

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут економіки, управління, права та
інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

на тему: **«Методика застосування платформи n8n для
автоматизації логістичних рішень»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньою програмою
Інформаційні управляючі системи та
технології
спеціальності 126 Інформаційні
системи та технології
ступеня вищої освіти магістр
групи 126ІСТ_мд_2024
Силантьєв Віктор Михайлович
Керівник: Слюсар Вадим Іванович
Рецензент: Муравльов Володимир
В'ячеславович

Полтава – 2025 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут економіки, управління, права та
інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій

Освітня програма Інформаційні управляючі системи та технології
Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій УТКІН

«08» листопада 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Силантьєва Віктора Михайловича

1. Тема кваліфікаційної роботи:
«Методика застосування платформи n8n для автоматизації логістичних рішень»,
Керівник роботи: д. т. н., професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій Слюсар Вадим Іванович.
Затверджено наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2025 року № 1332-ст
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «09» грудня 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи: наукові джерела наукометричних баз, дані інтернет-ресурсів, платформа автоматизації робочих процесів n8n, моделі генеративного штучного інтелекту, хмарні сервіси Google
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Розділ 1 Аналіз особливостей використання генеративного штучного інтелекту в логістиці
Розділ 2. Розробка методики застосування платформи n8n для автоматизації логістичних рішень
Розділ 3. Рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі n8n у логістичну інфраструктуру підприємства
5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, діаграми за темою та об'єктом дослідження.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Оцінювання економічної ефективності результатів дослідження	Калініченко О. В., к. е. н., доцент кафедри економіки та публічного управління	24.11.2025	04.12.2025

7. Дата видачі завдання «08» листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми роботи	29.10.2024 р.	
2.	Складання та погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	30.10.2024 р. – 08.11.2024 р.	
3.	Опрацювання джерел інформації	11.11.2024 р. – 27.12.2024 р.	
4.	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	30.12.2024 р.– 19.01.2025 р.	
5.	Виконання теоретико-методологічного розділу роботи	17.02.2025 р.– 16.05.2025 р.	
6.	Виконання дослідницько-аналітичного розділу роботи	02.06.2025 р.– 13.07.2025 р.	
7.	Виконання проектно-рекомендаційного розділу роботи	08.09.2025 р.– 14.11.2025 р.	
8.	Оцінювання економічної ефективності результатів дослідження	24.11.2025 р.– 04.12.2025 р.	
9.	Оформлення тексту роботи	05.12.2025 р.– 08.12.2025 р.	
10.	Попередній захист роботи на кафедрі	09.12.2025 р.	
11.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	10.12.2025 р.- 14.12.2025 р.	
12.	Нормоконтроль	15.12.2025 р. – 16.12.2025 р.	
13.	Захист кваліфікаційної роботи	18.12.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

Віктор СИЛАНТЬЄВ

Керівник роботи

Вадим СЛЮСАР

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

СИЛАНТЬЄВ ВІКТОР МИХАЙЛОВИЧ

**«МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ N8N ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ»**

Освітньо-професійна програма
Інформаційні управляючі системи та технології
Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
Ступінь вищої освіти Магістр

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи на здобуття кваліфікації –
магістр з інформаційних систем та технологій

Полтава – 2025 року

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (41 найменування), додатків. Кваліфікаційна робота містить 2 таблиці, 34 рисунки, викладена на 72 сторінках.

Основний зміст роботи

У першому розділі «Аналіз особливостей використання генеративного штучного інтелекту в логістиці» проведено аналіз особливостей використання GenAI в логістиці. Він ґрунтується на визначені напрямів застосування технологій ML. Розглянуто особливості впровадження моделей GenAI.

У другому розділі «Розробка методики застосування платформи n8n для автоматизації логістичних рішень» здійснено розробку методики застосування платформи n8n для автоматизації логістичних рішень. Визначено напрями використання платформи n8n та виконано аналіз практичних кейсів застосування n8n для реалізації процесів автоматизації. Досліджено базові концепції n8n, які визначають можливості платформи n8n. Розглянуто питання інтеграції платформи n8n і GenAI для побудови AI-агенту.

У третьому розділі «Рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі n8n у логістичну інфраструктуру підприємства» здійснений аналіз переваг та недоліків n8n. Поглиблено розглянуто прикладні аспекти використання платформи n8n, а також виконано економічне обґрунтування прийнятих рішень.

Висновки

Використання n8n дозволяє зменшити ручну працю та мінімізувати помилки, що є важливим для логістики. Платформа забезпечує стандартизацію операцій, стабільність виконання та покращену координацію між учасниками процесів. Завдяки моделі «тригер – дія» n8n ефективно виконує як прості так й складні багатокрокові сценарії, включно зі створенням AI-агентів. В цілому, n8n формує сучасний підхід до управління потоками даних і підвищує продуктивність організацій. Практичні кейси підтверджують, що n8n значно підвищує ефективність бізнес-процесів у компаніях різних масштабів, автоматизуючи рутинні операції та зменшуючи вплив людського фактора. Різноманітні сценарії дозволяють бізнесам масштабуватися без зростання штату та додаткових витрат, роблячи n8n вигідним як для великих компаній, так і для малого бізнесу. Базові концепції n8n формують гнучку архітектуру, що дозволяє створювати робочі процеси будь-якої складності. Розподіл вузлів на тригерні та вузли дій забезпечує ефективну маршрутизацію даних, а підтримка кластерних і агентних вузлів розширює можливості роботи з AI.

Аналіз інструментів n8n показує, що платформа має зручні засоби для створення, тестування й оптимізації автоматизованих процесів. Візуальний

редактор, AI-помічник, фіксація даних і механізми налагодження формують надійне середовище для розробки та підтримки складних workflow. Це підвищує прозорість виконання, прискорює усунення помилок і робить платформу придатною для масштабованої автоматизації.

Узагальнюючи, інтеграція p8n із технологіями GenAI відкриває можливість створення повноцінних AI-агентів, здатних приймати рішення, використовувати інструменти та виконувати складні дії. Поєднання workflow-логіки з LLM-моделями забезпечує гнучку інтелектуальну архітектуру для автоматизації сучасних бізнес-процесів.

Проведений аналіз показує, що впровадження AI-агента на базі p8n, GPT-4o, Gmail та Google Sheets є економічно обґрунтованим рішенням навіть для невеликих логістичних операцій. Витрати на хмарні сервіси та API залишаються передбачуваними й відносно невеликими, а собівартість автоматизованої обробки одного замовлення значно нижча за ручну обробку менеджерами. Розрахунки демонструють, що вже за обсягу 1000 замовлень на місяць економія становить 35-60 %, що повністю компенсує витрати на використання GPT-4o та інфраструктури. У масштабі малого чи середнього бізнесу економічний ефект зростає пропорційно до кількості оброблених замовлень, забезпечуючи суттєве зниження навантаження на персонал. Таким чином, запропонована система є фінансово доцільною, підвищує ефективність бізнес-процесів та сприяє покращенню конкурентоспроможності компанії.

Таким чином, результатами роботи є методика застосування p8n для побудови гнучких сценаріїв автоматизації у сфері логістики; рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі p8n у логістичну інфраструктуру підприємства. Вони можуть бути використані для впровадження автоматизації у транспортно-логістичних компаніях, торговельних мережах, складських і дистрибуційних центрах та подальших досліджень за даною тематикою.

Достовірність результатів роботи базується на досконалому виборі платформи автоматизації та апробованих методів досліджень.

Список публікацій здобувача

1. Силантьєв В.М., Шишлін В.О. Інтеграція генеративного AI і RAG для вирішення питань логістики. *Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки: матеріали X Міжнародної студентської наукової конференції* (жовтень 2025 р. м. Луцьк), 2025. С. 235, 236.

2. Силантьєв В. Особливості використання асистента AI на платформі p8n. *Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій: матеріали XXII щорічного міждисциплінарного семінару* (листопад 2025 р., м. Полтава), 2025. С. 103, 104.

АНОТАЦІЯ

Силантьєв В. М. «Методика застосування платформи n8n для автоматизації логістичних рішень». Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістр за освітньо-професійною програмою Інформаційні управляючі системи та технології спеціальності 126 Інформаційні системи та технології. Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 2025.

Розроблена методика застосування n8n для побудови гнучких сценаріїв автоматизації у сфері логістики; обґрунтовано рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі n8n у логістичну інфраструктуру підприємства. Вони можуть бути використані для впровадження автоматизації у транспортно-логістичних компаніях, торговельних мережах, складських і дистрибуційних центрах та подальших досліджень за даною тематикою.

Ключові слова: логістика, хмарні обчислення, автоматизація, робочий процес, Chatbot, LLM, ChatGPT, AI-агент, GenAI і n8n.

ANNOTATION

Sylantiev V. M. "Methodology for Applying the n8n Platform to Automate Logistics Solutions." Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree of higher education under the educational and professional program Information management systems and technologies specialty 126 Information systems and technologies. Poltava State Agrarian University, Poltava, 2025.

A methodology for using n8n to build flexible automation scenarios in the logistics sector has been developed; recommendations for integrating and scaling n8n-based solutions into an enterprise's logistics infrastructure have been substantiated. They can be used to implement automation in transport and logistics companies, retail chains, warehouses and distribution centers, and for further research on this topic.

Keywords: logistics, cloud computing, automation, workflow Chatbot, LLM, ChatGPT, AI-agent, GenAI and n8n.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЛОГІСТИЦІ	8
1.1 Застосування машинного навчання у логістичних завданнях ...	8
1.2 Напрями використання моделей генеративного штучного інтелекту в логістиці	15
1.3 Особливості впровадження генеративного штучного інтелекту у логістику	21
Висновки до розділу 1	25
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ n8n ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ	27
2.1 Основні напрями використання платформи n8n	27
2.2 Аналіз практичних кейсів застосування n8n для реалізації процесів автоматизації	30
2.3 Базові концепції n8n	33
2.4 Визначення можливостей платформи n8n	36
2.5 Інтеграція платформи n8n і GenAI для побудови AI-агенту	41
Висновки до розділу 2	49
РОЗДІЛ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ ТА МАСШТАБУВАННЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ n8n У ЛОГІСТИЧНУ ІНФРАСТРУКТУРУ ПІДПРИЄМСТВА	51
3.1 Прикладні аспекти використання платформи n8n	51
3.2 Аналіз переваг та недоліків n8n	60
3.3 Економічне обґрунтування прийнятих рішень	63
Висновки до розділу 3	66
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи підтверджується необхідністю застосування генеративного штучного інтелекту для вирішення логістичних завдань на основі платформ автоматизації робочих процесів, до яких відноситься n8n. Така комбінація створює потужний фундамент для розробки інтелектуальних, адаптивних і масштабованих рішень сучасної автоматизації. Однак, питання розробки рекомендацій щодо інтеграції та масштабування рішень на основі n8n у логістичну інфраструктуру підприємства потребують додаткових досліджень. Все це свідчить про актуальність теми роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Робота відповідає дослідженням в межах науково-дослідної ініціативної тематики «Організаційно-методологічні аспекти впровадження інформаційно-комунікаційних систем і технологій в управлінні діяльністю сучасних організацій та підприємств за умов переходу до цифрової економіки» (ДРН 0123U105060, 2023-2028 рр.), що реалізується на кафедрі інформаційних систем та технологій, тематиці досліджень навчально-дослідної лабораторії інтелектуальних систем, комп'ютерних мереж та інтернет речей кафедри інформаційних систем та технологій Полтавського державного аграрного університету.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності управління ланцюгами постачання за рахунок застосування платформи n8n.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати сучасні підходи до застосування генеративного штучного інтелекту в сфері логістики;
- дослідити функціональні можливості платформи n8n для інтеграції логістичних сервісів;
- розробити методiku застосування n8n для автоматизації логістичних рішень;

– обґрунтувати рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі п8п у логістичну інфраструктуру підприємства.

Об'єктом дослідження є логістичні процеси підприємства, пов'язані з плануванням, відстеженням товарів, інформації та ресурсів у ланцюгу постачання.

Предметом дослідження є методи та засоби автоматизації логістичних процесів на основі локально розгорнутої платформи п8п.

Метами дослідження для створення методики застосування п8п і економічного обґрунтування прийнятих рішень використовувався аналітичний метод досліджень, а для розробки AI-агенту – моделювання.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи сформована з ресурсів, що містять інформацію про платформи автоматизації, а також інструментарій для розробки та дослідження AI-агентів.

Елементи наукової новизни роботи полягають у створенні методики застосування п8п для побудови гнучких сценаріїв автоматизації у сфері логістики.

Практична значущість роботи полягає в розробці рекомендацій щодо інтеграції та масштабування рішень на основі п8п у логістичну інфраструктуру підприємства, які можуть бути використані для впровадження автоматизації у транспортно-логістичних компаніях, торговельних мережах, складських і дистрибуційних центрах та подальших досліджень за даною тематикою.

Апробація результатів відбувалася в рамках X Міжнародної студентської наукової конференції «Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки» (жовтень 2025 р. м. Луцьк) та XXII щорічного міждисциплінарного семінару «Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій» (листопад 2025 р., м. Полтава).

Структура кваліфікаційної роботи логічно пов'язана з завданнями досліджень і містить вступ, три розділи основної частини, висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг пояснювальної записки кваліфікаційної роботи складає 72 сторінки формату А4. Вона містить 34 рисунки і 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЛОГІСТИЦІ

1.1 Застосування машинного навчання у логістичних завданнях

Традиційна організація ланцюжків постачання часто стикається з проблемами. Наприклад, прогнозування та планування можуть бути некоректними через відсутність своєчасних та точних даних [1]. Для координації учасників ланцюжків поставок потрібні значні, але завжди виправдані ресурси. Непередбачувані обставини, такі як погодні умови чи коливання попиту, можуть призводити до збоїв. Робота вручну також підвищує ймовірність помилок (людський фактор, куди ж без нього) та знижує загальну ефективність. Тобто, сьогодні логістика стикається з безліччю викликів, які потребують нових підходів. Глобалізація, великі обсяги даних, мінливість споживчих настроїв і прагнення економії роблять традиційні методи управління недостатньо ефективними.

Тому машинне навчання (Machine Learning, ML) стає як ніколи доречним і стає важливим інструментом для оптимізації логістичних процесів. В тому числі, воно дозволяє автоматизувати рутинні завдання. Графіки замовлень складаються з урахуванням всіх факторів (від витрат на зберігання до виконання замовлень і місткості складів), а доставка оптимізується в режимі реального часу. Користувач завжди знає, де знаходиться кожен контейнер або інша одиниця вантажу, і коли вона прибуде на наступний етап доставки. Алгоритми ML автоматизують перевірку якості за допомогою розпізнавання зображень для виявлення пошкоджень контейнерів та упаковки – справжній порятунок для складів. Вони допомагають планувати розміщення товарів, оптимізувати маршрути та мінімізувати помилки. Управління ресурсами стає простіше завдяки прогнозам прогулів і плинності кадрів. Це дозволяє краще планувати робочі

зміни працівників. Також за його допомогою можна визначати оптимальний час для техобслуговування парку техніки, тим самим скорочуючи час простою. У виробничих процесах ML допомагає збирати дані для оцінки ефективності обладнання та виявлення можливостей для його покращення. Автоматизація повторюваних дій збільшує швидкість і гнучкість операцій, звільняючи співробітникам час виконання інших завдань.

При цьому можна виділити кілька узагальнених підходів щодо застосування ML у завданнях логістики.

Найбільш наочним вважається прогнозування попиту та планування запасів. ML аналізує дані про продаж, сезонні зміни та уподобання споживачів. Навчання з учителем і без нього виявляє приховані закономірності та тренди, які важко помітити за допомогою традиційних методів. Це дозволяє точно прогнозувати попит та враховувати ринкові коливання. Також компанії можуть автоматизувати управління запасами з огляду на прогнози попиту, поточний стан, терміни поставок та інші фактори. Так вони можуть скоротити витрати на зберігання та уникнути товарного дефіциту.

Ще одним напрямом є прогностичне обслуговування транспортних засобів. Датчики на машинах збирають інформацію про температуру двигуна, рівень вібрацій та стан олії. Алгоритми обробляють ці дані, і навіть аналізують дорожні умови, щоб визначити оптимальний час обслуговування транспортного засобу. Це дозволяє логістичним компаніям уникнути дорогих поломок та збільшити термін служби машин. Такий підхід також скорочує час простою та підвищує загальну ефективність логістики.

Далі слідує управління взаємодіями із постачальниками. Аналізуючи дані про поведінку та переваги клієнтів, ML допомагає компаніям передбачати зміни попиту та заздалегідь планувати замовлення. Наприклад, на основі попередніх даних про замовлення можна передбачити, коли певні товари будуть потрібні. Це допомагає оптимізувати запаси та покращити відносини з постачальниками, оскільки компанія може точніше планувати

замовлення та мінімізувати надлишки. Сюди також варто додати такий напрям, як оптимізація маршрутів доставки. Аналіз транспортних схем та відстаней між точками оперативно надає можливість логістичним компаніям розробляти оптимальні маршрути для доставки вантажів. Алгоритми беруть до уваги такі фактори, як транспортні потоки, дорожні та погодні умови, та оптимізують маршрути для скорочення часу доставки та витрат на ПММ. Наприклад, ML може запропонувати альтернативні маршрути, щоб уникнути пробок та дорожніх робіт, зменшуючи затримки та підвищуючи загальну ефективність доставки.

В сучасних умовах широкого впровадження штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI) почали застосуватись автономні машини. Безпілотні транспортні засоби майже без участі людини використовують машинне навчання для впевненого пересування складними міськими та сільськими маршрутами [2]. Це допомагає скоротити витрати на робочу силу, оптимізувати витрати пального та планувати ефективні маршрути, уникаючи затримок.

Нарешті, можна вказати гнучке ціноутворення. За допомогою алгоритмів та прогнозування даних можна коригувати тарифи на відвантаження. У довгостроковій перспективі це призводить до оптимізації стратегії ціноутворення та підвищення лояльності покупців за рахунок конкурентоспроможних цін.

В загальному випадку, застосування ML у логістичних завданнях спирає на кілька найбільш поширених інструментів, які варто розглянути.

Модель авторегресії ковзного середнього (AutoRegressive Integrated Moving Average, ARIMA) використовується для прогнозування та базується на трьох компонентах: авторегресія (AR), інтеграція (I) та ковзна середня (MA) [3].

Наприклад, компанії можуть застосовувати ARIMA для прогнозування обсягів продажу та визначення оптимальної кількості товарів для замовлення. Авторегресія використовує залежності між поточним та історичними

значеннями часового ряду. Інтеграція усуває тренди, перетворюючи часовий ряд на ряд із постійними середніми та дисперсіями.

Ковзне середнє використовує кореляцію з актуальним показником та помилками прогнозування попередніх значень. Позначається параметром q який визначає кількість лагів помилок прогнозу.

ARIMA ефективно працює з тимчасовими рядами, що містять тренди та сезонні компоненти. Проста у реалізації та інтерпретації результатів (рис. 1.1). У той же час, вона вимагає стаціонарності часового ряду і не враховує зовнішні фактори та змінні.

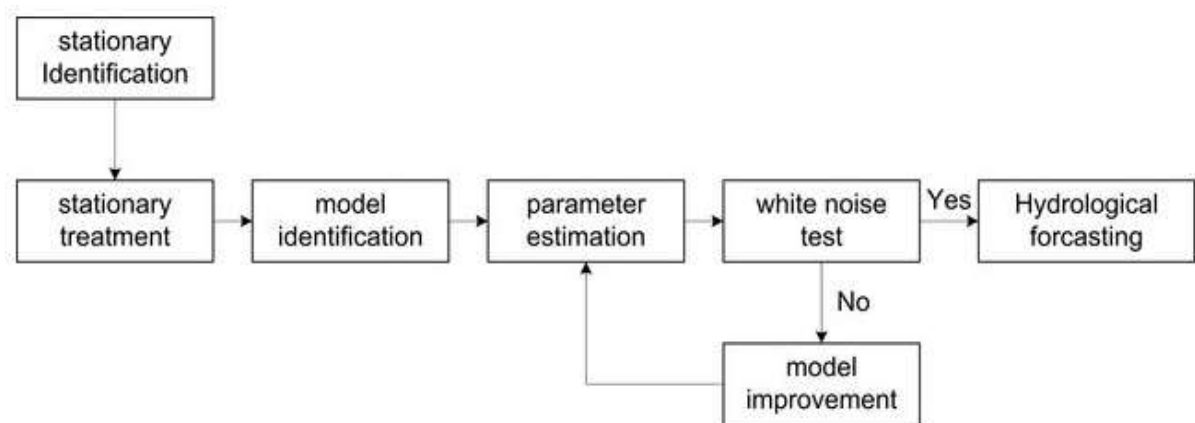


Рисунок 1.1 – Процедура застосування моделі ARIMA [AR]

На даний час, також зустрічається нестандартний термін – ARIMA+. Під ним розуміють ARIMA із зовнішніми визнаннями (ARIMAX/SARIMAX). В якості зовнішні регресорів можуть виступати: погода, температура, маркетингові кампанії, ціна конкурентів, сезонні фактори, макроекономічні індикатори. Ще один варіант трактовки, це ARIMA + ML-модель (Hybrid ARIMA-ML), тобто поєднання класичної статистики та ML. В якості прикладу можна вказати комбінацій: ARIMA + Random Forest (помилки ARIMA докоригуються ML), ARIMA + LSTM (LSTM навчається на залишках), ARIMA + XGBoost, ARIMA + Prophet (гібрид). Іноді ARIMA+ використовують як маркетингову назву для покращеної моделі ARIMA: автоматичний вибір параметрів (auto-ARIMA), врахування складної

сезонності, додаткове регулювання, байєсовське налаштування параметрів, бутстрапінг довірчих інтервалів. Тобто, це ARIMA з покращеним автопідбором і ускладненою структурою.

Ще одним інструментом є мережа довгої короткострокової пам'яті (Long Short-Term Memory, LSTM) [4] – рис. 1.2. Це нейронна модель глибокого навчання, що особливо підходить для завдань передбачення послідовностей.

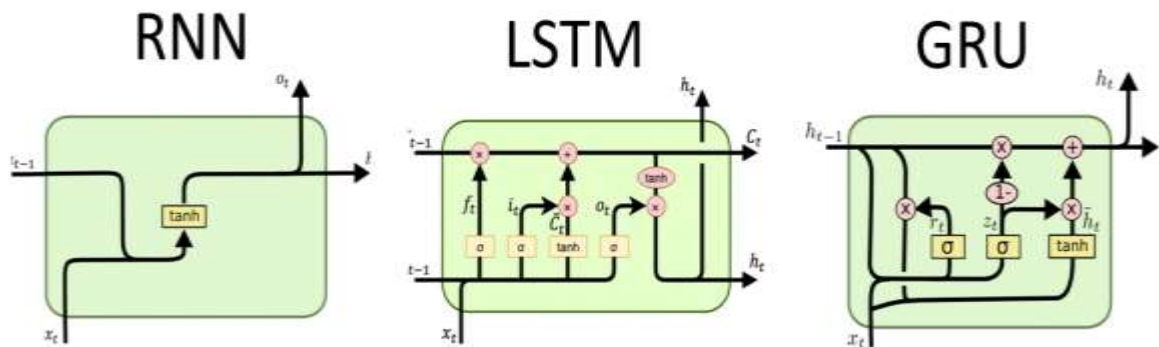


Рисунок 1.2 – Архітектури рекурентних мереж

Вона ефективно обробляє часові ряди, які можуть демонструвати патерни, що виявляються протягом тривалих періодів. LSTM ефективно управляє складними, нелінійними трендами, що виникають при прогнозуванні попиту, завдяки своїй здатності запам'ятовувати та навчатися на довгострокових залежностях у даних. Відносно логістики можливо кілька варіантів застосування: оптимізація маршрутів, прогноз трафіку та зниження транспортних витрат; аналіз історичних даних про продаж, передбачення майбутніх потреб, мінімізація дефіциту та надлишку товарних запасів; передбачення потенційних збоїв та затримок у логістичних операціях; аналіз даних про роботу обладнання, передбачення можливих поломок та необхідності технічного обслуговування.

Навчання із підкріпленням (Reinforcement Learning, RL). Модель передбачає попит, аналізує точність та коригує майбутні прогнози на основі отриманих даних (рис. 1.3). Наприклад, вона може адаптувати свої передбачення у відповідь на непередбачувані події, такі як збої в ланцюжку

постачання або зміни ринкових тенденцій. Роздрібні торгові компанії можуть навчити модель аналізувати дані про продаж для запобігання товарному дефіциту чи надлишку, своєчасно регулюючи рівень запасів. Це допоможе їм адаптуватися до сезонних змін попиту та ін.



Рисунок 1.3 – Навчання із підкріпленням [5]

Генетичні алгоритми (Genetic Algorithm, GA) – це методи оптимізації, засновані на принципах природного відбору, розробляють множину можливих рішень (рис. 1.4), наприклад, маршрути доставки.

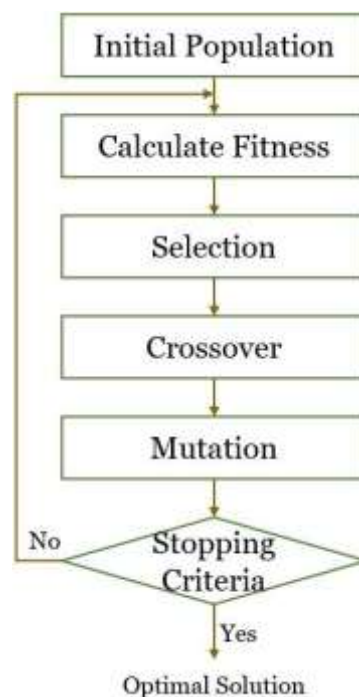


Рисунок 1.4 – Генетичний алгоритм [6]

Ці рішення послідовно покращуються через ітеративний процес відбору кращих варіантів та їх «схрещування» для створення нових, більш оптимальних. У результаті алгоритм знаходить максимально ефективне рішення. GA хороша для аналізу маршрутів доставки між розподільчими центрами та клієнтами, щоб визначити найбільш швидкий та економічно вигідний шлях.

Кластеризація k-середніх (k-means) – це алгоритм навчання без вчителя, який групує кластери схожі точки даних (рис. 1.5). Кластеризація даних – одне з ключових завдань машинного навчання. Вона дозволяє групувати об'єкти однорідні кластери з урахуванням їх характеристик. Один з найпопулярніших, найпростіших і найефективніших методів кластеризації – це алгоритм k-means. Він використовує для групування об'єктів набори (кластери) на основі їх схожості. В основі роботи k-means лежить принцип мінімізації відстані між об'єктами всередині одного кластеру.

В управлінні ланцюжками постачання його можна використовувати для класифікації продуктів за тенденціями їх продажу, для оптимізації управління запасами на складах та в магазинах.

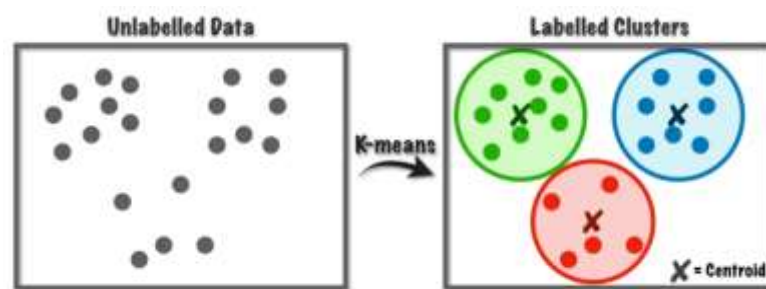


Рисунок 1.5 – Кластеризація k-середніх

Випадкові ліси (Random forest) – методика ансамблевого навчання, яка використовується для прогнозного моделювання (рис. 1.6). В управлінні запасами вона аналізує різні параметри, такі як історичні дані з минулих продажів, поведінка покупців та умови ринку. Це дозволяє прогнозувати оптимальні рівні запасів певні періоди часу.

Таким чином, ML суттєво підвищує ефективність логістичних процесів, дозволяючи точніше прогнозувати попит, оптимізувати запаси аршрути доставки.

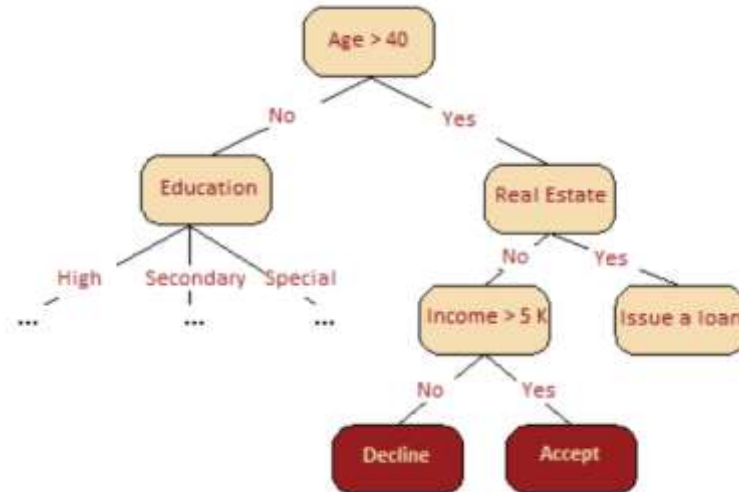


Рисунок 1.6 – Random forest [7]

Завдяки аналізу великих масивів даних ML мінімізує вплив людського фактору та забезпечує своєчасне виявлення відхилень у роботі систем. Використання алгоритмів ARIMA, LSTM, RL, GA і кластеризації сприяє адаптивності, скороченню витрат і підвищенню операційної стійкості. У результаті логістичні ланцюги стають більш гнучкими, прозорими та здатними швидко реагувати на зміни ринку. Однак крім класичного ML зараз активно відбуваються процеси інтеграції генеративного штучного інтелекту (GenAI), який доцільно розглянуто більш поглиблено.

1.2 Напрями використання моделей генеративного штучного інтелекту в логістиці

GenAI [2] – це обчислювальна техніка, яка допомагає користувачам генерувати унікальний, змістовний контент, такий як тексти, зображення, графіка, аудіо, відео, програмування тощо. Різні технології GenAI, такі як

Dall.E2, GPT-4 [8], DeepSeek-R1 [9] та Copilot, революціонізують наш спосіб роботи, створення контенту та комунікації. Крім того, ці платформи можуть використовуватися як інтелектуальні системи відповідей на запитання або персональні помічники. GenAI значною мірою покладається на складні алгоритми, відомі як генеративні моделі. Для навчання цих моделей використовується величезна кількість наборів даних з Internet.

Стрімкий розвиток GenAI суттєво змінює підходи до управління логістичними ланцюгами. На відміну від традиційних моделей ML, які прогнозують або класифікують, GenAI здатний генерувати нові рішення: оптимізовані маршрути, сценарії постачання, варіанти завантаження складів, автоматизоване створення документації та комунікацій. Це робить його потужним інструментом для підвищення ефективності логістичних процесів у складних, багатофакторних умовах. За останні кілька років було опубліковано чимало моделей GenAI (рис. 1.7). Ці моделі здатні виконувати різні завдання, такі як генерація тексту, створення зображень, системи запитань і відповідей, генерація мовлення або просто автоматизація повторюваних завдань. Тому вплив цих моделей GenAI на є значним, оскільки широкий спектр робочих місць щодня трансформується.

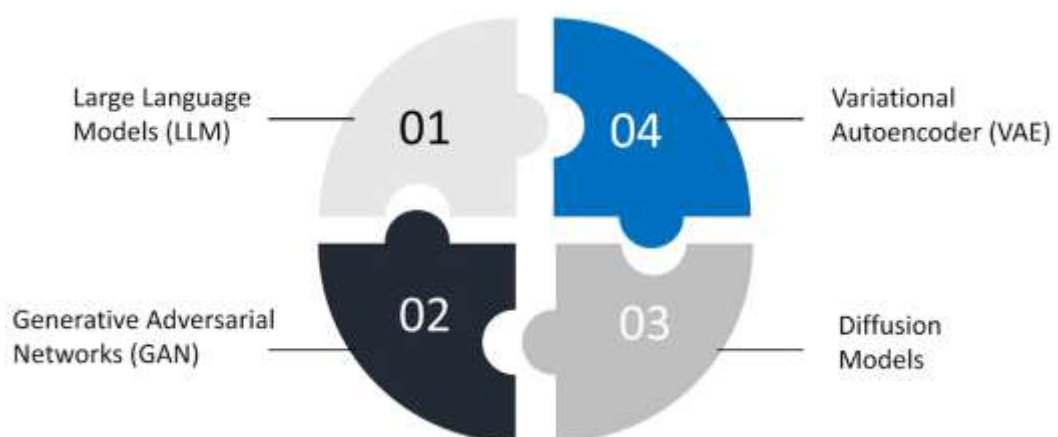


Рисунок 1.7 – Моделі GenAI [10]

Використання GenAI суттєво розширює можливості автоматизації логістичних процесів. Такі моделі здатні самостійно формувати ключові

супровідні документи – транспортні накладні, контракти та акти приймання-передачі – з урахуванням конкретних умов перевезення та нормативних вимог. GenAI також забезпечує автоматичне створення оптимізованих розкладів транспортування, враховуючи наявність ресурсів, маршрути, графіки завантаження та зовнішні фактори. Крім того, моделі можуть генерувати сценарії ризиків у ланцюгах постачання, що дозволяє передбачати можливі збої та підготувати альтернативні рішення. Окремою перевагою є здатність GenAI формувати деталізовані звіти щодо логістичних KPI, підвищуючи прозорість та якість управлінських рішень.

Генеративні моделі ефективно інтегруються з корпоративними цифровими системами – ERP, WMS, TMS, платформами GPS-моніторингу та бізнес-аналітики. Завдяки цьому вони можуть обробляти значні масиви даних у реальному часі та виявляти закономірності, які складно або неможливо швидко інтерпретувати вручну. GenAI аналізує динаміку замовлень, стан і поведінку транспортного флоту, рівень запасів, вплив погодних умов і сезонності, а також складні взаємозв'язки між різними елементами логістичної системи. Це дозволяє підвищити суттєво точність прогнозування, оптимізувати операційні процеси та підтримати стратегічне планування на основі даних.

GenAI поступово стає одним із ключових інструментів удосконалення сучасних логістичних систем: від планування маршрутів або управління складськими операціями до прогнозування попиту та підтримки стратегічних управлінських рішень. Завдяки здатності генерувати нові варіанти рішень у невизначених або нестандартних умовах, такі моделі розширюють можливості традиційних аналітичних підходів та дозволяють підвищити гнучкість ланцюгів постачання.

Одним із важливих напрямів використання GenAI є оптимізація маршрутів перевезень. На відміну від класичних алгоритмів розв'язання транспортних задач, генеративні моделі не лише шукають оптимальні маршрути з урахуванням витрат і часу, а й можуть прогнозувати потенційні

затори, можливі простої та створювати альтернативні шляхи у разі несприятливих погодних умов, аварій або блокувань. Крім того, вони здатні оптимізувати завантаження транспорту та враховувати нетипові, рідкісні або нечітко визначені ситуації, генеруючи нові сценарії рішень.

У сфері складської логістики GenAI сприяє підвищенню ефективності внутрішніх процесів. Зокрема, моделі можуть оптимізувати розміщення товарів у складі, прогнозувати пікові навантаження, моделювати роботу персоналу та техніки, а також створювати детальні плани інвентаризацій. Такий підхід дозволяє формувати оптимальну структуру зберігання продуктів з урахуванням частоти відбору, сезонності, ваги та сумісності товарів, що безпосередньо впливає на швидкість обробки замовлень і зменшує операційні витрати.

Важливою сферою впливу генеративних моделей є також прогноз попиту та управління запасами. Завдяки здатності аналізувати рідкісні та нестандартні сценарії, наприклад, періоди свят, форс-мажорні події чи різкі зміни ринку – такі системи можуть створювати ймовірні прогнози розвитку попиту. Це допомагає підприємствам оптимізувати обсяги закупівель, уникати надлишкових запасів та мінімізувати ризики дефіциту.

У контексті логістики останньої милі застосування GenAI дозволяє значно підвищити рівень персоналізації та точності доставки. Моделі можуть формувати індивідуальні графіки для клієнтів, моделювати навантаження та черги у пунктах видачі, а також забезпечувати високоточний розрахунок часу прибуття кур'єрів. У результаті компанії отримують інструменти для зменшення витрат та підвищення задоволеності споживачів.

Окреме значення має використання генеративного штучного інтелекту для підтримки управлінських рішень. Системи здатні моделювати вплив змін тарифів, коливань вартості пального, політичних обмежень або санкцій, а також швидко оцінювати можливості перебудови ланцюгів постачання. Це робить GenAI ефективним засобом симуляції ризиків та визначення оптимальних стратегій реагування у складних або нестабільних умовах.

Таким чином компанія отримує інструмент симуляції логістичних ризиків і варіантів реагування.

У сучасній логістиці GenAI дедалі частіше використовується для розв'язання практичних операційних задач, забезпечуючи гнучкість, точність та високу швидкість ухвалення рішень. У сфері вантажних автоперевезень технології GenAI застосовуються для комплексної оптимізації управління великими автопарками. Системи здатні автоматично формувати оптимальні маршрути для флотів із сотень автомобілів, враховуючи дорожню ситуацію, вартість пального, часові вікна доставки й наявні обмеження руху. Паралельно GenAI використовується для автоматичного заповнення CMR-накладних, що знижує кількість помилок та прискорює документообіг. Окреме значення має підтримка в плануванні змін водіїв: моделі аналізують нормативні вимоги щодо робочого часу та відпочинку й пропонують відповідні графіки, забезпечуючи як безпеку, так і юридичну відповідність.

У сегменті e-commerce логістики генеративні моделі стають ключовим інструментом для прогнозування операційних навантажень. Вони здатні передбачати хвилеподібні зміни обсягів замовлень, спричинені сезоном, маркетинговими кампаніями чи поведінкою споживачів. На основі цих прогнозів GenAI оптимізує розподіл товарних залишків між складами, що скорочує терміни доставки та мінімізує ризики дефіциту. Також моделі генерують ефективні графіки роботи персоналу пакування, адаптуючи їх до пікових і низьких періодів. Крім того, GenAI може створювати аналітичні рекомендації щодо розширення складських потужностей: визначати оптимальні локації, оцінювати доцільність автоматизації й прогнозувати майбутні потреби в інфраструктурі.

У сфері мультимодальних перевезень генеративний ШІ допомагає інтегрувати дані з різних транспортних систем – авіаційних, морських, залізничних і автомобільних – для побудови цілісної картини логістичного ланцюга. Моделі аналізують часті зміни тарифів, коригування графіків руху, можливі затримки в портах чи на залізничних вузлах, а також оцінюють

митні ризики і доступність контейнерного обладнання. Завдяки такій комплексній аналітиці GenAI формує оптимальні сценарії маршрутизації, забезпечуючи прозорість, точність часу доставки та зниження операційних витрат. Це робить мультимодальні логістичні операції більш стійкими до зовнішніх факторів та гнучкими до коливань глобальних транспортних потоків. По суті, такий підхід підвищує продуктивність ланцюгів постачання та оптимізації витрат. Генеративні моделі здатні аналізувати Big Data у реальному часі, формувати оптимальні маршрути та графіки, що дає змогу скорочувати логістичні витрати в межах 10-25 %. Завдяки здатності швидко перебирати численні сценарії та параметри перевезень, час на планування може зменшуватися у 5-20 разів порівняно з традиційними підходами. Це, своєю чергою, веде до скорочення простоїв транспорту, зменшення кількості невдалих або незавершених доставок, а також стабілізує загальну операційну діяльність.

Ще однією важливою перевагою є суттєве підвищення точності прогнозування. Генеративний ШІ має здатність інтегрувати у свої моделі нестандартні, важкопрогнозовані або змінні фактори, які традиційні аналітичні методи часто ігнорують. Він може працювати з даними, що є неповними, частково зашумленими або містять неоднорідності, формуючи на їх основі достовірні та адаптивні прогнози. Це забезпечує точніше оцінювання попиту, виявлення ризиків, планування завантаження складів і транспортних засобів, а також підвищує стійкість логістичних процесів у ситуаціях невизначеності.

Генеративні моделі також сприяють широкій автоматизації рутинних і трудомістких завдань. Замість того щоб витрачати ресурси на ручне внесення даних, оформлення документів чи постійне коригування планів, працівники можуть зосередитися на стратегічних функціях.

Автоматизація документопотоків, створення супровідної логістичної документації, оптимізація графіків та раннє виявлення потенційних проблем виконуються ШІ швидше та надійніше, що зменшує ймовірність людських

помилки і прискорює цикли прийняття рішень. Окремо важливою характеристикою GenAI є його масштабованість. Моделі такого типу здатні працювати однаково ефективно незалежно від масштабу системи: від невеликого парку транспортних засобів до розгалуженої національної мережі логістичних центрів і тисяч маршрутів. Завдяки цьому логістичні компанії можуть впроваджувати GenAI поступово, отримуючи користь уже на ранніх етапах і надалі масштабуючи систему без потреби у суттєвій перебудові інфраструктури. Така гнучкість є особливо цінною в умовах швидко змінного ринку, де здатність адаптуватися визначає конкурентоспроможність.

1.3 Особливості впровадження генеративного штучного інтелекту у логістику

Разом з тим, використання генеративних моделей AI в логістиці супроводжується низкою викликів і ризиків, які необхідно враховувати при впровадженні таких рішень у реальні бізнес-процеси. Насамперед гостро постає питання якості даних. Генеративні моделі мають критичну залежність від коректності та структурованості вхідної інформації. Для ефективного функціонування їм потрібні точні GPS-логи руху транспортних засобів, ретельно зведені журнали складських операцій, записи ERP-систем, а також повні історичні дані про замовлення. Будь-які розриви, помилки або неоднорідність у цих наборах даних можуть призводити до суттєвого зниження точності прогнозів, неправильної оптимізації маршрутів чи некоректного моделювання сценаріїв. Тому забезпечення цілісності, узгодженості та актуальності даних є однією з ключових передумов результативного застосування GenAI у логістичних процесах.

Окремим важливим аспектом є безпека та конфіденційність інформації. Логістичні системи оперують значним обсягом чутливих даних: від внутрішніх бізнес-показників і контрактних умов до відомостей про клієнтів,

склади та постачальників. Робота генеративних моделей часто потребує агрегування та аналізу таких відомостей, що створює ризики несанкціонованого доступу або витоку інформації. Для мінімізації цих ризиків необхідно застосовувати сучасні методи анонімізації, деперсоналізації та шифрування, забезпечувати контрольовані політики доступу та відповідність нормативним вимогам щодо обробки даних. Лише за цих умов використання GenAI може бути безпечним і відповідати стандартам корпоративної та правової відповідальності.

Ще одним потенційним ускладненням є явище так званих „галюцинацій” моделей штучного інтелекту. GenAI здатний формувати відповіді чи рекомендації, які виглядають достовірними, але фактично не мають реального підґрунтя або суперечать даним. У логістиці такі хибні результати можуть мати суттєві наслідки: від хибного прогнозування попиту до створення нереалістичних маршрутів або планів завантаження. З огляду на це людський контроль і валідація генерованих рекомендацій залишаються обов'язковими елементами робочого процесу. Поєднання автоматизованого аналізу та експертної оцінки дозволяє мінімізувати ризики і забезпечити практичну застосовність моделей.

Не менш складним є питання інтеграції систем на основі GenAI з існуючою інформаційною інфраструктурою підприємства. Упровадження таких інструментів потребує адаптації IT-архітектури, налагодження взаємодії з поточними ERP-, WMS- та TMS-рішеннями, а також створення нових модулів для обробки, зберігання та потокової передачі даних. Окрім технічних змін необхідне навчання співробітників – як аналітиків, так і рядового персоналу, – оскільки робота з генеративними моделями вимагає нових компетенцій та розуміння обмежень технології. Важливо також проводити поетапне тестування моделей у контрольованих умовах, щоб поступово виявляти та усувати технічні, організаційні чи методологічні проблеми. У сукупності ці виклики визначають складність упровадження GenAI у логістичні процеси, але водночас формують рамки для безпечного,

ефективного та контрольованого використання технології в сучасних ланцюгах постачання.

В цілому, використання GenAI у логістичних процесах відкриває новий рівень ефективності та гнучкості. Завдяки здатності генерувати оптимальні рішення, враховувати складні залежності, моделювати різні сценарії та автоматизувати документообіг, генеративні моделі стають ключовим інструментом для сучасних логістичних компаній. Інтеграція таких систем дозволяє:

- зменшити операційні витрати;
- підвищити надійність поставок;
- швидко реагувати на зміни ринку;
- забезпечити сталий розвиток логістичної інфраструктури.

Враховуючи те, що останніми роками логістика зіткнулася з різкою динамічністю ринку, постійними змінами попиту, нестабільністю глобальних ланцюгів постачання та величезними масивами даних.

У таких умовах генеративний штучний інтелект забезпечує переваги, які традиційні ML-моделі не можуть повністю реалізувати.

По-перше, GenAI краще працює з неповними, неоднорідними та неструктурованими даними. Класичні ML-алгоритми потребують ретельно очищених датасетів, стандартизованих форм і стабільних історичних вимірів. Генеративні моделі, побудовані на трансформерах, здатні інтегрувати текст, числові дані, логістичні журнали, нормативні документи, GPS-логи, повідомлення диспетчерів, навіть технічну документацію – усе це в рамках єдиної моделі. Це знижує витрати на підготовку даних і прискорює впровадження.

По-друге, GenAI не просто прогнозує – він генерує варіанти рішень. ML-модель скаже: «попит зросте на 8%», або «цей маршрут займе 2 години». GenAI здатен створювати повноцінні сценарії, наприклад: запропонувати оптимізовану конфігурацію складу; змоделювати поведінку попиту в умовах форс-мажору; створити альтернативні маршрути; згенерувати рекомендації

щодо завантаження транспорту чи розподілу запасів. Таким чином логіст отримує крім прогнозу також адаптовані до контексту варіанти дій.

По-третє, сучасні моделі GenAI можуть працювати інтерактивно, тобто вони надають можливість «спілкування» з системою: задати уточнювальні запитання; миттєво змінити обмеження задачі; просити пояснити, чому модель пропонує той чи інший сценарій; генеративно перерахувати план, якщо змінюється попит, маршрут чи доступність ресурсів. Це принципово новий рівень керованості, недоступний традиційному ML, який працює через статичні моделі.

По-четверте, GenAI значно прискорює аналітичні процеси. Якщо ML вимагає підготовки окремої моделі під кожну задачу (прогнозування попиту, маршрутизація, оптимізація складу), то GenAI здатний покрити одразу кілька векторів: узгодження документів; створення транспортних планів; аналіз ризиків; автоматизація комунікацій; генерація звітів та інструкцій; інтеграція з ERP, WMS, TMS. Це дозволяє бізнесу скоротити час на прийняття рішень і одержати комплексну підтримку в реальному часі.

По-п'яте, GenAI забезпечує кращу адаптивність до нестандартних ситуацій. Логістика часто стикається з подіями, яких немає у тренувальних даних, наприклад, поломка транспорту, зміна проходження кордонів, страйки, погодні аномалії, раптові стрибки попиту. ML, орієнтований на історичні дані, у таких випадках часто помиляється. Генеративні моделі здатні використовувати знання з широких джерел, будувати сценарії без прямого прецеденту в історичних даних, а також пропонувати доповнені рішення на основі логічних зв'язків.

По-шосте, GenAI полегшує масштабування. Традиційне ML-проєктування – це довгі цикли розробки для кожної задачі. GenAI-моделі можуть виконувати десятки ролей одразу, змінюючи промпт або контекст, а не код алгоритму. Це дає великий вигравш у гнучкості.

Управління логістикою впливає на операційну ефективність і прибутковість компанії. Проте традиційні методи управління логістикою

часто бувають трудомісткими та складними. Управління логістикою включає відстеження і контроль рухомих об'єктів, таких як вантажі та товари. Це включає моніторинг запасів, планування маршрутів і управління доставкою. Неправильне управління логістикою може призвести до затримок доставки, нестачі товарів на ринку та значних економічних втрат. Щоб вирішити ці проблеми, компанії можуть використовувати сучасні технології: AI та платформи для автоматизації бізнес-процесів на зразок n8n [11, 12]. В комбінації вони дозволяють оптимізувати управління логістикою та передбачати попит на товари. Бізнес завжди прагне більшої ефективності – робити більше, витрачаючи менше часу та ресурсів. Один із способів досягти цього – використання ПЗ для автоматизації робочих процесів, яке беруть на себе завдання, що повторюються і трудомісткі, від підтримки клієнтів до формування звітів.

Висновки до розділу 1

ML суттєво підсилює можливості сучасної логістики, долаючи обмеження традиційних підходів. Воно забезпечує точніше прогнозування попиту, оптимізує запаси й маршрути доставки, автоматизує контроль якості та спрощує управління ресурсами. Використання моделей ARIMA, LSTM, RL, генетичних алгоритмів та кластеризації k-means підвищує адаптивність систем, скорочує витрати та мінімізує людські помилки. У результаті ланцюги постачання стають більш гнучкими, передбачуваними й ефективними, створюючи основу для подальшого впровадження GenAI.

Сьогодні GenAI стає ефективним інструментом для логістики, ніж класичні ML-підходи, оскільки дозволяє працювати з різномірними даними, забезпечує генерацію стратегічних сценаріїв, підтримує інтерактивну взаємодію з користувачем, демонструє кращу адаптивність до нестандартних умов та значно прискорює процеси аналізу й прийняття рішень. Це робить

GenAI ключовою технологією сучасних ланцюгів постачання. Автоматизація логістики та бізнес-процесів є ключем до підвищення ефективності сучасних компаній. Використання AI та платформ на зразок n8n зменшує ручну працю, мінімізує помилки, прискорює ухвалення рішень і покращує взаємодію між командами. Це забезпечує раціональне використання ресурсів.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАТФОРМИ n8n ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ

2.1 Основні напрями використання платформи n8n

Згідно п. 1.3, для вирішення логістичних завдань доцільно використовувати програмні платформи для автоматизації бізнес-процесів. Таке ПЗ спрощує та покращує бізнес-процеси за рахунок скорочення ручної праці за допомогою правил, послідовностей і дій, що задаються заздалегідь. Це оптимізує управління завданнями та спільну роботу, а також підвищує організаційну ефективність та продуктивність.

Коли компанії автоматизують завдання, що повторюються, у співробітників з'являється більше часу для стратегічної або творчої діяльності. ПЗ для автоматизації робочих процесів сприяє спільній роботі учасників команди завдяки централізованим каналам комунікації та загальним робочим процесам. Воно також забезпечує безперешкодний обмін інформацією та прискорює прийняття рішень.

Впровадження ПЗ для автоматизації робочих процесів істотно трансформує організаційну діяльність для раціонального використання часу, компетенцій персоналу та ін.

Одним із ключових результатів автоматизації є вивільнення працівників від рутинних і монотонних операцій, які потребують значних затрат часу, але не вимагають високого рівня спеціалізованої експертизи. Завдяки цьому співробітники можуть зосереджуватися на стратегічно важливих, творчих або аналітичних завданнях, у яких людський інтелект та професійний досвід мають вирішальне значення.

Такий перерозподіл робочих навантажень сприяє підвищенню загального рівня професійної залученості персоналу та покращує якість прийнятих рішень.

Окрім оптимізації часу, автоматизація значно знижує ризики виникнення помилок. Програмні системи виконують операції з однаковою точністю та послідовністю, не піддаючись впливу людського фактору, такого як втома, неуважність чи перевантаження. Стандартизація процесів забезпечує надійність та передбачуваність результатів, що є критично важливим для галузей із підвищеними вимогами до точності, а також для масштабованих бізнес-процесів.

Важливим аспектом є також покращення внутрішньої комунікації та співпраці між командами. Сучасні платформи автоматизації часто включають інтегровані засоби обміну інформацією, керування задачами та спільного доступу до даних. Така централізація комунікацій створює єдине інформаційне середовище, де всі учасники процесу можуть оперативнo взаємодіяти, узгоджувати дії та швидко реагувати на зміни. Це особливо корисно для організацій зі складною структурою або проектами, що потребують участі багатofункціональних команд.

Централізовані канали комунікації також сприяють прискоренню процесу ухвалення рішень. Оскільки інформація стає доступною для всіх зацікавлених сторін у режимі реального часу, зменшується потреба в додатковій координації та передачі даних між підрозділами. Це забезпечує прозорість процесів, підвищує оперативність реагування та дає змогу керівництву швидко формувати обґрунтовані управлінські рішення.

У сукупності автоматизація робочих процесів призводить до суттєвого зростання продуктивності організації. Це досягається шляхом оптимізації технологічних ланцюгів, мінімізації затримок, усунення повторних помилок, підвищення сумісності між командами та раціонального використання кадрових і технічних ресурсів. Результатом є підвищення ефективності діяльності, скорочення операційних витрат і конкурентні переваги на ринку. Ринок автоматизації процесів зараз переживає якісне оновлення – компанії різних масштабів прагнуть мінімізувати ручну роботу, прискорити процеси, знизити кількість помилок у ланцюжках передачі даних між системами і

підвищити керованість бізнес-процесів в цілому. Серед множини доступних рішень платформа n8n [12] привертає увагу своєю гнучкістю, відкритим вихідним кодом та здатністю справлятися зі складними процесами. Вона має мінімальний обсяг коду, який допомагає з'єднувати різні програми та послуги через API та спрощувати взаємодію між ними. Платформа заснована на моделі «тригер і дія», де тригер запускає робочий процес, за яким слідує послідовність пов'язаних дій. Створена на основі Node.js n8n використовує JSON як основну структуру даних. Однак вона також підтримує інші формати, включаючи XML, HTML та текст. На відміну від інструментів роботизованої автоматизації процесів (RPA), які в основному імітують дії людини з інтерфейсом користувача (наприклад, кліки, натискання клавіш і захоплення екрану), n8n призначена для обробки складних багатокрокових процесів. Платформу можна використовувати по-різному – все залежить від того, які інструменти ви хочете з'єднати та які робочі процеси побудувати. Тому серед основних варто виділити кілька напрямів.

1. Автоматизація повсякденних завдань. Користувач може зв'язати такі програми, як Gmail, Slack та Google Sheets, щоб спростити рутинну роботу. Наприклад, кожного разу, коли новий клієнт заповнює форму, n8n може записувати дані до таблиці та автоматично повідомляти команду продажу.

2. n8n корисний для автоматизації багатоетапних процесів за участю різних інструментів – наприклад, адаптації нових співробітників, затвердження рахунків або синхронізації даних між CRM та системою управління проектами.

3. За допомогою кластерних вузлів та агентних налаштувань користувач може створювати AI-агентів [13], які виходять за рамки простої автоматизації.

На даний час, ринок автоматизації процесів зараз переживає якісне оновлення – компанії різних масштабів прагнуть мінімізувати ручну роботу, прискорити процеси, знизити кількість помилок у ланцюжках передачі даних між системами та підвищити керованість бізнес-процесів в цілому. І саме на

стику цих завдань виник інтерес до універсальних low-code рішень, які дозволяли б наполягати на автоматизованих потоках даних швидко, а головне – без обов'язкового залучення розробника до кожного завдання. Одним із найяскравіших представників цього класу інструментів став n8n – гнучка платформа для інтеграції та автоматизації, що отримала визнання як серед ентузіастів та стартапів, так і у великих підприємствах.

2.2 Аналіз практичних кейсів застосування n8n для реалізації процесів автоматизації

На даний час, колекція n8n містить понад 7000 шаблонів робочих процесів [14]. Як наслідок, існує велике різноманіття прикладів використання платформи n8n. Тому доцільно розглянуто найбільш наочні реальні кейси.

Перший кейс – автоматизація обробки рахунків у к. uProc [15]. компанія, яка побудувала бізнес цілком на обробці даних. Застосовує n8n для перевірки прострочених рахунків у бухгалтерському ПЗ, збору лідів із різних джерел (наприклад, LinkedIn і пошукові системи), автоматизації повідомлень у месенджерах та email (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Приклад того, як к. uProc відсканувала багатосторінковий сайт за допомогою low-code workflows

Інтеграція з кастомними внутрішніми сервісами (через власні вузли) позбавила команду ручних перевірок, прискорила обробку статусів оплати, а також дозволила швидко тестувати нові гіпотези без залучення повного штатного відділу розробників.

Другий кейс – автоматизація AI-агента для обробки пошти у торгово-виробничій компанії (рис. 2.2), де щодня відбувається розбір до 10 тисяч листів [16]. Всі запити автоматично аналізуються за допомогою інтеграції з ChatGPT, далі відбираються комерційні звернення, формуються завдання в CRM, а потім повідомлення розсилаються співробітникам. Час реакції скорочено з годин до 30 секунд. Як наслідок, реалізована прозора обробка заявок без втрат потенційних клієнтів та економія коштів на оплаті праці співробітника.

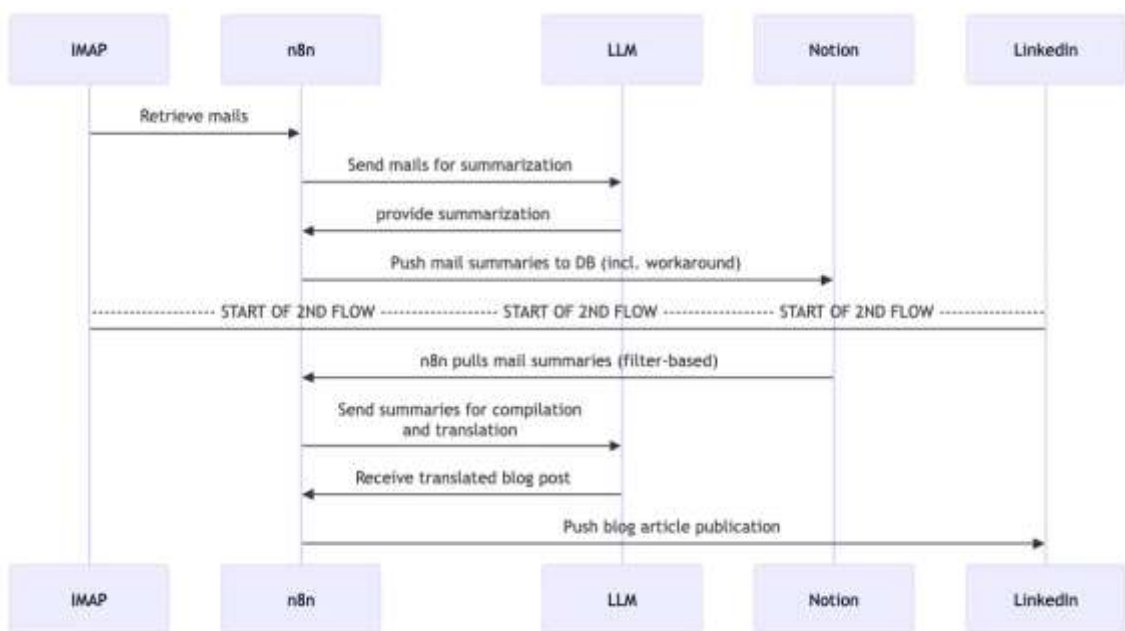


Рисунок 2.2 – Діаграмі, що пояснює використання n8n для автоматизації – з IMAP (поштовий сервер) виймаються розсилки [G5]

Третій кейс – StepStone (прискорення інтеграції даних у HR-технологіях). StepStone [17] – лідер серед платформ з підбору персоналу, інтегрував n8n для об'єднання даних між внутрішніми системами та зовнішніми API. Тобто, оголошення про вакансії, дані аналітики, CRM,

технічна підтримка. Інтеграція нового сервісу раніше займала два тижні роботи розробника, зараз кілька годин: візуальний інтерфейс дозволяє збирати логіку без написання скриптів, складні частини можна дописати на JavaScript. Інтеграція джерел даних прискорилася у 25 разів. У компанії працює понад 200 сценаріїв на n8n. По суті, мова йде про можливість (як інженерам, так і співробітникам без спеціальної освіти) створювати + підтримувати автоматизації спільно. І це ще один добрий приклад: економія часу та відключення «ручних складальних ліній» у бізнесі досягаються там, де раніше спостерігалися затримки через фрагментацію сервісів.

Четвертий кейс – автоматизація IT-операцій від к. Delivery Hero [18]. Як відомо, Delivery Hero – міжнародна компанія з доставки їжі. Вона використовує платформу n8n для автоматизації критичного процесу IT-операцій. Перед впровадженням співробітники вручну реагували на інциденти: відстежували alerts від серверів, створювали тікети, обробляли їх, повідомляли чергових та запускали діагностику. Після автоматизації ці дії виконує одна n8n-схема: з'являється сигнал про збій – створюється квитанція → надсилається повідомлення фахівця → запускається первинний аналіз. Результат – економія 200 годин роботи на місяць, усунення «вузьких місць». А головне – прискорення реакції на інциденти, підтвержені словами директора служби підтримки. Це класичний приклад, коли n8n знімає з команди операційну рутину (мінімізуючи людський фактор).

П'ятий кейс – Bordr (швидке зростання невеликого бізнес-проекту). Bordr – малий бізнес, який надає послуги для переїзду до Португалії [19]. Він використовує n8n для повної автоматизації потоку заявок: форми, email-повідомлення, прийом платежів через Stripe, оновлення Airtable. Засновники вибрали n8n через недостатню гнучкість аналогічних хмарних інструментів (наприклад, Zapier, який працює тільки з простими логічними ланцюжками, а Bordr потрібні були багаторівневі сценарії).

Завдяки автоматизації цикл обслуговування клієнтів масштабувався без найму нових співробітників: кожен крок заявки опрацьовується автоматично,

без провалів на «ручних» етапах. За лічені місяці проект зріс до 100 тисяч доларів річного обороту. Все це свідчить про отримання значних переваг від застосування платформи n8n.

2.3 Базові концепції n8n

Розглянемо основні компоненти, що лежать в основі реалізації автоматизації за допомогою n8n.

У n8n робочий процес – це послідовність кроків, що виконуються після спрацьовування тригера. Він може бути простим, наприклад, надсилання листа при відправленні нової форми, або складним, за участю кількох джерел даних, умовної логіки, RAG-конвеєрів та ін. На рис. 2.3 наведений процес, в ході якого отримується транскрипт за вказаним URL і використовується його для генерації короткого змісту.

Кожен крок у робочому процесі обробляється вузлом (нода, node) – основним будівельним елементом, що виконує конкретну дію, наприклад, відправлення листа, оновлення таблиці, виконання API-запиту або отримання даних із векторної бази даних.



Рисунок 2.3 – Робочий процес n8n, що автоматизує процес створення короткого змісту YouTube-відео

Робочі процеси створюються шляхом зв'язування кількох вузлів, щоб дані могли переходити від одного кроку до наступного. На рис. 2.4 наведений робочий процес n8n, що складається з різних вузлів: тригера, перетворення даних, коду, умовних вузлів і вузлів сторонніх сервісів. Можна уявити вузли як автобусні зупинки на маршруті.

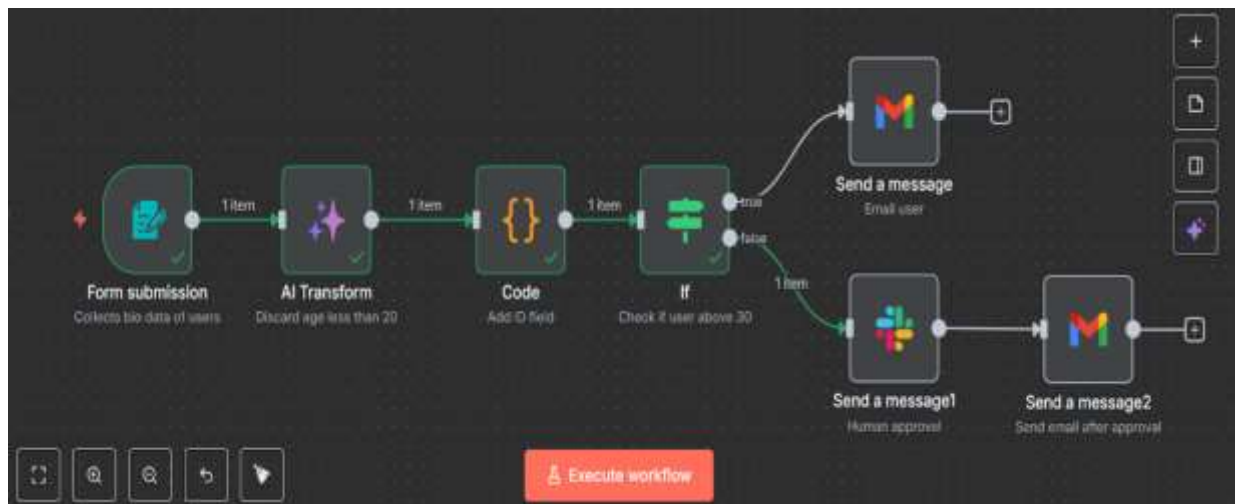


Рисунок 2.4 – Складові робочого процесу

На кожній зупинці щось відбувається: пасажир виходять, нові заходять чи водій вирішує, куди їхати далі. Так само кожен вузол в n8n – це точка прийняття рішення, де ви визначаєте, що має статися цьому етапі робочого процесу. Всі вузли в n8n поділяються на два великі типи:

- тригерні вузли (позначені значком блискавки) запускають робочий процес у разі виникнення події – наприклад, при отриманні нового листа чи виклику Webhooks;

- вузли дій виконують певну дію в додатку, наприклад відправляють повідомлення в Slack, створюють завдання Trello для зручнішого управління проектом або оновлюють запис в Airtable.

Кожен вузол передає елементи або дані, які він отримує наступному вузлу в робочому процесі. Наприклад, тригерний вузол може спрацьовувати на час вступу нової форми, а вузли дій – очищати дані форми та перевіряти, чи відповідає відправка певним умовам.

Кластерні вузли (рис. 2.5) – це групи зв'язаних вузлів, які працюють разом, зазвичай із кореневим вузлом, що має підвузли для розширення своєї функціональності.

Наприклад, агентний вузол може виступати в ролі кореневого, а підвузли визначають, яку модель AI він повинен використовувати, його пам'ять та інструменти, до яких він має доступ.

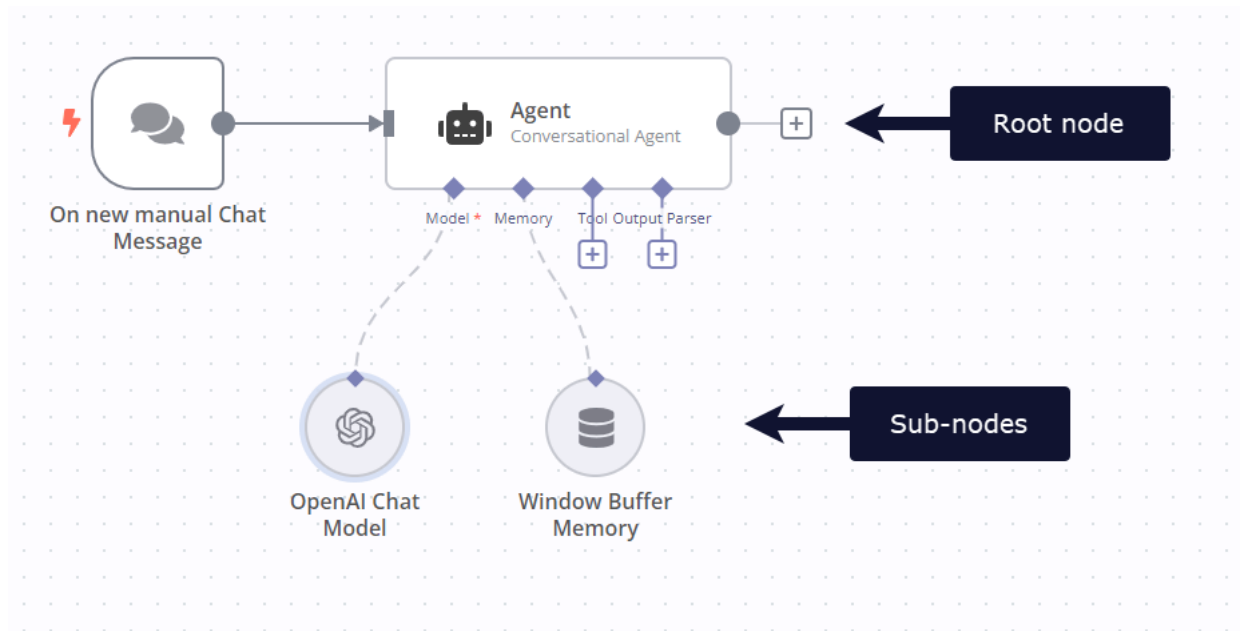


Рисунок 2.5 – Кластерний вузол n8n з агентним вузлом як кореневий [20]

Команда розробників n8n підтримує та оновлює широкий набір вбудованих тригерів та дій, відомих як основні вузли. Вони забезпечують інтеграцію з багатьма популярними сервісами та надають базові функції, такі як обробка даних (очищення, форматування тощо), планування завдань, операції з файлами, HTTP-запити та ін.

Якщо вбудованих вузлів недостатньо для визначених завдань, то розробник може використовувати ком'юніті вузли, що створені та опубліковані учасниками спільноти n8n, або самостійно розробити необхідні кроки за допомогою JavaScript або TypeScript.

2.4 Визначення можливостей платформи n8n

На основі досліджень можна визначаємо ключові можливості n8n, до яких слід віднести наступні.

По-перше, n8n оснащений візуальним редактором, який спрощує створення та управління робочими процесами. Редактор збудований на основі сітки. Кожна точка сітки є місцем для розміщення вузлів, що допомагає зберігати акуратність і структурованість процесів. Після з'єднання двох вузлів вони залишаються пов'язані стрілками навіть якщо ви переміщуєте їх на інші позиції. Хоча додавання нових вузлів досить просте, робота з редактором може вимагати невеликої практики, оскільки він включає безліч функцій та інтерактивних елементів.

По-друге, можливість додавати до вузлів мітки та стікери (рис. 2.6). Мітки дозволяють описувати, що робить кожен вузол або яку дію від нього очікується, що полегшує повернення до робочих процесів пізніше.

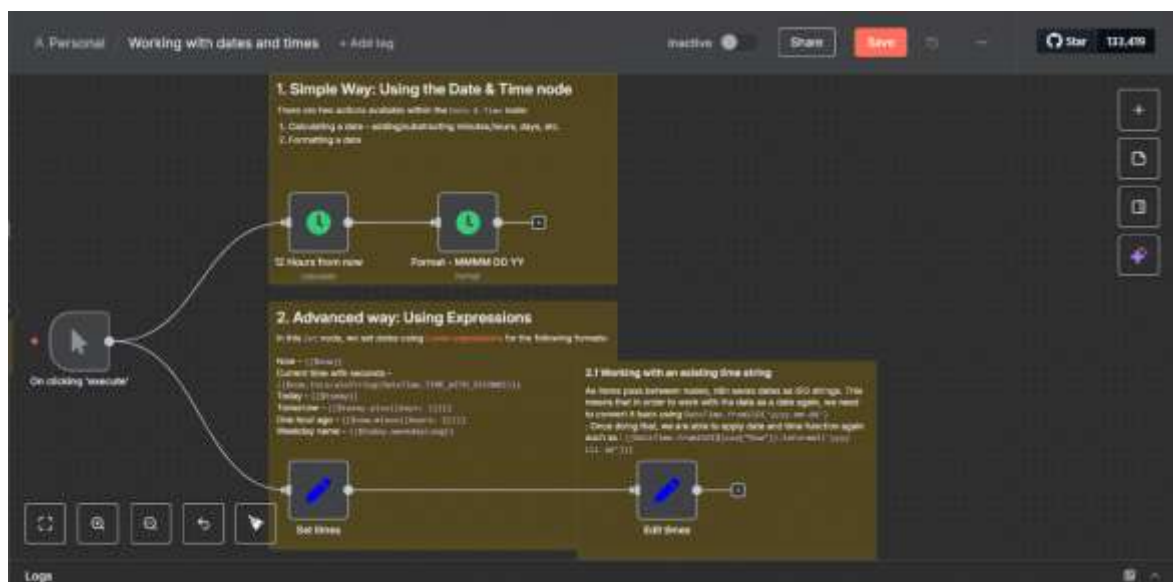


Рисунок 2.6 – Графічний інтерфейс n8n із замітками, які пояснюють, як працюють різні вузли в робочому процесі

Стікери дають можливість додавати додатковий контекст – наприклад, які облікові дані потрібні чи нагадування колегам, – що особливо корисно

при спільній роботі. Разом ці функції роблять редактор не просто інструментом створення робочих процесів, а й простором для документування та пояснення принципів роботи автоматизації.

Варто зазначити, що візуальний редактор не зберігає зміни автоматично, тому необхідно натискати кнопку Save, щоб зафіксувати зміни. Якщо потрібно переглянути або відкотити правки, розділ Version History зберігає всі збережені версії робочих процесів. Сам редактор зручний у використанні та підтримує звичні поєднання клавіш, такі як Ctrl + C (V, Z).

По-третє, AI-помічник n8n (рис. 2.7) [21]. Він покликаний значно спростити створення, виправлення та покращення робочих процесів. Він може вести користувача крок за кроком, наприклад, це спроба зрозуміти, як щось працює, допомога в написанні коду або рекомендації щодо налаштування інтеграцій.

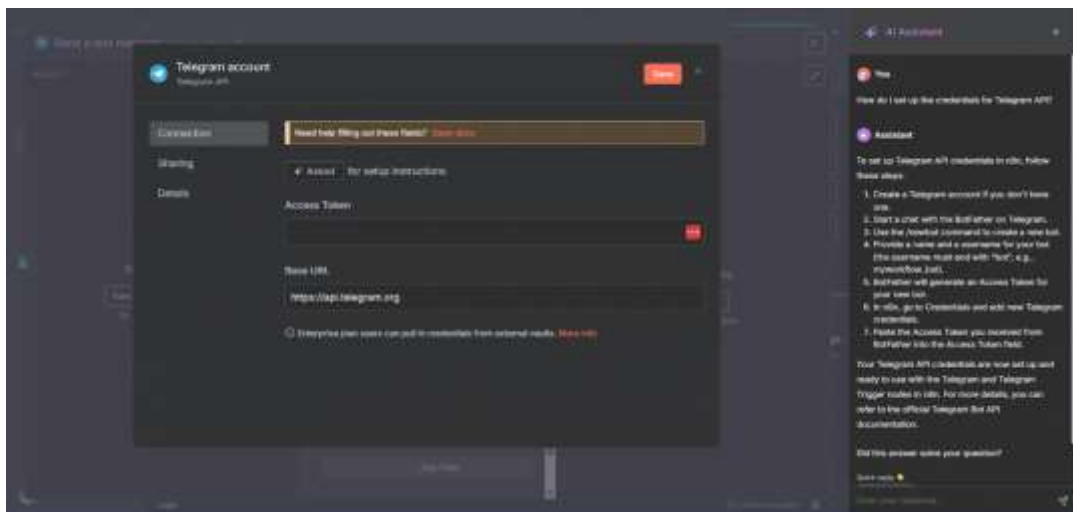


Рисунок 2.7 – AI-помічник n8n, що дозволяє отримати облікові дані для API Telegram

AI-помічник включає кілька корисних функцій, серед яких виділяють:

- підтримка налагодження, щоб ви могли виявляти та виправляти помилки у вузлах;
- відповіді на питання про функції, інструменти та кращі практики застосування інструментарію n8n;

- генерація коду для написання та коригування SQL-, JavaScript- та JSON-фрагментів;
- безпечне підключення додатків та сервісів;
- покрокові інструкції з налаштування API-ключів для сторонніх програм та ін.

AI-помічник має доступ до елементів, що відображаються у редакторі n8n, але не до особистих даних – таких як відомості про клієнтів або вхідні та вихідні дані робочих процесів. Він використовує поєднання спеціалізованих AI-агентів, інформації з документації та спільноти n8n, а також власних підказок, щоб надавати актуальні відповіді у реальному часі.

Однак, варто пам'ятати, що AI-помічник недоступний при локальному хостингу n8n, тобто він доступний лише користувачам хмарних тарифів.

По-четверте, фіксація даних (рис. 2.8). Вона робить тестування робочих процесів швидше та ефективніше. Коли Ви працюєте з вузлами, які отримують дані із зовнішніх систем, не завжди хочеться виконувати новий запит при кожному тестовому запуску – особливо якщо йдеться про витратні API-дзвінки. За допомогою фіксації даних користувач може «заморозити» виведення вузла після виконання та повторно використовувати ці дані в кількох тестах.

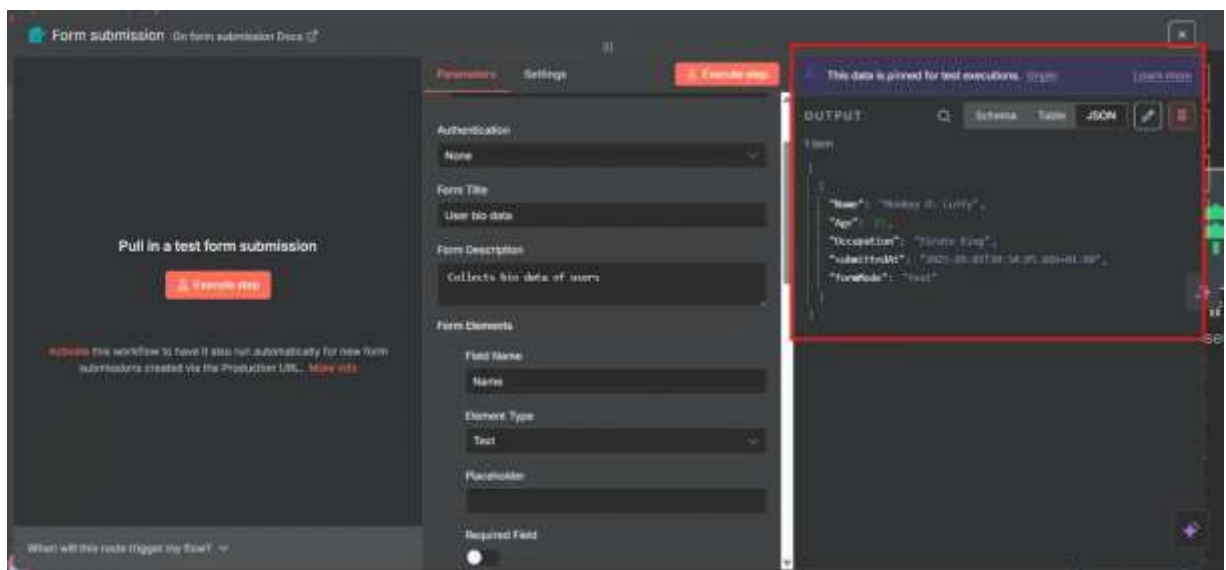


Рисунок 2.8 – Функція фіксації даних у n8n

Цей інструмент, створений виключно для розробників. Він дозволяє уникнути обмежень швидкості роботи API, витрат токенів та очікування повільних запитів. До того ж, розробник тестує на стабільних, однакових даних, що спрощує налагодження та шліфування логіки. Використання просте: розробник один раз запускає workflow, отримує реальні дані та тиснете іконку Pin data у виведенні вузла. Після цього тести братимуть закріплені дані, а не робитимуть нові виклики.

По-п'яте, налагодження робочого процесу (рис. 2.9). Коли вузол дає збій – через неправильну конфігурацію, відсутні вхідні дані або недоступність зовнішнього сервісу – n8n позначає робочий процес як невдалий і фіксує це в журналі виконання.

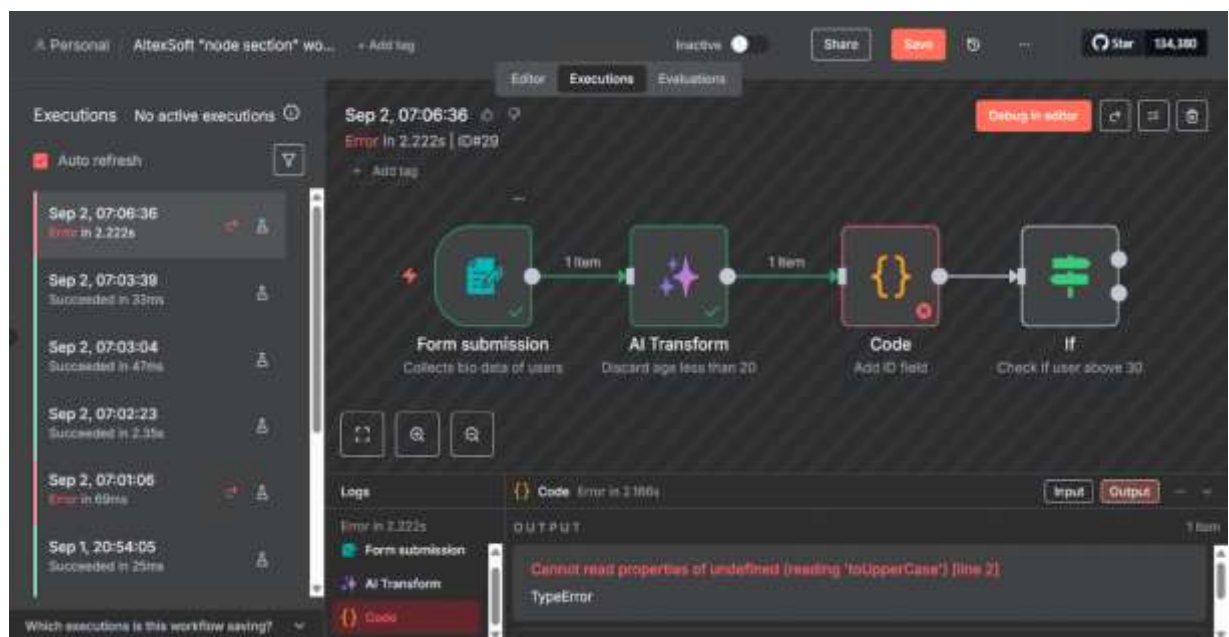


Рисунок 2.9 – Невдале виконання робочого процесу n8n

Після цього користувач може переглянути збій на робочому полі, відтворити процес з тими самими даними, повторити помилки, протестувати зміни та переконатися у виправленні – без надсилання нових запитів або повторного виклику зовнішніх сервісів. Якщо зміни або спроби налагодження призведуть до нових помилок, можна зробити backup зміни, оскільки n8n зберігає історію версій.

По-шосте, обробка помилок (рис. 2.10). У n8n є вузол Error Trigger, який дозволяє створити окремий робочий процес обробки помилок – він запускається щоразу, коли основний процес завершується невдачею. Ви можете вибрати спосіб сповіщення про помилки: e-mail, Slack, Discord або через інший канал. Повідомлення можуть містити такі відомості, як назва робочого процесу, в якому стався збій, і точне повідомлення про помилку – це дозволяє бачити повну картину проблеми. Після створення такої схеми її необхідно прив'язати до кожного з ваших робочих процесів у налаштуваннях, щоб отримувати оповіщення за будь-яких збоїв.

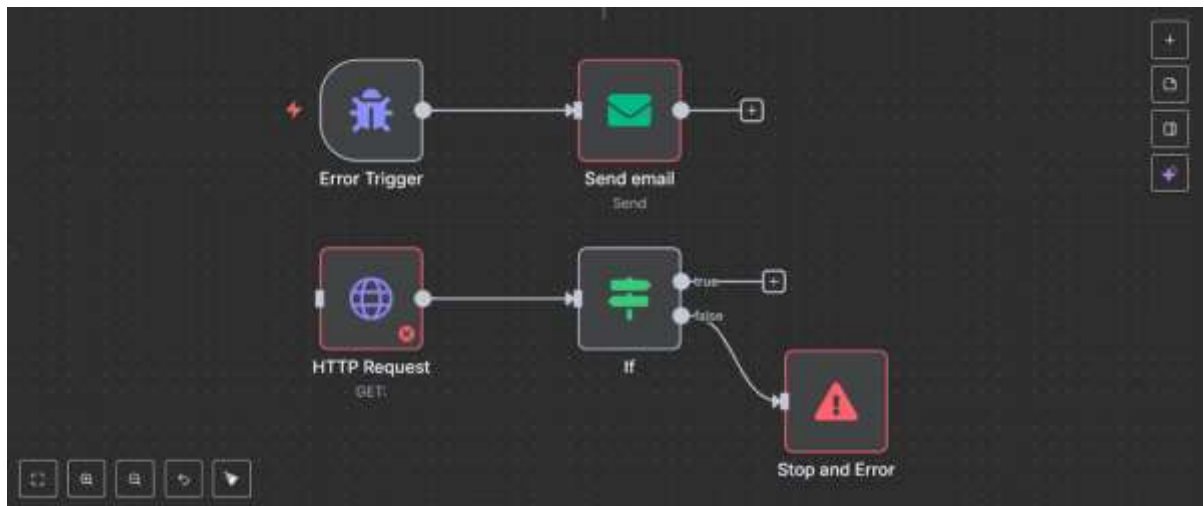


Рисунок 2.10 – Робочий процес n8n, що складається з вузлів «Error Trigger» і «Stop and Error»

Також існує вузол «Stop and Error», який дозволяє навмисно зупинити виконання процесу та викликати помилку, якщо ключові дані відсутні або недійсні. Це запобігає передачі некоректних даних далі по ланцюжку. Наприклад, якщо запис про клієнта надходить без адреси електронної пошти, ви можете використовувати вузол «Stop and Error», щоб зупинити виконання та позначити проблему, замість того, щоб дозволяти неповним даним проходити далі в процесі.

2.5 Інтеграція платформи n8n і GenAI для побудови AI-агенту

На даний час існує кілька варіантів застосування штучного інтелекту реалізації інтелектуальних помічників, які доцільно дослідити.

AI-асистенти – за своєю суттю є досить примітивними. Вони пасивно чекають на точні промпти, щоб, в ідеалі, викликати потрібну функцію на смартфоні або смарт-колонці. Siri, Alexa, класичний Google Assistant та велика множина ботів у службах підтримки – все це представники цієї категорії.

AI-агенти націлені на набагато більший рівень автономії та інтелекту. Це клас систем, здатних планувати та приймати рішення про те, чи варто задіяти зовнішні інструменти. Відповідно до застосування платформи n8n, AI-агенти – це системи AI, здатні відповідати на запити, приймати рішення та виконувати реальні завдання для користувачів. Вони використовують LLM для інтерпретації введених користувачем даних та прийняття рішень про те, як найкраще обробляти запити, використовуючи доступну інформацію та ресурси. Ланцюги AI дозволяють взаємодіяти з LLM та іншими ресурсами в послідовностях викликів компонентів. Ланцюги AI у n8n не використовують постійну пам'ять, тому ви не можете використовувати їх для посилання на попередній контекст (для цього використовують AI-агентів).

Надалі розглянемо особливості поєднання складових робочих процесів AI у n8n, що дозволяють побудувати AI-агента з підтримкою чату, який досить легко налаштувати для власних цілей. Для цього потрібно скористатись відповідною методикою, що містить послідовність етапів:

- створення нового робочого процесу;
- додавання тригерного вузлу;
- додавання тригерного вузлу AI-агента;
- налаштування вузлу;
- додавання облікових даних (за потреби);
- перевірка вузлу;

- зміна запиту;
- додавання стійкості;
- збереження робочого процесу.

Для цього знадобляться наступні ресурси. По-перше, платформа п8п в одному з варіантів хмарний сервіс (для нових користувачів є безкоштовна пробна версія) [22] або сервіс, що розміщений самостійно [23]. По-друге, облікові дані для чат-моделі на основі підвузлів [24], наприклад, OpenAI [8], DeepSeek [9], Google Gemini [25], Groq [26], Azure [27] та ін.

AI-агент базується на LLMs, які генерують текст на основі вхідних даних, прогнозуючи наступне слово. У той час як LLM обробляють лише вхідні дані для створення вивідних даних, AI-агенти додають цілеспрямовану функціональність (табл. 2.1). Вони можуть використовувати інструменти [28], обробляти свої вивідні дані та приймати рішення для виконання завдань та вирішення проблем. В п8п агент AI-агент представлений як вузол з деякими додатковими з'єднаннями.

Таблиця 2.1 – Порівняння AI-агент та LLM

Ознака	LLM	AI-агент
Основні можливості	Генерація тексту	Виконання завдання, що орієнтоване на мету
Прийняття рішень	Ні	Так
Використання інструментів/API	Ні	Так
Складність робочого процесу	Одинарний крок	Багатокроковий
Масштаб	Генерує мову	Виконує складні, реальні завдання
Приклад	LLM, що генерує абзац	Агент, який записується на прийом

Інтегруючи AI-агента як вузол, п8п може поєднувати кроки, що керовані AI, з традиційним програмуванням для ефективних реальних робочих процесів. Тобто, прості завдання (перевірка електронної адреси) не потребують AI, тоді як складні завдання (обробка вмісту електронної пошти або робота з мультимодальними вхідними даними, наприклад, зображеннями, аудіо) до виконувати вже за допомогою AI-агента.

1. Створення нового робочого процесу. Коли користувач відкриває n8n, він побачить одне з наступних:

– порожній робочий процес (якщо немає робочих процесів і користувач заходить вперше) – використовуйте цей робочий процес;

– список робочих процесів на сторінці Огляд – вибирається кнопка для створення нового робочого процесу .

2. Додавання тригерного вузлу. Кожен робочий процес має з чогось починатися. У n8n вони називаються «вузлами-тригерами» [29]. Для цього робочого процесу хочемо почати з вузла чату.

Вузол тригера генерує вивід, коли відбувається подія, яка викликає його запуск. У цьому випадку ми хочемо мати можливість ввести текст, щоб запустити робочий процес. У продакшені цей тригер можна підключити до публічного інтерфейсу чату, як це передбачено n8n, або вбудувати в інший вебсайт. Щоб розпочати цей простий робочий процес, ми просто використовуватимемо вбудований локальний інтерфейс чату для спілкування, тому подальше налаштування не потрібне.

Вибирають «Додати перший крок» або натискають «Tab», щоб відкрити меню вузлів. Знаходимо тригер чату – «Chat Trigger» (n8n покаже список вузлів, які відповідають пошуку) – рис. 2.11.

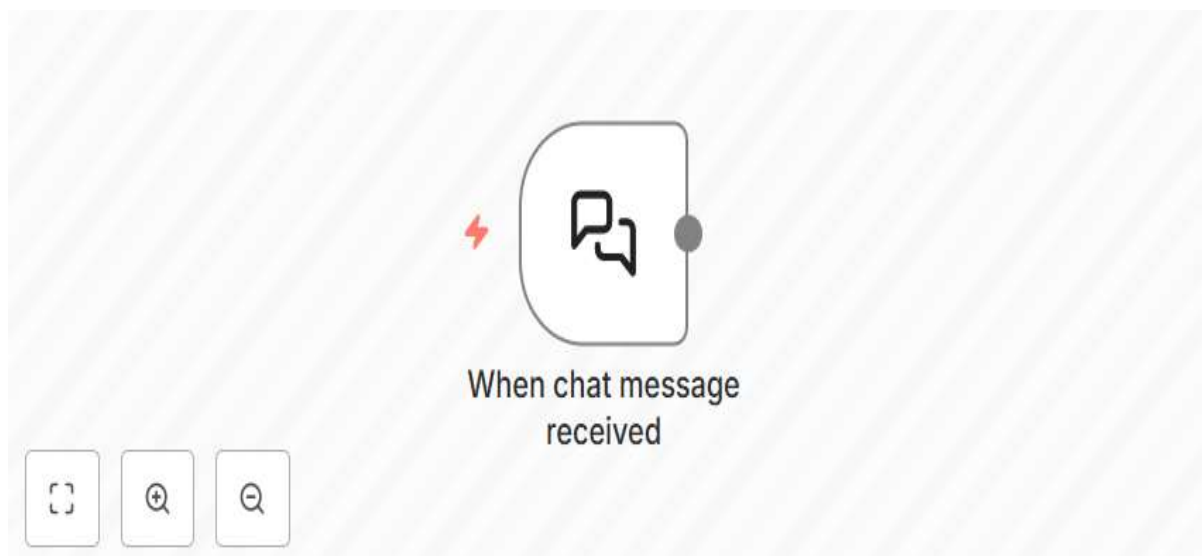



Рисунок 2.11 – Вузол «Chat Trigger»

Виберіть «Chat Trigger», щоб додати вузол до полотна, тоді n8n відкриє вузол. Закриваємо подання деталей вузла (виберіть «Back to canvas» (Назад до полотна)), щоб повернутися до полотна. Наведений етап може бути представлений файлом робочого процесу (Додаток А).

3. Додавання тригерного вузла AI-агента. Вузол «AI Agent» є ядром додавання AI до робочих процесів користувача. Вибираємо вузол додавання  (роз'єм на тригерному вузлу для виклику пошуку вузла). Починаємо вводити «AI» і вибираємо вузол AI-агента, щоб додати його. Тепер буде відобразитися редагувальний вигляд AI-агента (рис. 2.12). Є деякі поля, які можна змінити. Оскільки використовуємо вузол «Chat Trigger», налаштування за замовчуванням для джерела та специфікації запиту не потрібно змінювати – Додаток А.

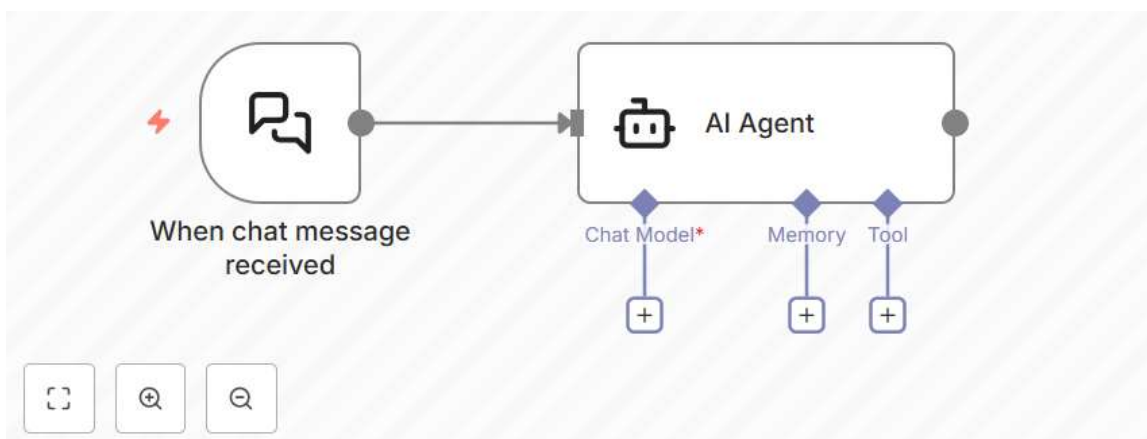



Рисунок 2.12 – Вузол «AI Agent»

4. Налаштування вузлу. Агентам AI потрібна модель чату для обробки вхідних запитів. Тому додаємо модель чату, натиснувши кнопку  (Додати вузол) під підключенням моделі чату на вузлу AI Agent (це перше підключення вздовж нижньої частини вузла). З'явиться діалогове вікно пошуку з фільтром «Language Models» (Мовні моделі). Це моделі з вбудованою підтримкою в n8n. Наприклад, використовуватимемо модель чату OpenAI. Вибір моделі чату OpenAI зі списку прив'яже її до вузла AI Agent та відкриє редактор вузлів. Одним із параметрів, який можна змінити, є

«Модель». Як згадувалося раніше, різні LLMs можуть мати різні можливості або спеціалізації залежно від даних, на яких вони були навчені.

5. Додавання облікових даних (за потреби). Щоб n8n могла взаємодіяти з моделлю чату, йому знадобляться деякі облікові дані (дані для входу, що надають доступ до облікового запису в іншому онлайн-сервісі). Облікові дані – це конфіденційна інформація, що видається програмами та сервісами для вашої автентифікації як користувача та дозволяє вам підключатися та обмінюватися інформацією між програмою чи сервісом і вузлом n8n. Тип необхідної інформації залежить від відповідного додатка/сервісу. Користувачу слід бути обережними, надаючи або розкриваючи облікові дані поза межами n8n. Якщо у користувача вже налаштовано облікові дані для OpenAI, вони мають відображатися за замовчуванням у селекторі облікових даних. В іншому випадку, користувач може скористатися селектором облікових даних, щоб додати нові облікові дані (рис. 2.13). Щоб додати новий обліковий запис, натисніть на текст із написом «Вибрати обліковий запис». З'явиться опція додавання нового облікового запису – рис. 2.14.

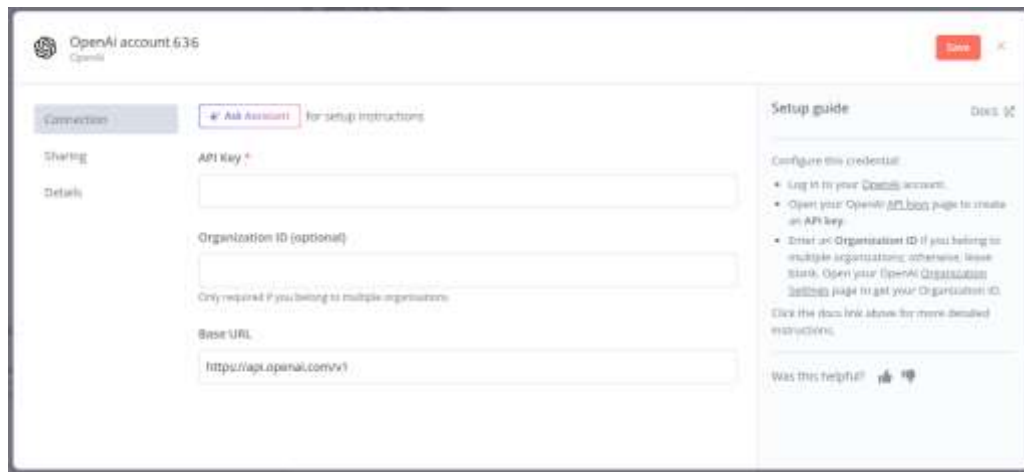


Рисунок 2.13 – Додавання облікових даних

Для цього облікового запису потрібен лише ключ API. При додаванні облікових даних будь-якого типу перевіряйте текст праворуч. У цьому випадку є зручне посилання, яке веде вас безпосередньо на ваш обліковий

запис OpenAI для отримання API-ключа. Ключ API – це лише один довгий рядок. Цього достатньо для цієї конкретної кваліфікації. Скопіюйте його з сайту OpenAI і вставте в розділ ключів API.

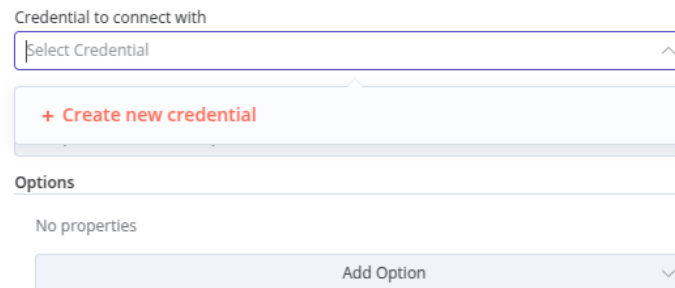


Рисунок 2.14 – Опція додавання нового облікового запису

6. Перевірка вузла. Тепер, коли вузол підключено до тригера чату та моделі чату, ми можемо протестувати цю частину робочого процесу. Натисніть кнопку «Chat» у нижній частині полотна. Це відкриє локальне вікно чату ліворуч, а AI Agent ввійде праворуч – рис. 2.15. Введіть повідомлення та натисніть «Enter». Тепер користувач побаче відповідь від моделі чату під вашим повідомленням.



Рисунок 2.15 – Перевірка вузла

Також користувач може отримати доступ до журналів вузла AI Agent, навіть коли не використовує інтерфейс чату. Відкрийте вузол AI Agent, та натисніть вкладку «Logs» (Журнали) на панелі праворуч (рис. 2.16). У вікні журналу відображаються вхідні та вихідні дані AI Agent.

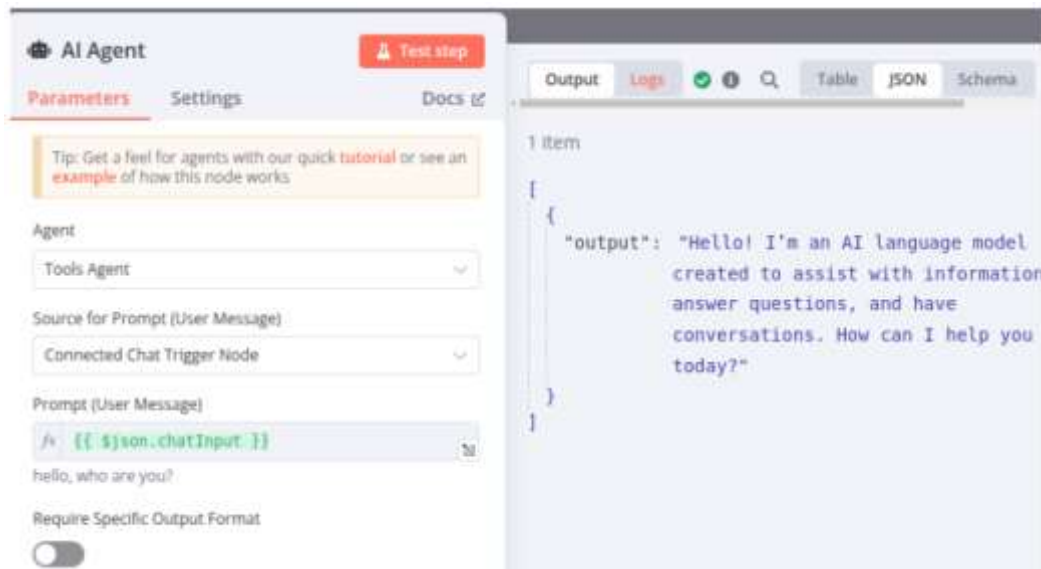


Рисунок 2.16 – Вкладка «Logs»

7. Зміна запиту. У журналах попереднього кроку відображаються деякі додаткові дані – це системне повідомлення. Це повідомлення за замовчуванням, яким AI Agent готує модель чату. З журналу видно, що для нього встановлено значення «Ви корисний помічник». Однак можемо змінити це повідомлення, щоб змінити поведінку моделі чату. Для цього виконується наступна послідовність.

Відкрийте вузол AI Agent. У нижній частині панелі є розділ з назвою «Options» (Параметри) та селектор з назвою «Add Option» (Додати параметр). Використовуйте його, щоб вибрати «System message» (Системне повідомлення). Тепер відображається системне повідомлення. Це те саме початкове повідомлення, яке бачили раніше в журналах. Змініть повідомлення на щось інше, щоб по-іншому підготувати модель чату. Наприклад, Ви можете спробувати щось на кшталт «Ви блискучий фахівець логістики, який завжди відповідає термінами логістики». Закрийте вузол і

поверніться до вікна чату. Повторіть своє повідомлення та зверніть увагу, як змінився вивід.

8. Додавання стійкості. Модель чату зараз надає нам корисний вивід, але з нею щось не так, що стане очевидним, коли Ви спробуєте розпочати розмову. Скористайтеся чатом і повідомте моделі чату своє ім'я, наприклад: «Привіт, мене звати Нік». Зачекайте відповіді, а потім введіть повідомлення «Як мене звати?». AI не зможе вам його назвати, як би вибачливо це не звучало (рис. 2.17).

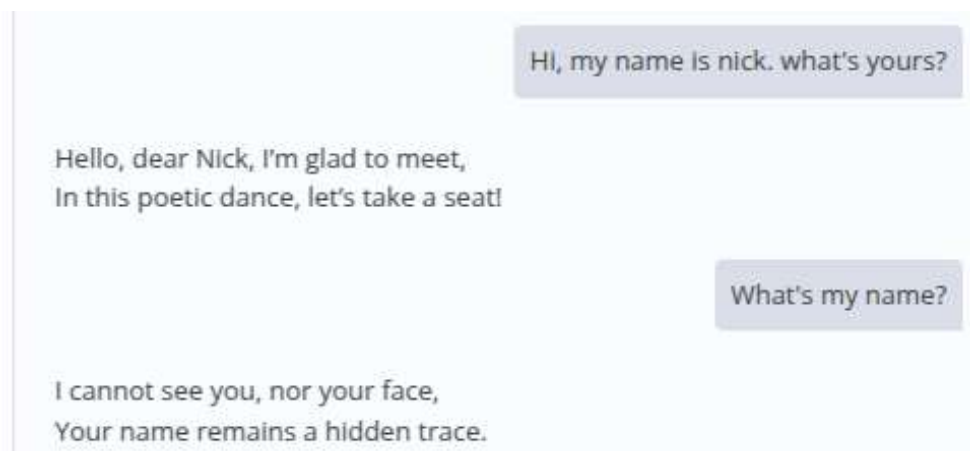



Рисунок 2.17 – Вкладка «Logs»

Причина цього полягає в тому, що не зберігається контекст. Тобто, агент AI не має пам'яті. Щоб запам'ятати, що сталося під час розмови, агенту AI потрібно зберегти контекст. Можна зробити це, додавши пам'ять до вузла AI Agent. На полотні натисніть на значок  (Додати вузол) внизу вузла AI Agent з позначкою «Memory» (Пам'ять). На панелі, що з'явиться, виберіть «Simple Memory» (Проста пам'ять). Це використовуватиме пам'ять з екземпляра, на якому працює n8n, і, зазвичай, цього достатньо для простого використання (рис. 2.18).

Значення за замовчуванням (5 взаємодій) має бути достатнім, але пам'ятайте, де знаходиться ця опція, якщо потрібно змінити її пізніше. Повторіть вправу з розмовою вище та переконайтеся, що агент III тепер запам'ятовує ім'я користувача.

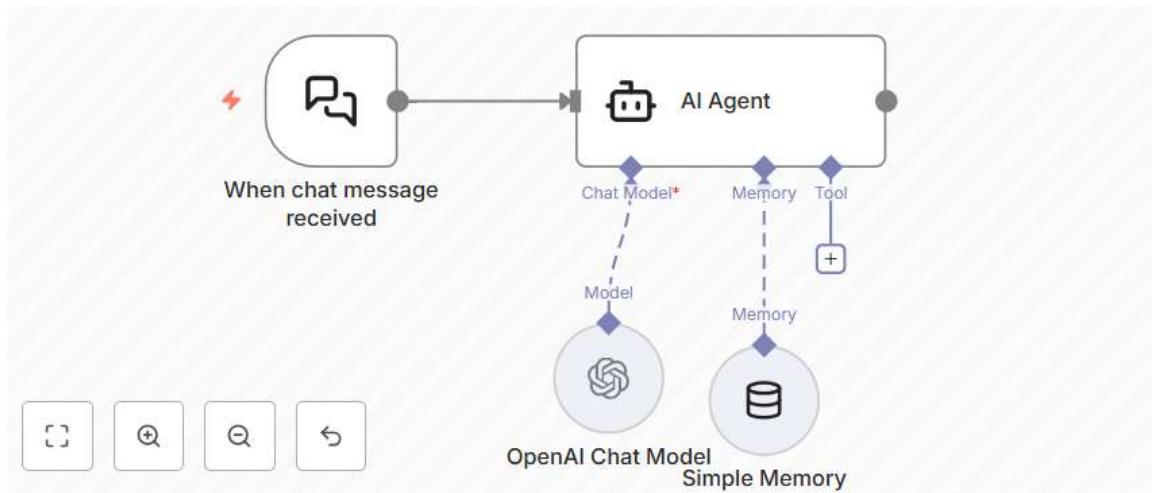


Рисунок 2.18 – Діаграма робочого процесу n8n для побудови AI-агенту з підтримкою чату

9. Збереження робочого процесу. Перш ніж залишити редактор робочих процесів, не забудьте зберегти робочий процес, інакше всі зміни будуть не зафіксовані. Тому, у верхньому правому куті вікна редактора є кнопка «Save» (Зберегти). Ваш робочий процес тепер буде збережено, і можна повернутися до нього пізніше, щоб знову поспілкуватися в чаті або додати нові функції.

Таким чином, на основі дослідження основних структурних блоків робочого процесу на основі AI, додали агента AI та модель чату, а також налаштували підказку, щоб отримати потрібний результат. Також додали пам'ять, щоб чат міг зберігати контекст між повідомленнями.

Висновки до розділу 2

Платформа n8n демонструє високу ефективність як універсальний інструмент автоматизації, що значно скорочує обсяг ручної роботи, мінімізує вплив людського фактору та підвищує стабільність бізнес-процесів. Модель «тригер – дія» та широкі можливості інтеграції дозволяють будувати як прості, так і складні багатокрокові сценарії, забезпечуючи передбачуваність, повторюваність і масштабованість виконання операцій. Практичні кейси

впровадження n8n у компаніях різного масштабу підтверджують здатність платформи суттєво прискорювати робочі процеси, автоматизувати рутинні завдання та підтримувати масштабування бізнесу без збільшення штатних ресурсів. Інтеграція з великою кількістю сервісів і наявність готових шаблонів роблять n8n ефективним рішенням як для великих організацій, так і для малого бізнесу. Архітектура n8n базується на гнучкому використанні вузлів, тригерів та логічних зв'язків між ними, що забезпечує прозорість логіки та адаптивність процесів. Значну роль відіграє екосистема вбудованих та ком'юніті-вузлів, яка дає змогу легко розширювати функціональність та налаштовувати автоматизацію під специфічні потреби користувачів.

Серед інструментальних можливостей платформи вирізняються зручний візуальний редактор, інтегрований AI-помічник, механізми тестування та налагодження, а також функції фіксації даних та обробки помилок. У сукупності вони формують комфортне та надійне середовище для розробки, оптимізації та супроводу автоматизованих процесів. Підтримка кластерних і агентних вузлів також створює передумови для побудови складних інтегрованих та AI-орієнтованих систем. Запропонована методика використання n8n для побудови AI-агента демонструє, що навіть складні сценарії – такі як робота з чат-тригером, вибір моделей, підключення API, налагодження поведінки та створення пам'яті – можуть бути реалізовані покроково без потреби в глибокому програмуванні. Додавання пам'яті до агента підсилює його функціональність, дозволяючи підтримувати контекст розмови та пропонувати більш природну взаємодію. Завдяки цьому AI-агенти в n8n стають не просто інструментом генерації відповідей, а компонентом складних автоматизованих систем, що здатні підвищувати ефективність бізнес-процесів. Навіть складні сценарії – підключення LLM-моделей, робота через чат-тригери, побудова логіки та пам'яті – можуть бути реалізовані без поглибленого програмування. Це перетворює n8n на платформу не лише для автоматизації, але й для побудови інтелектуальних систем нового покоління.

РОЗДІЛ 3

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ ТА МАСШТАБУВАННЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ n8n У ЛОГІСТИЧНУ ІНФРАСТРУКТУРУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Прикладні аспекти використання платформи n8n

Надалі розглянемо практичні аспекти використання платформи n8n для автоматизації логістичних завдань.

Перший варіант стосується наступного завдання. Співробітник компанії отримав доступ до всіх даних про продажі і тепер відповідає за створення двох звітів: одного для регіональних продажів і одного для цін замовлень. Вони базуються на даних з різних джерел і мають різні формати. За допомогою n8n необхідно автоматизувати процес формування цих двох звітів. Формалізуємо це завдання у вигляді кроків.

1. Отримувати та об'єднувати дані з усіх необхідних джерел.
2. Відсортувати дані та відформатувати дати.
3. Написати бінарні файли.
4. Надіслати сповіщення через електронну пошту та Discord.

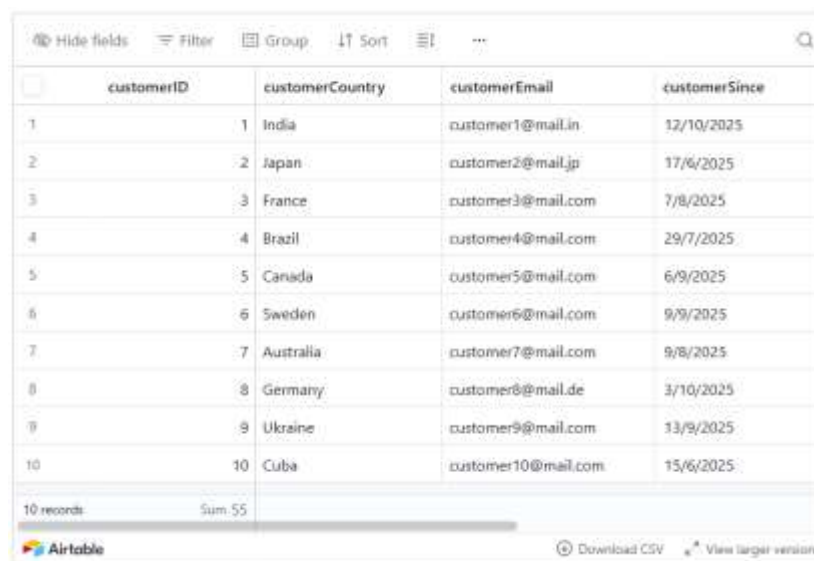
Платформа n8n надає основні вузли для всіх цих кроків. Цей випадок використання досить складний. Тому необхідно будувати його з трьох окремих робочих процесів:

- робочий процес, який об'єднує дані компанії з зовнішньою інформацією;
- робочий процес, який генерує звіти;
- робочий процес, який відстежує помилки у 2-му робочому процесі.

Визначимо передумови для автоматизації. Щоб побудувати робочі процеси, знадобиться наступне: обліковий запис Airtable та облікові дані; обліковий запис Google та облікові дані для доступу до Gmail; обліковий запис Discord та URL вебхука.

Компанія співробітника зберігає дані про клієнтів у Airtable [30]. Ці дані містять інформацію про ідентифікатор клієнта, країну, електронну пошту та дату приєднання, але не містять даних про відповідний регіон і субрегіон.

Тобто, співробітнику потрібно заповнити ці останні два поля, щоб створити звіти для регіональних продажів. Щоб виконати це завдання, спочатку потрібно зробити копію цієї таблиці у акаунті співробітника для Airtable (рис. 3.1).



	customerID	customerCountry	customerEmail	customerSince
1	1	India	customer1@mail.in	12/10/2025
2	2	Japan	customer2@mail.jp	17/6/2025
3	3	France	customer3@mail.com	7/8/2025
4	4	Brazil	customer4@mail.com	29/7/2025
5	5	Canada	customer5@mail.com	6/9/2025
6	6	Sweden	customer6@mail.com	9/9/2025
7	7	Australia	customer7@mail.com	9/8/2025
8	8	Germany	customer8@mail.de	3/10/2025
9	9	Ukraine	customer9@mail.com	13/9/2025
10	10	Cuba	customer10@mail.com	15/6/2025

Рисунок 3.1 – Вихідна таблиця з ресурсу Airtable

Під час налаштування Airtable переконаємось, що стовпець «customerSince» налаштовано як поле типу «Дата» з увімкненою опцією «Включити час». Без цього налаштування співробітник може зіткнутися з помилками на кроці 4 під час оновлення таблиці. Далі створюється невеликий робочий процес, який об'єднує дані з Airtable та REST Countries API наступним чином.

1. Використовуйте вузол Airtable для перерахування даних у таблиці Airtable з назвою customers.

2. Використовуйте вузол HTTP Request, щоб отримати дані з REST Countries API: <https://restcountries.com/v3.1/all> та надішліть поля параметра

запиту «name» зі значенням «name,region,subregion» (поверне дані про країни світу, розділені на окремі елементи).

3. Використовуйте вузол Merge, щоб об'єднати дані з Airtable та Countries API за назвою країни, представленою як customerCountry в Airtable та name.common в Countries API відповідно.

4. Використовуйте інший вузол Airtable, щоб оновити поля region та subregion в Airtable даними з Countries API.

Робочий процес має вигляд, що відповідає рис. 3.2. Наступний робочий процес (Генерація звітів). Передбачає об'єднання даних з різних джерел, трансформація бінарних даних, генерація файлів та надсилання сповіщення про них. Фінальний робочий процес має відповідати рис. 3.3. Щоб спростити процес, розділимо робочий процес на три частини. Частина 1 (отримання даних з різних джерел) складається з п'яти вузлів (рис. 3.4).



Рисунок 3.2 – Робочий процес 1 для об'єднання даних з Airtable та API країн

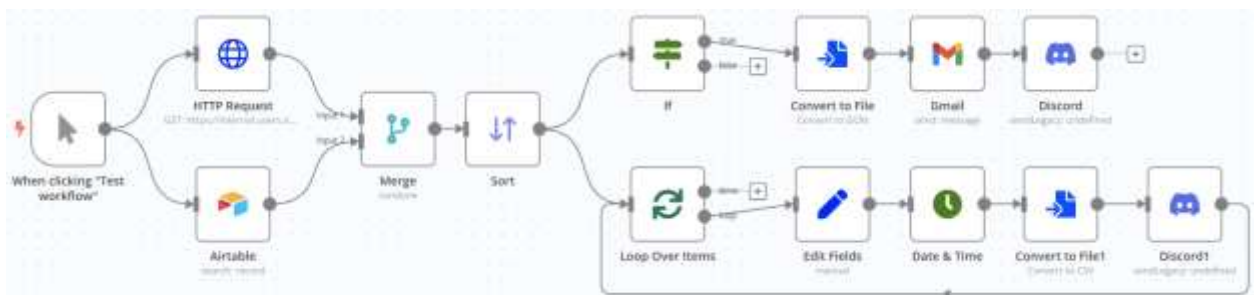


Рисунок 3.3 – Робочий процес № 2 для агрегування даних і генерації файлів

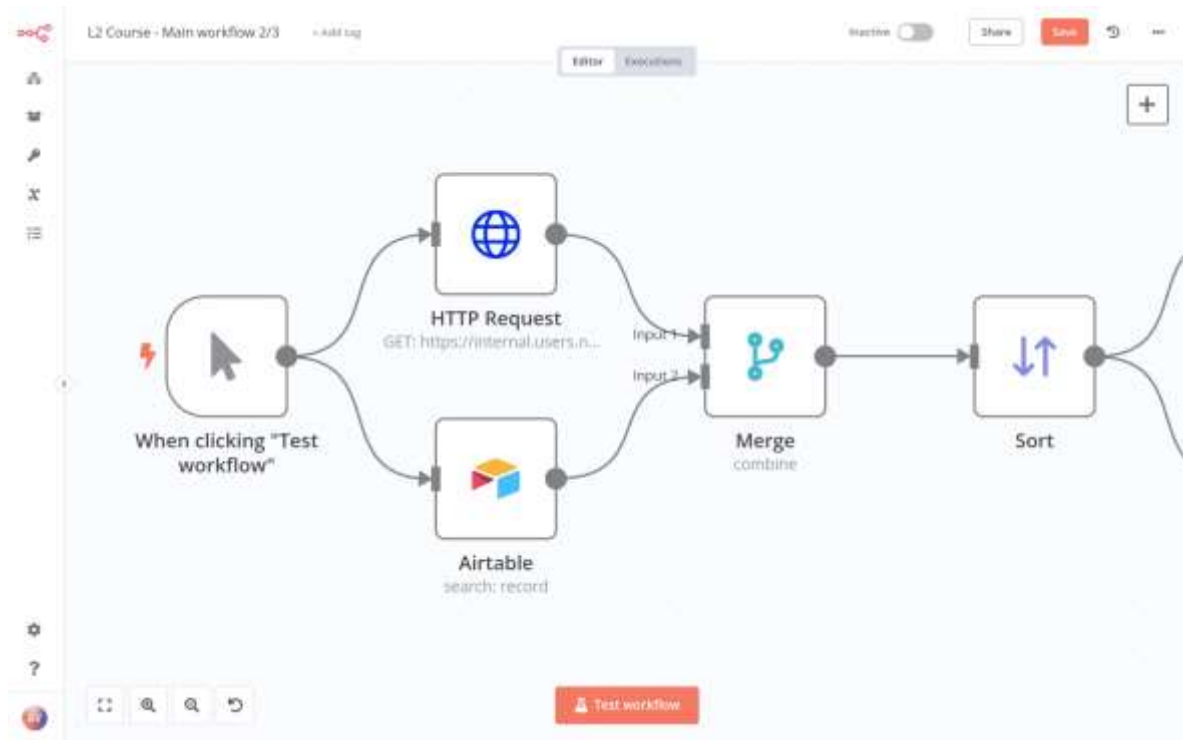


Рисунок 3.4 – Робочий процес отримання даних з різних джерел

1. Використовуйте вузол HTTP Request, щоб отримати дані з кінцевої точки API, яка зберігає дані компанії. Налаштуйте такі параметри вузла:

- Метод: Отримати;
- URL-адреса: URL-адреса набору даних, яку ви отримали в електронному листі під час реєстрації на цей курс;
- Аутентифікація: Загальний тип облікових даних;
- Загальний тип автентифікації: Автентифікація заголовка;
- Облікові дані для автентифікації заголовка: Ім'я та значення автентифікації заголовка, які ви отримали в електронному листі під час реєстрації на цей курс;
- Надсилання заголовків: Перемикання на true;
- Вказування заголовків: Виберіть Використовуючи поля нижче;
- Ім'я: unique_id;
- Значення: Унікальний ідентифікатор для п8п.

2. Використовуйте вузол Airtable, щоб перерахувати дані з таблиці customers (де ви оновили поля region та subregion).

3. Використовуйте вузол Merge, щоб об'єднати дані з вузла Airtable та HTTP Request на основі збігу полів введення для customerID.

4. Використовуйте вузол Sort, щоб сортувати дані за orderPrice у порядку спадання.

Надалі розглянемо 2 частину – створення файлу для регіональних продажів. Вона складається з чотирьох вузлів (рис. 3.5).

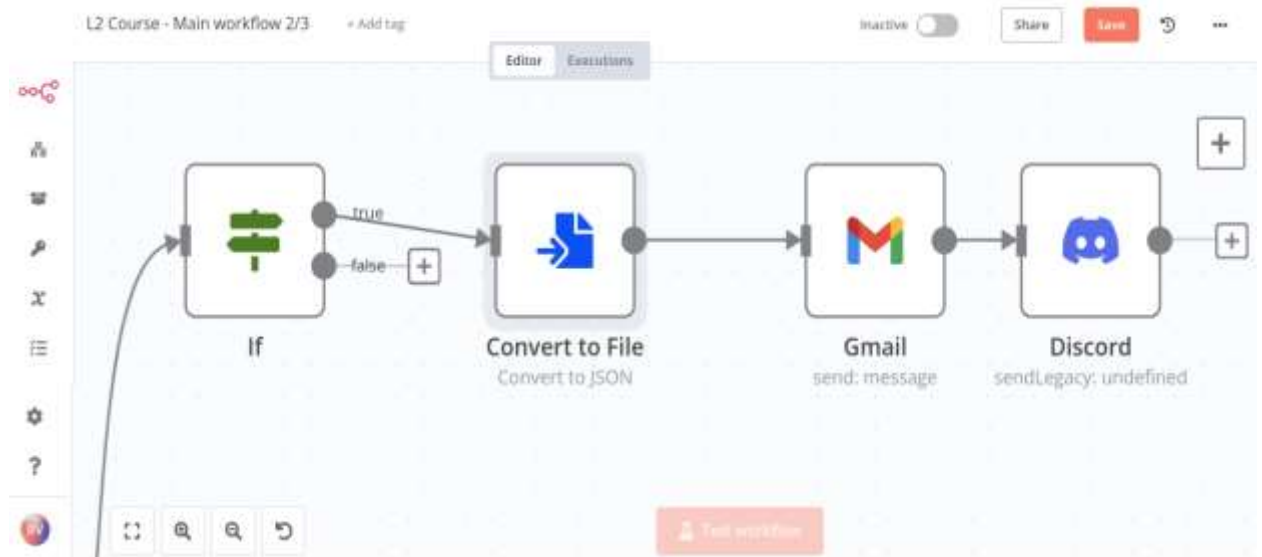


Рисунок 3.5 – Робочий процес генерації файлу для регіональних продажів

1. Використовуйте вузол If для фільтрації, щоб відображати лише замовлення з регіону Америка.

2. Використовуйте Convert to File для перетворення вхідних даних з JSON у двійковий формат. Конвертуйте кожен елемент в окремий файл.

3. Використовуйте вузол Gmail (або інший вузол електронної пошти), щоб надіслати файли електронною поштою на адресу, до якої у вас є доступ. Зверніть увагу, що вам потрібно додати вкладення з властивістю data.

4. Використовуйте вузол Discord, щоб надіслати повідомлення в каналі Discord #course-level-two. У вузлі налаштуйте такі параметри: URL-адреса вебхука: URL-адреса Discord; Текст: «Я надіслав файл електронною поштою з ідентифікатором мітки {label ID}. Мій ID:», а потім унікальний ідентифікатор, надісланий вам електронною поштою під час реєстрації на

цей курс. Треба звертати увагу, що потрібно замінити текст у фігурних дужках {} виразами, які посилаються на дані з вузлів.

Частина 3 – Генерація файлів для загального обсягу продажів. Вона складається з п'яти вузлів (рис. 3.6).

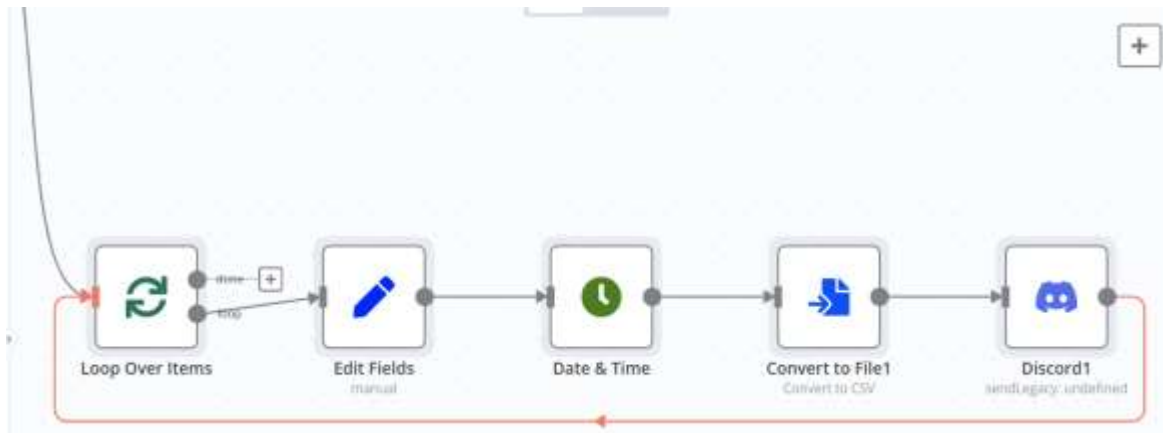


Рисунок 3.6 – Робочий процес створення файлів для загального обсягу продажів

1. Використайте вузол «Перехід по елементах», щоб розділити дані з вузла «Списки елементів» на групи по 5.

2. Використайте вузол «Встановити», щоб встановити чотири значення, на які посилаються вирази з попереднього вузла: customerEmail, customerRegion, customerSince та orderPrice.

3. Використайте вузол «Дата та час», щоб змінити формат дати поля customerSince на формат MM/DD/YYYY. Встановіть опцію «Включити поля введення», щоб зберегти всі дані разом.

4. Використайте вузол «Конвертувати у файл», щоб створити електронну таблицю CSV з іменем файлу, встановленим як вираз: `{{ $runIndex > 0 ? 'file_low_orders': 'file_high_orders' }}`.

5. Використайте вузол Discord, щоб надіслати повідомлення в каналі Discord n8n #course-level-two. У вузлі налаштуйте такі параметри: URL-адреса вебхука: URL-адреса Discord; Текст: «Я створив електронну таблицю {ім'я файлу}. Мій ідентифікатор:», а потім унікальний ідентифікатор,

надісланий вам електронною поштою під час реєстрації на цей курс. Звернути увагу, що вам потрібно замінити {ім'я файлу} виразом, який посилається на дані з попереднього вузла «Конвертувати у файл».

Нарешті робочий процес № 3 – Моніторинг помилок робочого процесу. Він дозволяє дізнатися, чи є якісь помилки під час виконання робочого процесу. Створіть новий робочий процес. Додайте вузол «Тригер помилки» (і виконайте його як тест). Підключіть вузол Discord до вузла «Тригер помилки» та налаштуйте ці поля:

- URL-адреса вебхука: URL-адреса Discord;
- Текст: «Робочий процес {назва робочого процесу} завершився невдало, з повідомленням про помилку: {повідомлення про помилку виконання}. Останній виконаний вузол: {назва останнього виконаного вузла}. Перевірте виконання цього робочого процесу тут: {URL-адреса виконання} Мій унікальний ідентифікатор: », а потім унікальний ідентифікатор n8n.

При цьому потрібно замінити текст у фігурних дужках {} виразами, які беруть відповідну інформацію з вузла «Тригер помилки».

Виконайте вузол Discord.

Встановіть щойно створений робочий процес як «Робочий процес помилок» для основного робочого процесу.

Робочий процес має відповідати рис. 3.7.

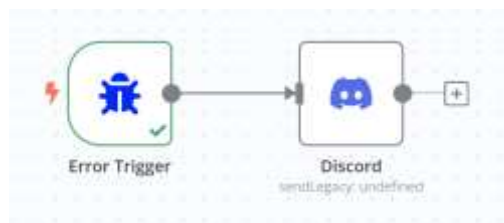


Рисунок 3.7 – Робочий процес для моніторингу помилок робочого процесу

Ще один варіант автоматизації передбачає побудову AI-агента з метою обробки логістичних замовлень з GPT-4o, Gmail та Google Sheet. Для його реалізації необхідно мати облікові дані згідно рис. 3.8.

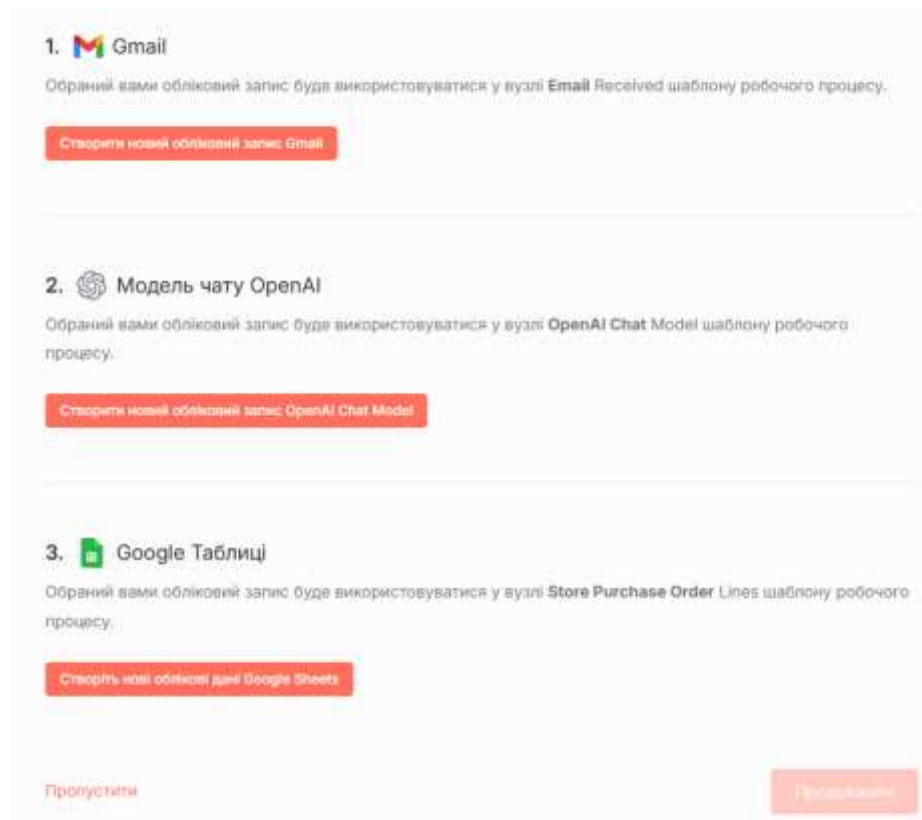


Рисунок 3.8 – Облікові дані для реалізації AI-агента з метою обробки логістичних замовлень з GPT-4o, Gmail та Google Sheet

Робочий процес умовно розділяємо на 3 частини.

В першій частині є тригер робочого процесу та тригером Gmail. Робочий процес запускається новим електронним листом, отриманим у поштовій скриньці Gmail. Якщо тема листа містить рядок «Вхідне замовлення», продовжуємо, якщо ні, – нічого не робимо. У вузлі тригера Gmail виконується налаштування під свої облікові дані API Gmail [31].

Друга частина містить агента AI, що оснащений інструментом запитів. Тіло та тема електронного листа надсилаються агенту AI для розбору. Результати включають «Номер замовлення на замовлення», «Очікувану дату доставки» та всі рядки замовлення з «Ідентифікатором SKU» та «Кількістю замовлення». Вихідні дані форматуються вузлом коду, щоб вони помістилися в таблицю Google. Згідно п. 2.5, щоб налаштувати агента AI, треба додати модель чату з необхідними обліковими даними, а також адаптувати системний запит до формату електронних листів [32].

Третя частина відповідає за збереження рядків замовлень у таблиці Google. Таблиця, згенерована «вузлом коду», містить усі рядки замовлень з «номером замовлення на замовлення» та «очікуваною датою доставки». Цей «вузол Google-таблиці» завантажує вміст у Google-таблицю. Щоб його налаштувати, треба додати свої облікові дані API Google-таблиці для доступу до файлу Google-таблиці. Потім вибрати файл за допомогою списку, URL-адреси або ідентифікатора. Надалі вибрати аркуш таблиці, на якому зберігається список словника. Нарешті, створюємо стовпці: NUMBER_PO, EXPECTED_DELIVERY DATE, SKU_ID, QUANTITY [33]. Остаточний вигляд робочого процесу реалізації AI-агента для обробки логістичних замовлень з GPT-4o, Gmail та Google Sheet наведений на рис. 3.9, а лістинг коду – у Додатку А.

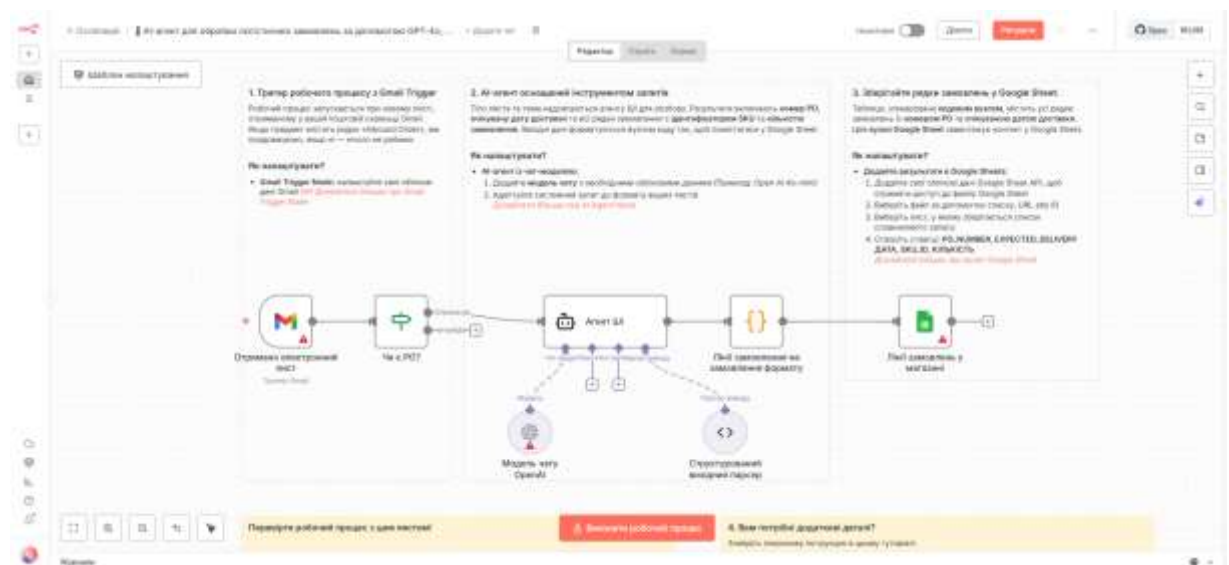


Рисунок 3.9 – Робочий процес реалізації AI-агента для обробки логістичних замовлень з GPT-4o, Gmail та Google Sheet

На даний час, існує багато варіантів побудови AI-агента на базі платформи n8n, які можливо адаптувати під власні облікові дані та потреби в інтересах вирішення логістичних завдань.

3.2 Аналіз переваг та недоліків n8n

У n8n є багато якостей, які користувачі особливо цінують. Розглянемо деякі з них.

1. Декілька варіантів розміщення. n8n надає свободу вибору способу використання. Версія, що самостійно розміщується повністю безкоштовна – це відмінна перевага, якщо ви хочете мати повний контроль і запускати систему на власній інфраструктурі за допомогою Docker, Kubernetes або в локальній мережі для підвищення безпеки. Проте за такого підходу оновлення програмного забезпечення лягає на вас. Якщо ж ви не хочете займатися керуванням серверами, n8n пропонує хмарну версію із трьома тарифними планами. У цьому випадку масштабування, оновлення та технічне обслуговування виконуються автоматично, а ваша команда може зосередитись на створенні робочих процесів. Завдяки цим двом варіантам можна почати з малого та адаптувати інфраструктуру зі зростанням потреб.

2. Створення вузлів користувача. У n8n ви не обмежені вбудованими вузлами – ви можете створювати власні. Це особливо корисно, якщо потрібно підключити інструмент або сервіс, не охоплений існуючими інтеграціями, або розробити крок, який точно відповідає вимогам. n8n пропонує два способи створення вузлів користувача: декларативні вузли – рекомендований варіант більшості випадків. Вони використовують синтаксис на основі JSON для підключення до REST API; програмні вузли – більш детальний підхід, який підходить для створення тригерних вузлів, підключення до не-REST API (GraphQL, SOAP тощо) або виконання перетворень даних.

Користувальницькі вузли можна залишити приватними для своєї команди або опублікувати у спільноті через npm. У будь-якому випадку ця можливість дозволяє адаптувати n8n під конкретні завдання, не чекаючи офіційних інтеграцій. Однак варто врахувати, що створення вузлів користувача доступне тільки у версіях з локальним хостингом – у хмарній версії n8n ця функція відключена з міркувань безпеки.

3. Підтримка зовнішніх вузлів. Якщо Ви використовуєте n8n в самостійному встановленні, ви можете підключати зовнішні npm-пакети всередині вузла JavaScript Code. Це означає, що ви не обмежені вбудованими функціями: ви можете додавати сторонні бібліотеки з величезної екосистеми npm, розширюючи можливості своїх робочих процесів. Наприклад, Ви можете: використовувати бібліотеку для роботи з датами, таку, як moment, щоб виконувати складне форматування дат; додати пакет для валідації даних, щоб очищати та перевіряти вхідні значення перед їх передачею далі; імпортувати спеціалізований API-клієнт, якого ще немає серед вбудованих інтеграцій.

Така гнучкість дозволяє точніше адаптувати робочі процеси під конкретні завдання, перетворюючи n8n не просто в інструмент автоматизації, а на повноцінну платформу.

4. Шаблони n8n. n8n пропонує більше 5000 шаблонів робочих процесів [14] для різних сценаріїв: AI [34], продажу, IT-операції, маркетинг, управління документами та інші. Замість того, щоб починати з нуля, можна вибрати відповідний шаблон, налаштувати його під свої інструменти та процеси та швидко запустити в роботу. Особливо це зручно для команд без великого технічного досвіду.

5. Понад 1100 інтеграцій. n8n підтримує більше 1100 додатків [35], охоплюючи практично всі основні категорії бізнес-інструментів: ІІ, аналітику, комунікації, зберігання даних, платформи для розробників, фінанси та бухгалтерію, продаж, продуктивність та багато іншого. Інтеграції поділяються на два типи, що працюють у двох режимах:

- звичайні інтеграції – для з'єднання та автоматизації взаємодії між додатками;

- тригерні інтеграції – запускають робочі процеси автоматично у разі настання певних подій у підключених додатках.

Завдяки такому широкому охопленню немає потреби створювати власні конектори, щоб вбудувати n8n у існуючу екосистему інструментів.

6. Корисна документація з підтримкою в чаті. Документація п8n написана ясно, легко читається і обмежується лише базовими аспектами. У ній є докладні посібники з початку роботи, налаштування розміщення, інтеграції додатків, написання коду користувача і навіть за просунутими сценаріями з використанням AI. Також ви знайдете інформацію про використання публічного API, складні робочі процеси та словник термінів [36], що пояснює ключові поняття.

Крім того, доступна функція «Chat with the docs» – вбудований II-чатбот, який допомагає швидко знаходити потрібну інформацію без необхідності перегортати безліч сторінок вручну.

7. Велика та активна спільнота. Однією з головних переваг п8n є його відкритий вихідний код, що привабило величезне співтовариство [37] користувачів. Платформа отримала понад 134 тисячі зірок [38] на GitHub, має subreddit [39] з більш ніж 136 тисячами учасників і канал у Discord з 48 тисячами користувачів. Проте справа не лише у чисельності – співтовариство справді активно. На форумі користувачі швидко одержують відповіді на запитання, а також діляться власними шаблонами робочих процесів. Такий рівень залучення полегшує пошук підтримки, вивчення кращих практик і відкриває нові способи застосування платформи.

Як і будь-який інструмент, п8n має свої слабкі сторони. Ось деякі з них.

1. Складна крива навчання. п8n не можна назвати найпростішим інструментом – особливо для новачків, не знайомих із технологіями, API, JSON або програмуванням. Незважаючи на те, що платформа створювалася з розрахунком на користувачів без технічної освіти, почати роботу з нею буває непросто, якщо ви ніколи не користувалися візуальними редакторами робочих процесів. Налаштування інтеграцій потребує взаємодії з API та отримання API-ключів, що спочатку може здатися складним. Ситуація стає ще важчою, якщо вибрати самостійну установку, оскільки встановлення та керування системою вимагають додаткових технічних навичок. Хмарна версія простіше у запуску, але обходиться дорожче.

2. Відсутність автозбереження робочих процесів. Ще один недолік – відсутність функції автоматичного збереження. Необхідно вручну натискати кнопку Save, щоб зберегти зміни. Якщо станеться щось непередбачене – наприклад, збій системи або обрив з'єднання – ви можете втратити незбережену роботу. Було б зручніше, якби редактор мав автозбереження, як у Notion чи Google Docs.

3. Не повністю відкритий вихідний код. Вихідний код n8n доступний публічно, але розповсюджується під ліцензією Sustainable Use License [40]. Це означає, що ви можете вільно переглядати, змінювати та розміщувати систему у себе, проте існують обмеження на комерційне використання, особливо якщо ви хочете пропонувати n8n як хостинг-сервіс. Іншими словами, n8n є відкритим, але не повністю open-source у традиційному розумінні.

4. Обмежена технічна підтримка. n8n [41]. Форум дійсно активний – інженери та досвідчені користувачі швидко відповідають на запитання, і майже всі повідомлення отримують відповіді. Однак пряма підтримка по email доступна лише користувачам тарифів Enterprise та Power. Інші тарифні плани у хмарі дозволяють надсилати листи лише з питань адміністрування та оплати, тому при технічних проблемах доведеться звертатися до спільноти, а не до офіційної служби підтримки.

3.3 Економічне обґрунтування прийнятих рішень

Для створеного AI-агента на основі платформи автоматизації n8n, який забезпечує обробку логістичних замовлень з GPT-4o, Gmail та Google Sheet, передбачено використання хмарного сервісу n8n Cloud. Для оцінки економічного ефекту від його упровадження та розрахунку собівартості обробки одного замовлення необхідно проаналізувати абонентські витрати, витрати на використання API OpenAI, а також приховані витрати (технічна

підтримка, резервування даних тощо). Спочатку розглянемо вартість хмарної інфраструктури (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку собівартості обробки одного замовлення

Найменування компоненту хмарної інфраструктури	Вартість
Google Gmail API	0
Google Sheets API	0
n8n Cloud Basic	837,6 грн/місяць
API OpenAI (input tokens)	209,3 грн за 1 млн токенів
API OpenAI (output tokens)	627,9 грн за 1 млн токенів

В якості основного вибирається тариф «n8n Cloud Basic» вартістю 837,6 грн/місяць. За рік це складає 10051,2 грн. На момент написання роботи, GPT-4o має окремі тарифи: для Input tokens – $C_{\text{Input}} = 209,3$ грн за 1 млн токенів, а для Output tokens – $C_{\text{Output}} = 627,9$ грн за 1 млн токенів. Типовий сценарій запуску агента AI передбачає, що один цикл обробки логістичного замовлення включає таку кількість токенів:

- запит на аналіз вхідного листа $\rightarrow \sim 800$ input;
- генерація структури замовлення $\rightarrow \sim 400$ output;
- уточнювальний діалог (1 ітерація) $\rightarrow 600$ input + 300 output;
- фіналізація $\rightarrow 200$ input + 100 output.

Таким чином, за один цикл маємо:

$$\text{Input tokens} = 0,0008 + 0,0006 + 0,0002 = 0,0016 \text{ млн токенів,}$$

$$\text{Output tokens} = 0,0004 + 0,0003 + 0,0001 = 0,0008 \text{ млн токенів.}$$

Вартість одного циклу визначається з врахуванням складових:

$$C_C = \text{Input tokens} \cdot C_{\text{Input}} + \text{Output tokens} \cdot C_{\text{Output}} = 0,83 \text{ грн.} \quad (3.1)$$

Враховуючі те, що місячний обсяг може різнитися, представимо дані у табличному форматі – табл. 3.2. Надалі, введемо припущення, що застосований сценарій відповідає 1000 замовлень/місяць. Тобто, місячна оплата GPT-4o складає $\sim 837,6$ грн. Gmail API у межах Google Cloud має безкоштовний ліміт – до 1 млрд. запитів на день у межах квоти. AI-агенту

потрібен 1-2 запити на одне замовлення. Google Sheets API має безкоштовний тариф до 300 запитів/хв. на користувача. Понадлімітне використання у даному кейсі – малоімовірне. При використанні комбінації n8n + Gmail + Sheets додаткове зберігання не потрібне. Таким чином, витрати на хмарні сервіси складають 1675,2 грн./місяць або 20102,4 грн/рік.

Таблиця 3.2 – Місячний обсяг оплати GPT-4o

Кількість замовлень, од.	Місячна вартість, грн
500	~418,8
1000	~837,6
5000	~4188

У бізнесі витрати на інженерну підтримку включають зарплату розробника. Проведений розрахунок показує, що для створення запропонованого AI-агенту потрібно витрати 40 год. З врахуванням вартості одної години розробки – 630 грн, дана стаття витрат складає 25200 грн (одноразово).

На основі отриманих даних собівартість обробки одного замовлення (за обсягом 1000 замовлень/місяць) складатиме 1,67 грн (тобто, за повністю автоматизовану обробку). У середньому, оператор контакт-центру або менеджер логістики витрачає: 3-7 хв. на опрацювання одного замовлення. Якщо середня зарплата менеджера складає 37692 грн/місяць, то вартість його хвилини праці коштує $\approx 0,38$ грн. Відповідно, ручна обробка одного замовлення (7 хв. на обробку) складатиме 2,66 грн. В цілому, економія складатиме 35-60 % на одному замовленні. При 1000 замовлень/місяць економія становить 990 грн, що компенсує вартість використання GPT-4o. У реальних бізнесах, де обсяг >10000 замовлень/місяць, економія значно більша. Таким чином, інтелектуальна система на базі n8n + GPT-4o + Google API є економічно доцільною навіть у невеликих масштабах. У масштабах малого та середнього логістичного бізнесу впровадження такої системи дозволяє знизити навантаження на персонал, підвищити швидкість обробки заявок та скоротити операційні витрати.

Висновки до розділу 3

Платформа n8n довела свою ефективність як інструмент для автоматизації логістичних процесів, забезпечуючи інтеграцію з різними джерелами даних, API та сервісами обробки інформації. Вона дозволяє гнучко будувати робочі процеси, автоматизувати рутинні операції та створювати AI-агентів для обробки логістичних замовлень. Перевагами n8n є велика кількість інтеграцій, можливість розширення функціоналу та активна спільнота, тоді як недоліками – складність для новачків та обмеження хмарної версії. Економічний аналіз показує, що використання n8n у поєднанні з GPT-4o та Google API значно знижує вартість обробки замовлень і швидко окуповується завдяки економії часу персоналу. Загалом, впровадження такої системи є технічно і фінансово доцільним та сприяє підвищенню ефективності логістичних бізнес-процесів.

Проведений аналіз показує, що впровадження AI-агента на базі n8n, GPT-4o, Gmail та Google Sheets є економічно обґрунтованим рішенням навіть для невеликих логістичних операцій. Витрати на хмарні сервіси та API залишаються передбачуваними та відносно невеликими, а собівартість автоматизованої обробки одного замовлення значно нижча за ручну обробку менеджерами. Таким чином, запропонована система є фінансово доцільною, підвищує ефективність бізнес-процесів та сприяє покращенню конкурентної спроможності компанії.

ВИСНОВКИ

Використання n8n дозволяє істотно зменшити ручну працю та мінімізувати помилки, що є важливим для логістики та інших ресурсомістких сфер. Платформа забезпечує стандартизацію операцій, стабільність виконання та покращену координацію між учасниками процесів. Завдяки моделі «тригер – дія» n8n ефективно виконує як прості задачі, так і складні багатокрокові сценарії, включно зі створенням AI-агентів. У підсумку n8n формує сучасний підхід до управління потоками даних і підвищує продуктивність організацій.

Практичні кейси підтверджують, що n8n значно підвищує ефективність бізнес-процесів у компаніях різних масштабів, автоматизуючи рутинні операції та зменшуючи вплив людського фактора. Різноманітні сценарії – від обробки рахунків до складних інтеграцій – демонструють здатність платформи прискорювати роботу та забезпечувати стабільність виконання. Це дозволяє бізнесам масштабуватися без зростання штату та додаткових витрат, роблячи n8n вигідним як для великих компаній, так і для малого бізнесу. Базові концепції n8n формують гнучку архітектуру, що дозволяє створювати робочі процеси будь-якої складності. Розподіл вузлів на тригерні та вузли дій забезпечує ефективну маршрутизацію даних, а підтримка кластерних і агентних вузлів розширює можливості роботи з ШІ. Велика кількість вбудованих та ком'юніті-вузлів забезпечує просту адаптацію платформи під індивідуальні потреби та швидке розширення її функціональності.

Аналіз інструментів n8n показує, що платформа має зручні засоби для створення, тестування й оптимізації автоматизованих процесів. Візуальний редактор, AI-помічник, фіксація даних і механізми налагодження формують надійне середовище для розробки та підтримки складних workflow. Це підвищує прозорість виконання, прискорює усунення помилок і робить платформу придатною для масштабованої автоматизації.

Узагальнюючи, інтеграція n8n із технологіями GenAI відкриває можливість створення повноцінних AI-агентів, здатних приймати рішення, використовувати інструменти та виконувати складні дії. Поєднання workflow-логіки з LLM-моделями забезпечує гнучку інтелектуальну архітектуру для автоматизації сучасних бізнес-процесів.

Проведений аналіз показує, що впровадження AI-агента на базі n8n, GPT-4o, Gmail та Google Sheets є економічно обґрунтованим рішенням навіть для невеликих логістичних операцій. Витрати на хмарні сервіси та API залишаються передбачуваними й відносно невеликими, а собівартість автоматизованої обробки одного замовлення значно нижча за ручну обробку менеджерами. Розрахунки демонструють, що вже за обсягу 1000 замовлень на місяць економія становить 35-60 %, що повністю компенсує витрати на використання GPT-4o та інфраструктури. Одноразові витрати на розробку, хоча і становлять окрему статтю бюджету, швидко окупуються завдяки зменшенню операційних витрат. У масштабі малого чи середнього бізнесу економічний ефект зростає пропорційно до кількості оброблених замовлень, забезпечуючи суттєве зниження навантаження на персонал. Таким чином, запропонована система є фінансово доцільною, підвищує ефективність бізнес-процесів та сприяє покращенню конкурентоспроможності компанії.

Таким чином, результатами роботи є методика застосування n8n для побудови гнучких сценаріїв автоматизації у сфері логістики; рекомендації щодо інтеграції та масштабування рішень на основі n8n у логістичну інфраструктуру підприємства. Вони можуть бути використані для впровадження автоматизації у транспортно-логістичних компаніях, торговельних мережах, складських і дистрибуційних центрах та подальших досліджень за даною тематикою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Силантьєв В.М., Шишлін В.О. Інтеграція генеративного AI і RAG для вирішення питань логістики. *Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки: матеріали X Міжнародної студентської наукової конференції* (жовтень 2025 р. м. Луцьк), 2025. С. 235, 236.
2. Slyusar V.I. Applications of Large Language Models in the Military Sphere. *Artificial Intelligence: Achievements and Recent Developments. Series in Computing and Information Science and Technology*. River Publishers, 2025. P. 53-82.
3. Wang H., Wang C., Lin X., Kang J. An improved ARIMA model for precipitation simulations. *Nonlinear Processes in Geophysics*. 2014. no. 21 (6). P. 1159-1168. DOI: 10.5194/npg-21-1159-2014.
4. Long short-term memory. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/-Long_short-term_memory (дата звернення: 24.11.2025).
5. Understanding Reinforcement Learning in-depth. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning/understanding-reinforcement-learning-in-depth/> (дата звернення: 24.11.2025).
6. Genetic Algorithm in Data Mining. URL: <https://binaryterms.com/genetic-algorithm-in-data-mining.html> (дата звернення: 24.11.2025).
7. Decision Trees and Random Forest. URL: <https://www.kaggle.com/code/emstrakhov/decision-trees-and-random-forest-ua> (дата звернення: 24.11.2025).
8. OpenAI. URL: <https://openai.com> (дата звернення: 24.11.2025).
9. DeepSeek. URL: <https://www.deepseek.com> (дата звернення: 24.11.2025).
10. GenAI: What it is, key Applications, and Challenges. URL: <https://digital-loop.com/en/blog/what-is-genai> (дата звернення: 24.11.2025).
11. Steele H. n8n Automation: The Ultimate Guide to Building, Scaling, and Optimizing AI Agents and Integrating Applications into Workflows for Business Success. Independently published, 2025. 336 p.
12. Flexible AI workflow automation for technical teams. n8n. URL: <https://n8n.io> (дата звернення: 24.11.2025).

13. What is Agentic AI. *n8n*. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence/what-is-agentic-ai/> (дата звернення: 24.11.2025).
14. 7222 Workflow Automation Templates. *n8n*. URL: <https://n8n.io/workflows/> (дата звернення: 24.11.2025).
15. What kind of workflows are you building with n8n? URL: <https://blog.n8n.io/why-business-process-automation-with-n8n-can-change-your-daily-life/#:~:text=Checking%20overdue%20invoices%20at%20Holded%20to%20notify%20customers%20that%20payment%20has%20to%20be%20made> (дата звернення: 24.11.2025).
16. 12 workflow automation tools for business-critical workflows. *n8n*. URL: <https://blog.n8n.io/workflow-automation-tools/> (дата звернення: 24.11.2025).
17. Stepstone. URL: <https://www.stepstone.de/en/> (дата звернення: 24.11.2025).
18. Delivery Hero. URL: <https://www.deliveryhero.com> (дата звернення: 24.11.2025).
19. Bordr: Your trusted partner in Portugal. URL: <https://bordr.com> (дата звернення: 24.11.2025).
20. Cluster nodes. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/cluster-nodes> (дата звернення: 24.11.2025).
21. Силантьєв В. Особливості використання асистента АІ на платформі n8n. *Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій: матеріали XXII щорічного міждисциплінарного семінару* (листопад 2025 р., м. Полтава), 2025. С. 103, 104.
22. n8n Cloud. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/manage-cloud/overview/> (дата звернення: 24.11.2025).
23. Docker Installation. URL: <https://docs.n8n.io/hosting/installation/docker/> (дата звернення: 24.11.2025).
24. Sub nodes. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/cluster-nodes/sub-nodes/> (дата звернення: 24.11.2025).
25. Google Gemini. URL: <https://gemini.google.com/app> (дата звернення: 24.11.2025).

26. Groq URL: <https://groq.com> (дата звернення: 24.11.2025).
27. Azure URL: <https://azure.microsoft.com> (дата звернення: 24.11.2025).
28. Glossary. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/glossary/> (дата звернення: 24.11.2025).
29. Trigger node *n8n*. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/glossary/#trigger-node-n8n> (дата звернення: 24.11.2025).
30. From idea to app in an instant Build with AI that means business. URL: <https://www.airtable.com> (дата звернення: 24.11.2025).
31. Gmail Trigger node. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/trigger-nodes/n8n-nodes-base.gmailtrigger/> (дата звернення: 24.11.2025).
32. AI Agent node. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/cluster-nodes/root-nodes/n8n-nodes-langchain.agent/> (дата звернення: 24.11.2025).
33. Google Sheets. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/app-nodes/n8n-nodes-base.googleheets/> (дата звернення: 24.11.2025).
34. Top 4779 AI automation workflows. *n8n*. URL: <https://n8n.io/workflows/categories/ai/> (дата звернення: 24.11.2025).
35. Best app & software integrations. *n8n*. URL: <https://n8n.io/integrations/> (дата звернення: 24.11.2025).
36. AI agent. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/glossary/#ai-agent> (дата звернення: 24.11.2025).
37. Community *n8n*. *n8n*. URL: <https://community.n8n.io> (дата звернення: 24.11.2025).
38. *n8n-io*. *n8n*. URL: <https://github.com/n8n-io/n8n> (дата звернення: 24.11.2025).
39. *r/n8n*. URL: <https://www.reddit.com/r/n8n/> (дата звернення: 24.11.2025).
40. Sustainable Use License. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/sustainable-use-license/> (дата звернення: 24.11.2025).
41. Community support. *n8n*. URL: <https://n8n.io/support/> (дата звернення: 24.11.2025).