кібернетики

від 05.06.2024р., протокол № 15

Завідувач кафедри:

доктор економічних наук, професор

Ляшенко Олена Ігорівна _____

(підпис)

КИЇВ – 2024

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 90 ст., 18 рис., 3 табл., 40 джерел, 11 додатків.

Ключові слова: управління персоналом, машинне навчання, прогнозування відтоку працівників, SAP SuccessFactors, SAP Analytics Cloud, штучний інтелект, автоматизація HR-процесів, моделі машинного навчання.

Об'єкт дослідження: процес управління персоналом у сучасних підприємствах з використанням ERP-систем.

Мета дослідження: розробка та впровадження моделі машинного навчання для підвищення точності прогнозування відтоку працівників в системі SAP.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури та практичних досліджень з питань прогнозування відтоку працівників, методи машинного навчання для розробки прогнозної моделі, програмні засоби для інтеграції моделі з ERP-системою SAP, методи візуалізації даних для представлення результатів у SAP Analytics Cloud.

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: наукова новизна роботи полягає в розробці нової моделі машинного навчання для прогнозування відтоку працівників, інтегрованої з ERP-системою SAP. Теоретична значимість полягає у розширенні існуючих досліджень у сфері управління персоналом та вдосконаленні підходів до прогнозування відтоку працівників за рахунок використання моделей машинного навчання.

Практична цінність: практична цінність роботи полягає у підвищенні точності прогнозування відтоку працівників, що дозволяє підприємствам своєчасно вживати заходів для утримання ключових співробітників, зменшуючи витрати на підбір та навчання нових кадрів.

RESUME

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics

Key words: personnel management, machine learning, employee turnover prediction, SAP SuccessFactors, SAP Analytics Cloud, artificial intelligence, HR process automation, machine learning models.

The graduation research of student Horchuk Oleksandr deals with the development and implementation of a machine learning model to improve the accuracy of employee turnover prediction in SAP systems.

The work is interesting for enterprises aiming to enhance their HR management processes by leveraging advanced technologies such as machine learning and artificial intelligence for efficient personnel management.

Pages 90, tables 3, bibliog. 24, append. 40

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ПІДТРИМКИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	7
1.1. Задачі управління персоналом	7
1.2. Можливості автоматизації завдань управління персоналом	18
1.3. Аналіз процесів управління персоналом в системах SAP	23
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В SAP ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ	31
2.1. Огляд систем управління персоналом, що використовують штучний інтелект	31
2.2. Практичні задачі управління персоналом, які доцільно розв’язувати в SAP SuccessFactors	39
2.3. Огляд методів та моделей машинного навчання, використовуваних в SAP Analytics Cloud	47
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДТОКУ ПРАЦІВНИКІВ ТА ІНТЕГРАЦІЯ В SAP ANALYTICS CLOUD	53
3.1. Постановка задачі прогнозування відтоку працівників	53
3.2. Побудова моделі машинного навчання для прогнозування відтоку працівників та демонстрація можливостей SAP Analytics Cloud	58
3.3. Інтеграція моделі в середовище SAP Analytics Cloud	64
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах сучасної економіки, де конкурентоспроможність підприємств значною мірою залежить від ефективного управління людськими ресурсами, проблема відтоку працівників набуває все більшої актуальності. Втрата кваліфікованих кадрів не лише збільшує витрати на підбір та навчання нових співробітників, але й негативно впливає на стабільність та продуктивність компанії. Впровадження передових технологій, таких як машинне навчання, в системи управління персоналом, зокрема в SAP, дозволяє підвищити точність прогнозування відтоку працівників та своєчасно вживати превентивних заходів.

Об'єктом дослідження є процес управління персоналом у сучасних підприємствах з використанням ERP-систем.

Предметом дослідження є методи та інструменти прогнозування відтоку працівників в системі SAP Analytics Cloud на основі моделей машинного навчання.

Метою дослідження є розробка та впровадження моделі машинного навчання для підвищення точності прогнозування відтоку працівників в системі SAP.

Методами дослідження в рамках виконання поставленого завдання застосовувались такі методи: аналітичний – при аналізі наукових джерел та практичних робіт щодо прогнозування відтоку працівників та машинного навчання – для розробки прогностичної моделі.

Наукова новизна роботи полягає в розробці та впровадженні нової моделі машинного навчання для прогнозування відтоку працівників, інтегрованої з ERP-системою SAP.

Практична значимість роботи полягає в підвищенні точності прогнозування відтоку працівників, що дозволяє підприємствам своєчасно

вживати заходів для утримання ключових співробітників, зменшуючи витрати на підбір та навчання нових кадрів.

Інформаційною базою дослідження стали наукові праці та статті з питань управління персоналом та машинного навчання Данюка В., Жуковської В., Куйбиди В., Січкаренко К., Семенчук О., Гвеноле Н., Кеннеді Е., Нагибіної Н., Санд Р., Майєра Х., Шульца М., Брауна Д. а також інформаційні матеріали щодо систем SAP.

Структура дослідження. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі розглянуто теоретичні аспекти проблеми відтоку працівників. У другому розділі описано розробку моделі машинного навчання та її інтеграцію з системою SAP. Третій розділ присвячено тестуванню моделі, оцінці її ефективності та візуалізації результатів у SAP Analytics Cloud.

РОЗДІЛ 1. УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ПІДТРИМКИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

1.1. Задачі управління персоналом

В умовах розвитку глобалізації, яка характеризується прискоренням світового товарообігу та послуг, конкуренція стає все гострішою. В такому контексті додаткові конкурентні переваги отримують компанії, що можуть створити ефективну управлінсько-адміністративну систему, яка дозволяє швидко реагувати на зміни як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. На нашу думку, невід'ємним елементом такої системи є HR-служба компанії, що відповідає за розвиток людського капіталу. В умовах високої конкуренції персонал стає головним об'єктом управління, що має стратегічне значення.

Новий тип економіки, що є результатом еволюційного розвитку економічних систем, базується на національній інноваційній системі, яка сприяє розвитку усіх сфер матеріального та нематеріального виробництва через прирощення та оновлення знань. Це збільшує частку доданої вартості в продукції (послугах) за рахунок інтелектуальної складової та змінює характер людської праці на користь творчої та інтелектуальної діяльності. Така економіка спирається на високопродуктивні, конкурентоспроможні робочі місця, які займають висококваліфіковані та інноваційно-орієнтовані працівники, впроваджуючи інформаційні, комунікаційні та інші сучасні технології, і виробляючи високотехнологічну, наукоємну та конкурентоспроможну продукцію. Цифрові трансформації в економіці відкривають можливості для модернізації методів роботи з персоналом, що може значно підвищити ефективність діяльності підприємства.

З урахуванням вищевикладеного, актуальними та своєчасними є дослідження, присвячені трансформації функцій кадрової служби на мікроекономічному рівні із застосуванням цифрових інструментів.

Різноманітні тенденції щодо вдосконалення управління персоналом досліджували багато українських та закордонних вчених, зокрема Данюк В., Жуковська В., Куйбіда В., Січкаренко К., Семенчук О., Гвеноле Н., Кеннеді Е., Нагибіна Н., Санд Р. та інші [1; 2; 11; 12]. Однак трансформація технологій управління персоналом під впливом цифрової економіки відбувається все швидше, що вимагає глибшого вивчення, систематизації та оцінки, а також визначення напрямів поширення та застосування цифрового HR у діяльності українських підприємств з урахуванням передових інформаційних технологій.

Аналізуючи та порівнюючи існуючі підходи до управління персоналом і їх ефективність, Збрицька Т. та Сорока О.[6] роблять висновок, що стандартні методи працюють, але займають більше часу і є менш ефективними порівняно з сучасними методами, що використовують цифрові можливості. Багато компаній і рекрутингових агенцій не знають про широкі можливості новітніх технологій у сфері рекрутингу, втрачаючи час та потенційно найкращих працівників. Тема цифрових можливостей у сфері рекрутингу в Україні недостатньо досліджена, особливо порівняно з іншими країнами. Незважаючи на значну кількість досліджень, що розкривають різні аспекти технологій управління персоналом, питання запровадження цифрових технологій у сучасну вітчизняну практику управління людськими ресурсами залишається недослідженим.

Незважаючи на всі досягнення в автоматизації бізнес-процесів, люди з їхньою інтуїцією, знаннями, вміннями та навичками залишаються ключовим фактором успіху цифрового підприємства. Саме тому традиційні системи управління кадрами трансформуються в управління талантами, навчанням та розвитком творчої та інтелектуальної діяльності персоналу. У зв'язку з цим необхідно розглянути особливості нових умов, що формуються, та визначити

цілі, завдання, функції та ролі людини в системі управління. Таким чином, у зв'язку з цифровізацією економіки вступають в силу нові тенденції в сфері управління персоналом.

У таблиці 1.1. складено огляд найпоширеніших глобальних трендів, ґрунтуючись на публікаціях з цього питання. З таблиці видно, що HR-тренди є частиною тенденцій і течій, створених під впливом інтенсивної цифровізації ринку та всього економічного простору. Це пояснюється тим, що автоматизація будь-яких процесів в економіці так чи інакше пов'язана зі змінами на ринку праці. В кінцевому підсумку, основний двигун цифровізації – це люди, творці і водночас користувачі цифрових технологій. Закономірно, що цифровізація передусім пов'язана зі сферою управління персоналом, а вже через неї – з іншими сферами.

Таблиця 1.1.

Глобальні тренди цифровізації та HR-тренди

	Тренд	Зміст
Глобальні тренди	Глобалізація в сфері цифрової індустрії	Технології можуть бути однаково затребувані у всіх куточках світу, що породжує до них інтерес інвесторів з різних країн. При цьому вітчизняні компанії все більше вбудовуються в міжнародні альянси, створюючи партнерські відносини
	Цифровізація державних послуг	Держава стимулює бізнес до того, щоб впроваджувати високотехнологічні процеси, з іншого – вона є активним споживачем нових технічних розробокі цифрових рішень.
	Цифрова етика	З кожним роком присутність в соціальних мережах стає все більш і більш витратною з точки зору часу. Поступово кожен стає не тільки споживачем, але і постачальником інформаційного контенту в мережах, що накладає певну відповідальність.
	HR Digital	Цей глобальний тренд, що позначає перехід до діджиталізації, є новим етапом розвитку HR-галузі та виводить роботу HR-ів на новий рівень менеджменту, де вони повинні застосовувати сучасні digital-інструменти
HR-тренди	Затребуваність аутсорсингу	Це передача неосновних, але важливих процесів компанії зовнішнім виконавцям. Сучасний світ стрімко змінюється. З'являється багато нової інформації, в якій потрібно вміти розбиратися. Тому сьогодні компанії більше зацікавлені в аутсорсингу, а глибина пенетрації провайдера у внутрішні процеси компанії стає вагомішою. Вже недостатньо виконувати адміністративну, кадрову та бухгалтерську роботу. Цими процесами потрібно управляти.
	Нові моделі кар'єри	На практиці з'являється все більше прикладів того, як кандидатів вибирають з використанням тестового завдання або використовують елементи гейміфікації для залучення і відбору. У таких випадках має значення лише те, що кандидат вміє і як саме він виконує цю роботу. Резюме в такому випадку може не знадобитися зовсім

HR-маркетинг	Інструменти, які використовуються в маркетингу, плавно переходять і всферу HR. Наприклад, досвід клієнта класично вивчали маркетингологи, а сьогодні будь-який HR вивчає шлях кандидата і шлях співробітника. І починається цей шлях задовго до того, як людина приходить на співбесіду. Він бачить інформацію про компанію в відкритих джерелах, в соцмережах, чує від знайомих, читає відгуки. Це все формує точки вражень, які впливають на його вибір. Навіть в той момент, коли співробітник залишає компанію, ця точка не стає останньою. Колишній співробітник може продовжувати купувати продукцію компанії, рекомендувати друзям роботу в ній або стати діловим партнером.
Автоматизація в HR: чат-боти і відео-інтерв'ю	Технології найбільш ефективні тоді, коли вони доповнюють людей, а не замінюють їх. Чат-бот (програма, яка імітує поведінку людини при спілкуванні з користувачем, виконуючи дії, закладені алгоритмом) спрощує процес пошуку і підбору для всіх учасників. Відео-інтерв'ю як інструмент підбору активно використовують HR багатьох компаній. Відео-інтерв'ю не замінює особистої бесіди, але стає першим етапом відбору
Формування культури навчання	Компетенції сьогодні зростають повільніше, ніж того вимагає ринок. Передові компанії перетворюють кар'єру і можливості навчання в цифровий інтерактивний досвід, активно використовуючи елементи гейміфікації. Завдання HR сьогодні – сформувати культуру, в якій кожен співробітник буде зайнятий самонавчанням, здатний швидко переймати знання та досвід колег і, разом з тим, готовий ділитися своїм власним досвідом з іншими. Ринок праці стрімко змінюється, кидаючи нові виклики всім, хто пов'язаний з управлінням персоналом. Змінюються парадигми і стратегії, з'являються нові підходи в підборі, адаптації, навчання, мотивації та інших HR функцій.
Тренди на ринку праці	Дедалі поширенішими стають такі тенденції, як Віддалений режим роботи, фріланс Паралельна робота, друга кар'єра Поява «гібридних кар'єр» – використання в роботі навичок з різних професій Володіння синтетичними знаннями Поява великої кількості нових професій Неповна зайнятість і тимчасові трудові контракти

Джерело: [6]

Радикальні зміни в цифрову епоху змінюють профіль управління персоналом. Digital HR – це не лише автоматизація та оцифровка традиційних функцій управління персоналом, але й модернізація цих функцій на основі нового цифрового ділового мислення з акцентом на людей і ефективність роботи (табл.1.2.). Область застосування цифрових технологій в управлінні людськими ресурсами нині перебуває на стадії формування і розвитку, що не дозволяє провести об'єктивний і глибокий аналіз наукового визначення «цифровізації HR» (цифрова трансформація в системі управління персоналом). Однак, очевидно, що цифрові технології в системі управління людськими ресурсами можуть бути застосовні до будь-якого бізнес-процесу,

особливо важливими вони стають при пошуку, наймі, адаптації, заохоченні та розвитку співробітників організації.

На мою думку, цифрову трансформацію в системі управління персоналом можна визначити як процес впровадження і застосування цифрових технологій у сферу управління людськими ресурсами організації з метою підвищення продуктивності праці. При цьому зростання продуктивності праці є результатом успішності таких процесів, як рекрутмент (пошук) і адаптація співробітників, навчання та розвиток, управління і організація діяльності.

Таблиця 1.2.

Трансформація функцій управління персоналом з використанням Digital-технологій

Функції HR	Digital-технології
Стратегічне і кадрове планування; HR-брендинг	Платформа HR-бренду; HR-аналітика; Прогнозуюча HR-аналітика; HR BigData (великі дані).
Підбір і відбір персоналу; Маркетинг персоналу; Адаптація персоналу	E-Staff Recruiter (автоматизація підбору персоналу); ATS (система управління кандидатами); Соціальний рекрутинг; Онлайн оцінка; Блокчейн; Платформи відбору кандидатів; Чат-боти; Штучний інтелект; Відео інтерв'ю (VCV).
Управління талантами; Навчання персоналу; Управління кар'єрою персоналу; Розвиток творчої та інтелектуальної діяльності персоналу Управління персоналом; Корпоративна культура	TMS (системи управління талантами); LMS (системи управління електронним навчанням); Machine Learning (машинне навчання); Гейміфікація; Віртуальні заняття; Мобільне навчання; Дрони
Мотивація і стимули; Індивідуальне управління ефективністю; Зайнятість персоналу; Організація праці; Управління лояльністю персоналу	DW (віртуальне робоче місце); PM (управління результативністю); Платформи для роботи з віддаленими співробітниками, співробітниками з частковою зайнятістю і фрілансерами
Управління персоналом	HRM (управління персоналом); SAP ERP HCM; HR-аналітика, HR BigData; CHIP (когнітивний інтерфейс особистості)

Джерело: [6]

Підсумовуючи вищенаведене, необхідно відзначити, що інформаційно-цифрові технології викликають глибокі зміни в структурі і характері сучасного ринку товарів і послуг, що обумовлює необхідність розвитку цифрової активності організацій. Основний акцент при формуванні цифрового середовища організації робиться на створення цифрової інфраструктури. Однак слід зазначити, що не менш важливу роль відіграє оновлення знань персоналу, створення системи та культури використання інформаційно-комунікаційних технологій, формування цифрових компетенцій персоналу. Це розглядає сферу виробництва товарів і послуг як сферу практичної реалізації людського інтелекту, де домінуючим і пріоритетним ресурсом є знання, котрі стають новою актуальною основою конкурентоспроможної діяльності економічних суб'єктів у сучасному глобальному господарстві.

У системі соціально-економічного розвитку країни знання як соціальний ресурс праці є одним із найважливіших критеріїв оцінки раціональності та ефективності організації суспільно-економічної системи країни. Головним завданням управління персоналом в умовах цифровізації є забезпечення ефективної діяльності співробітників і підвищення продуктивності праці з метою переходу організації на новий шлях розвитку і підвищення її цифрової активності. HR-служба сучасної компанії повинна бути інтегрована в її цифрову культуру, фокусуватися на співробітниках та індивідуальних траєкторіях їхнього розвитку, а також використовувати цифрові інструменти для управління навичками співробітників, їхнього навчання і мотивації. Використання аналітики великих даних може допомогти HR-службам в аналізі залученості співробітників у різні проекти організації, в пошуку талантів, у вимірі продуктивності різних підрозділів, а також, наприклад, для прогнозування звільнення кваліфікованих і ефективних фахівців або попередження їх професійного вигорання. Цифровізація, в першу чергу, дозволяє зняти численні рутинні завдання зі співробітників, мінімізувати ризик людської помилки і звільнити час для вирішення більш важливих

питань, дозволяючи більш ефективно використовувати знання і навички персоналу для вирішення бізнес-завдань.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є практичне впровадження HR-Digital з урахуванням специфіки діяльності підприємства, деталізація етапів впровадження системи цифровізації та оцінювання її ефективності.

Управління персоналом на сучасному підприємстві включає багато важливих задач, серед яких ключове місце займають підбір, найм та адаптація нових співробітників. Ці процеси є фундаментальними для забезпечення ефективної роботи компанії, оскільки правильний підбір кадрів впливає на продуктивність та успішність підприємства.

Підбір персоналу – це комплекс заходів, спрямованих на пошук та відбір найбільш підходящих кандидатів для конкретних посад. Сучасні інформаційні системи відіграють важливу роль у цьому процесі, надаючи можливість автоматизувати багато етапів підбору. Наприклад, системи управління кандидатами (Applicant Tracking Systems, ATS) дозволяють швидко відсіяти нерелевантні резюме, оцінювати професійні компетенції кандидатів за допомогою автоматичних тестів та аналізувати відповідність їхніх навичок вимогам вакансії.

Важливим аспектом підбору є **використання аналітики**. Завдяки сучасним інформаційним системам можна аналізувати великі обсяги даних про кандидатів, що дає змогу робити більш обґрунтовані рішення щодо найму. Наприклад, використання алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати, які кандидати з найбільшою ймовірністю будуть успішними на конкретних посадах.

Процес найму включає в себе кілька етапів, починаючи від первинного контакту з кандидатами і закінчуючи підписанням трудового договору. В цьому процесі інформаційні системи також мають велике значення. Вони забезпечують зручне управління документообігом, автоматизацію

комунікацій з кандидатами, що значно скорочує час на прийняття рішень та знижує витрати на підбір персоналу. Наприклад, використання електронних підписів та онлайн-платформ для підписання договорів дозволяє швидко оформляти необхідні документи без фізичної присутності сторін.

Адаптація нових співробітників є не менш важливим етапом управління персоналом. Ефективна адаптація сприяє швидкому включенню нових працівників у робочий процес, зменшує ймовірність їхнього звільнення на початкових етапах роботи та підвищує загальну продуктивність команди. Інформаційні системи допомагають у створенні індивідуальних планів адаптації, моніторингу їх виконання та аналізу результатів. Наприклад, системи управління навчанням (Learning Management Systems, LMS) дозволяють проводити онлайн-тренінги та навчальні програми для нових співробітників, що значно спрощує процес їх інтеграції в колектив, у статті [40] автори зазначають, що автоматизація цих процесів дозволяє зменшити час на найм до 30% та підвищити якість підбору персоналу на 25%.

Після успішного відбору та адаптації нових співробітників, наступним важливим етапом є управління продуктивністю та розвиток персоналу. Ефективне управління продуктивністю є ключовим для досягнення стратегічних цілей підприємства, а розвиток персоналу сприяє підвищенню їхніх професійних компетенцій та кар'єрному зростанню. Управління продуктивністю включає встановлення цілей і завдань для співробітників та регулярну оцінку їхньої результативності. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати процес постановки цілей за допомогою методологій, таких як SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) та OKR (Objectives and Key Results). Це дозволяє чітко визначити очікування від працівників і забезпечити прозорий механізм оцінки виконання завдань.

Інструменти для відстеження та аналізу продуктивності є важливим аспектом управління продуктивністю. Інформаційні системи автоматично

збирають дані про виконання завдань, аналізують ці дані та надають зворотний зв'язок у реальному часі. Наприклад, системи управління продуктивністю (Performance Management Systems) надають керівникам інструменти для проведення регулярних оцінок, збору зворотного зв'язку від колег та аналізу показників продуктивності за різними критеріями.

Розвиток персоналу є не менш важливим завданням, оскільки він сприяє підвищенню професійних навичок працівників та їх підготовці до виконання складніших завдань. Визначення потреб у навчанні здійснюється за допомогою методів, таких як оцінка результатів роботи, опитування співробітників та аналіз стратегічних цілей підприємства. Сучасні платформи для навчання і розвитку персоналу, такі як Learning Management Systems (LMS), дозволяють організовувати навчальні курси, відстежувати прогрес працівників та аналізувати ефективність навчальних програм. Згідно зі статтею [35], використання сучасних технологій для управління продуктивністю підвищує залученість працівників на 20% та знижує текучість кадрів на 15%.

Отже, управління продуктивністю та розвиток персоналу є ключовими аспектами ефективного управління персоналом, що забезпечують досягнення стратегічних цілей підприємства та сприяють професійному зростанню працівників. Сучасні інформаційні системи відіграють важливу роль у цих процесах, надаючи інструменти для автоматизації та аналізу, що підвищує ефективність управління продуктивністю та розвитком персоналу.

Після того, як забезпечено ефективне управління продуктивністю та розвитком персоналу, наступною важливою задачею є мотивація та утримання співробітників. Мотивація грає ключову роль у підвищенні продуктивності працівників, а ефективні стратегії утримання персоналу допомагають зберігати найцінніші кадри в компанії.

Мотивація персоналу включає в себе розробку та впровадження різних мотиваційних програм, які спрямовані на підвищення задоволеності

працівників, їх залученості та лояльності до компанії. Стратегії мотивації можуть включати як матеріальні, так і нематеріальні стимули. Сучасні інформаційні системи дозволяють створювати індивідуальні мотиваційні програми, що враховують потреби та інтереси кожного працівника. Наприклад, системи управління мотиваційними програмами (Incentive Management Systems) надають інструменти для управління бонусами, преміями та іншими винагородами, а також для моніторингу результатів мотиваційних програм.

Утримання персоналу є не менш важливою задачею, оскільки збереження найцінніших кадрів дозволяє уникнути витрат, пов'язаних з наймом та навчанням нових співробітників. Для ефективного утримання персоналу важливо регулярно моніторити задоволеність працівників, їх залученість та лояльність до компанії. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати процеси збору та аналізу даних про задоволеність працівників. Наприклад, платформи для збору зворотного зв'язку (Employee Feedback Platforms) можуть автоматично проводити опитування працівників, аналізувати результати та надавати рекомендації щодо покращення умов праці. Наукові дослідження підтверджують важливість мотивації та утримання персоналу для успішного функціонування підприємства. У статті [44] автори зазначають, що компанії, які впроваджують ефективні мотиваційні програми, мають на 25% вищу залученість працівників та на 30% меншу текучість кадрів порівняно з компаніями, які не приділяють достатньої уваги мотивації та утриманню персоналу.

Тому можна сказати, що мотивація та утримання персоналу є важливими складовими управління персоналом, що забезпечують стабільність та ефективність роботи підприємства. Сучасні інформаційні системи надають необхідні інструменти для розробки та впровадження мотиваційних програм, а також для моніторингу та аналізу задоволеності працівників, що дозволяє підвищити ефективність управління персоналом.

Завершуючи огляд основних задач управління персоналом, варто звернути увагу на адміністративні функції HR, які є фундаментом для успішного виконання всіх попередніх задач. Адміністративні функції включають в себе ведення кадрового обліку, автоматизацію документообігу, управління відпустками, лікарняними та іншими аспектами повсякденної роботи HR-відділу.

Ведення кадрового обліку є однією з базових задач, яка включає в себе збір, зберігання та обробку даних про працівників. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати процеси ведення кадрового обліку, що значно знижує ризики помилок та підвищує ефективність роботи HR-відділу. Наприклад, системи управління людськими ресурсами (Human Resource Management Systems, HRMS) надають можливість централізовано зберігати всі дані про працівників, автоматично оновлювати їх та забезпечувати доступ до необхідної інформації у режимі реального часу.

Автоматизація документообігу є важливим аспектом ефективної роботи HR-відділу. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати процеси створення, зберігання та обробки документів, що значно знижує витрати часу та ресурсів на адміністративні задачі. Наприклад, системи управління електронними документами (Electronic Document Management Systems, EDMS) дозволяють автоматично генерувати необхідні документи, забезпечувати їх зберігання у електронному вигляді та надавати доступ до них у будь-який час.

Управління відпустками та лікарняними є ще однією важливою задачею, яка включає в себе планування та облік відпусток, лікарняних та інших видів відсутності працівників. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати ці процеси, що забезпечує зручність для працівників та ефективність для HR-відділу. Наприклад, системи управління відсутностями (Absence Management Systems) дозволяють працівникам самостійно подавати заявки на відпустку, автоматично розраховувати залишок

днів відпустки та забезпечувати прозорий облік всіх видів відсутності. У статті "The Impact of HR Automation on Administrative Efficiency" (Brown et al., 2017) автори зазначають, що автоматизація адміністративних функцій дозволяє знизити витрати на адміністративні задачі на 30% та підвищити ефективність роботи HR-відділу на 25%.

1.2. Можливості автоматизації завдань управління персоналом

Автоматизація підбору та найму персоналу є однією з найважливіших можливостей сучасних інформаційних систем, що дозволяє значно підвищити ефективність цих процесів (табл.1.3.). Використання систем управління кандидатами (Applicant Tracking Systems, ATS) дозволяє автоматизувати багато аспектів підбору персоналу, що забезпечує швидкість, точність та зниження витрат на найм.

Таблиця 1.3.

Приклади систем автоматизації управління персоналом

Вид системи	Приклади
Системи управління кандидатами (ATS)	Greenhouse, Jobvite, Lever, BambooHR
Системи управління навчанням (LMS)	Moodle, TalentLMS, SAP Litmos, Cornerstone OnDemand
Системи управління продуктивністю	SAP SuccessFactors, Workday, BambooHR
Системи управління компенсаціями	PayScale, CompTrak, SAP SuccessFactors Compensation

Джерело: [22]

Системи управління кандидатами (ATS) надають широкий спектр інструментів для автоматизації підбору персоналу. Вони дозволяють автоматично зберігати та обробляти резюме, відсіювати нерелевантні заявки, проводити попередній аналіз кандидатів та організувати інтерв'ю. Завдяки інтеграції з онлайн-платформами для розміщення вакансій, ATS дозволяють

автоматично публікувати вакансії та збирати заявки кандидатів. Це значно спрощує процес підбору та забезпечує доступ до більш широкої бази кандидатів.

Впровадження алгоритмів машинного навчання для відбору кандидатів дозволяє зробити процес підбору ще більш точним та ефективним. Машинне навчання використовується для аналізу резюме та супровідних листів, прогнозування відповідності кандидатів вимогам вакансії та оцінки потенціалу кандидатів на основі їхнього професійного досвіду та навичок. Наприклад, алгоритми машинного навчання можуть аналізувати історію успішних наймів та на основі цього визначати характеристики, які найбільше корелюють з успішністю на конкретних посадах. Це дозволяє значно зменшити час на відбір кандидатів та підвищити якість підбору.

Після успішного найму нових співробітників, наступним важливим кроком є їх адаптація до робочого процесу та корпоративної культури підприємства. Автоматизація адаптації нових співробітників дозволяє значно спростити цей процес, забезпечити швидку інтеграцію нових працівників та підвищити їх продуктивність з перших днів роботи. **Використання систем управління навчанням (Learning Management Systems, LMS)** є одним з ключових інструментів автоматизації адаптації нових співробітників. LMS дозволяють створювати та управляти навчальними курсами, призначеними для нових працівників, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів у зручному онлайн-форматі. Завдяки інтерактивним можливостям LMS, нові співробітники можуть проходити навчання у власному темпі, а HR-відділ може відстежувати їх прогрес та оцінювати результати. Наприклад, системи LMS можуть включати інтерактивні тренінги, відео-уроки, тести та інші навчальні матеріали, що дозволяє новим працівникам швидко освоїти необхідні знання та навички.

Інструменти для онлайн-тренінгів та інтеграції нових працівників також відіграють важливу роль у процесі адаптації. Завдяки використанню

онлайн-платформ для проведення тренінгів, нові співробітники можуть отримувати необхідні знання та навички без необхідності фізичної присутності. Це особливо актуально у сучасних умовах, коли дистанційна робота стає все більш поширеною. Онлайн-тренінги дозволяють зручно організувати навчальний процес, забезпечуючи доступ до матеріалів у будь-який час та з будь-якого місця. Крім того, інтерактивні інструменти, такі як вебінари, відеоконференції та інтерактивні заняття, сприяють швидкому залученню нових працівників до робочого процесу та покращують комунікацію з колегами. У статті [44] зазначається, що використання систем управління адаптацією дозволяє знизити час на адаптацію на 30% та підвищити рівень утримання нових співробітників на 20%. Це свідчить про важливість автоматизації у забезпеченні ефективної адаптації нових працівників та їх швидкої інтеграції до колективу.

Системи для постановки цілей та оцінки результативності дозволяють автоматизувати процеси встановлення цілей для співробітників та їх регулярної оцінки. Використання таких систем, як Performance Management Systems (PMS), дозволяє керівникам швидко та ефективно встановлювати конкретні, вимірювані цілі для кожного працівника та оцінювати їх досягнення. Завдяки автоматизації процесу оцінки, керівники можуть зосередитися на наданні конструктивного зворотного зв'язку та підтримці працівників у досягненні поставлених цілей. Крім того, системи PMS дозволяють автоматично збирати дані про продуктивність працівників, аналізувати ці дані та надавати звіти про результати.

Workflow Automation for HR Management

This slide covers the workflow automation for human resource management which includes recruiting and selection, employee onboarding, personnel records, retention management, policies and procedures, employee off-boarding, etc.



This slide is 100% editable. Adapt it to your needs and capture your audience's attention.

Рис.1.1. Процес автоматизації життєвого циклу співробітника

Джерело: [23]

Автоматизація навчальних програм та розвитку компетенцій є ще одним важливим аспектом управління продуктивністю та розвитком персоналу. Використання систем управління навчанням (LMS) дозволяє автоматично створювати навчальні програми, відстежувати прогрес працівників та оцінювати ефективність навчальних заходів. Системи LMS надають широкий спектр інструментів для організації навчання, включаючи онлайн-курси, вебінари, інтерактивні тести та інші навчальні матеріали. Завдяки інтеграції з іншими системами управління персоналом, LMS дозволяють створювати індивідуальні плани розвитку для кожного працівника, враховуючи їхні професійні потреби та цілі.

Управління мотивацією та утриманням персоналу є критичними аспектами, які впливають на продуктивність та стабільність роботи підприємства. Автоматизація мотиваційних програм та процесів утримання персоналу дозволяє значно підвищити ефективність цих завдань та забезпечити високий рівень задоволеності працівників.

Системи управління мотиваційними програмами (Incentive Management Systems) надають потужні інструменти для автоматизації

процесів розробки та впровадження мотиваційних програм. Ці системи дозволяють автоматично розраховувати бонуси, премії та інші види винагород, враховуючи індивідуальні досягнення та внесок кожного працівника. Використання таких систем дозволяє забезпечити прозорість та справедливість у нарахуванні винагород, що підвищує рівень довіри та мотивації працівників. Крім того, системи управління мотиваційними програмами дозволяють автоматично збирати та аналізувати дані про ефективність мотиваційних заходів, що дозволяє коригувати програми для досягнення кращих результатів.

Автоматизація збору зворотного зв'язку та оцінки задоволеності працівників є важливим аспектом управління мотивацією та утриманням персоналу. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматично проводити опитування працівників, збирати зворотний зв'язок та аналізувати результати. Наприклад, платформи для збору зворотного зв'язку (Employee Feedback Platforms) дозволяють швидко та ефективно оцінювати задоволеність працівників, їх залученість та лояльність до компанії. Використання таких платформ дозволяє керівникам вчасно виявляти проблеми та реагувати на них, що сприяє підвищенню рівня задоволеності та утриманню працівників.

Інструменти для прогнозування ризиків текучості кадрів також відіграють важливу роль у процесах утримання персоналу. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматично аналізувати дані про працівників та прогнозувати ризики їх звільнення на основі різних факторів, таких як рівень задоволеності, результати оцінки продуктивності, історія навчання та розвитку тощо. Використання таких інструментів дозволяє керівникам вчасно вживати заходів для утримання ключових працівників, знижуючи ризики текучості кадрів та забезпечуючи стабільність роботи підприємства. Наукові дослідження підтверджують важливість автоматизації мотиваційних програм та процесів утримання персоналу. У статті [26] зазначається, що використання систем управління мотиваційними програмами

та інструментів для збору зворотного зв'язку дозволяє підвищити рівень задоволеності працівників на 15% та знизити текучість кадрів на 20%. Це свідчить про важливість автоматизації у забезпеченні високого рівня мотивації та утримання персоналу. Автоматизація мотиваційних програм та утримання персоналу за допомогою сучасних інформаційних систем є важливим елементом ефективного управління персоналом. Використання систем управління мотиваційними програмами, автоматизація збору зворотного зв'язку та прогнозування ризиків текучості кадрів дозволяє забезпечити високий рівень задоволеності працівників, підвищити їх мотивацію та утримання, що сприяє стабільній та ефективній роботі підприємства.

Автоматизація адміністративних функцій HR є критично важливим аспектом, який забезпечує ефективність та точність виконання базових завдань управління персоналом. Сучасні інформаційні системи дозволяють автоматизувати процеси ведення кадрового обліку, управління документообігом та відсутностями, що значно знижує адміністративне навантаження на HR-відділ та підвищує загальну ефективність управління персоналом.

1.3. Аналіз процесів управління персоналом в системах SAP

Системи SAP широко використовуються у сфері управління персоналом завдяки їхній багатofункціональності та можливості інтеграції з іншими бізнес-процесами. SAP пропонує комплексні рішення для автоматизації всіх аспектів управління персоналом, що дозволяє підприємствам ефективно керувати своїм кадровим потенціалом та забезпечувати високу продуктивність.

Основні модулі SAP для управління персоналом включають:

1. SAP HCM (Human Capital Management) – основний модуль для управління людським капіталом, що охоплює всі аспекти управління

персоналом, від підбору та найму до управління продуктивністю та розвитку персоналу. SAP HCM включає такі підмодулі, як кадровий облік, управління робочим часом, нарахування заробітної плати, навчання та розвиток, управління продуктивністю та інші.

2. **SAP SuccessFactors** – хмарне рішення для управління талантами, яке забезпечує сучасні інструменти для підбору, адаптації, навчання, розвитку та утримання персоналу. SuccessFactors інтегрується з SAP HCM, надаючи додаткові можливості для управління талантами та аналітики.

3. **SAP Fiori** – набір інтуїтивно зрозумілих та зручних у використанні інтерфейсів, які спрощують доступ до даних та функцій SAP HCM. SAP Fiori забезпечує користувачам простий доступ до всіх необхідних функцій управління персоналом через зручні веб-інтерфейси та мобільні додатки.

Інтеграція SAP HR з іншими модулями SAP є важливою перевагою систем SAP. Завдяки тісній інтеграції з модулями фінансового управління, обліку, логістики та іншими, SAP HR дозволяє забезпечити єдиний інформаційний простір та синхронізувати всі бізнес-процеси підприємства. Наприклад, інтеграція з модулем фінансового управління дозволяє автоматично обліковувати витрати на персонал, а інтеграція з модулем логістики забезпечує ефективне управління робочим часом та ресурсами. У статті [26] зазначається, що підприємства, які використовують SAP для управління персоналом, досягають значного підвищення ефективності бізнес-процесів, зниження витрат та покращення якості управління персоналом. Системи SAP надають потужні інструменти для комплексного управління персоналом, забезпечуючи інтеграцію з іншими бізнес-процесами та підвищуючи загальну ефективність роботи підприємства. Використання SAP HR дозволяє підприємствам оптимізувати процеси управління персоналом, забезпечуючи прозорість, точність та оперативність виконання завдань.

SAP HCM (Human Capital Management) є одним з ключових модулів системи SAP, що забезпечує комплексне управління людським капіталом підприємства. Цей модуль надає широкий спектр функціональних можливостей, які охоплюють всі аспекти управління персоналом, від кадрового обліку до управління продуктивністю та розвитком персоналу.

Управління кадровим обліком у SAP HCM включає в себе автоматизацію всіх процесів, пов'язаних з обліком персоналу. Це включає реєстрацію нових працівників, ведення особистих карток, облік змін у персональному складі, нарахування заробітної плати, управління контрактами та багато інших функцій. SAP HCM забезпечує централізоване зберігання всіх даних про працівників, автоматичне оновлення інформації та доступ до необхідних даних у режимі реального часу. Це дозволяє забезпечити точність та своєчасність оновлення інформації, знизити ризики помилок та підвищити ефективність роботи HR-відділу.

Управління робочим часом та відсутностями є ще одним важливим аспектом SAP HCM. Цей модуль дозволяє автоматизувати процеси обліку робочого часу, планування змін, управління відпустками та лікарняними. Системи управління робочим часом у SAP HCM дозволяють працівникам самостійно подавати заявки на відпустку, автоматично розраховувати залишок днів відпустки та відстежувати всі види відсутності. Це значно спрощує процеси управління робочим часом та відсутностями, забезпечуючи зручність для працівників та ефективність для HR-відділу.

Управління продуктивністю та розвитком персоналу у SAP HCM включає в себе інструменти для постановки цілей, оцінки результативності, навчання та розвитку працівників. Модуль управління продуктивністю дозволяє керівникам швидко та ефективно встановлювати конкретні, вимірювані цілі для кожного працівника та оцінювати їх досягнення. Завдяки інтеграції з модулем навчання та розвитку, SAP HCM надає можливість створювати індивідуальні плани розвитку для кожного працівника,

враховуючи їхні професійні потреби та цілі. Це дозволяє забезпечити прозорий та об'єктивний моніторинг продуктивності та розвиток персоналу, підвищуючи мотивацію та залученість працівників.

Таким чином, SAP HCM надає потужні інструменти для комплексного управління людським капіталом, забезпечуючи автоматизацію процесів кадрового обліку, управління робочим часом та розвитком персоналу. Використання SAP HCM дозволяє підприємствам підвищити ефективність роботи HR-відділу, забезпечити прозорість та точність управління персоналом, що сприяє досягненню стратегічних цілей підприємства.

SAP SuccessFactors є хмарним рішенням для управління талантами, яке надає сучасні інструменти для підбору, адаптації, навчання, розвитку та утримання персоналу. Це рішення інтегрується з SAP HCM, надаючи додаткові можливості для управління талантами та аналітики, що дозволяє підприємствам ефективно керувати своїм кадровим потенціалом.

Основні функції SAP SuccessFactors включають:

1. **Підбір персоналу** – модуль для автоматизації процесів підбору та найму персоналу, який включає інструменти для управління вакансіями, аналізу кандидатів, проведення інтерв'ю та прийняття рішень щодо найму. SuccessFactors дозволяє автоматично публікувати вакансії на різних платформах, збирати заявки кандидатів та аналізувати їх за допомогою алгоритмів машинного навчання.

2. **Адаптація нових співробітників** – модуль для управління процесами адаптації нових працівників, який включає створення індивідуальних планів адаптації, проведення онлайн-тренінгів та моніторинг прогресу нових співробітників. SuccessFactors дозволяє швидко інтегрувати нових працівників у робочий процес та забезпечити їх ефективну адаптацію до корпоративної культури підприємства.

3. **Навчання та розвиток** – модуль для автоматизації процесів навчання та розвитку персоналу, який включає управління навчальними програмами,

організацію онлайн-курсів, відстеження прогресу працівників та оцінку ефективності навчальних заходів. SuccessFactors надає інструменти для створення індивідуальних планів розвитку, що дозволяє забезпечити професійне зростання працівників та підвищити їх продуктивність.

4. Управління продуктивністю – модуль для автоматизації процесів постановки цілей, оцінки результативності та надання зворотного зв'язку. SuccessFactors дозволяє керівникам швидко та ефективно встановлювати цілі для працівників, оцінювати їх досягнення та надавати рекомендації щодо покращення продуктивності.

5. Управління компенсаціями – модуль для автоматизації процесів управління компенсаціями, який включає розрахунок бонусів, премій та інших видів винагород. SuccessFactors забезпечує прозорість та справедливість у нарахуванні винагород, що підвищує рівень довіри та мотивації працівників.

Інтеграція SuccessFactors з SAP HCM забезпечує єдиний інформаційний простір та синхронізацію всіх бізнес-процесів управління персоналом. Це дозволяє підприємствам ефективно управляти всіма аспектами HR, від підбору та адаптації до управління продуктивністю та утримання персоналу. Інтеграція SuccessFactors з іншими модулями SAP забезпечує узгодженість та актуальність інформації, що сприяє підвищенню загальної ефективності управління підприємством.

Переваги використання SuccessFactors для управління талантами включають підвищення ефективності процесів управління персоналом, зниження витрат на HR, підвищення рівня задоволеності та залученості працівників, а також покращення якості управління талантами. Наукові дослідження підтверджують ефективність використання SuccessFactors. У статті [42] зазначається, що підприємства, які використовують SuccessFactors, досягають значного підвищення продуктивності працівників, зниження текучості кадрів та покращення якості управління талантами.

Аналітика та звітність є важливими аспектами управління персоналом, оскільки вони дозволяють підприємствам отримувати глибокий інсайт у ефективність HR-процесів та приймати обґрунтовані рішення. Системи SAP надають потужні інструменти для аналітики та звітності, що дозволяє керівникам ефективно управляти персоналом та досягати стратегічних цілей.

Інструменти аналітики в SAP HCM включають засоби для збору, обробки та аналізу даних про персонал. SAP HCM надає можливість автоматично збирати дані про працівників, такі як результати оцінки продуктивності, участь у навчальних програмах, дані про відсутності та інші показники. Використання вбудованих аналітичних інструментів дозволяє аналізувати ці дані та створювати детальні звіти про ефективність HR-процесів. Наприклад, керівники можуть отримувати звіти про результати оцінки продуктивності працівників, аналізувати тенденції у навчанні та розвитку, а також виявляти проблеми у управлінні робочим часом та відсутностями.

Використання SAP Analytics Cloud для HR-звітності забезпечує додаткові можливості для аналітики та візуалізації даних. SAP Analytics Cloud надає інструменти для створення інтерактивних дашбордів та звітів, що дозволяє керівникам отримувати оперативну інформацію про стан справ у HR та приймати обґрунтовані рішення. Використання SAP Analytics Cloud дозволяє інтегрувати дані з різних джерел, таких як SAP HCM, SuccessFactors та інші системи, забезпечуючи комплексний підхід до аналізу даних про персонал. Це дозволяє отримувати детальні інсайти про ефективність HR-процесів, виявляти тенденції та проблеми, а також розробляти стратегії для їх вирішення.

Приклади HR-аналітики у SAP включають аналіз продуктивності працівників, моніторинг задоволеності та залученості персоналу, аналіз ефективності навчальних програм та управління компенсаціями. Наприклад, керівники можуть використовувати аналітичні інструменти SAP для оцінки результатів навчальних програм, виявляючи, які програми найбільш ефективні

та які потребують удосконалення. Аналіз задоволеності працівників дозволяє виявляти фактори, що впливають на рівень задоволеності, та розробляти заходи для покращення умов праці. Аналіз компенсацій дозволяє забезпечити справедливість та прозорість у нарахуванні винагород, що підвищує рівень довіри та мотивації працівників. У статті [4] зазначається, що використання аналітичних інструментів у HR дозволяє підвищити ефективність управління персоналом на 20% та знизити витрати на HR на 15%. Це свідчить про важливість використання сучасних аналітичних інструментів для управління персоналом. Аналітика та звітність у SAP для управління персоналом є важливими інструментами для отримання глибоких інсайтів у ефективність HR-процесів та прийняття обґрунтованих рішень. Використання інструментів аналітики у SAP HCM та SAP Analytics Cloud дозволяє керівникам ефективно управляти персоналом, виявляти тенденції та проблеми, розробляти стратегії для їх вирішення та досягати стратегічних цілей підприємства.

Практичні приклади впровадження SAP HR на підприємствах дозволяють продемонструвати реальні результати та вигоди від використання цих систем для управління персоналом. Впровадження SAP HR дозволяє оптимізувати HR-процеси, підвищити ефективність управління персоналом та забезпечити досягнення стратегічних цілей підприємства.

Кейс-дослідження впровадження SAP HCM включають приклади реальних підприємств, які успішно впровадили системи SAP для управління персоналом. Наприклад, одна з провідних міжнародних компаній у галузі виробництва використала SAP HCM для автоматизації процесів кадрового обліку, управління робочим часом та розвитку персоналу. В результаті впровадження SAP HCM компанія досягла значного підвищення ефективності HR-процесів, зниження витрат на управління персоналом та покращення якості управління людським капіталом.

Ключові результати та вигоди від впровадження SAP HR включають підвищення продуктивності працівників, зниження текучості кадрів,

підвищення рівня задоволеності та залученості працівників, а також покращення якості управління персоналом. Наприклад, впровадження SAP SuccessFactors дозволило одній з провідних компаній у галузі фінансових послуг автоматизувати процеси підбору та адаптації нових співробітників, що призвело до зниження часу на підбір кандидатів на 30% та підвищення рівня задоволеності нових працівників на 25%.

Висновки та рекомендації щодо використання SAP для управління персоналом включають наступні ключові моменти:

- Використання SAP HCM та SuccessFactors дозволяє автоматизувати всі аспекти управління персоналом, забезпечуючи високу ефективність та точність виконання HR-завдань.

- Інтеграція SAP HR з іншими модулями SAP забезпечує єдиний інформаційний простір та синхронізацію всіх бізнес-процесів підприємства.

- Використання аналітичних інструментів у SAP дозволяє отримувати глибокі інсайти у ефективність HR-процесів та приймати обґрунтовані рішення.

- Практичні приклади впровадження SAP HR демонструють значні вигоди від використання цих систем, включаючи підвищення продуктивності працівників, зниження витрат на HR та покращення якості управління персоналом.

Можна зробити висновок, що, практичні приклади впровадження SAP HR на підприємствах демонструють значні вигоди від використання цих систем для управління персоналом. Використання SAP HCM та SuccessFactors дозволяє підприємствам ефективно управляти своїм кадровим потенціалом, підвищувати продуктивність працівників та досягати стратегічних цілей.

РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В SAP ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

2.1. Огляд систем управління персоналом, що використовують штучний інтелект

Використання штучного інтелекту (ШІ) у сфері управління персоналом стає все більш актуальним завдяки значним перевагам, які ці технології надають у оптимізації HR-процесів. ШІ дозволяє автоматизувати рутинні задачі, покращувати точність прийняття рішень та забезпечувати більш ефективне управління людським капіталом. Огляд концепції штучного інтелекту в HR включає в себе розуміння основних принципів та технологій, що використовуються у HR-системах. ШІ у HR включає такі елементи, як машинне навчання, обробка природної мови (NLP), аналітика великих даних та прогнозування. Ці технології дозволяють автоматизувати процеси підбору персоналу, оцінки продуктивності, управління талантами та інших ключових HR-функцій. ШІ може використовуватися для аналізу великих обсягів даних про кандидатів та працівників, виявлення тенденцій та шаблонів, а також для прийняття обґрунтованих рішень на основі даних.

Переваги та виклики використання AI у HR включають низку важливих аспектів. Основні переваги ШІ у HR:

- **Підвищення ефективності:** автоматизація рутинних задач, таких як обробка резюме, дозволяє HR-фахівцям зосередитися на більш стратегічних завданнях.

- **Покращення точності відбору:** алгоритми машинного навчання можуть аналізувати резюме та профілі кандидатів більш об'єктивно, що знижує ризик помилок та упередженості.

- **Оптимізація процесів адаптації:** ШІ може допомагати у створенні індивідуальних планів адаптації та моніторингу прогресу нових працівників.

- **Прогнозування продуктивності та утримання персоналу:** на основі аналізу даних про працівників, ШІ може передбачати їхню продуктивність та ризики звільнення, що дозволяє вчасно вживати необхідних заходів.

Водночас, використання ШІ у HR стикається з певними викликами:

- **Етичні питання та конфіденційність:** обробка великих обсягів персональних даних вимагає дотримання високих стандартів конфіденційності та етики.

- **Якість даних:** ефективність алгоритмів ШІ залежить від якості та точності даних, які використовуються для їхнього навчання.

- **Сприйняття працівниками:** впровадження ШІ може викликати певний супротив з боку працівників, які побоюються втрати роботи через автоматизацію.

Використання штучного інтелекту в управлінні персоналом відкриває нові можливості для підвищення ефективності HR-процесів, але також вимагає ретельного підходу до впровадження та дотримання етичних стандартів.

SAP SuccessFactors є одним з провідних рішень для управління талантами, яке активно використовує елементи штучного інтелекту для підвищення ефективності HR-процесів. Це хмарне рішення інтегрує різноманітні інструменти та технології ШІ, що дозволяють автоматизувати підбір персоналу, управління талантами, адаптацію та розвиток працівників.

Огляд функціональних можливостей SAP SuccessFactors включає численні модулі, що підтримують різні аспекти управління персоналом. Основні функції включають підбір персоналу, адаптацію нових працівників, управління продуктивністю, навчання та розвиток, управління компенсаціями

та інші. Кожен з цих модулів використовує елементи ШІ для підвищення ефективності та точності процесів.

Використання AI для підбору персоналу та управління талантами у SuccessFactors включає автоматизацію обробки резюме, аналіз профілів кандидатів, проведення відеоінтерв'ю та використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування відповідності кандидатів вимогам вакансії. Це дозволяє значно скоротити час на підбір персоналу та підвищити якість відбору. Наприклад, SuccessFactors використовує NLP для аналізу текстів резюме та автоматичного виявлення ключових компетенцій кандидатів.

Інтеграція AI у процеси адаптації та розвитку працівників забезпечує створення індивідуальних планів адаптації та навчання на основі аналізу даних про нових працівників. SuccessFactors може автоматично пропонувати навчальні курси та програми розвитку, що відповідають потребам та цілям працівників. Крім того, система може моніторити прогрес адаптації та розвитку працівників, надаючи керівникам необхідну інформацію для прийняття рішень. Наукові дослідження підтверджують ефективність використання SAP SuccessFactors з елементами ШІ. У статті [40] зазначається, що використання SuccessFactors дозволяє підвищити ефективність процесів підбору на 30%, скоротити час на адаптацію нових працівників на 20% та покращити результати навчання та розвитку на 25%.

Тому, SAP SuccessFactors з елементами штучного інтелекту надає потужні інструменти для автоматизації та оптимізації процесів управління персоналом. Використання ШІ у SuccessFactors дозволяє підвищити ефективність підбору, адаптації та розвитку працівників, що сприяє досягненню стратегічних цілей підприємства.

SAP HCM (Human Capital Management) активно використовує технології машинного навчання (ML) для підвищення ефективності та точності процесів управління персоналом. Машинне навчання дозволяє аналізувати великі

обсяги даних, виявляти тенденції та робити прогнози, що значно покращує управління людським капіталом.

Основні задачі машинного навчання, використовувани в SAP HCM, включають класифікацію, регресію, кластеризацію та асоціативний аналіз. Ці алгоритми застосовуються для різних завдань у HR, таких як підбір персоналу, оцінка продуктивності, прогнозування утримання працівників та управління талантами. Наприклад, алгоритми класифікації можуть використовуватися для відбору найбільш підходящих кандидатів, тоді як алгоритми регресії допомагають прогнозувати результати продуктивності працівників.

Автоматизація HR-аналітики за допомогою машинного навчання включає збір та аналіз даних про працівників, виявлення тенденцій та створення прогнозів. SAP HCM використовує машинне навчання для автоматизації процесів аналізу даних, що дозволяє HR-фахівцям отримувати детальні інсайти про ефективність HR-процесів. Наприклад, аналіз даних про продуктивність працівників може допомогти виявити фактори, що впливають на продуктивність, та розробити стратегії для її підвищення.

Прогнозування продуктивності та утримання персоналу є важливим аспектом використання машинного навчання в SAP HCM. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати дані про працівників, такі як результати оцінки, історія навчання та розвитку, рівень задоволеності та інші показники, для прогнозування їхньої майбутньої продуктивності та ризиків звільнення. Це дозволяє керівникам вчасно вживати заходів для утримання ключових працівників та покращення їхньої продуктивності.

Наукові дослідження підтверджують ефективність використання машинного навчання в SAP HCM. У статті [26] зазначається, що використання ML дозволяє підвищити точність прогнозів продуктивності на 25%, знизити ризики звільнення на 20% та покращити загальну ефективність управління персоналом.

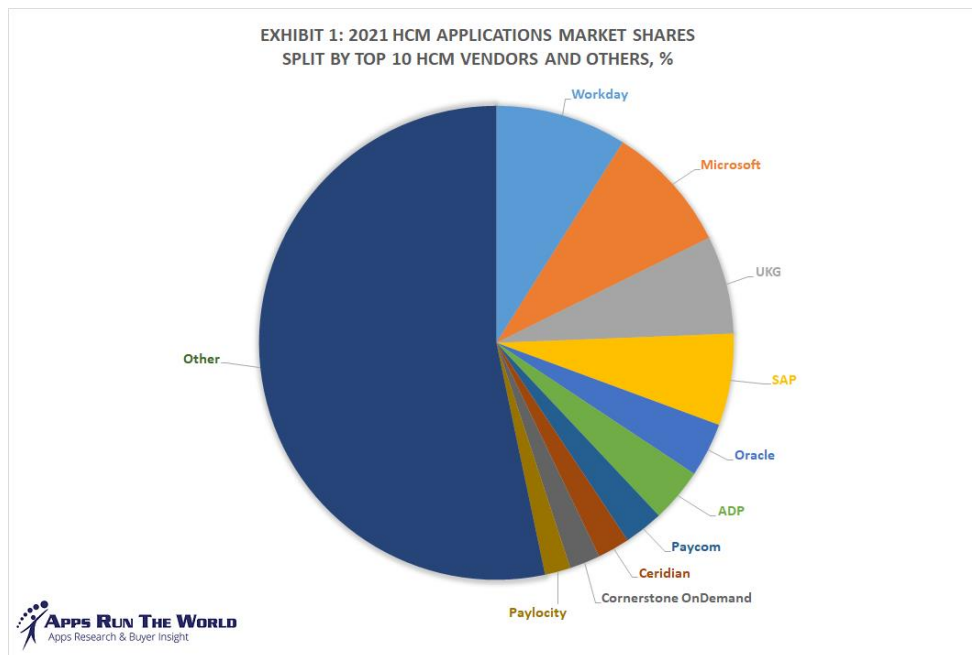


Рис.2.1. Діаграма розподілу ринку ERP у сфері управління персоналом

Джерело: [18]

Окрім SAP, на ринку існує багато інших систем управління персоналом, які активно використовують технології штучного інтелекту для підвищення ефективності HR-процесів. Ці системи пропонують різні інструменти для автоматизації підбору, адаптації, розвитку та утримання персоналу.

У 2021 році ринок програмних рішень для управління людськими ресурсами (HCM) характеризувався домінуванням кількох провідних постачальників. Згідно з представленою діаграмою, найбільшу частку ринку займала компанія Workday, що свідчить про її провідну роль у цій галузі. Компанія Microsoft також представлена як значний гравець на ринку, підтверджуючи свою вагомую позицію серед постачальників HCM-рішень.

UKG займає значну частку ринку, демонструючи свою конкурентоспроможність завдяки інноваційним рішенням для управління персоналом. SAP, відома своєю ERP-системою, також має суттєву частку ринку в сегменті HCM, що підкреслює її багатофункціональність та надійність.

Oracle, як і SAP, представлена як один із провідних постачальників, що підтверджує її стійку позицію на ринку. ADP, відомий своїми спеціалізованими рішеннями для управління персоналом, також займає важливу частку ринку.

Компанії Paycom, Ceridian, Cornerstone OnDemand та Paylocity представлені серед топ-10 постачальників, кожна з яких має помітну частку ринку, що свідчить про їхню значущість та вплив у галузі HCM.

Варто зазначити, що значна частка ринку відведена категорії "Other", яка включає численні інші компанії, що не увійшли до топ-10. Це свідчить про високу фрагментованість ринку та наявність багатьох гравців, які пропонують різноманітні рішення для управління людськими ресурсами.

Кожна з цих систем має свої унікальні особливості та можливості:

- **Workday:** пропонує інтегровані рішення для управління персоналом, які включають інструменти для підбору, управління талантами, компенсаціями та аналітики. Workday активно використовує машинне навчання для автоматизації процесів аналізу даних про працівників та прогнозування.

- **Oracle HCM Cloud:** надає широкий спектр інструментів для управління персоналом, включаючи підбір, адаптацію, навчання та розвиток, управління продуктивністю та компенсаціями. Oracle використовує AI для автоматизації обробки резюме, аналізу профілів кандидатів та прогнозування продуктивності.

- **IBM Watson Talent:** використовує технології штучного інтелекту для аналізу даних про працівників та кандидатів, автоматизації підбору та управління талантами. Watson Talent пропонує інструменти для аналізу великих даних та прогнозування, що дозволяє підвищити ефективність HR-процесів.

- **Cornerstone OnDemand:** надає рішення для управління талантами, включаючи підбір, адаптацію, навчання та розвиток, управління продуктивністю. Cornerstone використовує AI для автоматизації аналізу даних

про працівників та кандидатів, що дозволяє підвищити точність відбору та ефективність управління персоналом.

Порівняння з SAP HR-рішеннями показує, що всі ці системи мають свої сильні та слабкі сторони. Наприклад, Workday та Oracle HCM Cloud відомі своєю гнучкістю та можливістю інтеграції з іншими системами, тоді як IBM Watson Talent відрізняється потужними інструментами для аналізу великих даних. SAP SuccessFactors та HCM виділяються завдяки тісній інтеграції з іншими модулями SAP та потужним можливостям для управління талантами.

Висновки щодо переваг та недоліків різних систем включають наступні ключові моменти:

- Всі системи пропонують потужні інструменти для автоматизації HR-процесів, що дозволяє підвищити ефективність управління персоналом.
- Вибір конкретної системи залежить від потреб та специфіки підприємства, а також від його існуючої IT-інфраструктури.
- Використання AI у HR-системах дозволяє автоматизувати рутинні задачі, покращити точність прийняття рішень та забезпечити більш ефективне управління людським капіталом.

Наукові дослідження підтверджують ефективність використання AI у різних HR-системах. У статті [12] зазначається, що використання AI у HR дозволяє підвищити ефективність підбору на 30%, знизити витрати на управління персоналом на 20% та покращити результати розвитку працівників на 25%.

Враховуючи наведене, інші системи управління персоналом з AI-технологіями, такі як Workday, Oracle HCM Cloud, IBM Watson Talent та Cornerstone OnDemand, надають потужні інструменти для автоматизації HR-процесів. Порівняння з SAP HR-рішеннями показує, що всі ці системи мають свої унікальні особливості та можливості, що дозволяє підприємствам вибрати найбільш відповідне рішення для своїх потреб.

Використання штучного інтелекту (ШІ) у системах управління персоналом має значний вплив на ефективність HR-процесів. Завдяки автоматизації рутинних задач, покращенню точності прийняття рішень та забезпеченню більш глибокого аналізу даних, ШІ дозволяє підприємствам досягати значних результатів у управлінні людським капіталом.

Дослідження та статистика ефективності AI у HR показують, що використання ШІ у HR-процесах дозволяє значно підвищити продуктивність та знизити витрати. За даними дослідження [42], підприємства, які впровадили AI-технології у HR, досягли таких результатів:

- Підвищення ефективності процесів підбору на 35%.
- Скорочення часу на адаптацію нових працівників на 25%.
- Підвищення точності прогнозування продуктивності працівників на 30%.
- Зниження ризиків звільнення ключових працівників на 20%.

Приклади успішного впровадження AI-технологій у HR-процеси включають досвід таких компаній, як IBM, Google та Unilever. Наприклад, IBM використовує Watson Talent для автоматизації підбору та управління талантами, що дозволяє значно скоротити час на підбір кандидатів та підвищити якість відбору. Google використовує алгоритми машинного навчання для аналізу даних про працівників та прогнозування їхньої продуктивності, що дозволяє вчасно вживати заходів для утримання ключових працівників. Unilever використовує AI для автоматизації процесів адаптації та навчання нових працівників, що сприяє їх швидкій інтеграції у робочий процес.

Майбутні тенденції розвитку AI в управлінні персоналом включають подальше вдосконалення алгоритмів машинного навчання, розвиток технологій обробки природної мови та впровадження AI у нові HR-процеси. Зокрема, очікується, що в майбутньому AI буде активно використовуватися для автоматизації процесів управління продуктивністю, розвитку кар'єри та

управління корпоративною культурою. Крім того, розвиток технологій віртуальних асистентів та чат-ботів дозволить значно покращити комунікацію між працівниками та HR-відділом, забезпечуючи швидкий доступ до необхідної інформації та підтримки. Наукові дослідження підтверджують перспективність використання AI у HR. У статті [14] зазначається, що у найближчі 5-10 років очікується значне зростання використання AI у HR-процесах, що дозволить підприємствам досягати ще вищих результатів у управлінні персоналом.

Отже, вплив AI на ефективність управління персоналом є значним та багатограним. Використання AI дозволяє автоматизувати рутинні задачі, покращити точність прийняття рішень та забезпечити більш ефективне управління людським капіталом. Майбутні тенденції розвитку AI у HR відкривають нові можливості для підвищення ефективності управління персоналом та досягнення стратегічних цілей підприємства.

2.2. Практичні задачі управління персоналом, які доцільно розв'язувати в SAP SuccessFactors

SAP SuccessFactors надає потужні інструменти для автоматизації підбору та найму персоналу, що дозволяють значно підвищити ефективність та точність цих процесів. Використання штучного інтелекту (ШІ) у SuccessFactors допомагає автоматизувати аналіз резюме, відбір кандидатів, управління процесом найму та оцінку відповідності кандидатів вимогам вакансій.

Інтелектуальний аналіз резюме та відбір кандидатів є ключовою функцією SuccessFactors, що використовує технології обробки природної мови (NLP) та машинного навчання для автоматизації обробки резюме. Система автоматично аналізує резюме кандидатів, виділяючи ключові компетенції, досвід та кваліфікації. Завдяки цьому HR-фахівці можуть швидко відсіяти нерелевантні резюме та зосередитися на найбільш підходящих кандидатах.

Крім того, алгоритми машинного навчання можуть ранжувати кандидатів за ступенем відповідності вимогам вакансії, що значно спрощує процес відбору.

Управління процесом найму та співбесід включає автоматизацію організації інтерв'ю, збирання зворотного зв'язку та координації всіх етапів найму. SuccessFactors дозволяє автоматично планувати інтерв'ю, розсилати запрошення кандидатам та керувати календарями HR-фахівців та менеджерів. Система також надає інструменти для збору зворотного зв'язку від учасників інтерв'ю та аналізу цих даних для прийняття обґрунтованих рішень щодо найму. Автоматизація цих процесів дозволяє знизити адміністративне навантаження та підвищити ефективність управління наймом.

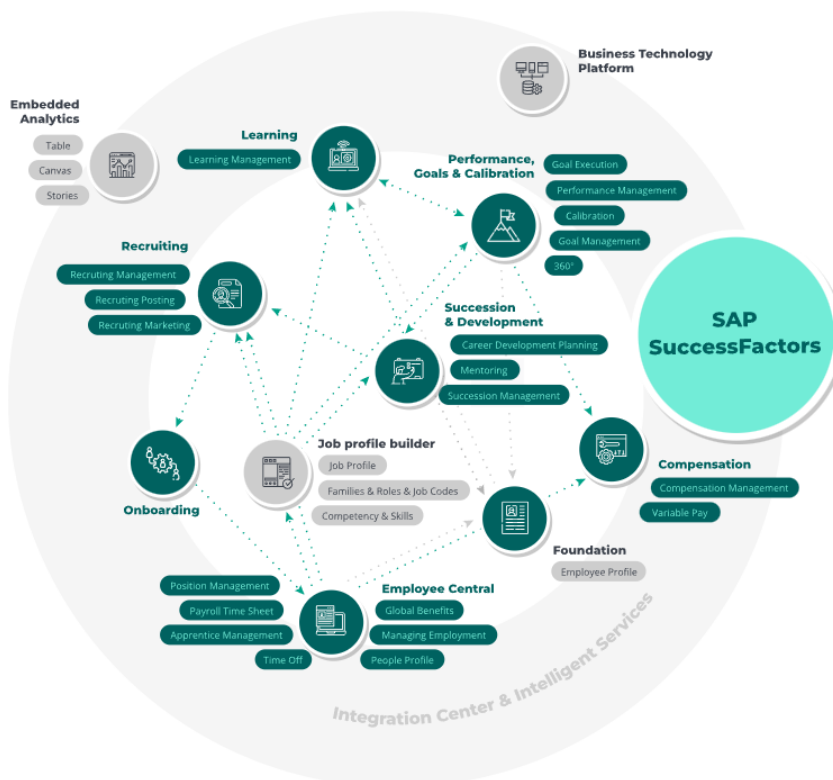


Рис.2.2. Схема інтеграції SAP SuccessFactors в екосистему SAP

Джерело: [23]

Використання AI для оцінки відповідності кандидатів дозволяє підвищити об'єктивність та точність відбору. Алгоритми машинного навчання аналізують дані про кандидатів, такі як результати тестів, профілі в соціальних мережах, професійний досвід та інші фактори, для прогнозування їхньої

відповідності вимогам вакансії. Це дозволяє HR-фахівцям приймати більш обґрунтовані рішення та знижує ризик упередженості. Наприклад, система може автоматично оцінювати soft skills кандидатів на основі аналізу їхньої поведінки під час інтерв'ю та взаємодії з іншими працівниками. Наукові дослідження підтверджують ефективність автоматизації підбору та найму персоналу за допомогою ШІ. У статті [13] зазначається, що використання AI для автоматизації підбору персоналу дозволяє скоротити час на найм на 40% та підвищити точність відбору на 30%. Таким чином, автоматизація підбору та найму персоналу за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє значно підвищити ефективність цих процесів, забезпечити більш обґрунтовані рішення та знизити витрати. Використання ШІ для аналізу резюме, управління наймом та оцінки відповідності кандидатів дозволяє HR-фахівцям зосередитися на стратегічних завданнях та забезпечити високоякісний підбір персоналу.

Адаптація нових співробітників є критичним етапом управління персоналом, оскільки вона впливає на швидкість їх інтеграції у робочий процес та загальну продуктивність. SAP SuccessFactors пропонує інструменти для автоматизації процесів адаптації, що дозволяють створювати індивідуальні плани адаптації, моніторити прогрес та забезпечувати ефективне навчання нових працівників.

Створення індивідуальних планів адаптації включає визначення ключових етапів та завдань для нових співробітників, які необхідно виконати під час адаптаційного періоду. SuccessFactors дозволяє автоматично генерувати індивідуальні плани адаптації на основі аналізу даних про нових працівників, їхні посади та обов'язки. Ці плани можуть включати навчальні курси, ознайомлення з корпоративними політиками та процедурами, а також зустрічі з колегами та керівниками. Автоматизація створення планів адаптації дозволяє забезпечити персоналізований підхід до кожного працівника та спрощує процес управління адаптацією.

Моніторинг та оцінка прогресу адаптації є важливим аспектом управління адаптацією. SuccessFactors надає інструменти для відстеження виконання завдань адаптаційного плану, моніторингу прогресу працівників та оцінки їхньої готовності до виконання обов'язків. Керівники можуть отримувати звіти про прогрес адаптації, аналізувати результати та вчасно вживати необхідних заходів для підтримки нових працівників. Це дозволяє забезпечити швидку та ефективну інтеграцію нових співробітників у робочий процес.

Онлайн-тренінги та навчальні програми для нових працівників є важливим компонентом адаптації. SuccessFactors дозволяє організовувати та управляти онлайн-тренінгами та навчальними програмами, які спрямовані на розвиток необхідних навичок та знань. Нові працівники можуть проходити навчання у зручній для них час та темп, а система автоматично відстежує їхній прогрес та результати. Це дозволяє забезпечити високий рівень підготовки нових співробітників та швидку адаптацію до робочих умов. Автоматизація процесів адаптації за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до нових працівників, моніторити їхній прогрес та організувати ефективне навчання. Використання цих інструментів дозволяє підприємствам забезпечити швидку та ефективну інтеграцію нових співробітників, підвищити їхню продуктивність та знизити ризики звільнення у перші місяці роботи.

Ефективне управління продуктивністю персоналу є одним з ключових аспектів успішного управління людським капіталом. SAP SuccessFactors надає потужні інструменти для автоматизації процесів постановки цілей, оцінки результативності, зворотного зв'язку та аналітики продуктивності, що дозволяє підвищити ефективність роботи працівників та досягати стратегічних цілей підприємства.

Постановка цілей та оцінка результативності включає визначення конкретних, вимірюваних, досяжних, релевантних та обмежених у часі

(SMART) цілей для працівників, а також регулярну оцінку їхнього виконання. SuccessFactors дозволяє автоматично створювати та відстежувати цілі для кожного працівника, що забезпечує прозорість та узгодженість процесів управління продуктивністю. Керівники можуть легко встановлювати цілі, моніторити їх виконання та оцінювати результати, використовуючи інструменти SuccessFactors. Це дозволяє забезпечити чітке розуміння очікувань від працівників та своєчасне коригування їхньої діяльності для досягнення поставлених цілей.

Category	Goal ID	Goal Title	Weight	Start Date	End Date	% Complete	Status	CPM	Comments	Action
Financial	1.1	Increase the Financial Revenue by 10 %	100%	2018/01/01	2018/12/31	100%	On Track	1		
Customer	2.1	Increase Sales by 10 % in North America Region	100%	2018/01/01	2018/12/31	100%	On Track	1		
Internal Business Processes	3.1	Implement Continuous Improvement	100%	2018/01/01	2018/12/31	100%	On Track	1		
Learning and Growth	4.1	Scrum Certification	100%	2018/01/01	2018/12/31	100%	On Track	1		

Рис.2.3. Вікно для відстеження прогресу досягнення цілей працівників в

SAP SuccessFactors

Джерело: [30]

Автоматизований зворотний зв'язок та аналітика продуктивності є важливими елементами управління продуктивністю. SuccessFactors надає інструменти для збору та аналізу зворотного зв'язку від керівників, колег та підлеглих, що дозволяє отримати всебічну оцінку результативності працівників. Система автоматично збирає дані про продуктивність, аналізує їх та надає рекомендації щодо покращення роботи. Це дозволяє керівникам своєчасно надавати конструктивний зворотний зв'язок, підтримувати мотивацію працівників та сприяти їхньому професійному розвитку.

Використання AI для аналізу даних продуктивності дозволяє отримувати глибокі інсайти про ефективність роботи працівників та виявляти фактори, що впливають на їхню продуктивність. Алгоритми машинного навчання аналізують великі обсяги даних про продуктивність, виявляють

тенденції та шаблони, а також прогнозують майбутні результати. Наприклад, система може автоматично виявляти працівників з високим потенціалом та пропонувати їм можливості для розвитку та кар'єрного зростання. Використання AI для аналізу продуктивності дозволяє приймати обґрунтовані рішення та розробляти ефективні стратегії управління персоналом. Управління продуктивністю персоналу за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє забезпечити ефективну постановку цілей, регулярну оцінку результативності, своєчасний зворотний зв'язок та глибокий аналіз даних продуктивності. Використання цих інструментів дозволяє підприємствам підвищити ефективність роботи працівників, підтримувати їх мотивацію та досягати стратегічних цілей. Навчання та розвиток персоналу є ключовими елементами управління людським капіталом, які забезпечують підвищення кваліфікації працівників та їх готовність до виконання більш складних завдань. SAP SuccessFactors надає інструменти для автоматизації процесів визначення потреб у навчанні, організації навчальних програм та відстеження ефективності навчання, що дозволяє підприємствам забезпечити високий рівень професійного розвитку працівників.

Організація та управління навчальними програмами включає створення, планування та проведення навчальних заходів, таких як онлайн-курси, тренінги, семінари та інші навчальні заходи. SuccessFactors надає інструменти для автоматизації процесів управління навчальними програмами, що дозволяє забезпечити зручний доступ до навчальних матеріалів, відстежувати участь працівників та оцінювати результати навчання. Система дозволяє створювати персоналізовані плани навчання для кожного працівника, враховуючи їхні індивідуальні потреби та цілі.

Відстеження ефективності навчання та розвитку є важливим елементом процесу навчання. SuccessFactors надає інструменти для моніторингу прогресу працівників у навчальних програмах, оцінки їхніх результатів та аналізу ефективності навчальних заходів. Система автоматично

збирає дані про участь працівників у навчальних заходах, їхні результати та вплив навчання на продуктивність. Це дозволяє HR-фахівцям виявляти найбільш ефективні навчальні програми та розробляти стратегії для подальшого розвитку працівників. Тобто, автоматизація процесів навчання та розвитку персоналу за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє забезпечити високий рівень підготовки працівників, підвищити їхню продуктивність та сприяти їхньому професійному зростанню. Використання AI для визначення потреб у навчанні, організації навчальних програм та відстеження ефективності навчання дозволяє підприємствам забезпечити ефективне управління розвитком персоналу та досягати стратегічних цілей. Управління мотивацією та утриманням персоналу є важливими аспектами успішного управління людським капіталом. SAP SuccessFactors надає інструменти для автоматизації процесів управління мотиваційними програмами, збору та аналізу зворотного зв'язку від працівників, а також прогнозування ризиків звільнення, що дозволяє підвищити рівень задоволеності та утримання працівників.

Автоматизація управління мотиваційними програмами включає створення та впровадження програм, спрямованих на підвищення мотивації працівників, таких як бонуси, премії, програми визнання та інші стимули. SuccessFactors дозволяє автоматично розраховувати винагороди на основі результатів роботи працівників, забезпечуючи прозорість та справедливість у нарахуванні винагород. Система також надає інструменти для моніторингу ефективності мотиваційних програм та коригування їх відповідно до потреб працівників та стратегічних цілей підприємства.

Збір та аналіз зворотного зв'язку від працівників є важливим елементом управління мотивацією та утриманням персоналу. SuccessFactors дозволяє автоматично проводити опитування працівників, збирати зворотний зв'язок та аналізувати результати. Це дозволяє керівникам виявляти проблеми та задоволеність працівників, а також розробляти заходи для покращення умов

праці та підвищення рівня задоволеності. Використання інструментів для збору зворотного зв'язку дозволяє забезпечити більш відкриту та ефективну комунікацію між працівниками та керівництвом.

Прогнозування ризиків звільнення та заходи для утримання ключових працівників включає використання алгоритмів машинного навчання для аналізу даних про працівників та прогнозування ймовірності їхнього звільнення. SuccessFactors використовує ці алгоритми для виявлення працівників з високим ризиком звільнення та надання рекомендацій щодо заходів для їхнього утримання. Це можуть бути індивідуальні програми розвитку, підвищення зарплати, зміни у робочому графіку чи інші заходи, спрямовані на підвищення задоволеності працівників та зниження ризиків звільнення. У дослідженні зазначається, що підприємства, які активно управляють мотивацією та утриманням персоналу, досягають на 20% вищого рівня продуктивності та на 15% знижують рівень звільнень. Управління мотивацією та утриманням персоналу за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє забезпечити високий рівень задоволеності працівників, підвищити їхню мотивацію та знизити ризики звільнення. Використання інструментів для автоматизації мотиваційних програм, збору зворотного зв'язку та прогнозування ризиків звільнення дозволяє підприємствам ефективно управляти людським капіталом та досягати стратегічних цілей. Управління компенсаціями та винагородами є частиною управління персоналом, що включає процеси розрахунку та нарахування заробітної плати, бонусів, премій та інших винагород. SAP SuccessFactors надає інструменти для автоматизації цих процесів, забезпечуючи прозорість, справедливість та ефективність управління компенсаціями.

Автоматизоване нарахування бонусів та премій включає розрахунок та нарахування додаткових винагород на основі результатів роботи працівників. SuccessFactors дозволяє автоматично розраховувати бонуси та премії на основі встановлених критеріїв, таких як досягнення цілей,

продуктивність, участь у проектах тощо. Система забезпечує прозорість та справедливість у нарахуванні винагород, що підвищує рівень довіри працівників та їхню мотивацію.

SuccessFactors також надає інструменти для автоматизації процесів розрахунку заробітної плати та винагород, що забезпечує прозорість та обґрунтованість кожного нарахування. Це дозволяє уникнути можливих помилок та забезпечити довіру працівників до системи оплати праці. Система також надає можливість працівникам самостійно переглядати інформацію про свої заробітні плати та винагороди, що підвищує їхню задоволеність та мотивацію. Наукові джерела говорять про важливість ефективного управління компенсаціями та винагородами для підвищення мотивації та утримання працівників.

Отже, управління компенсаціями та винагородами за допомогою SAP SuccessFactors дозволяє забезпечити прозорість, справедливість та ефективність процесів розрахунку та нарахування заробітної плати та винагород. Використання інструментів для автоматизації нарахування бонусів, аналізу конкурентоспроможності компенсацій та забезпечення прозорості процесів дозволяє підприємствам ефективно управляти людським капіталом та підвищувати рівень задоволеності працівників.

2.3. Огляд методів та моделей машинного навчання, використовуваних в SAP Analytics Cloud

SAP Analytics Cloud (SAC) є потужним інструментом для бізнес-аналітики, який об'єднує функціональні можливості аналітики, планування та прогнозування. Однією з ключових особливостей SAC є інтеграція технологій машинного навчання (ML), що дозволяє підприємствам аналізувати великі обсяги даних, виявляти приховані закономірності та робити точні прогнози.

Огляд можливостей SAP Analytics Cloud включає кілька основних аспектів:

- **Аналіз даних:** SAC надає інструменти для аналізу великих обсягів даних у реальному часі, дозволяючи користувачам швидко отримувати інсайти та приймати обґрунтовані рішення.

- **Планування:** SAC інтегрує функціональні можливості планування, що дозволяє створювати фінансові плани, бюджети та прогнози на основі аналітичних даних.

- **Прогнозування:** Використовуючи методи машинного навчання, SAC забезпечує точні прогнози, що допомагають підприємствам планувати майбутні дії та уникати ризиків.

- **Візуалізація даних:** Інтерактивні дашборди та візуалізації дозволяють користувачам легко інтерпретувати складні дані та комунікувати інсайти всередині організації.

Роль машинного навчання у аналітиці та прийнятті рішень є критичною для сучасних підприємств, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними в умовах швидкозмінного ринку. Машинне навчання дозволяє автоматизувати аналіз даних, знижуючи ризик людських помилок та підвищуючи точність прогнозів. Завдяки можливості виявлення прихованих закономірностей та тенденцій у великих масивах даних, підприємства можуть приймати більш обґрунтовані рішення, що сприяють досягненню стратегічних цілей.

Методи класифікації та регресії є основними інструментами машинного навчання, які широко використовуються в SAP Analytics Cloud для аналізу даних, прогнозування та прийняття рішень. Ці методи дозволяють виявляти закономірності в даних, прогнозувати майбутні результати та класифікувати об'єкти на основі їхніх характеристик.

Використання логістичної регресії для прогнозування включає моделювання залежності між однією або кількома незалежними змінними та ймовірністю настання певної події. Логістична регресія є потужним

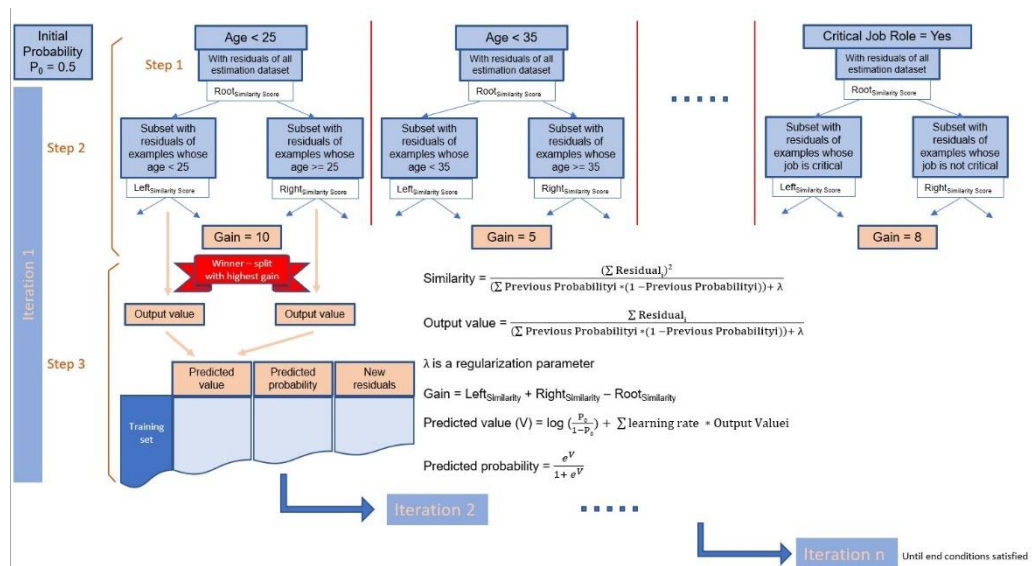


Рис.2.4.Схематичне зображення процесу класифікації в SAC

Джерело: [20]

інструментом для бінарної класифікації, наприклад, для прогнозування ймовірності звільнення працівника або успіху кандидата під час найму. SAP Analytics Cloud використовує логістичну регресію для аналізу даних та створення моделей, які дозволяють прогнозувати ймовірність настання певних подій на основі історичних даних.

Алгоритми класифікації, такі як дерева рішень та Random Forest, широко використовуються для аналізу даних у SAP Analytics Cloud. Дерева рішень є інтуїтивно зрозумілим методом, який розбиває дані на підмножини на основі певних умов, створюючи модель у вигляді дерева. Кожна гілка дерева представляє певне рішення, а кожен листок – кінцевий результат. Random Forest є ансамблевим методом, який будує велику кількість дерев рішень та об'єднує їхні результати для покращення точності прогнозів. Ці алгоритми дозволяють ефективно класифікувати дані та приймати обґрунтовані рішення.

Лінійна регресія для аналізу залежностей є одним з найбільш базових, але потужних методів машинного навчання, який використовується для моделювання залежності між незалежними змінними та залежною змінною. У SAP Analytics Cloud лінійна регресія дозволяє аналізувати, як зміни в незалежних змінних впливають на залежну змінну. Це може бути використано

для прогнозування продажів, оцінки впливу різних факторів на продуктивність працівників або аналізу інших бізнес-показників. Стаття [42] зазначається, що використання цих методів дозволяє підприємствам підвищити точність прогнозів на 25% та знизити ризики прийняття рішень на 20%. Методи кластеризації та асоціативного аналізу також є важливими інструментами машинного навчання, які використовуються в SAP Analytics Cloud для сегментації даних та виявлення закономірностей. Ці методи дозволяють групувати об'єкти на основі схожих характеристик та виявляти приховані патерни в даних.

Використання K-means для сегментації даних є одним з найпоширеніших методів кластеризації. Алгоритм K-means розбиває дані на K кластерів, де кожен об'єкт належить до кластера з найближчим центроїдом. SAP Analytics Cloud використовує K-means для групування схожих об'єктів, що дозволяє виявляти сегменти клієнтів, групи працівників з подібними характеристиками або інші класифікації, які можуть бути корисними для прийняття бізнес-рішень. Це дозволяє підприємствам розробляти більш цілеспрямовані маркетингові стратегії, покращувати обслуговування клієнтів та ефективніше управляти персоналом. Ієрархічна кластеризація для виявлення груп є ще одним потужним методом кластеризації, який використовує рекурсивний підхід для побудови ієрархічного дерева кластерів. На відміну від K-means, ієрархічна кластеризація не вимагає заздалегідь визначеної кількості кластерів. Вона починається з кожного об'єкта як окремого кластера, а потім поступово об'єднує найближчі кластери до утворення єдиної структури. SAP Analytics Cloud використовує ієрархічну кластеризацію для виявлення природних груп у даних, що дозволяє отримувати більш детальну інформацію про структуру даних та приймати більш обґрунтовані рішення.

Асоціативний аналіз для виявлення закономірностей є методом, який дозволяє виявляти часті шаблони або асоціації між об'єктами в великих наборах даних. Найвідомішим алгоритмом асоціативного аналізу є алгоритм Apriori, який використовується для виявлення частих наборів елементів та побудови

асоціативних правил. SAP Analytics Cloud використовує асоціативний аналіз для виявлення прихованих закономірностей у даних, таких як часті комбінації продуктів у корзинах покупців або зв'язки між різними подіями. Це дозволяє підприємствам розробляти ефективні стратегії продажів, покращувати управління запасами та оптимізувати бізнес-процеси.

Моделі для прогнозування та аналітики є ключовими компонентами машинного навчання, які використовуються в SAP Analytics Cloud для аналізу даних, виявлення тенденцій та прогнозування майбутніх результатів. Ці моделі дозволяють підприємствам приймати обґрунтовані рішення на основі точних прогнозів та детального аналізу.

Використання часових рядів для прогнозування тенденцій є одним з основних методів прогнозування у SAP Analytics Cloud. Часові ряди дозволяють аналізувати послідовності даних, зібраних у хронологічному порядку, та прогнозувати майбутні значення на основі історичних даних. Наприклад, часові ряди можуть використовуватися для прогнозування продажів, попиту на продукцію, фінансових показників та інших бізнес-параметрів. SAP Analytics Cloud надає інструменти для автоматизації аналізу часових рядів та побудови прогнозних моделей, що дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення на основі точних прогнозів. Рекурентні нейронні мережі (RNN) для аналізу послідовних даних є потужними моделями машинного навчання, які використовуються для аналізу послідовних даних та прогнозування на основі часових рядів. RNN мають здатність запам'ятовувати попередні стани та використовувати їх для прогнозування наступних значень, що робить їх ефективними для аналізу часових даних, текстових послідовностей та інших типів послідовних даних.

У SAP Analytics Cloud RNN використовуються для прогнозування складних тенденцій та виявлення прихованих патернів у послідовних даних. Це дозволяє підприємствам отримувати точні прогнози та приймати обґрунтовані рішення на основі глибокого аналізу даних.

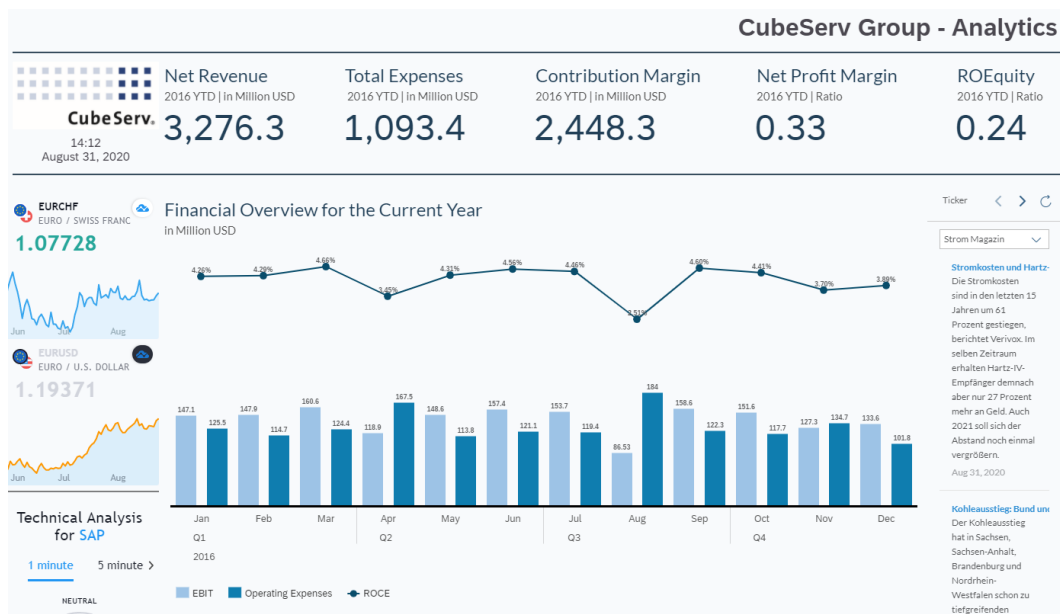


Рис.2.5. Приклад дашборду в SAC

Джерело: [20]

Інтеграція моделей машинного навчання з аналітичними інструментами SAP Analytics Cloud забезпечує потужні можливості для аналізу та прогнозування. SAP Analytics Cloud дозволяє інтегрувати різні моделі машинного навчання, такі як лінійні регресії, дерева рішень, RNN та інші, з аналітичними інструментами для візуалізації даних, побудови дашбордів та створення звітів. Це дозволяє підприємствам легко аналізувати дані, створювати прогнози та ділитися інсайтами з зацікавленими сторонами. Інтеграція моделей машинного навчання з аналітичними інструментами забезпечує комплексний підхід до аналізу даних, що дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення на основі детального аналізу та точних прогнозів.

Отже, моделі для прогнозування та аналітики, такі як часові ряди, рекурентні нейронні мережі та інтеграція моделей машинного навчання з аналітичними інструментами, є ключовими компонентами SAP Analytics Cloud. Використання цих моделей дозволяє підприємствам ефективно аналізувати дані, прогнозувати майбутні результати та приймати обґрунтовані рішення на основі точних прогнозів та детального аналізу.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДТОКУ ПРАЦІВНИКІВ ТА ІНТЕГРАЦІЯ В SAP ANALYTICS CLOUD

3.1. Постановка задачі прогнозування відтоку працівників

Постановка задачі. Задачею є розробка та впровадження моделі машинного навчання для прогнозування відтоку співробітників на основі набору даних "IBM-Employee-Attrition.csv". Завдання включає етапи попередньої обробки даних, навчання моделі, розгортання моделі через API, а також візуалізацію результатів прогнозування у SAP Analytics Cloud. Модель буде використовуватись для ідентифікації співробітників, які з високою ймовірністю залишать компанію, що дозволить HR-відділу вживати проактивні заходи для утримання цінних кадрів.

HR дані компаній чи організацій відповідно до вимог конфіденційності відсутні в публічному доступі. Тому буде використано датасет "**Employee Attrition**". Дані про персонал компаній чи організацій не є частиною публічних наборів даних з цілком зрозумілих причин конфіденційності.

Також, для побудови моделі спершу необхідно провести перевірку даних на відсутність відсутніх чи нульових значень, а також провести Exploratory Data Analysis (EDA).

Однією з характеристик працівника є «Attrition», яка може приймати 2 значення (додаток А):

- 0 - співробітник залишився
- 1 - працівник звільнився

Також в даних відсутні нульові значення (додаток.Б). У цій частині дослідження, присвяченій **Exploratory Data Analysis**, будуть розглянуті деякі описові статистичні дані і відповім на наступні питання:

- 1) Скільки працівників залишилося? Скільки звільнилося?
- 2) У яких відділах працюють співробітники?
- 3) Скільки існує різних посадових ролей?
- 4) Що є ключовими факторами плинності кадрів?

Як можна побачити з діаграми розподілу працівників (додаток Б) 83,9% (1233) співробітників IBM залишилися, тоді як 16,1% (237) пішли.

Буде використано цикл «for» для підрахунку кількості унікальних відділів серед співробітників IBM. Кількість унікальних значень у стовпці «dept_name» буде пораховано таким чином: цикл «for» ітераційно переглядає стовпець «dept_name» і для кожної назви перевіряє, чи вона вже є у списку відділів. Якщо назва ще не була відвідана, лічильник збільшується на одиницю.

Також бачимо, що серед цих 1470 співробітників IBM є 3 унікальні відділи.

```
# variable storing the count
count = 0

# list to hold visited values
dept = []

# loop for counting the unique
# values in height
for i in range(0, len(new_departments['dept_name'])):

    if new_departments['dept_name'][i] not in dept:

        dept.append(new_departments['dept_name'][i])

        count += 1

        print(f'count: {count}') #will give all iterations in order

print("No.of.unique values :", count)

print("unique values :", dept)

count: 1
count: 2
count: 3
No.of.unique values : 3
unique values : ['Human Resources', 'Research & Development', 'Sales']
```

Рис. 3.1. Визначення департаментів компанії

Джерело: створено автором у середовищі Python

Далі буде використано функцію `unique()` для визначення унікальних ролей в IBM.

```
job_roles['titles'].value_counts()
Sales Executive          326
Research Scientist      292
Laboratory Technician   259
Manufacturing Director  145
Healthcare Representative 131
Manager                 102
Sales Representative     83
Research Director       80
Human Resources         52
Name: titles, dtype: int64
```

Рис.3.2. Розподіл працівників за посадами

Джерело: створено автором у середовищі Python

В IBM існує 9 різних посад. Посада, на якій працює найбільше працівників, - "Sales Executive", а найменше - "Human Resources".

Щоб проаналізувати що є основним фактором плинності кадрів, потрібен один набір даних, який має всі необхідні нам характеристики. По-перше, буде приєднано таблицю `new_departments`, що містить номер відділу, назву відділу та номер працівника, до таблиці `job_roles`. Використовується повне зовнішнє об'єднання, щоб усі рядки з обох фреймів даних були присутні.

Таблиця буде названа `job_info`, оскільки вона містить інформацію про посаду кожного працівника.

Для кращого розуміння чинників, які впливають на відток кадрів, буде створено візуалізацію у вигляді теплової карти.

Отже, ця візуалізація показує проблему "Attrition" відсутнє на кореляційній карті, а саме його ми хочемо передбачити. Необхідно визначити чому параметр відсутній.

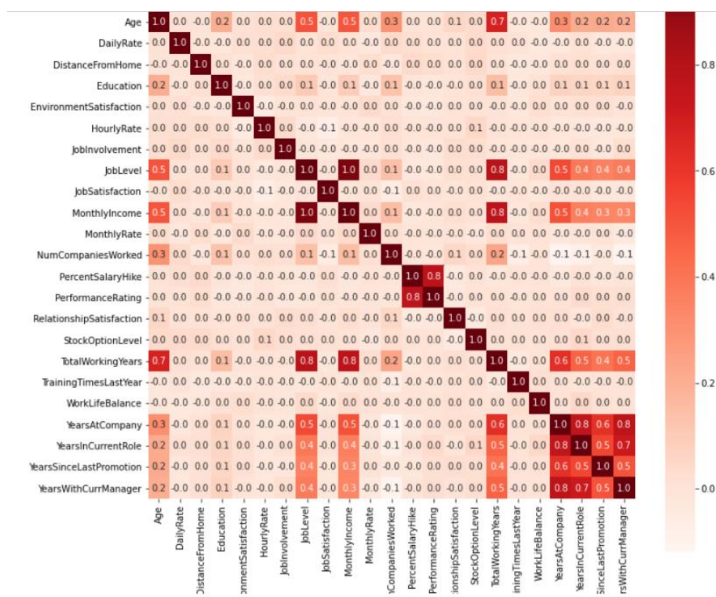


Рис.3.3. Початкова теплова мапа

Джерело: створено автором у середовищі Python

Це об'єкт, хоча має бути цілим числом, тому що всі моделі машинного навчання потребують числових ознак. Хоча ми можемо аналізувати текстові дані за допомогою вилучення ознак, в даному випадку це недоцільно, оскільки ми працюємо здебільшого зі структурованими даними.

Тому буде закодовано стовпець "Attrition" для використання його в аналізі кореляцій, що також підготує до моделі прогнозування. Тепер стовпці 'Attrition' повинні бути цілими числами де: 'No' = 0, 'Yes' = 1.

Можна знову поглянути на теплову карту та оцінити причини звільнення працівників. Хоча стовпець «Attrition» не має значних кореляцій з жодним із числових стовпців, можна шукати інформацію з інших кореляцій.

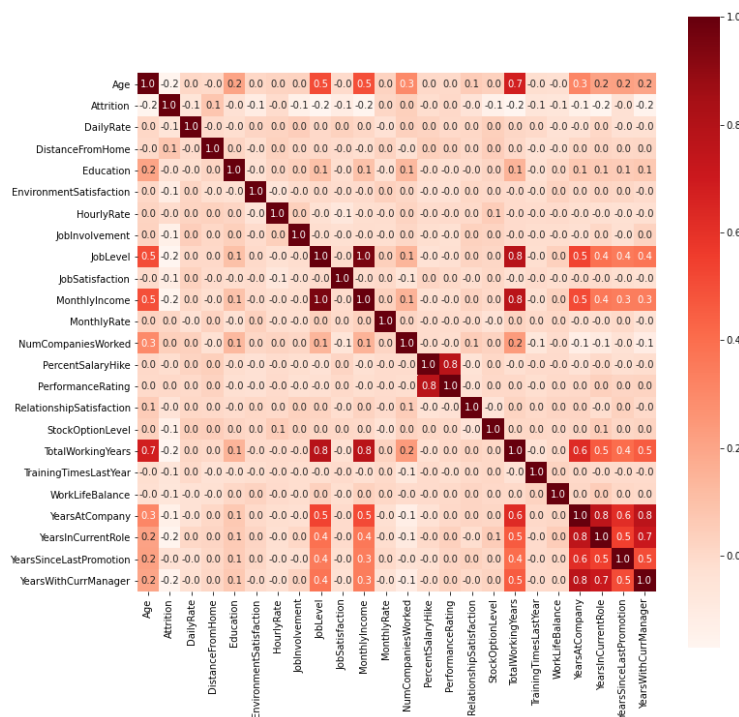


Рис.3.4. Змінена теплова мапа

Джерело: створено автором у середовищі Python

«Вік» та «Загальна кількість років роботи» мають високу кореляцію. Це свідчить про те, що старші працівники працюють довше.

«MonthlyIncome» і «TotalWorkingYears» мають високу кореляцію, що свідчить про те, що щомісячний дохід працівника зростає, коли він працює довше.

«PerformanceRating» та «PercentSalaryHike» також мають високу кореляцію. Вищі рейтинги ефективності ведуть до підвищення заробітної плати.

«YearsInCurrentRole» має високу кореляцію з «YearsAtCompany» та «YearsWithCurrManager» і помірну кореляцію з «YearsSinceLastPromotion». Це свідчить про те, що багато працівників залишаються на своїх посадах під керівництвом одного й того ж керівника понаднормово і не мають великих можливостей для просування по службі.

Отже, відсутність просування по службі є ключовим фактором звільнення працівників з компанії.

3.2. Побудова моделі машинного навчання для прогнозування відтоку працівників та демонстрація можливостей SAP Analytics Cloud

Для демонстрації можливостей машинного навчання SAC алгоритм пройде навчання на більшій частині набору даних (набір TRAIN) і буде протестовано отриману модель на даних з іншої частини цього набору (набір TEST).

Аналіз буде проводитися в 5 етапів:

1. Створення набору даних
2. Створення прогнозного сценарію
3. Пошук найкращої моделі прогнозування
4. Генерація прогнозів
5. Представлення результатів у дашборді

Набори даних створюються в Python у форматі xls з початкового набору даних (додаток Г):

- **Тренувальний** набір даних з 70% даних, тобто 1029 працівників
- **Тестовий** набір даних з рештою 30% даних, тобто 441 працівником

Цей обмін даними здійснюється шляхом збереження однакової частки працівників, які звільняються, у 2 наборах даних. Для кожного з цих 2 наборів даних:

- 84% працівників залишилися
- 16% працівників звільнилися

SAC дозволяє створювати набори даних з локального файлу (додаток Д), систем SAP Cloud Storage, CRM, ERP, Generic, Google, Human Capital, Open Connectors, Others, SAP Datasphere.

SAC дозволяє створювати прогнозні сценарії розвитку подій (додаток Е):

- *Класифікація*
- *Регресія*
- *Часові ряди*

Для моделювання було виключено такі категорії з моделі з наступних причин:

- «Кількість працівників»: лічильник рядків: це поле дорівнює 1 для всіх рядків і тому не містить жодної корисної інформації для моделі.
- «Номер працівника»: номер працівника не містить жодної корисної інформації для моделі.
- «Старше 18»: це поле завжди має значення «У», тобто «Так», і тому не містить жодної корисної інформації для моделі.
- «Стандартні години»: це поле завжди містить однакове значення і тому не містить жодної корисної інформації для моделі.

Навчання моделі автоматично згенерувало кілька звітів. Ці звіти дозволяють оцінити ефективність моєї прогнозної моделі за допомогою набору показників ефективності.

- **Predictive Power** вимірює здатність прогнозуючої моделі передбачати значення цільової змінної «Attrition», використовуючи вхідні фактори впливу, присутні у джерелі навчальних даних.

- **Predictive Confidence** вказує на здатність прогнозуючої моделі досягати тих самих результатів, коли її застосовують до нового джерела даних з тими самими атрибутами, що й у навчальному джерелі даних. Якщо розподіл даних відрізняється між двома джерелами даних, прогнозуюча модель більше не є корисною.

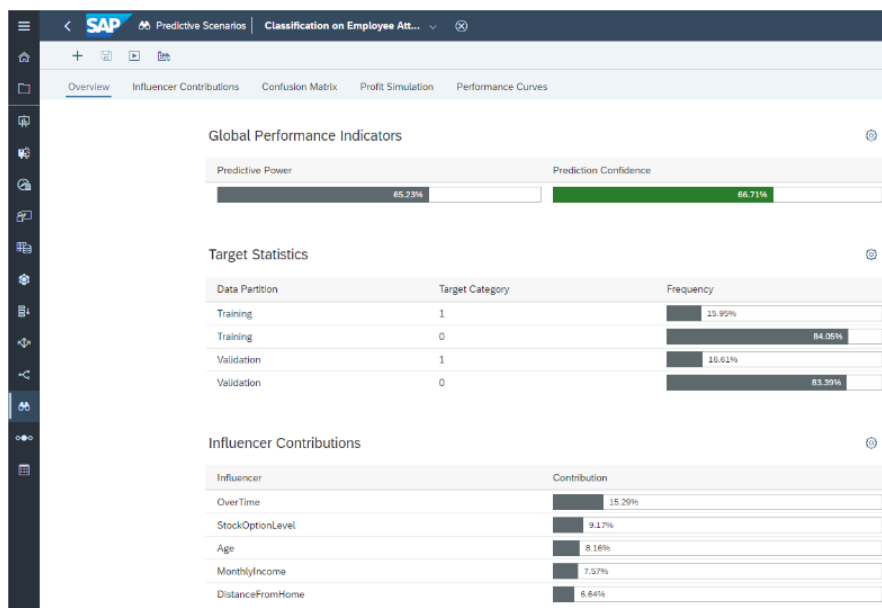


Рис.3.5. Результат моделювання в системі SAC

Джерело: створено автором у середовищі SAC

Тут результати досить середні, відповідно 65% і 67% приблизно. Моя прогнозна модель здатна пояснити 65% варіації цільової змінної "Attrition", використовуючи фактори впливу з набору даних TRAIN. Цільова статистика виражається у відсотках і показує, як часто кожен цільовий клас з'являється в джерелі даних. Ця статистика нагадує нам, що мій початковий набір даних не є збалансованим, тобто в ньому не однакова частка працівників, які залишилися (84%) і тих, хто звільнився (16%). У цьому типі незбалансованої задачі класифікації показником ефективності є не прогностична здатність ("точність"), а Predictive Power і Predictive Confidence. Ці показники доступні в наступних звітах.

Оцінено продуктивність прогновної моделі, і вона задовольняє вимоги. Тепер модель буде використовуватися для створення прогнозів. Відкривається відповідна прогнозна модель і застосовується до тестового набору даних. Останній крок – це відображення "Інсайти" в "Історії".

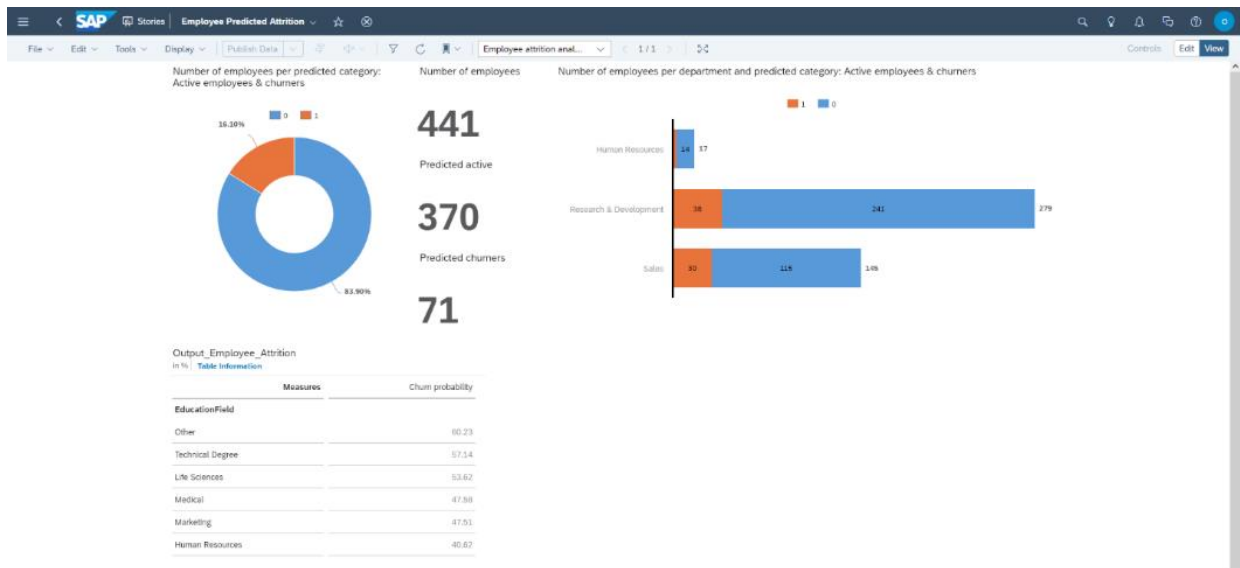


Рис.3.6. Дашборд в SAC

Джерело: створено автором у середовищі SAC

У цьому дашборді для відділу кадрів знаходяться такі елементи:

1. Прогнозований розподіл звільнених/залишилися (кругова діаграма)
2. КРІ: кількість працівників, які, за прогнозами, звільняються та не звільняються
3. Розподіл звільнених/залишилися за департаментами
4. Вірогідність відтоку кадрів за посадою

Отже, було створено прогностичну модель відтоку кадрів в SAC, застосував її до нових даних, представив результати у вигляді інформаційної панелі і оцінив вбудовані можливості системи. Система SAC має потужні BI – інструменти, які дозволяють маніпулювати даними та створювати дашборди, проте не вистачає потужностей моделей машинного навчання для більш точного визначення статусу працівника.

Тепер, коли було продемонстровано **результат** прогнозування системи SAC, можна перейти до безпосереднього створення *власної* моделі машинного навчання.

Далі необхідно прибрати всі параметри, які будуть зайвими для прогностичної моделі.

```
employees_df = employees_df.drop(['DepartmentNumber','Department','BusinessTravel','Gender','EducationField','JobRole','OverTime','MaritalStatus','Over18'],axis=1)
```

Надалі дані діляться на тренувальні та тестові набори.

```
random_state = 42
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size = 0.25,
random_state = random_state)
```

Далі можна перейти до моделювання. Буде застосовано XGBoost алгоритм. Спочатку необхідно визначити кращі гіперпараметри, які дадуть змогу отримати найкращий відсоток прогнозування (додаток Ж).

Після роботи алгоритму отримано такі результати:

RESULT :

```
Best estimator: XGBClassifier(base_score=0.5, booster='gbtree',
colsample_bylevel=1, colsample_bytree=0.8, gamma=1.5, learning_rate=0.05,
max_delta_step=0, max_depth=3, min_child_weight=7, missing=None,
n_estimators=200, n_jobs=-1, nthread=None, objective='binary:logistic',
random_state=0, reg_alpha=0, reg_lambda=1, scale_pos_weight=1, seed=None,
silent=True, subsample=0.6)
```

Best accuracy for 5-fold search with 800 parameter combinations:
0.891156462585034

```
Best hyperparameters: {'subsample': 0.6, 'n_estimators': 200,
'min_child_weight': 7, 'max_depth': 3, 'learning_rate': 0.05, 'gamma': 1.5,
'colsample_bytree': 0.8}
```

Після отримання кращих гіперпараметрів можна переходити до моделювання та візуалізації результатів прогнозування (додаток Ж, рис.Ж.1). Отримуємо такий результат: [accuracy] : **0.89115** (+/- 0.00621)

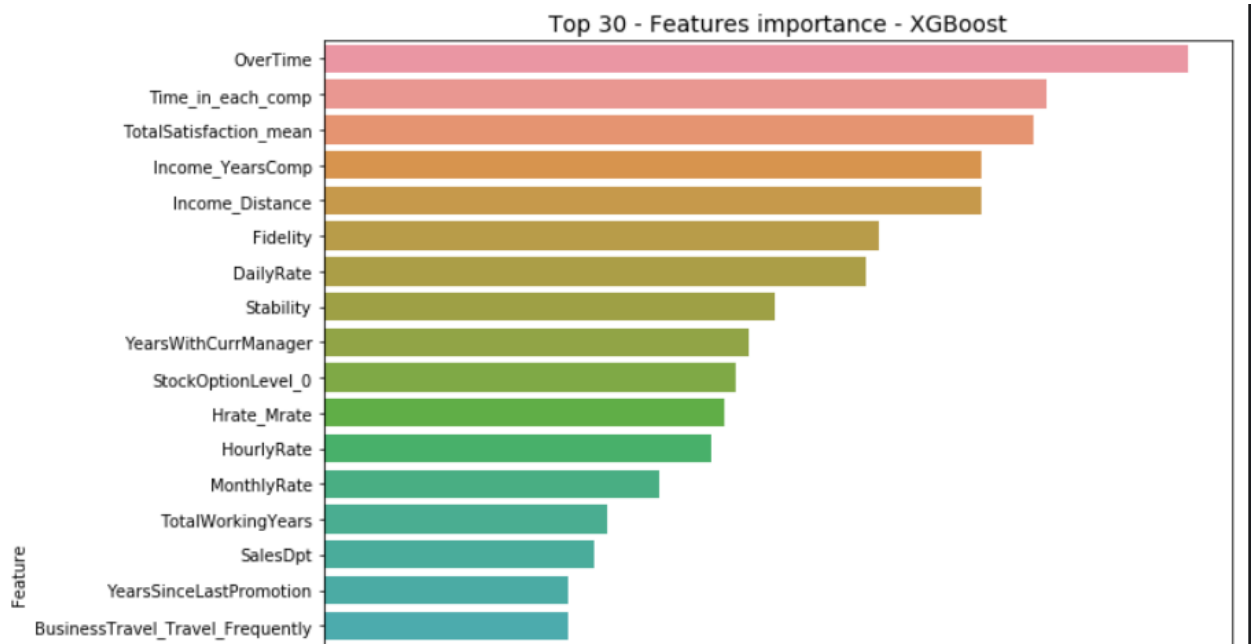


Рис.3.7 Важливість предикторів

Джерело: створено автором у середовищі Python

Отже, модель побудована на алгоритмі XGBoost має точність **89,115%**, що є кращим результатом, ніж те, що продемонструвала вбудована модель SAC. Таким чином дану модель можна використовувати для прогнозування відтоку працівників.

Кореляційний аналіз показав, що ключовим фактором плинності кадрів є **відсутність просування по службі**. Щоб підвищити задоволеність роботою, компанія може почати з покращення балансу між роботою та особистим життям. Вони можуть впровадити зміни, наприклад, запропонувати гнучкість у робочому графіку, місцезнаходженні або дозволити віддалену роботу. Вони можуть заохочувати перерви в роботі та розглянути можливості, коли працівники можуть отримати вихідний. Підтримка батьків, як-от допомога у догляді за дитиною чи надання відпустки по догляді за дитиною, також може покращити баланс між роботою та особистим життям.

3.3. Інтеграція моделі в середовище SAP Analytics Cloud

Щоб зробити модель машинного навчання доступною для прогнозування в режимі реального часу, буде створено веб-сервіс за допомогою Flask, легкого веб-фреймворку для Python. Цей сервіс надаватиме кінцеву точку, до якої інші додатки зможуть звертатися, щоб отримати прогнози щодо відтоку працівників.

Знадобиться сам Flask для створення веб-додатку, request для обробки вхідних даних, jsonify для надсилання відповідей у форматі JSON та joblib для завантаження нашої навченої моделі та label encoders (додаток И, рис. И.1).

Перш ніж модель буде опрацьовуватись через API, необхідно зберегти навчену модель і будь-які інші необхідні компоненти, такі як label encoders. Відкривається скрипт employee_attrition_model.py, в якому модель навчалась у попередньому розділі, і додається в кінці наступний код для збереження моделі за допомогою joblib.

Цей фрагмент коду зберігає навчену модель і кожен label encoder на диску. Таким чином, буде можливо завантажити їх пізніше у додаток Flask.

Тепер необхідно повернутись до файлу app.py. Тут налаштовується базова структура додатку Flask (додаток И, рис. И.2) і завантажуються збережені моделі та label encoders.

У наведеному вище коді був ініціалізований додаток Flask і завантажені раніше збережені label encoders та models.

Далі необхідно визначити 2 кінцеві точки **API** для додатку Flask (додаток К, рис. К.3). Домашній маршрут просто повертає привітальне повідомлення при зверненні до кореневої URL-адреси API. Маршрут predict обробляє POST-запити. Він читає вхідні JSON-дані, перетворює їх у DataFrame, кодує будь-які категоріальні змінні за допомогою завантажених кодерів міток, робить прогноз за допомогою завантаженої моделі, а потім повертає прогноз у форматі JSON.

```

app = Flask(__name__)

# Load the model
model = joblib.load('employee_attrition_model.pkl')

# Load the label encoders
label_encoders = {}
for column in ['EmployeeNumber', 'Age', 'Gender', 'Attrition', 'BusinessTravel',
               'DailyRate', 'DistanceFromHome', 'Education', 'EducationField',
               'EmployeeCount', 'EnvironmentSatisfaction', 'HourlyRate',
               'JobInvolvement', 'JobLevel', 'JobRole', 'JobSatisfaction',
               'MaritalStatus', 'MonthlyIncome', 'MonthlyRate', 'NumCompaniesWorked',
               'Over18', 'OverTime', 'PercentSalaryHike', 'PerformanceRating',
               'RelationshipSatisfaction', 'StandardHours', 'StockOptionLevel',
               'TotalWorkingYears', 'TrainingTimesLastYear', 'WorkLifeBalance',
               'YearsAtCompany', 'YearsInCurrentRole', 'YearsSinceLastPromotion',
               'YearsWithCurrManager']:
    label_encoders[column] = joblib.load(f'label_encoder_{column}.pkl')

```

Рис.3.8. Перенесення моделі в API

Джерело: створено автором у середовищі Python

Нарешті, потрібно додати наступний блок коду, щоб забезпечити запуск програми Flask при виконанні `app.py`. Це гарантує запуск сервера розробки Flask і доступність API. Після завершення цих кроків додаток Flask налаштований і готовий до тестування. Коли відбувається запуск `app.py`, він запусить веб-сервер, який зможе обробляти запити на прогнозування, приймаючи дані, перетворюючи їх за потреби і повертаючи прогнози на основі навченої моделі.

Тепер, коли налаштовано **Flask** API для обслуговування моделі прогнозування плинності кадрів, наступним кроком буде її тестування, щоб переконатися, що вона працює правильно. Використовується такий інструмент, як **Postman**, щоб надсилати запити до API і перевіряти відповіді. Цей крок є вирішальним для підтвердження того, що API може правильно обробляти вхідні дані, обробляти їх за допомогою моделі та повертати прогноз.

Postman - популярний інструмент для тестування API. Він надає зручний інтерфейс для надсилання різних типів HTTP-запитів і перегляду відповідей.

Ось як використовувати його для тестування нашої кінцевої точки /predict (додаток К, рис. К.1).

Вводяться дані вибірки у форматі JSON, включаючи всі необхідні функції, які очікує модель. Перевіряється розділ відповіді, щоб побачити результат. Якщо все налаштовано правильно, буде отримано відповідь у форматі JSON з прогнозом звільнення працівника.

Отримано відповідь від моделі {"prediction": 1}, (додаток К, рис. К.2), що означає, що працівник, за прогнозом, звільниться і що *найголовніше*, модель машинного навчання успішно перенесена на API і може правильно опрацьовувати запити.

Останній крок - візуалізація результатів наших прогнозів щодо відтоку працівників у хмарі SAC. Це передбачає експорт результатів прогнозування з нашого API, підготовку даних для імпорту в SAC, а потім створення дашборду для відображення результатів.

Application Programming Interfaces (API) дозволяють розробникам отримати доступ до попередньо визначених сервісів і водночас приховати складність реалізації цих сервісів. В останні роки API набули популярності, оскільки все більше компаній вирішили відкрити свої дані та функціональні можливості. З одного боку, надання доступу до даних/функціоналу партнерам та клієнтам є ключовим фактором для розвитку інноваційних рішень. З іншого боку, це дозволяє одному додатку отримати доступ до сервісів іншого додатку, що є незамінним для підключення корпоративних додатків.

Минулого року SAC почала відкривати доступ до своїх даних, опублікувавши REST API. Минулого місяця з'явився URL API. Обидва API, URL і REST API, були опубліковані на API Hub. REST API відповідає специфікації OpenAPI.

Перш ніж зануритися в самі API, буде розглянуто, як можна реалізувати **OAuth 2.0**, щоб дозволити стороннім додаткам отримати доступ до наших

захищених ресурсів на SAC. Після авторизації сторонній додаток може зробити виклик API до SAC.

SAC дозволяє стороннім додаткам отримувати доступ до своїх веб-сервісів за допомогою протоколу авторизації OAuth 2.0. Завдяки OAuth 2.0 ми можемо здійснювати виклики веб-сервісів без обміну обліковими даними між додатками (стандарт RFC 6746).

У протоколі OAuth беруть участь чотири суб'єкти:

- 1) Власник ресурсу: надає доступ до захищеного ресурсу (може бути кінцевим користувачем).
- 2) Сервер ресурсів: Надає захищений ресурс клієнту.
- 3) Клієнт: Запитує захищений ресурс. (Зверніть увагу, що ця сутність не залежить від її реалізації, тобто "клієнт" також може бути сервером).
- 4) Сервер авторизації: Авторизує клієнта і надає токени доступу.

Перекладаючи на наш контекст, власником ресурсу є кінцевий користувач, сервером ресурсу (постачальником послуг) є SAC, клієнтом - будь-який сторонній додаток (клієнтський або серверний додаток), а сервером авторизації - наш постачальник ідентифікаційних даних (IdP).

На наведеній нижче схемі зображено процес надання коду авторизації, адаптований до нашого контексту, і вона допоможе вам у його реалізації. Як вже згадувалося раніше, кінцевий користувач авторизує додаток для доступу до захищеного ресурсу у Постачальника послуг (SP). Тому кінцевий користувач повинен взаємодіяти з IdP (сервером авторизації).

Користувацький додаток повинен спочатку відправити користувача на URL-адресу кінцевої точки авторизації сервера авторизації (URL-адресу авторизації). Після отримання коду авторизації додаток повинен обміняти його на токен доступу. Це робиться за допомогою POST-запиту з кодом авторизації до кінцевої точки токена сервера авторизації (Token URL).

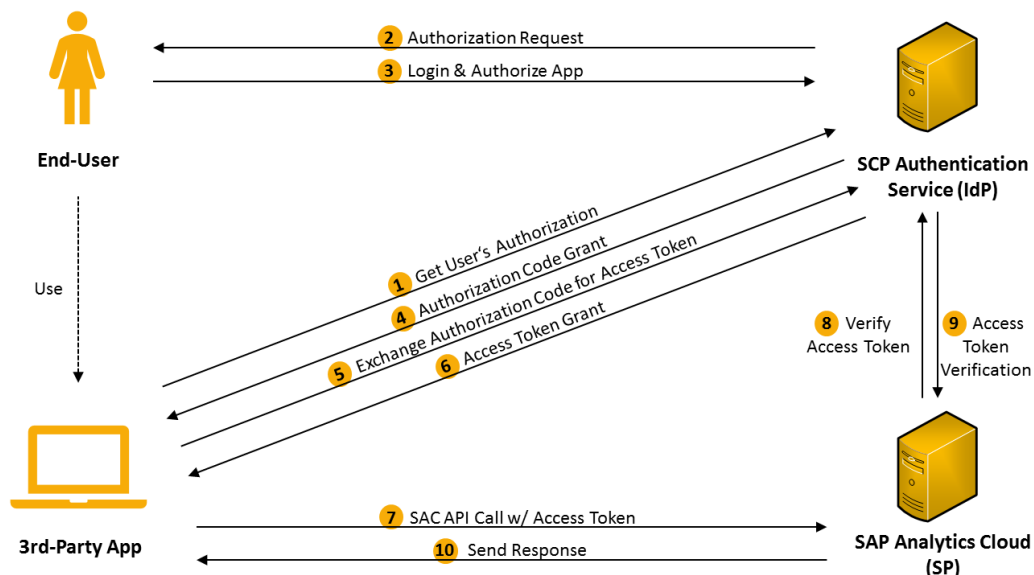


Рис.3.9 Схема взаємодії SAC, IdP, API та користувача

Джерело: [17]

За замовчуванням вбудовування SAC-історій в iframe заборонено. Тому потрібно змінити налаштування нашого орендаря (додаток Л, рис.Л.1), щоб дозволити вбудовування iframe. Це можна зробити на сторінці адміністрування орендаря ($\equiv \rightarrow$ Система \rightarrow Адміністрування). На сторінці адміністрування обираємо вкладку «Інтеграція додатків» (1). У розділі «Довірені джерела» (2), що є URL-адресою API тренуваної моделі машинного навчання, ми можемо вказати «джерела» (3), для яких ми хочемо дозволити вбудовування iframe. Крім того, треба дозволити файли cookie від «sapbusinessobjects.cloud» в Google Chrome.

Після того, як було підключено API до системи, можна перейти до відображення результатів прогнозування моделі в SAC (додаток Л, рис.Л.2).

Відкривається розділ «Історії», обирається «Презентація» та завантажується датасет. Створюється кнопка індикатора точності прогнозування моделі та відкривається вікно «EditScripts» для виведення результату.

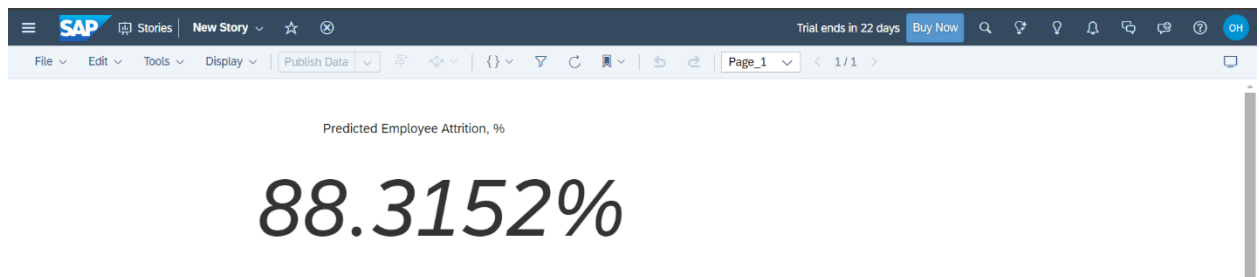


Рис.3.10. Виведення результату прогнозування в SAC

Джерело: створено автором у середовищі SAC

Цей скрипт завантажує дані тесту, надсилає кожен рядок до API, збирає прогнози і зберігає результати в новий CSV-файл і повертає відсоток правильно визначених статусів працівників (додаток М).

AA	Gender	AA JobRole	AA MaritalSta...	AA Over18	AA OverTime	AA Predicted Category	1st Prediction...
1	Male	Sales Executive	Married	Y	Yes	No	0.172423...
2	Male	Manager	Married	Y	No	No	0.1525609...
3	Male	Research Scientis	Single	Y	No	No	0.02063716761
4	Male	Manufacturing Dir	Married	Y	No	No	0.12252767384
5	Female	Sales Representa	Divorced	Y	No	No	0.07159347832
6	Male	Laboratory Techni	Married	Y	No	No	0.13164716958
7	Male	Healthcare Repre	Divorced	Y	No	No	0.01664873957
9	Male	Laboratory Techni	Single	Y	No	No	0.11722054332
9	Female	Sales Representa	Single	Y	No	No	0.21933448314
10	Male	Laboratory Techni	Single	Y	No	No	0.12101002037
11	Female	Sales Executive	Single	Y	No	No	0.10882054269
12	Male	Research Scientis	Divorced	Y	Yes	Yes	0.37345802783
13	Female	Sales Executive	Married	Y	No	No	0.04315986611
14	Male	Healthcare Repre	Single	Y	No	No	0.04968734458
15	Female	Sales Executive	Married	Y	No	No	0.03103306889
16	Female	Research Scientis	Married	Y	No	No	0.02354118600

Рис.3.11. Новий датасет з передбаченим статусом працівника

Джерело: створено автором у середовищі SAC

Можна побачити, що отриманий результат відповідає результату, що був отриманий в процесі моделювання. Тобто модель машинного навчання отримала дані з системи SAC та на їх основі показала відсоток правильно визначених статусів працівника і через API відправила результат назад в систему.

Також в новому датасеті «**predictions.csv**», який згенерувався в SAC у кожного співробітника з'явився стовпчик «Predicted Category», який показує в яку категорію модель занесла співробітника.

Predicted Employee Attrition, %

88.3152%

Prediction Confidence

66.71%

Рис.3.12. Порівняння точності розробленої та вбудованої моделі

Джерело: створено автором у середовищі SAC

Порівнюючи *здатності* вбудованої моделі машинного навчання в SAP – **66.71%** та власної розробленої моделі – **88.32%** до прогнозування, можна з впевненістю сказати, що побудована модель значно краще справляється з задачею прогнозування відтоку людського капіталу, а тому використання даної надбудови компанією, що використовує систему SAP, буде перевагою на конкурентному ринку.

ВИСНОВКИ

Проблеми управління персоналом є ключовим фактором успіху сучасного підприємства. В умовах зростаючої конкуренції та постійних змін на ринку праці, здатність компанії ефективно керувати своїми людськими ресурсами визначає її конкурентоспроможність та стабільність. Одним з важливих аспектів цього процесу є прогнозування плинності кадрів, що дозволяє своєчасно виявляти потенційні ризики та приймати превентивні заходи для утримання ключових працівників.

Управління персоналом охоплює широкий спектр завдань, серед яких підбір, навчання, мотивація та утримання працівників. Ефективне управління персоналом сприяє підвищенню продуктивності та стабільності компанії. У сучасних умовах особливого значення набуває автоматизація цих процесів, що дозволяє знизити ризик помилок і підвищити ефективність роботи HR-відділу.

Автоматизація завдань управління персоналом є ключовим чинником для підвищення ефективності HR-процесів. Використання систем управління кандидатами (ATS) та систем управління навчанням (LMS) дозволяє значно знизити витрати часу та ресурсів на підбір і навчання працівників, а також підвищити точність цих процесів.

Системи SAP, такі як SAC та SAP SuccessFactors, пропонують потужні інструменти для автоматизації управління персоналом, включаючи підбір, адаптацію, навчання та розвиток працівників. Інтеграція цих систем з іншими модулями SAP забезпечує єдиний інформаційний простір та синхронізацію всіх бізнес-процесів підприємства.

Впровадження штучного інтелекту та машинного навчання у системи SAP значно покращує точність і ефективність управління персоналом. Застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування плинності кадрів дозволяє своєчасно виявляти потенційні ризики та приймати превентивні заходи для утримання ключових працівників.

У моїй роботі я розробив та впровадив модель машинного навчання для прогнозування плинності кадрів на основі даних про співробітників. Модель була успішно інтегрована з SAP Analytics Cloud, що дозволяє здійснювати реальні прогнозування в режимі реального часу та візуалізувати результати для керівництва компанії.

Концепція синтезу можливостей таких сучасних ERP-систем, як SAP, та надбудов у формі моделей машинного навчання власної розробки є доцільною та перспективною. Використання передових технологій у поєднанні з потужними інструментами аналітики ERP-систем дозволяє створити більш інтегровану та інтелектуальну систему управління персоналом. Це рішення демонструє, як інтеграція передових технологій може підвищити ефективність управління людськими ресурсами та забезпечити стратегічну перевагу на ринку.

Завдяки використанню сучасних інструментів та підходів, таких як машинне навчання та аналітичні платформи, я значно покращив можливості системи SAP у сфері управління персоналом. Це сприяє сталому зростанню та успіху підприємств у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азарова А. О., Мороз О. О., Лесько О. Й., Романець І. В. Управління персоналом: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2014. – 283 с.
2. Балабанова Л. В., Сардак О. В. Управління персоналом: Підручник. К.: Центр учбової літератури, 2011. – 468 с.
3. Білорус Т.В., Фірсова С.Г. Менеджер-ерудит: навч. посібник. К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2016. Випуск 2: Маркетинг. – 50 с.
4. В.М. Данюк, В.М. Петюх, С.О. Цимбалюк та ін.; за заг. ред. В.М. Данюка, В.М. Петюха. Менеджмент персоналу: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2004. – 398 с.
5. Жуковська В.М., Міколайчук І.П. Управління персоналом. Практикум: навч. посіб. К.: Академвидав, 2006. – 606 с.
6. Збрицька, Т.,Сорока О., 2021. Управління персоналом в епоху цифрової економіки. Економіка та суспільство. 10.32782/2524-0072/2021-31-20.
7. Лук'янихіна О. А., Лук'янихін В. О., Кіясова І. О. Методи оцінювання ефективності системи управління персоналом організації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://visnyk.sumdu.edu.ua/arhiv/2017/1\(111\)/4_Lukian.pdf](http://visnyk.sumdu.edu.ua/arhiv/2017/1(111)/4_Lukian.pdf)
8. Хміль Ф.І. Управління персоналом: підручник для студ. вищ. навч. закладів. К.: Академвидав, 2006. – 488 с.
9. Черваньов Д. М., Жилінська О. І. Міждисциплінарний словник з менеджменту: навч. посіб. К. : Нічлава, 2011. – 624 с.
10. Abbasi, S., & Hollman, K. Turnover: The Real Bottom-line. Public Personnel Management, 2017, vol. 29(3).
11. Aden, J., & Eikebrokk, T. R. Implementing IT service management: A systematic literature review. International Journal of Information Management, 2013, 33(3), 512–23.

12. Barreto, M. Leilianne., Silva, P. Máira, Fischer, L. André, Albuquerque, G. Lindolfo, & Amorim, A.C. Wilson. Emerging issues in people management: an analysis of academic output. *Administration Magazine UFSM*, 2011, 4(1), 215-232.
13. Biroğul, S., & Gültekin, H. B. Importance of business intelligence solution on decision-making process of companies. *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, 2016, 86–86.
14. Borch, S. E., & Stefansen, C. Evaluating the REA enterprise ontology from an operational perspective. In *Proceedings of the CAiSE, 2004*, pp. n/a.
15. Chornous G.O. Integration of Information Systems for Predictive Workforce Analytics: Models, Synergy, Security of Entrepreneurship / G.O. Chornous, V.L. Gura // *European Journal of Sustainable Development*. – 2020. – Vol. 9. – No 1. – P. 83-98.
16. Chornous G. Forecasting the Behavior of Employees for Proactive Management of Organization / G.Chornous // In book: *Modern aspects of management. Part 2. Scientific edition: W. Gajda, P. Soroka, V. Zaplatynskyi*. – Kyiv – Warsaw: Publishing House of the Warsaw Management School Graduate and Postgraduate School, 2019. – 274 p. – P. 9-27.
17. Codorniz Raquel Toste. *SAP Analytics Cloud implementation-Step by step deployment*. 2023.
18. Columbus, L. ERP market share update: Sap solidifies market leadership. *Forbes*, available online: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus>, Retrieved December 2019.
19. Conte, Francesca, & Siano, Alfonso. Data-driven human resource and data-driven talent management in internal and recruitment communication strategies: an empirical survey on Italian firms and insights for European context. *Corporate Communications: An International Journal*, 2023, 28(4), 618-637.
20. Datar, P. *Introducing SAP Analytics Cloud*. 2nd Edition. Boston: Rheinwerk Publishing, Inc., 2019.

21. Dessler, G. Human Resource Management (8 ed.). New Jersey: Prentice Hall, 2020.
22. Dunn, C. L., Cherrington, J. O., & Hollander, A. S. Enterprise Information Systems: A Pattern-Based Approach. Boston: McGraw-Hill, 2021.
23. Edwards, M.R., & Edwards, K. Predictive HR Analytics: Mastering the HR Metric. London: Kogan Page, 2019.
24. Gargeya, V. B., & Brady, C. Success and failure factors of adopting SAP in ERP system implementation. Business Process Management Journal, 2015, vol. 11, pp. 501-516.
25. Haßmann, R., Krämer, C., & Richter, J. Personnel Planning and Development using SAP ERP HCM. Boston: SAP PRESS, 2020.
26. Hassan, Syed Hammad. Impacts of implementation of extensive onboarding process on employee retention-a casestudy from transferwise. Master's Thesis. Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia, 2020.
27. Ilić, B., & Stojanović, D. Motivation as factors of sustainable management and social responsible business in Serbia in correlation with some financial indicators. Progress in economic sciences, 2018, (5), 111-126.
28. Johnson K. The Role of Employee Motivation and Retention in Organizational Success, 2018.
29. Jyothi G., Leveraging Data Modelling in SAP Analytics Cloud – Part 1/2. Available at: <https://visualbi.com/blogs/sap/sap-analytics-cloud/leveraging-data-modelling-sap-analytics-cloud-part1-2/>, 2019.
30. Khair, Md Abul. Beyond Human Judgment: Exploring the Impact of Artificial Intelligence on HR Decision-Making Efficiency and Fairness. Global Disclosure of Economics and Business, 2020, 9(2), 163-176.
31. Krušković, T., Ilić, B., & Anđelić, B. Attracting and retaining employees as a result of effective employer brand management, 2023.
32. Luke Marson, Mazhavanchery Murali, Rebecca Murray. SuccessFactors Employee Central (Second Edition).

33. Marshall, A., Mueck, S., & Shockley, R. How leading organizations use big data and analytics to innovate. *Strategy Leadership*, 2015, 43(5), 32–39. DOI:10.1108/SL-06-2015-0054
34. McCarthy, W. E. The REA accounting model: A generalized framework for accounting systems in a shared data environment. *The Accounting Review*, 2020, vol. 57, pp. 554-578.
35. Niehueser, W., & Boak, G. Introducing artificial intelligence into a human resources function. *Industrial and Commercial Training*, 2020, 52(2), 121–130.
36. O'Leary, D. E. On the relationship between REA and SAP. *International Journal of Accounting Information Systems*, 2014, vol. 5, pp. 65-81.
37. Polovina, S. The transaction concept in enterprise systems. In *The 2nd CUBIST Workshop*, 2011, pp. 43.
38. Robinson M. "The Impact of Technology on Employee Motivation and Retention" 2018.
39. SAP Human Resources Management System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sap.com>.
40. Service-Centric Cloud ERP Solutions Reviews 2022. *Gartner Peer Insights*, 2022.
41. Shah, Mahpara, & Asad, Muzaffar. Effect of motivation on employee retention: Mediating role of perceived organizational support. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2018, 7(2), pp-511.
42. Shi, Z., & Wang, G. Integration of big-data ERP and Business Analytics (BA). *The Journal of High Technology Management Research*, 2018, 29(2), 141–150.
43. Sidiq, A. *SAP Analytics Cloud*. 2nd Edition. Boston: Rheinwerk Publishing, Inc., 2022.
44. Smith. *The Impact of Technology on Recruitment and Selection Processes*, 2020.

45. Vinayak Gole, Shiralkar S. Empower Decision Makers with SAP Analytics Cloud.
46. Williams.S. Employee Retention Strategies: The Role of Motivation and Engagement, 2019.

ДОДАТКИ

Додаток А

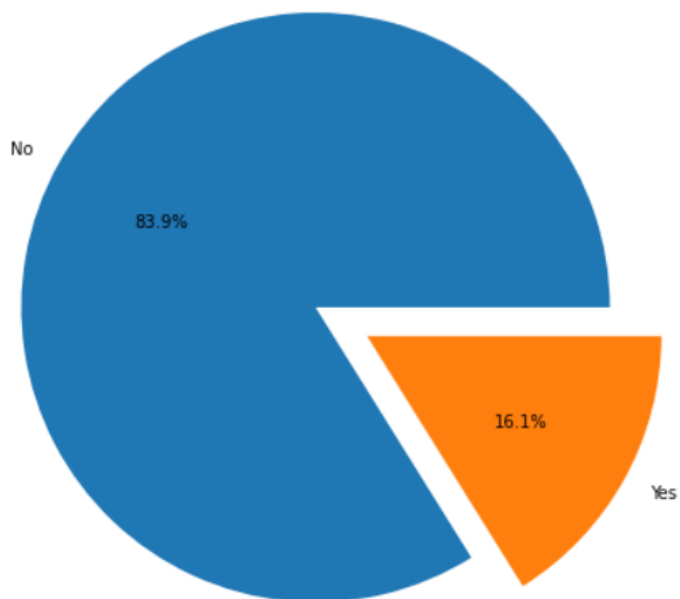
Демонстрація датасету

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Attrition	Age	BusinessTravel	DailyRate	Department	DistanceFromHome	Education	EducationField	EmployeeCount	EmployeeNumber	EnvironmentSatisfaction	Gender	HourlyRate	JobInvt
2	0	40	Travel_Frequently	580	Sales		5	4 Life Sciences	1	729		4 Male	48	
3	0	44	Non-Travel	981	Research & Development		5	3 Life Sciences	1	1471		3 Male	90	
4	0	23	Travel_Rarely	885	Research & Development		4	3 Medical	1	705		1 Male	58	
5	0	35	Travel_Rarely	287	Research & Development		1	4 Life Sciences	1	2052		3 Female	62	
6	0	35	Travel_Rarely	583	Research & Development		25	4 Medical	1	1014		3 Female	57	
7	1	33	Travel_Rarely	350	Sales		5	3 Marketing	1	485		4 Female	34	
8	0	43	Travel_Frequently	1001	Research & Development		9	5 Medical	1	663		4 Male	72	
9	0	30	Non-Travel	1398	Sales		22	4 Other	1	567		3 Female	69	
10	1	20	Travel_Rarely	1097	Research & Development		11	3 Medical	1	1016		4 Female	98	
11	0	23	Travel_Rarely	373	Research & Development		1	2 Life Sciences	1	1270		4 Male	47	
12	0	42	Travel_Rarely	933	Research & Development		29	3 Life Sciences	1	836		2 Male	98	
13	0	29	Travel_Frequently	995	Research & Development		2	1 Life Sciences	1	1590		1 Male	87	
14	0	36	Travel_Rarely	311	Research & Development		7	3 Life Sciences	1	1659		1 Male	77	
15	0	54	Travel_Rarely	1441	Research & Development		17	3 Technical Degree	1	1013		3 Female	56	
16	0	27	Travel_Rarely	1377	Research & Development		11	1 Life Sciences	1	1434		2 Male	91	
17	0	37	Non-Travel	1040	Research & Development		2	2 Life Sciences	1	139		3 Male	100	
18	0	48	Travel_Rarely	163	Sales		2	5 Marketing	1	595		2 Female	37	
19	0	36	Travel_Frequently	566	Research & Development		18	4 Life Sciences	1	407		3 Male	81	

Перевірка даних на нульові значення

EmployeeNumber	0
Age	0
Gender	0
Attrition	0
BusinessTravel	0
DailyRate	0
DistanceFromHome	0
Education	0
EducationField	0
EmployeeCount	0
EnvironmentSatisfaction	0
HourlyRate	0
JobInvolvement	0
JobLevel	0
JobRole	0
JobSatisfaction	0
MaritalStatus	0
MonthlyIncome	0
MonthlyRate	0
NumCompaniesWorked	0
Over18	0
OverTime	0
PercentSalaryHike	0
PerformanceRating	0
RelationshipSatisfaction	0
StandardHours	0
StockOptionLevel	0
TotalWorkingYears	0
TrainingTimesLastYear	0
WorkLifeBalance	0

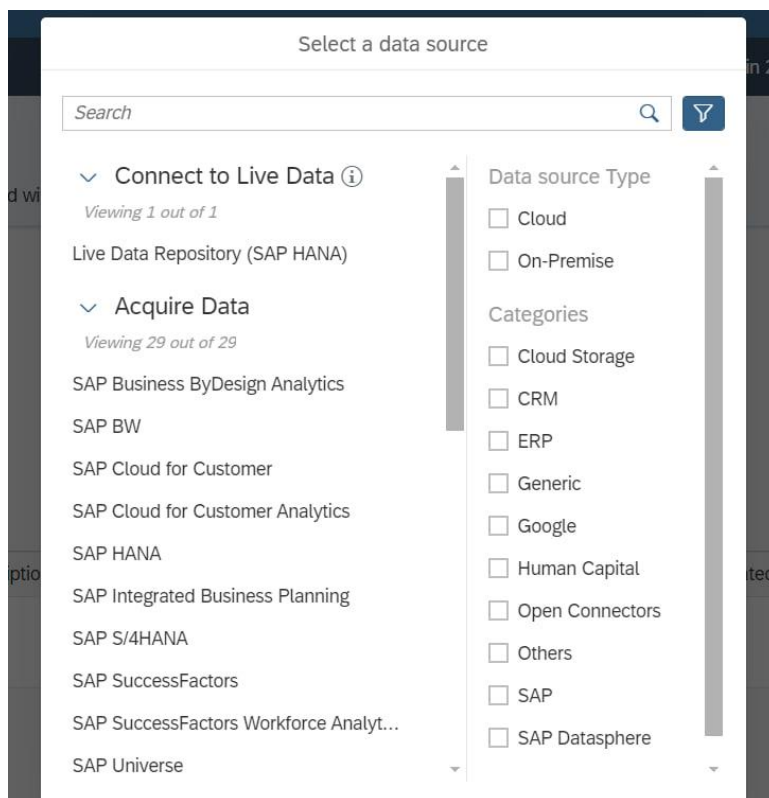
Діаграма розподілу працівників



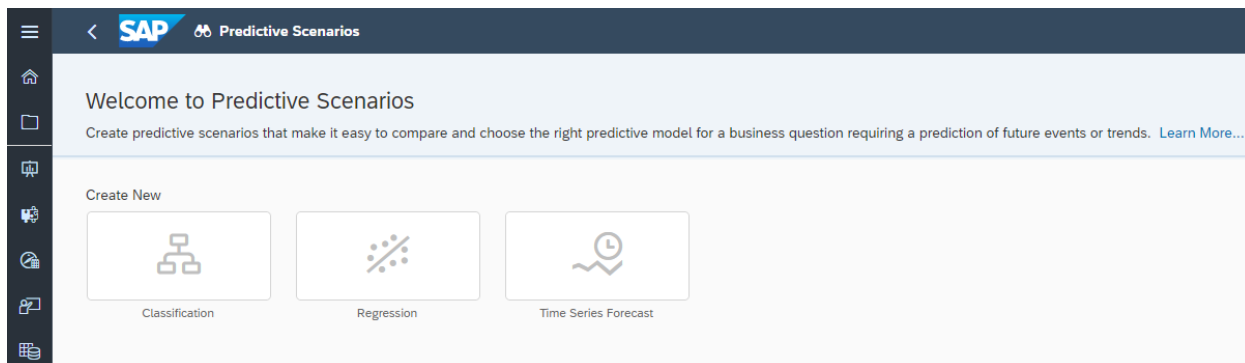
Додаток Г
Розділення датасету на два набори

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(  
    X, y, #  
    test_size= 0.3, #  
    split size  
    random_state=13, #  
    reproducible test  
    stratify=y) #  
stratify split,X
```

Можливості підключення даних з різних джерел в SAC



Можливі сценарії машинного навчання SAC



Код для моделювання відтоку працівників

```

85 def timer(start_time=None):
86     if not start_time:
87         start_time = datetime.now()
88         return start_time
89     elif start_time:
90         thour, temp_sec = divmod((datetime.now() - start_time).total_seconds(), 3600)
91         tmin, tsec = divmod(temp_sec, 60)
92         print('\n Time taken: %i hours %i minutes and %s seconds.' % (thour, tmin, round(tsec, 2)))
93
94
95 xgb_clf = xgb.XGBClassifier(n_jobs = -1)
96
97
98 # A parameter grid for XGBoost
99 params = {
100     'n_estimators' : [100, 200, 500, 750],
101     'learning_rate' : [0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.25],
102     'min_child_weight': [1, 5, 7, 10],
103     'gamma': [0.1, 0.5, 1, 1.5, 5],
104     'subsample': [0.6, 0.8, 1.0],
105     'colsample_bytree': [0.6, 0.8, 1.0],
106     'max_depth': [3, 4, 5, 10, 12]
107 }
108
109 folds = 5
110 param_comb = 800
111
112 random_search = RandomizedSearchCV(xgb_clf, param_distributions=params, n_iter=param_comb, scoring='accuracy', n_jobs=-1, cv=5, verbose=3)

xgb_clf = xgb.XGBClassifier(base_score=0.5, booster='gbtree', colsample_bylevel=1,
                           colsample_bytree=0.8, gamma=1.5, learning_rate=0.05,
                           max_delta_step=0, max_depth=3, min_child_weight=7, missing=None,
                           n_estimators=200, n_jobs=-1, nthread=None,
                           objective='binary:logistic', random_state=0, reg_alpha=0,
                           reg_lambda=1, scale_pos_weight=1, seed=None, silent=True,
                           subsample=0.6)

xgb_clf.fit(X_train, y_train)
y_pred = xgb_clf.predict(X_test)
y_score = xgb_clf.predict_proba(X_test)[:,-1]

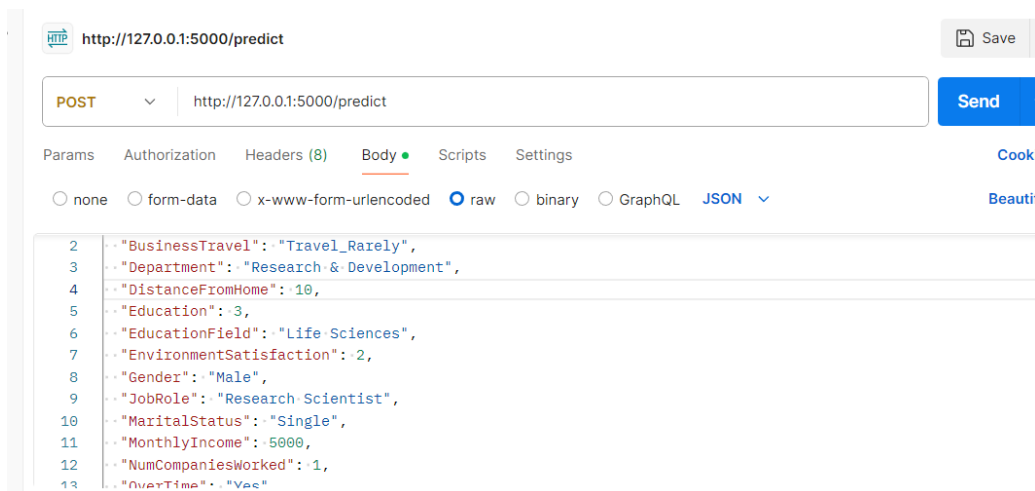
model_performance_plot(xgb_clf)

```

Процес налаштування підключення моделі до API

```
app.py 3 ●  
  
app.py  
1  from flask import Flask, request, jsonify  
2  import pandas as pd  
3  import joblib  
4  
  
7  # Save the model  
8  joblib.dump(model, 'employee_attrition_model.pkl')  
9  
10 # Save the label encoders  
11 for column, encoder in label_encoders.items():  
12     joblib.dump(encoder, f'label_encoder_{column}.pkl')  
13  
  
33 @app.route('/')  
34 def home():  
35     return "Employee Attrition Prediction API"  
36  
37 @app.route('/predict', methods=['POST'])  
38 def predict():  
39     data = request.get_json(force=True)  
40     df = pd.DataFrame([data])  
41  
42     # Encode categorical variables  
43     for column, encoder in label_encoders.items():  
44         if column in df.columns:  
45             df[column] = encoder.transform(df[column])  
46  
47     # Predict  
48     prediction = model.predict(df)  
49  
50     return jsonify({'prediction': int(prediction[0])})
```

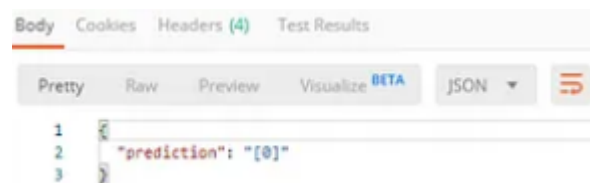
Відображення результатів підключення моделі до API



The screenshot shows a REST client interface with the following details:

- URL: `http://127.0.0.1:5000/predict`
- Method: `POST`
- Body (raw):

```
2 {"BusinessTravel": "Travel_Rarely",
3  "Department": "Research & Development",
4  "DistanceFromHome": 10,
5  "Education": 3,
6  "EducationField": "Life Sciences",
7  "EnvironmentSatisfaction": 2,
8  "Gender": "Male",
9  "JobRole": "Research Scientist",
10 "MaritalStatus": "Single",
11 "MonthlyIncome": 5000,
12 "NumCompaniesWorked": 1,
13 "OverTime": "Yes"}
```



The screenshot shows the response body in a REST client interface with the following details:

- Body (pretty):

```
1 {
2   "prediction": "[0]"
3 }
```

Демонстрація налаштування інтеграції в SAC

The screenshot shows the SAP Administration console interface. At the top, the navigation bar includes 'System / Administration' and a search icon. Below it, a menu contains 'System Configuration', 'Datatype Configuration', 'Security', 'R Configuration', 'App Integration', and 'Notifications'. The 'App Integration' menu item is highlighted with a yellow box and a red '1'. Below the menu, there is a '+ Add a New OAuth Client' button. Further down, the 'Trusted Identity Providers' section is visible, with a '+ Add a Trusted Identity Provider' button. The 'Trusted Origins' section is highlighted with a yellow box and a red '2'. It contains instructions on how to enter origins and a checkbox for 'Allow all origins'. A text input field for 'Trusted origins' contains 'https://myFavouriteDomain.com' and is highlighted with a yellow box and a red '3'. Below the input field, there is a note about wildcard matching and a '+ Add a Trusted Origin' button. At the bottom right, a blue 'Save' button is highlighted with a yellow box and a red '4', next to a 'Cancel' button.

The screenshot shows the SAP Analytics Cloud interface. The top bar includes the SAP logo, 'Stories', 'New Story', and a 'Buy Now' button. The left sidebar contains a navigation menu with 'Assets', 'Outline', 'Filters', and 'Widgets'. The main area displays a 'Select Dataset or Model' dialog box. The dialog box has a 'My Files' section on the left and a table of datasets on the right. The table has columns for 'Name', 'Description', and 'Owner'. The datasets listed are: 'Public', 'Samples', 'IBM-Employee-Attrition', 'output_test', 'output_train', 'test_data', 'train_data', and 'train_dataModeller'. The 'train_dataModeller' dataset is selected with a blue icon. A 'Cancel' button is located at the bottom right of the dialog box. The bottom of the screen shows a 'Device: Auto' dropdown menu.

Демонстрація коду виводу результату прогнозування в SAC

The screenshot displays the SAP SAC Builder interface. The top navigation bar includes the SAP logo, 'Stories', 'New Story', and a trial notice. The main workspace is divided into three sections:

- Left Panel (Assets):** A search bar and a list of widget categories including Widgets, Filters/Controls, Text Inputs, Containers, Planning Actions, Others, and Composites.
- Center Panel (Code Editor):** A code editor titled 'Chart_1 - onSelect' with the following Python code:

```
function onSelect() : void
1 import requests
2 import pandas as pd
3 import json
4
5 # Load test data
6 test_data = pd.read_csv('D/Datasets/test_data.csv')
7
8 # URL of the API
9 url = 'http://127.0.0.1:5000/predict'
10
11 predictions = []
12 for i, row in test_data.iterrows():
13     response = requests.post(url, json=row.to_dict())
14     prediction = response.json()['prediction']
15     predictions.append(prediction)
16
17 # Add predictions to the test data
18 test_data['Prediction'] = predictions
19
20 # Save the results to a new CSV file
21 test_data.to_csv('predictions.csv', index=False)
```
- Right Panel (Builder):** A configuration panel for 'IBM-Employee-Attrition'. It shows the 'Currently Selected Chart' as '22 Numeric Point'. Under the 'Measures' section, there are two items: 'Primary Values' and 'Secondary Values', both with a warning '+ At least 1 Measure required'. There are also sections for 'Color', 'Filters', and 'Chart Add-Ons'.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента 4 курсу спеціальності 051«Економіка», ОПП «Економічна
кібернетика»

Горчука Олександр Павловича

1. Тема роботи: Оптимізація процесів управління персоналом в системах SAP на основі методів машинного навчання.
2. Термін завершення роботи: 25 травня 2024 року.
3. Попередній захист роботи 3 червня 2024 року.
4. Об'єкт дослідження: Процес управління персоналом у сучасних підприємствах з використанням ERP-систем.
5. Предмет дослідження: Методи та інструменти прогнозування відтоку працівників в системі SAP на основі моделей машинного навчання.
6. Мета дослідження: Розробка та впровадження моделі машинного навчання для підвищення точності прогнозування відтоку працівників в системі SAP.
7. Завдання дослідження:
 - 7.1. Провести аналіз задач управління персоналом на сучасних підприємствах.
 - 7.2. Дослідити можливості автоматизації завдань управління персоналом.
 - 7.3. Проаналізувати процеси управління персоналом в системах SAP.

7.4. Провести огляд систем управління персоналом, що використовують штучний інтелект.

7.5. Розглянути практичні задачі управління персоналом, які доцільно розв'язувати в SAP SuccessFactors.

7.6. Огляд методів та моделей машинного навчання, що використовуються в SAP Analytics Cloud.

7.7. Сформулювати постановку задачі прогнозування відтоку працівників.

7.8. Продемонструвати вбудовані можливості SAP Analytics Cloud для прогнозування відтоку співробітників та побудувати модель машинного навчання для прогнозування відтоку працівників.

7.9. Інтегрувати модель в середовище SAP Analytics Cloud та оцінити її ефективність.

Науковий керівник:

доктор економічних наук, професор

Чорноус Галина Олександрівна

Студент: (підпис)

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики

протокол № 4 від 22 листопада 2023 р.

Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№	Етапи роботи	Терміни виконання	Відмітка керівника про виконання
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи бакалавра	10.11.2023	
2	Розробка та затвердження завдання кваліфікаційної роботи бакалавра	15.11.2023	
3	Аналіз наявних наукових досліджень за темою	20.02.2024	
4	Вибір факторів, пошук відповідних даних	15.03.2024	
5	Розробка моделі машинного навчання для прогнозування відтоку працівників	22.04.2024	
6	Інтеграція моделі машинного навчання з ERP-системою SAP	10.05.2024	
7	Тестування та оцінка ефективності моделі	05.05.2024	
8	Аналіз отриманих результатів, формування висновків	20.05.2024	
	Подання роботи до попереднього захисту	До 03.06.2024	

Науковий керівник: Чорноус Галина Олександрівна

Студент: Горчук Олександр Павлович