

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Розроблення програмного забезпечення для лінійного прогнозування показників якості
виробничих процесів

Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>

Виконав(-ла): студент(-ка) групи студент
групи МГІТ-1-22 Свергун М.М.

Науковий керівник: д.ф-м.н., професор
Краснитський С.М

Рецензент: д.т.н, проф. Чупринка В.І.

Київ 2023

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет	<u>мехатроніки та комп'ютерних технологій</u>
Кафедра	<u>комп'ютерних наук</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН

Володимир Щербань

(підпис)

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 20 23 __ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Свергуну Марку Миколайовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розроблення програмного забезпечення для лінійного прогнозування показників якості виробничих процесів, Науковий керівник роботи Краснитський Сергій Михайлович, д.ф-м.н., професор, затверджені наказом КНУТД від 12 вересня 2023 року № 210-уч
2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: розробки кафедри комп'ютерних наук, рекомендована література, офіційна та неофіційна документація для інструментів, застосованих в рамках роботи.
3. Зміст кваліфікаційної роботи:
Вступ; Розділ 1. Методології розробки програмного забезпечення. Концепції. Постановка задачі. Розділ 2. Аналіз доступних на ринку інструментів; Розділ 3. Демонстрація та тестування ПЗ. Перелік умовних позначень; Висновки; Список використаних джерел; Додатки.
4. Дата видачі завдання: 08.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної магістерської роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	30.08.2023	
2	Розділ 1. Методології розробки програмного забезпечення. Концепції. Постановка задачі	06.09.2023	
3	Розділ 2. Аналіз доступних на ринку інструментів	28.09.2023	
4	Розділ 3. Демонстрація та тестування ПЗ	21.10.2023	
5	Висновки	29.10.2023	
6	Оформлення кваліфікаційної роботи (чистовий варіант)	06.11.2023	
7	Подача кваліфікаційної роботи (проєкту) науковому керівнику для відгуку (за 14 днів до захисту)	08.11.2023	
8	Подача кваліфікаційної роботи (проєкту) для рецензування	08.11.2023	
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату	09.11.2023	
10	Подання кваліфікаційної роботи на затвердження завідувачу кафедри	10.11.2023	

З завданням ознайомлений:

Студент

(підпис)

Марк СВЕРГУН

Науковий керівник роботи

(підпис)

Сергій
КРАСНИТСЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Свергун М.М. Розроблення програмного забезпечення для лінійного прогнозування показників якості виробничих процесів

Ця робота присвячена розробці програмного засобу, призначеного для лінійного прогнозування показників якості у виробничих процесах, критичного аспекту в сучасному виробництві та управлінні виробництвом. Основна мета полягає в тому, щоб підвищити ефективність прийняття рішень шляхом надання точних, керованих даними прогнозів показників якості.

Дослідження підкреслює важливість точності прогнозування та його прямий вплив на ефективність роботи та якість продукції у виробничому середовищі. Незважаючи на те, що традиційні методи є основоположними, їм часто бракує гнучкості та точності, які можуть запропонувати передові обчислювальні інструменти. Ця прогалина означає потребу в програмному рішенні, яке не тільки спрощує процес прогнозування, але й підвищує його точність.

Методологія базується на використанні лінійної регресії, статистичного методу, який добре оцінюється за його ефективність у прогнозуванні результатів на основі історичних даних. Програмне забезпечення використовує просту, але надійну модель лінійної регресії, реалізовану за допомогою Python, мови, обраної через її універсальність і широке використання в аналізі даних і машинному навчанні. Процес розробки також включає створення графічного інтерфейсу користувача (GUI), що робить інструмент доступним для користувачів без глибокого досвіду статистики чи програмування.

Ключові результати цього дослідження демонструють, що програмний засіб ефективно прогнозує якісні показники з високою точністю. Він перевершує деякі традиційні методи як за швидкістю, так і за точністю, демонструючи потенціал інтеграції статистичних моделей у системи управління виробництвом.

Наслідки цього дослідження є значними, особливо для керівників виробництва та команд із забезпечення якості, які прагнуть використовувати аналіз даних для контролю якості та оптимізації процесів. Розроблений програмний інструмент не тільки є свідченням застосовності лінійної регресії в промислових умовах, але також відкриває шляхи для подальшого дослідження більш складних прогнозних моделей та їх інтеграції у виробничі системи.

Таким чином, ця робота робить внесок у цю сферу, подолаючи розрив між теоретичними статистичними моделями та практичними, зручними інструментами для управління якістю у виробничих процесах. Це підкреслює потенціал програмних рішень у революції підходу до контролю якості та управління ним у промислових середовищах.

Ключові слова: Розробка програмного забезпечення, лінійне прогнозування, показники якості, виробничі процеси, статистичне моделювання

ANNOTATION

Sverhun Mark, Development of software for linear forecasting of quality indicators of production processes

This dissertation focuses on the development of a software tool designed for the linear forecasting of quality indicators in production processes, a critical aspect in modern manufacturing and production management. The primary objective is to enhance decision-making efficiency by providing accurate, data-driven predictions of quality metrics.

The research emphasizes the importance of precision in forecasting and its direct impact on the operational efficiency and product quality in production environments. Traditional methods, while foundational, often lack the agility and precision that advanced computational tools can offer. This gap signifies the need for a software solution that not only simplifies the forecasting process but also elevates its accuracy.

The methodology revolves around the utilization of linear regression, a statistical technique well-regarded for its effectiveness in predicting outcomes based on historical data. The software employs a simple yet robust linear regression model, implemented using Python, a language chosen for its versatility and widespread use in data analysis and machine learning. The development process also includes the creation of a graphical user interface (GUI), making the tool accessible to users without a deep background in statistics or programming.

Key findings of this research demonstrate that the software tool effectively forecasts quality indicators with a high degree of accuracy. It outperforms some traditional methods in both speed and precision, showcasing the potential of integrating statistical models in production management systems.

The implications of this study are significant, particularly for production managers and quality assurance teams seeking to leverage data analytics for quality control and process optimization. The developed software tool not only stands as a testament to the applicability of linear regression in industrial settings but also opens avenues for further exploration into more complex predictive models and their integration into production systems.

This dissertation thus contributes to the field by bridging the gap between theoretical statistical models and practical, user-friendly tools for quality management in

production processes. It underscores the potential of software solutions in revolutionizing how quality control is approached and managed in industrial environments.

Keywords: Software Development, Linear Forecasting, Quality Indicators, Production Processes, Statistical Modeling

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. КОНЦЕПЦІЇ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	12
1.1. Роль прогнозування у виробництві	12
1.2. Підвищення ефективності за допомогою прогнозування	14
1.3. Показники якості у виробництві	19
1.4. Управління якістю за допомогою лінійного прогнозування.	24
1.5. Проблеми адаптації до складних процесів через прогнозування	27
1.6. Адаптація до обмежень звичайних методів прогнозування	31
1.7. Потреба в рішеннях для прогнозування	34
Висновки до розділу 1	37
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСТУПНИХ НА РИНКУ ІНСТРУМЕНТІВ	38
2.1. Визначення інструментів на ринку	38
2.2. Провідні програмні рішення	42
2.3. Порівняльний аналіз ключових характеристик	45
2.4. Сильні та слабкі сторони інструментів прогнозування	50
2.5. Поширені недоліки в існуючих інструментах прогнозування	52
Висновки до розділу 2	54
РОЗДІЛ 3. ДЕМОНСТРАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПЗ	56
3.1. Огляд програмного забезпечення	56
3.2. Математична модель	61
3.3. Архітектура програмного забезпечення	66
3.4. Продуктивність та тестування	69
3.5. Інтерфейс користувача	72
Висновки до розділу 3	74
ВИСНОВКИ	77
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	79

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 80
ДОДАТКИ..... Ошибка! Закладка не определена.

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, забезпечення ефективності процесів розробки та впровадження програмного забезпечення є ключовим аспектом для ІТ-компаній. Впровадження концепцій безперервної інтеграції (CI) та безперервної доставки (CD) та методологій Agile та DevOps відіграють важливу роль у підвищенні швидкості, гнучкості та якості розробки ПЗ. Це, у свою чергу, вимагає глибокого розуміння та аналізу доступних інструментів та методологій та практичне освоєння їх на навчальних та реальних проектах.

Сфера виробничих процесів за своєю суттю є складною та динамічною, що потребує точного контролю та управління різними показниками якості для забезпечення ефективності та досконалості продукції. Введення в цю сферу методів прогнозної аналітики та прогнозування революціонізувало спосіб управління цими процесами. Ця робота присвячена розробці програмного засобу для лінійного прогнозування показників якості, підкреслюючи його значення в сучасному виробничому ландшафті.

Передумови та важливість. Ландшафт промислового виробництва завжди був благодатним ґрунтом для інновацій, особливо з точки зору оптимізації процесів і контролю якості. Останніми роками зростання доступності даних і обчислювальної потужності відкрило нові можливості для використання прогнозів аналітики у виробництві. Індикатори якості, які є критично важливими показниками, що відображають ефективність, надійність і загальну досконалість виробничих процесів, знаходяться в авангарді цієї трансформації. Точне прогнозування цих показників має першорядне значення, оскільки воно дає змогу приймати проактивні рішення, зменшує відходи та покращує загальну якість кінцевого продукту.

Постановка проблеми. Незважаючи на прогрес у технології, багато виробничих потужностей все ще покладаються на традиційні, евристичні методи прогнозування якісних результатів. Незважаючи на те, що ці методи є корисними, вони часто недостатні з точки зору точності та швидкості реагування, особливо перед обличчям складних і великих даних. Зростає потреба у більш точному підході, що базується на даних, які могли би адаптуватися до динаміки виробничих процесів, що розвивається, і надавати надійні прогнози. Ця прогалина в можливостях

представляє не лише виклик, але й можливість для інновацій та вдосконалення.

Завдання роботи. Основною метою цього дослідження є розробка та оцінка програмного засобу, який використовує лінійну регресію для прогнозування показників якості у виробничих процесах. Інструмент має на меті надати зручний інтерфейс, що дозволяє користувачам без підготовки користуватися передовими методами прогнозування. Завдяки інтеграції лінійної регресійної моделі в практичне програмне рішення дослідження має на меті зробити прогнозну аналітику більш доступною та дієвою для керівників виробництва та груп контролю якості.

Обсяг дослідження. Метою цієї роботи є концептуалізація та розробка програмного забезпечення, базова статистична модель, яка в ньому використовується, і його застосування в сценаріях реального виробництва. Незважаючи на те, що основна увага приділяється лінійній регресії, ми також досліджує потенціал інтеграції більш складних моделей у майбутньому. Практична демонстрація можливостей програмного забезпечення становить значну частину дослідження, спрямованого на демонстрацію його ефективності та зручності для користувача.

Завдяки цьому вступу робота закладає основу для поглибленого дослідження потреби у передових інструментах прогнозування у виробництві, поточних пропозицій на ринку та нового внеску запропонованого програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. КОНЦЕПЦІЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Роль прогнозування у виробництві

У складному та швидкоплинному світі виробництва, здатність ефективно прогнозувати є не просто перевагою, а необхідністю. Прогнозування у виробництві передбачає майбутні тенденції, попит та результати на основі даних і поточного аналізу ринку. Це прогнозне розуміння має вирішальне значення з кількох причин.

По-перше, прогнозування є невід'ємною частиною стратегічного планування. Це дає змогу підприємствам передбачати ринкові тенденції, розуміти вимоги клієнтів і відповідним чином узгоджувати свої виробничі стратегії. Це передбачення має важливе значення в сучасних ринкових умовах, які швидко змінюються, коли споживчі переваги та технологічний прогрес постійно змінюються. Компанії, які можуть передбачити ці зміни та адаптуватися до них, зберігають конкурентну перевагу.

По-друге, ефективне прогнозування є життєво важливим для ефективного управління ресурсами. У виробництві такі ресурси, як сировина, робоча сила та обладнання, часто обмежені та дорогі. Точне прогнозування допомагає оптимізувати використання цих ресурсів, гарантуючи, що вони не будуть використані недостатньо або даремно. Наприклад, прогнозуючи майбутній попит на продукт, компанія може відповідним чином скоригувати закупівлю сировини, уникаючи надлишкових запасів, які пов'язують капітал, або дефіцит, який може зупинити виробництво.

Крім того, прогнозування відіграє вирішальну роль в управлінні ризиками. Виробничі процеси схильні до різноманітних ризиків, включаючи збої в ланцюзі поставок, збої обладнання та раптові зміни попиту. Завдяки ефективному прогнозуванню компанії можуть заздалегідь визначити потенційні ризики та розробити плани на випадок надзвичайних ситуацій. Цей проактивний підхід є набагато економічнішим, ніж реагування на проблеми в міру їх виникнення.

Крім того, прогнозування є незамінним при контролі якості. Прогнозуючи потенційні проблеми у виробничих процесах, компанії можуть впроваджувати превентивні заходи для підтримки якості продукції. Цей аспект особливо важливий у галузях, де якість тісно пов'язана з безпекою, наприклад у фармацевтиці чи виробництві харчових продуктів.

Нарешті, прогнозування допомагає постійно вдосконалюватися. Регулярно аналізуючи виробничі тенденції та результати, компанії можуть визначати сфери для вдосконалення. Цей безперервний процес оцінки та адаптації є ключовим для операційної досконалості та інновацій.

Таким чином, прогнозування у виробництві є багатограним інструментом, який лежить в основі стратегічного планування, оптимізації ресурсів, управління ризиками, контролю якості та постійного вдосконалення. Його значення в сучасному виробничому ландшафті неможливо переоцінити, оскільки воно безпосередньо впливає на ефективність компанії, здатність до адаптації та загальний успіх.

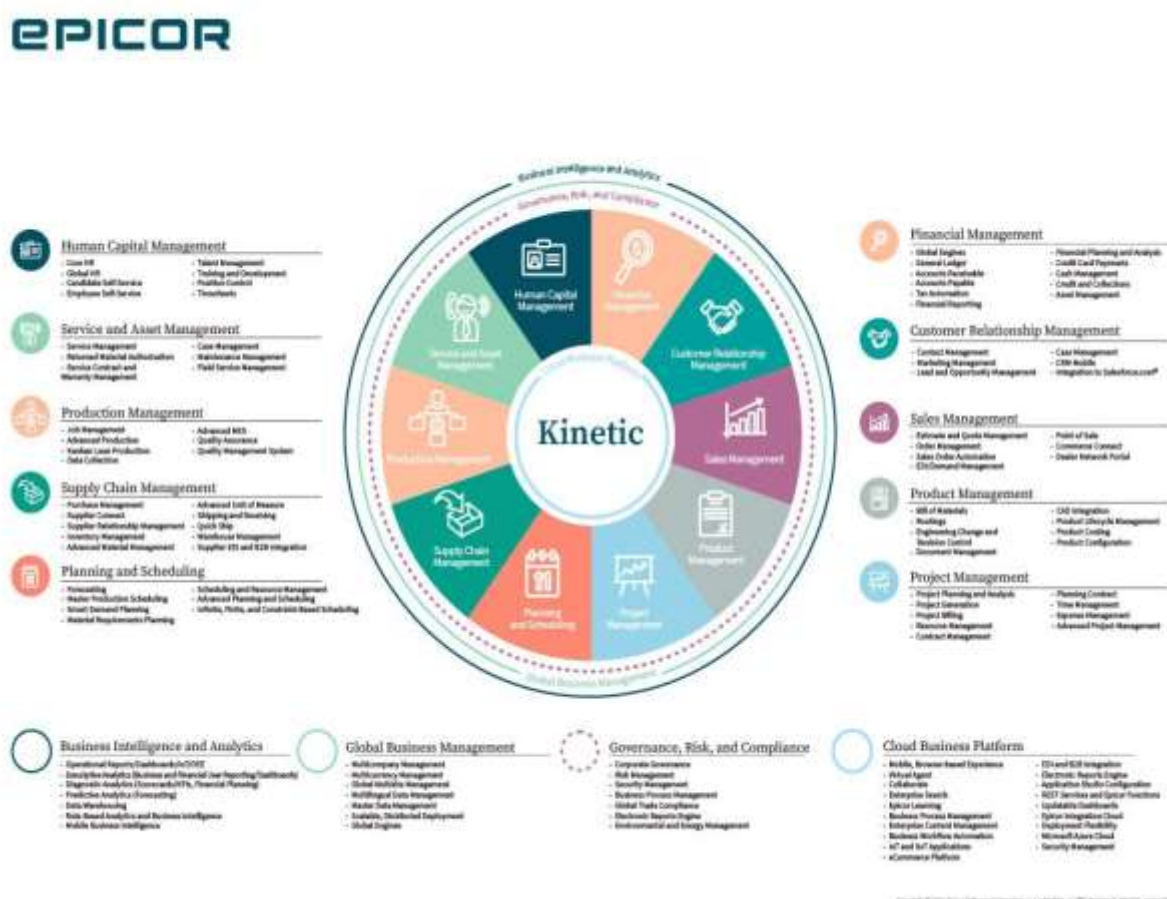


Рис. 1.1. Інфографіка, яка ілюструє вплив прогнозування на різні аспекти виробництва, такі як управління ресурсами, зменшення ризиків і контроль якості.

1.2. Підвищення ефективності за допомогою прогнозування

Ефективність виробництва є вирішальним чинником успіху та конкурентоспроможності компанії. У цьому контексті роль прогнозування важко переоцінити. Ефективне прогнозування безпосередньо підвищує ефективність роботи в кількох ключових сферах.

Управління запасами. Одним із найважливіших аспектів операційної ефективності є управління запасами. Надлишок запасів призводить до збільшення витрат на зберігання та ризику старіння запасів, а недостатність може призвести до затримок у виробництві та втрати продажів. Прогнозування допомагає збалансувати це, прогнозуючи оптимальну кількість запасів, необхідних для задоволення попиту без надмірного виробництва. Цей баланс має вирішальне значення в галузях, де продукти мають обмежений термін придатності або де витрати на зберігання високі.

Планування та складання графіків виробництва. Прогнозування суттєво впливає на планування та розклад виробництва. Завдяки точному прогнозуванню попиту компанії можуть більш ефективно планувати виробництво, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів. Це планування поширюється на обслуговування обладнання, розподіл робочої сили та управління виробничими графіками. Ефективне планування не тільки покращує пропускну здатність, але й скорочує час простою та понаднормові витрати, які є критичними в галузях із високими витратами на оплату праці або де технічне обслуговування є дорогим.

Управління ланцюгом поставок. Ефективне прогнозування також є невід'ємною частиною управління ланцюгом поставок. Добре спрогнозований виробничий план дозволяє більш плавно координувати роботу з постачальниками, забезпечуючи своєчасну поставку сировини та комплектуючих. Ця синхронізація особливо важлива у виробничих середовищах «точно вчасно» (JIT), де затримки можуть мати значні наслідки. Ефективне прогнозування в управлінні ланцюгом постачання також може призвести до кращих умов переговорів і закупівель, оскільки постачальники цінують передбачуваність і послідовність замовлень.

Реагування на динаміку ринку. Ринкові тенденції та вподобання споживачів можуть швидко змінюватися, і здатність швидко реагувати на ці зміни є ключовим аспектом операційної ефективності. Інструменти прогнозування дозволяють компаніям передбачати зміни на ринку та відповідно коригувати свої виробничі стратегії. Ця гнучкість має вирішальне значення для того, щоб залишатися актуальними та конкурентоспроможними, особливо в галузях, що характеризуються швидкою зміною споживчих тенденцій.

Оптимізація енергії та ресурсів. В епоху, коли стабільність стає все більш важливою, прогнозування допомагає оптимізувати використання енергії та мінімізувати відходи. Узгодивши виробничі графіки з тарифами на енергію та доступністю ресурсів, компанії можуть зменшити свій вплив на навколишнє середовище, а також заощадити витрати.

По суті, підвищення ефективності за допомогою прогнозування означає прийняття обґрунтованих рішень, які оптимізують використання ресурсів, адаптуються до ринкових умов і оптимізують виробничі процеси. Вплив цих рішень поширюється на весь виробничий цикл, впливаючи на все, від рівня запасів до споживання енергії.

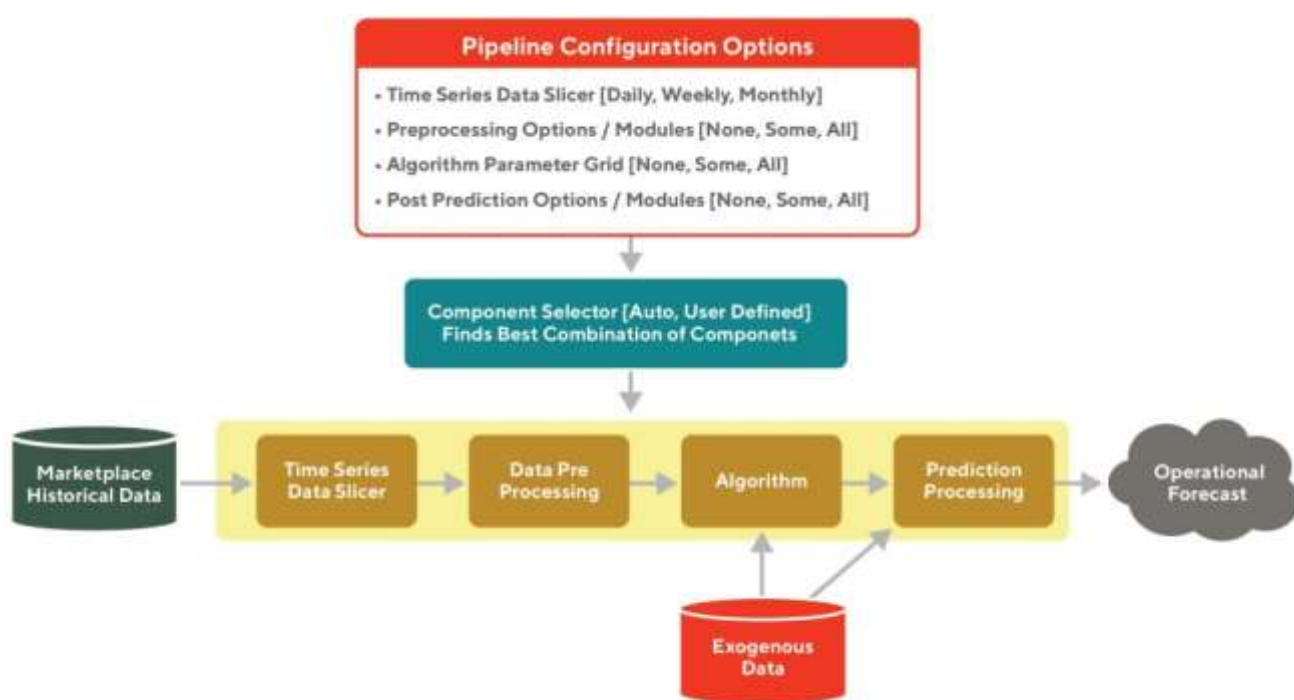


Рис. 1.2. Діаграма візуально відображає роль прогнозування в підвищенні

різних аспектів операційної ефективності.

Зниження витрат і максимізація прибутку. Управління витратами є ключовим аспектом операційної ефективності, і прогнозування відіграє тут значну роль. Завдяки точному прогнозуванню виробничих потреб компанії можуть уникнути непотрібних. Ця ефективність перетворюється на економію коштів, що, у свою чергу, може призвести до збільшення норми прибутку. Наприклад, прогностичні графіки технічного обслуговування, засновані на прогнозуванні, можуть запобігти дорогим поломкам машин і незапланованим простоям, заощаджуючи значні витрати на ремонт і втрату виробничого часу.

Гарантія якості. Ефективне прогнозування допомагає підтримувати постійну якість продукції. Прогнозуючи потенційні проблеми на виробничій лінії, такі як несправності обладнання або збої в ланцюзі постачання, можна взяти профілактичних заходів, щоб гарантувати, що кінцевий продукт відповідає бажаним стандартам якості. Цей аспект прогнозування є особливо критичним у галузях, де якість продукту прямо корелює з безпекою та задоволеністю споживачів.

Гнучкість і масштабованість. У сучасному динамічному виробничому середовищі важливі гнучкість і масштабованість. Прогнозування дає компаніям можливість збільшити або зменшити масштаби своїх операцій на основі прогнозованого попиту. Ця гнучкість гарантує, що компанія зможе ефективно справлятися з періодами пікового попиту, не перенапружуючись у більш повільні періоди. Це делікатний акт балансування, який прогнозування робить більш керованим, дозволяючи компаніям бути більш чутливими та адаптуватися до ринкових умов.

Задоволеність працівників і управління робочою силою. Ефективне прогнозування також позитивно впливає на управління робочою силою. Забезпечуючи чітке уявлення про майбутні виробничі потреби, компанії можуть краще керувати графіками робочої сили, зменшуючи потребу в понаднормових роботах і запобігаючи виснаженню. Це передбачення сприяє підвищенню задоволеності та продуктивності працівників. Щасливі та добре керовані працівники з більшою ймовірністю сприятимуть загальній ефективності та успіху компанії.

Підсумовуючи, підвищення операційної ефективності за допомогою прогнозування є багатограним підходом, який стосується кожного аспекту виробничого процесу. Від зниження витрат до забезпечення якості та від гнучкості до управління робочою силою, ефективне прогнозування є ключем до навігації у складному ландшафті сучасного виробництва та виробництва. Це незамінний інструмент для будь-якої компанії, яка прагне оптимізувати свою діяльність і зберегти конкурентну перевагу на ринку.

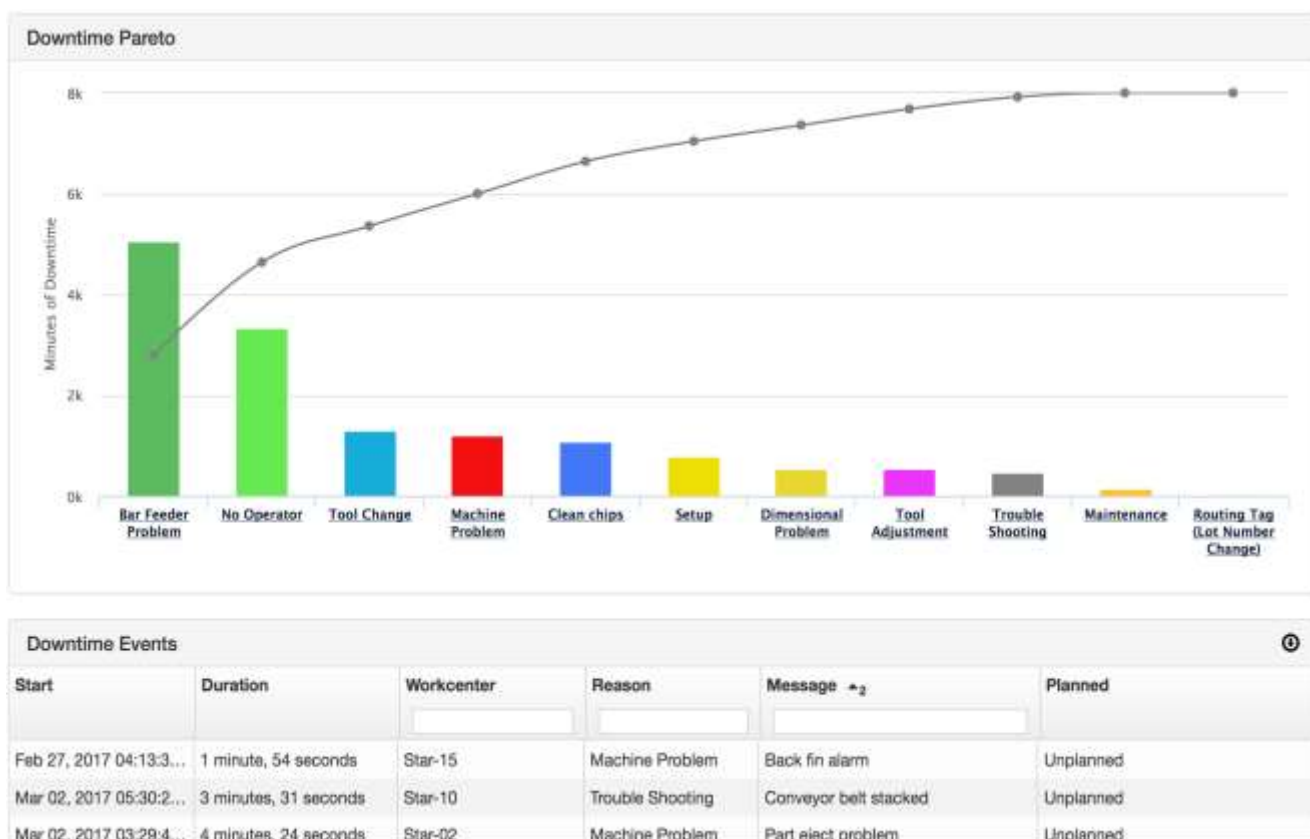


Рис. 1.3. Графік, що показує підвищення операційних витрат плинном часу завдяки впровадженню прогнозування.

1.3. Показники якості у виробництві

Визначення ролі індикаторів якості. Індикатори якості у виробничих процесах – це не просто показники; вони є критеріями, які визначають успіх і життєздатність виробничих операцій. Ці індикатори охоплюють низку показників, від кількості дефектів і відсотка врожайності до часу виконання робіт і дотримання нормативних стандартів. Їхня роль виходить за рамки простого вимірювання – це інструменти, за допомогою яких компанія може оцінити стан свого виробництва, ефективність і його відповідність очікуванням клієнтів і ринковим стандартам.

Забезпечення задоволеності та довіри клієнтів. Головне значення показників якості полягає в їх прямому впливі на задоволеність споживачів. На сучасному ринку споживачі більш проінформовані та мають вищі очікування. Продукти, які постійно відповідають або перевищують стандарти якості, з більшою ймовірністю заслужать довіру та лояльність клієнтів. Наприклад, у таких галузях, як електроніка чи автомобілебудування, низький відсоток дефектів має вирішальне значення для підтримки репутації бренду та довіри клієнтів.

Відповідність нормативним вимогам і доступ до ринку. Іншим важливим аспектом індикаторів якості є їхня роль у забезпеченні дотримання галузевих стандартів і правил. У багатьох секторах, зокрема у фармацевтиці, харчовій промисловості та виробництві напоїв, а також аерокосмічній промисловості, відповідність певним критеріям якості є не лише питанням репутації, а й юридичною вимогою. Дотримання цих стандартів має важливе значення для доступу до ринку та уникнення юридичних і фінансових санкцій.

Конкурентна перевага на ринку. Показники якості також служать основою конкурентної диференціації на ринку. Компанії, які стабільно досягають високих оцінок за цими показниками, можуть позиціонувати себе як лідерів якості, що може бути значною конкурентною перевагою. Ця перевага особливо очевидна на ринках, де диференціація продуктів мінімальна.

Управління витратами та оптимізація ресурсів. З операційної точки зору підтримка оптимальних рівнів показників якості призводить до більш ефективного використання ресурсів і управління витратами. Зводячи до мінімуму дефекти та неефективність, компанії можуть зменшити кількість відходів і оптимізувати використання матеріалів і робочої сили, що зрештою позитивно вплине на кінцевий результат. У галузях, де вартість сировини становить значну частину виробничих витрат, ефективне управління якістю може призвести до значної економії коштів.

Довгострокова стійкість і зростання. Нарешті, зосередження на показниках якості має важливе значення для довгострокової стійкості та зростання компанії. Компанії, які інвестують у підтримку високих стандартів якості, мають кращі можливості адаптуватися до змін ринку, задовольняти постійні потреби клієнтів і підтримувати зростання з часом. Ці інвестиції часто передбачають впровадження передових технологій і практик, сприяння культурі безперервного вдосконалення та пріоритетність відгуків клієнтів і забезпечення якості в кожному аспекті виробничого процесу.

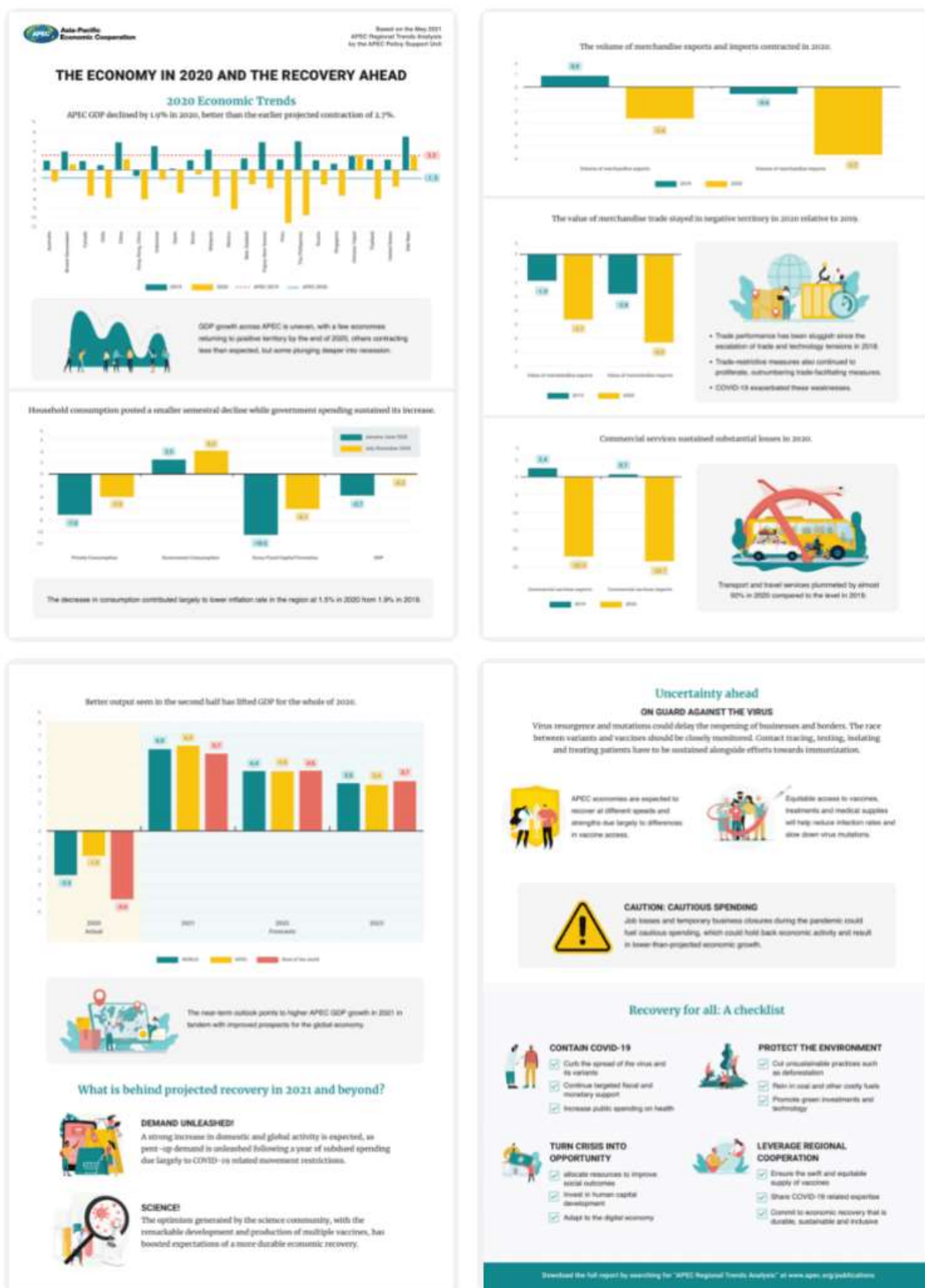


Рис. 1.4. Детальна інфографіка, яка ілюструє багатовимірний вплив показників якості на бізнес

Стимулювання інновацій і технологічного прогресу. Показники якості стосуються не лише дотримання стандартів; вони також є каталізаторами інновацій і технологічного прогресу у виробничих процесах. Оскільки компанії прагнуть досягти та перевершити ці стандарти, вони часто змушені застосовувати нові, ефективніші технології та інноваційні методи виробництва. Це прагнення до якості призводить до вдосконалення технологій виробництва, автоматизації та технологій контролю якості, сприяючи постійному вдосконаленню та інноваціям.

Підвищення залученості співробітників і розвиток навичок. Значний вплив на робочу силу має також орієнтація на показники якості. Коли працівники залучені до виконання стандартів високої якості, це часто призводить до покращеного розвитку навичок, більшого задоволення від роботи та міцнішого почуття відповідальності. Співробітники починають більше інвестувати у свою роботу, що призводить до культури, яка цінує точність, увагу до деталей і досконалість. Ця культурна зміна має вирішальне значення в галузях, де кваліфікація та точність робочої сили безпосередньо впливають на якість продукції.

Вплив на відносини з постачальниками та ефективність ланцюга постачання. Індикатори якості поширюють свій вплив за межі безпосередньої сфери виробництва та на більш широкий ланцюг поставок. Постачальники часто зобов'язані відповідати певним критеріям якості, щоб стати частиною ланцюжка поставок компанії. Ця вимога гарантує, що сировина та компоненти, які використовуються у виробництві, відповідають необхідним стандартам, що призводить до більшої загальної ефективності та стабільності продукту. Таким чином, ефективне управління показниками якості відіграє ключову роль у зміцненні відносин із постачальниками та підвищенні ефективності ланцюга постачання.

Роль в управлінні ризиками та прогнозованому обслуговуванні. Показники якості також відіграють вирішальну роль в управлінні ризиками, особливо в галузях, де безпека та надійність мають першорядне значення. Ретельно відстежуючи ці показники, компанії можуть виявити потенційні проблеми, перш ніж вони переростуть у серйозні проблеми, тим самим пом'якшуючи ризики. Крім того, у контексті прогнозованого обслуговування ці індикатори можуть сигналізувати про необхідність ремонту або налаштування обладнання, запобігаючи дорогим простоям і забезпечуючи безперебійне виробництво.

Глобальні стандарти та розширення ринку. Нарешті, дотримання стандартів якості часто є необхідною умовою для виходу на світові ринки. Компанії, які постійно відповідають міжнародним стандартам якості, можуть розширити охоплення свого ринку та залучити нові сегменти клієнтів. Це розширення є особливо актуальним у глобалізованій економіці, де продукти конкурують не лише на місцевому рівні, а й на глобальній арені. Відповідність міжнародним стандартам якості може відкрити двері на нові ринки та можливості, стимулюючи зростання та глобальну присутність.

1.4. Управління якістю за допомогою лінійного прогнозування.

Трансформація контролю якості за допомогою Predictive Analytics.

Інтеграція прогнозної аналітики в управління якістю знаменує значну еволюцію в тому, як виробничі процеси контролюються та контролюються. Індикатори якості, які традиційно використовувалися як інструменти перевірки після виробництва, тепер є ключовими для прогнозування та запобігання проблемам якості. Цей перехід від реактивного до проактивного контролю якості є трансформаційним, дозволяючи компаніям передбачати та вирішувати потенційні проблеми ще до того, як вони виявляться в кінцевому продукті.

Моніторинг у реальному часі та раннє втручання. Одним із найефективніших аспектів прогнозного управління якістю є можливість моніторингу процесів у режимі реального часу та раннього втручання. Постійно аналізуючи дані з виробничої лінії, прогностичні моделі можуть ідентифікувати закономірності та аномалії, які можуть вказувати на загрозову проблему якості. Ця можливість дозволяє негайно вживати коригувальні дії, такі як налаштування параметрів машини або заміна несправного компонента, тим самим запобігаючи виробництву неякісної продукції.

Зменшення відходів і підвищення ефективності. Прогнозне управління якістю також сприяє зменшенню відходів і підвищенню ефективності роботи. Завдяки точному прогнозуванню якісних результатів компанії можуть мінімізувати перевиробництво, скоротити кількість браку та оптимізувати використання ресурсів. Ця ефективність особливо цінна в галузях з високими матеріальними витратами або впливом на навколишнє середовище, де зменшення відходів є не лише фінансовою проблемою, а й екологічним імперативом.

Налаштування та персоналізація у виробництві. На ринках, де налаштування та персоналізація стають все більш важливими, прогнозне управління якістю забезпечує більшу гнучкість у виробництві. Розуміючи, як варіації виробничих параметрів впливають на результати якості, виробники можуть з більшою впевненістю виробляти індивідуальні продукти без шкоди для якості. Ця адаптивність є значною конкурентною перевагою на ринках, де споживчі переваги

різноманітні та швидко змінюються.

Покращення процесу прийняття рішень і стратегічного планування. Крім того, прогнозне управління якістю покращує процес прийняття рішень і стратегічне планування. Доступ до детальних прогнозів щодо якісних результатів дає змогу керівництву приймати більш обґрунтовані рішення щодо планування виробництва, розподілу ресурсів і вдосконалення процесів. Він також забезпечує керувану даними основу для стратегічних ініціатив, спрямованих на підвищення якості, таких як інвестиції в нові технології чи програми навчання.

Формування якості. Нарешті, прогнозний підхід до управління якістю сприяє формуванню культури якості в організації. Коли працівники бачать наголос на прогнозуванні та запобіганні проблемам якості, це підсилює важливість якості в кожному аспекті виробничого процесу. Ця культурна зміна веде до підвищення обізнаності, більшої залученості працівників і колективного зобов'язання підтримувати високі стандарти якості.

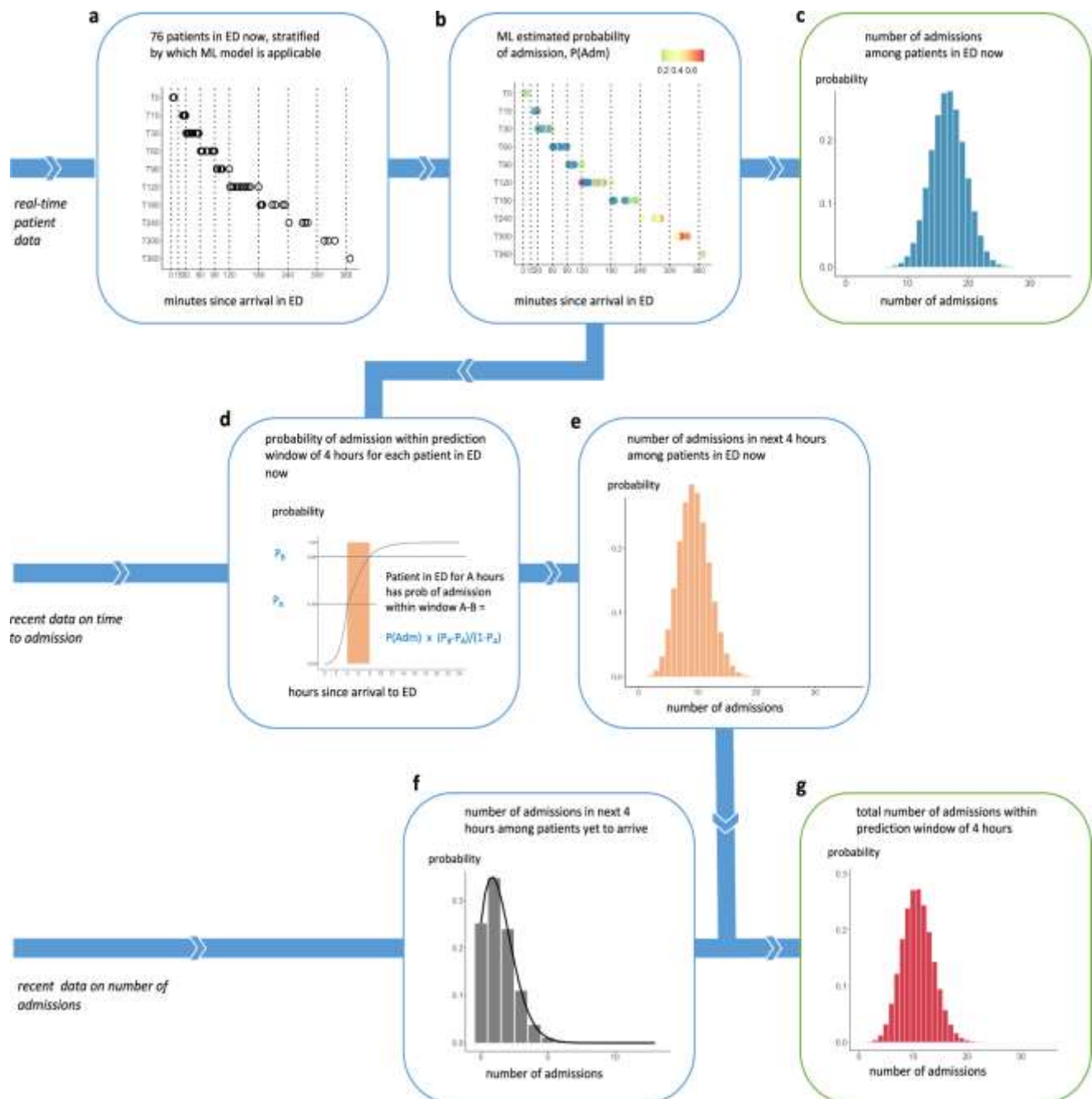


Рис. 1.5. Графічне представлення прогностичних моделей у дії, що показує аналіз даних у реальному часі та раннє втручання.

Ці розширення можливості прогнозування в управлінні якістю ілюструють його багатогранний вплив на виробничі процеси, від підвищення ефективності та узгодження з вимогами ринку до забезпечення відповідності нормативним вимогам і виховання культури постійного вдосконалення. Ці елементи підкреслюють трансформаційну роль прогностичної аналітики в сучасній якості

1.5. Проблеми адаптації до складних процесів через прогнозування

Навігація лабіринтом сучасного виробництва. Сучасне виробництво характеризується своєю складністю, позначеною складними процесами, різноманітними матеріалами та передовими технологіями. Ця складність створює значні проблеми для традиційних методів прогнозування. У типовому виробничому процесі численні змінні взаємодіють таким чином, що важко передбачити. Такі змінні, як налаштування машини, умови навколишнього середовища, мінливість ланцюга поставок і людські фактори, збігаються, створюючи далеко не простий сценарій.

Виклик багатоваріантних взаємодій. Однією з ключових складнощів сучасного виробництва є багатоваріантність процесів. На відміну від простіших систем, де одна або дві змінні можуть домінувати в результаті, тут багато факторів взаємодіють синергетично або антагоністично. Розуміння та прогнозування результатів цих взаємодій є проблемою. Наприклад, те, як якість матеріалу може взаємодіяти з температурою машини та навичками оператора, може значно вплинути на якість кінцевого продукту.

Технологічна інтеграція та перевантаження даних. Інтеграція передових технологій, таких як пристрої IoT (Інтернет речей) і AI (штучний інтелект), хоч і вигідна, але також додає рівні складності. Ці технології генерують величезні обсяги даних, що призводить до сценарію, який часто називають «перевантаженням даними». Просіювання цих даних для пошуку значущих закономірностей і практичних ідей вимагає складних аналітичних інструментів і методологій.

Мінливість і невизначеність. Іншим аспектом цієї складності є мінливість і невизначеність. У виробництві мінливість може виникати з багатьох джерел – невідповідність сировини, знос машин або коливання умов навколишнього середовища. Ця мінливість вносить невизначеність у процес прогнозування, що ускладнює прогнозування якісних результатів з високою точністю.

Вимоги ринку, що швидко змінюються. До складності додає необхідність адаптуватися до вимог ринку, що швидко змінюються. Виробничі процеси мають бути досить гнучкими, щоб реагувати на ці зміни без шкоди для якості. Ця вимога вимагає підходу до прогнозування, який є не тільки точним, але також гнучким і оперативним.

Подолання складності за допомогою передових моделей прогнозування. Щоб подолати цю складність, існує явна потреба в передових моделях прогнозування, здатних обробляти багатогранні дані та надавати їм сенс. Ці моделі мають бути достатньо надійними, щоб враховувати та аналізувати декілька змінних одночасно, розрізняти закономірності серед шуму та забезпечувати точні прогнози в умовах невизначеності.

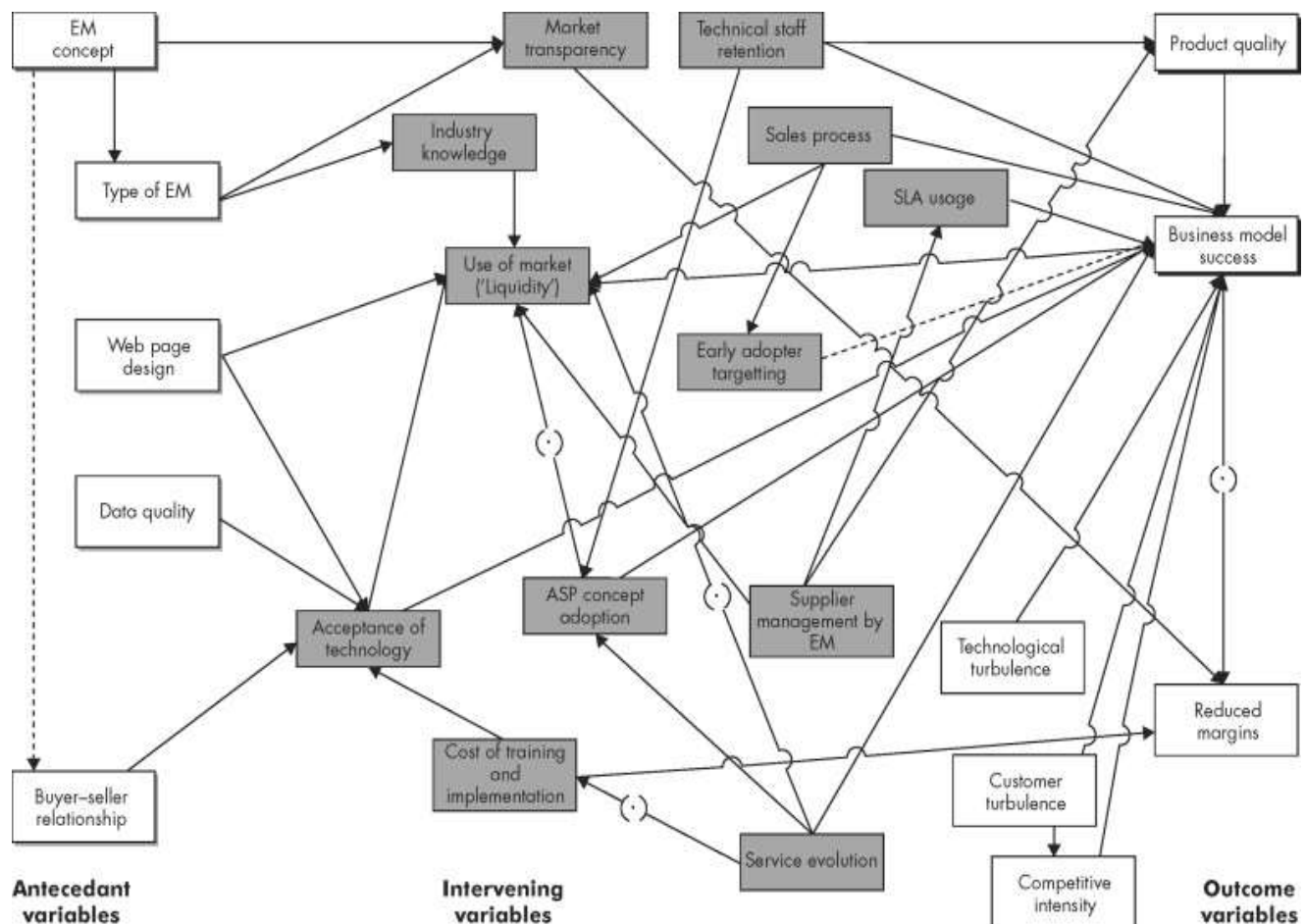


Рис. 1.6. Складна мережева діаграма, що показує різні фактори та змінні в сучасному виробничому процесі

Розкриваючи тонкощі сучасних виробничих процесів, цей розділ підкреслює проблеми, з якими стикаються під час прогнозування через багатоваріантність виробництва, технологічну інтеграцію, притаманну мінливість і мінливу динаміку ринку. Це підкреслює потребу в складних інструментах прогнозування, які здатні керувати цією складністю, гарантуючи, що виробничі системи залишатимуться ефективними, гнучкими та орієнтованими на якість.

Складність динаміки ланцюга поставок. Складність сучасного виробництва не обмежується виробничим цехом; воно поширюється на весь ланцюг поставок. Ланцюг постачання в сучасному виробництві може бути глобальною мережею постачальників, кожен зі своїми проблемами та змінними. Для ефективного керування цією мережею потрібне глибоке розуміння того, як збої в одній частині ланцюга можуть вплинути на весь виробничий процес. Цей взаємозв'язок потребує моделі прогнозування, яка може враховувати зовнішні змінні, такі як затримки логістики, проблеми з постачальниками або геополітичні фактори, які можуть вплинути на ланцюг поставок.

Вимоги до налаштування та персоналізації. Ще більше ускладнює зростаючий попит споживачів на індивідуальні та персоналізовані продукти. Ця тенденція кидає виклик традиційному універсальному підходу до виробництва та вимагає більш тонкого та гнучкого методу прогнозування. Виробничі процеси тепер мають адаптуватися до мінливих специфікацій і мати можливість працювати з більшою різноманітністю матеріалів і конструкцій без шкоди для ефективності чи якості.

Міркування щодо навколишнього середовища та сталого розвитку. Сучасне виробництво також стикається з проблемою екологічної стійкості. Від компаній все частіше очікують мінімізації свого впливу на навколишнє середовище, що часто передбачає використання екологічно чистих матеріалів, оптимізацію споживання енергії та зменшення відходів. Моделі прогнозування в цьому контексті повинні включати змінні навколишнього середовища та цілі сталого розвитку, забезпечуючи відповідність виробничих процесів цим ширшим екологічним міркуванням.

Технологічна еволюція та адаптація. Швидкі темпи технологічної еволюції є викликом і можливістю для сучасного виробництва. Нові технології можуть значно підвищити ефективність і якість, але також вимагають від компаній постійної адаптації своїх процесів і моделей прогнозування. Щоб йти в ногу з цими технологічними змінами, потрібен підхід до прогнозування, який є не лише надійним, але й адаптованим до нових джерел даних, методів аналітики та методологій виробництва.

Подолання розриву за допомогою Advanced Analytics. Для ефективного управління складністю сучасного виробництва все частіше використовуються передові аналітичні моделі та моделі машинного навчання. Ці моделі можуть обробляти великі набори даних, визначати закономірності та тенденції в складних системах і робити прогнози з високим ступенем точності. Вони є важливими інструментами для подолання розриву між багатогранною природою сучасного виробництва та потребою в точному, надійному прогнозуванні.

Ці продовження ще більше прояснюють багаторівневу складність, притаманну сучасним виробничим процесам. Від складної динаміки глобальних ланцюгів постачання до викликів, пов'язаних із вимогами персоналізації, екологічними міркуваннями та швидким технологічним розвитком, у цьому розділі підкреслюється необхідність розширених, гнучких моделей прогнозування, здатних орієнтуватися в цьому.

1.6. Адаптація до обмежень звичайних методів прогнозування

Складність обробки великих обсягів складних даних. Звичайні методи прогнозування, які десятиліттями служили основою планування виробництва, все більше не виправдовуються перед обличчям складності сучасного виробництва. Ці традиційні методи, часто лінійні та спрощені у своєму підході, борються з великими обсягами та великою розмірністю даних, характерних для сучасних виробничих середовищ. Вони, як правило, не призначені для обробки та осмислення величезних масивів даних, створених складними виробничими системами, від машинних датчиків у реальному часі до складних мереж постачання.

Статичний характер традиційних моделей. Іншим критичним обмеженням звичайних методів є їх статичність. Традиційні моделі прогнозування часто спираються на історичні дані в припущенні, що минулі закономірності зберігатимуться в майбутньому. Однак у сучасному виробництві, яке швидко розвивається, це припущення часто не виконується. Ринкові тенденції, уподобання споживачів і технологічний прогрес можуть швидко змінюватися, роблячи історичні дані менш передбачуваними щодо майбутніх умов. Цьому статичному підходу бракує гнучкості для адаптації до нової інформації чи раптових змін у виробничому середовищі.

Складність фіксації нелінійних зв'язків. Багато аспектів виробничих процесів включають нелінійні залежності, коли зміни в одній змінній не призводять до пропорційних змін в іншій. Традиційні методи прогнозування, які часто припускають лінійні зв'язки, погано підходять для врахування цих складнощів. Наприклад, залежність між температурою машини, швидкістю та якістю виходу може бути дуже нелінійною з певними пороговими значеннями, що призводять до раптових змін якості продукції.

Надмірне спрощення реальних сценаріїв. Традиційні методи прогнозування, як правило, спрощують сценарії реального світу. Вони можуть ігнорувати або

неадекватно моделювати критичні фактори, такі як людська помилка, знос машин і умови навколишнього середовища. Це надмірне спрощення може призвести до надто загальних прогнозів і недостатньо пристосованих до конкретних виробничих умов, тим самим зменшуючи їхню практичну корисність.

Потреба в більш складних, адаптивних підходах. У відповідь на ці обмеження відбувається дедалі більший зсув до більш складних моделей прогнозування. Ці моделі використовують передові статистичні методи, алгоритми машинного навчання та штучний інтелект для кращої роботи з обсягом, різноманітністю та швидкістю сучасних виробничих даних. Вони розроблені таким чином, щоб бути адаптивними, постійно вивчати нові дані та ринкові умови, що розвиваються, і здатні вловлювати нелінійний, динамічний характер виробничих процесів.

Інтеграція прогнозої аналітики та даних у реальному часі. Одним з перспективних напрямків є інтеграція прогнозої аналітики з моніторингом даних у реальному часі. Ця інтеграція забезпечує більш гнучке та оперативне прогнозування, де моделі постійно оновлюються останніми даними, що забезпечує більш точні та своєчасні прогнози. Цей підхід особливо корисний у середовищах, де виробничі умови можуть швидко змінюватися, вимагаючи швидкого коригування для підтримки оптимальної роботи.

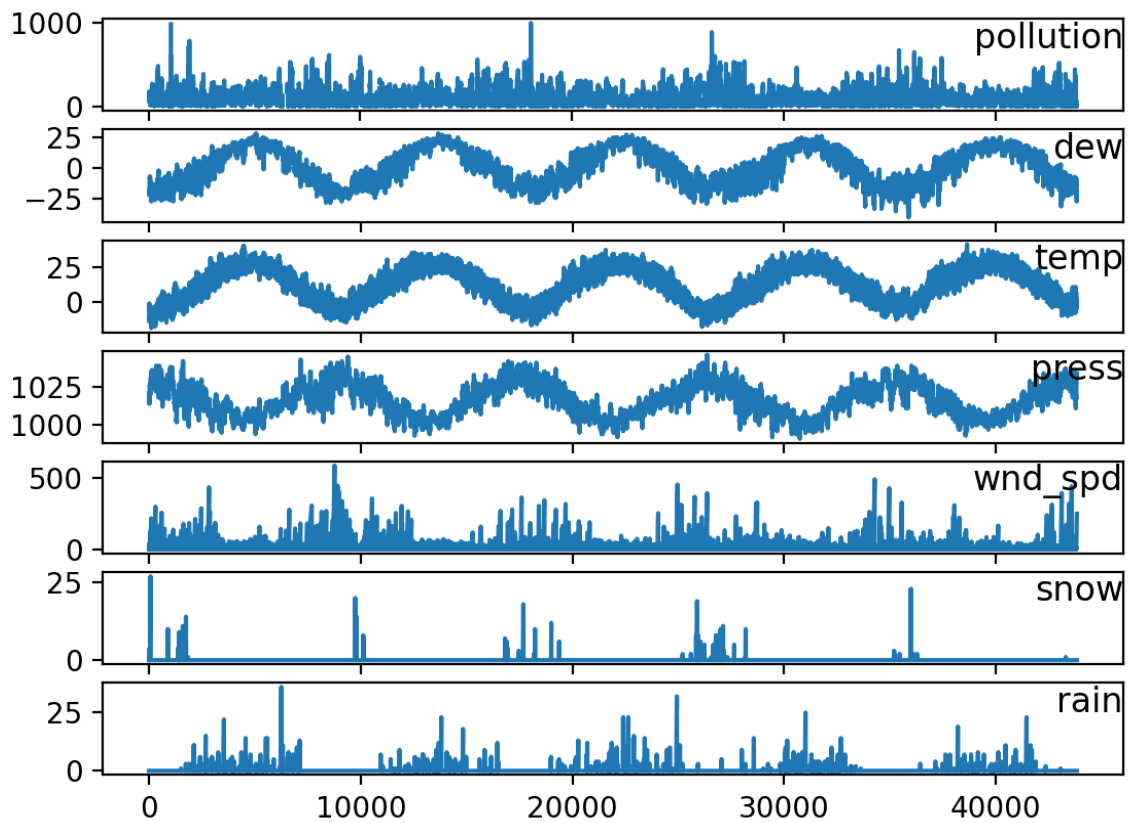


Рис. 1.7. Детальна інформація про методи прогнозування

Розширюючи обмеження звичайних методів прогнозування, цей розділ підкреслює критичну потребу в більш просунутих, гнучких і керованих даними підходах у сучасних виробничих середовищах. Ці нові методології необхідні для ефективного подолання складності та динамічного характеру сучасних виробничих процесів.

1.7. Потреба в рішеннях для прогнозування

Звернення до складності за допомогою вишуканості. Тонкощі сучасних виробничих процесів вимагають рішень для прогнозування, які відповідають їх складності. Традиційних моделей із їх лінійними й часто спрощеними припущеннями вже недостатньо для орієнтування в багатогранній природі сучасних виробничих середовищ. Натомість існує нагальна потреба в передових рішеннях для прогнозування, які можуть асимілювати й аналізувати складні набори даних, розпізнавати закономірності в, здавалося б, хаотичних системах і генерувати точні прогнози, які скеровуватимуть прийняття обґрунтованих рішень.

Використання великих даних і машинного навчання. Поява великих даних у виробництві кардинально змінила ситуацію, запропонувавши безпрецедентне розуміння кожного аспекту виробничого процесу. Потрібні передові рішення для прогнозування, щоб використовувати весь потенціал цих даних із використанням методів машинного навчання та науки про дані. Ці методи, такі як нейронні мережі, дерева рішень і ансамблеві методи, здатні обробляти нелінійні зв'язки та дані великої розмірності, забезпечуючи більш детальне розуміння динаміки виробництва.

Включення даних у реальному часі для динамічного прогнозування. Сучасні виробничі процеси генерують дані в режимі реального часу, і передові рішення для прогнозування розроблені, щоб використовувати їх. На відміну від звичайних методів, які покладаються на історичні дані, ці передові системи можуть інтегрувати дані в реальному часі, дозволяючи динамічне прогнозування, яке відображає поточні та мінливі умови виробництва. Ця можливість роботи в режимі реального часу є важливою для швидкого реагування та гнучкості виробничих операцій, дозволяючи негайно коригувати виробничі плани та стратегії у міру зміни умов.

Прогнозна аналітика для проактивного прийняття рішень. Перехід від реактивного до проактивного прийняття рішень в управлінні виробництвом є важливою перевагою передових рішень для прогнозування. Прогнозна аналітика дозволяє виробникам передбачати потенційні проблеми, передбачати ринкові тенденції та завчасно коригувати процеси для досягнення оптимальних результатів. Цей проактивний підхід зменшує ризики, пов'язані з реактивним прийняттям рішень,

такі як поспішне коригування, затримки виробництва та компроміси з якістю.

Налаштування та масштабованість. Іншою важливою особливістю передових рішень для прогнозування є їх здатність налаштовувати та масштабувати відповідно до конкретних потреб виробництва. Незалежно від того, чи це дрібномасштабна операція, яка потребує детального прогнозування для ряду індивідуальних продуктів, чи сценарій великомасштабного масового виробництва з різними проблемами, ці передові системи можна адаптувати відповідно до унікальних вимог кожного виробничого контексту.

Сприяння сталим виробничим практикам. Стійкість у виробництві стає все більш важливою, а передові рішення для прогнозування відіграють вирішальну роль у сприянні сталим практикам. Завдяки оптимізації використання ресурсів, зменшенню відходів і підвищенню енергоефективності ці рішення допомагають виробникам зменшити вплив на навколишнє середовище, зберігаючи прибутковість і конкурентоспроможність.

Роль взаємозв'язку та IoT. В епоху Інтернету речей (IoT) взаємозв'язок між різними компонентами виробничого процесу стає нормою. Удосконалені рішення для прогнозування ідеально підходять для використання цього взаємозв'язку, черпаючи інформацію з мережі датчиків і пристроїв Інтернету речей, щоб підвищити точність і релевантність своїх прогнозів.

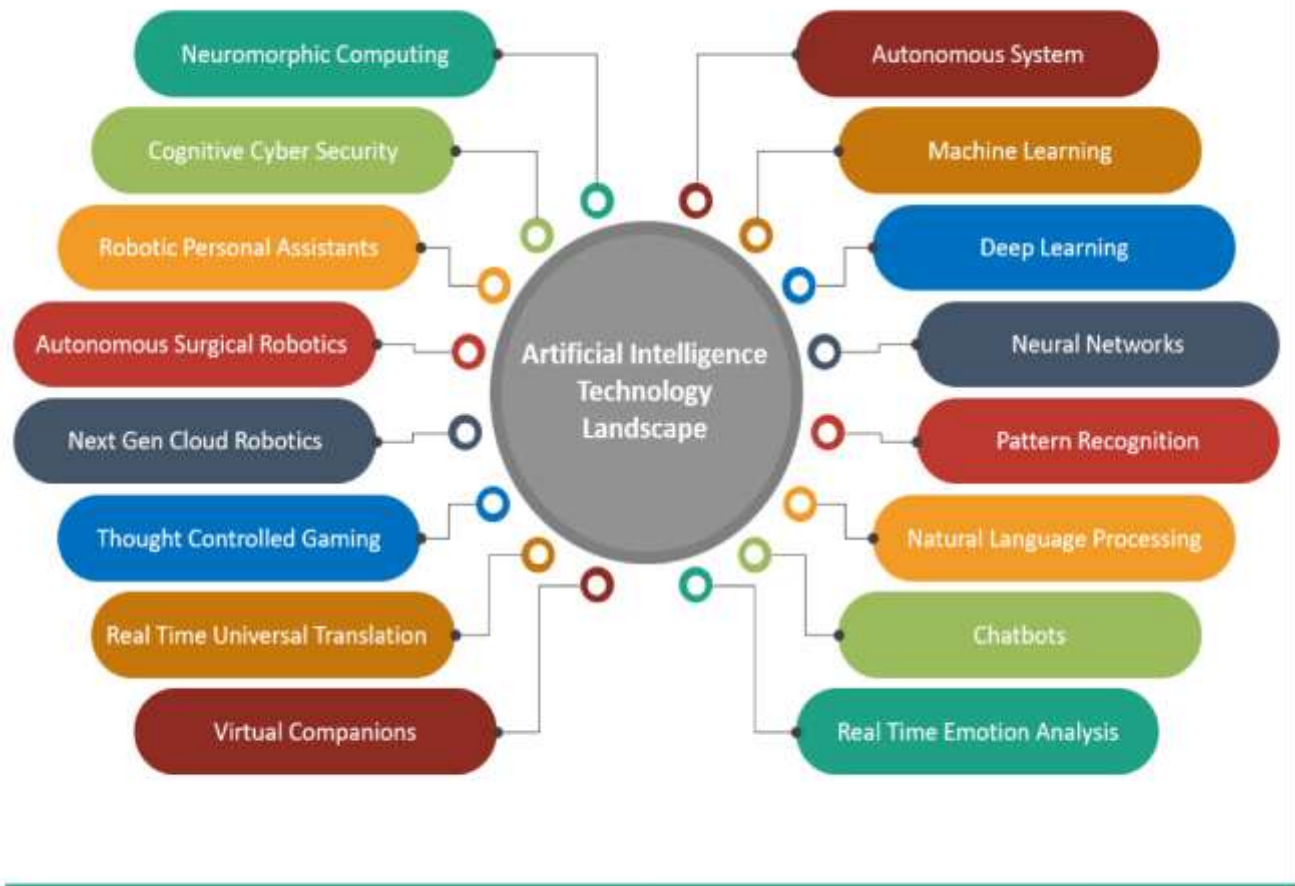


Рис. 1.7. Графічне зображення, що демонструють інтеграцію великих даних і машинного навчання.

Розширення потреби в передових рішеннях для прогнозування в сучасному виробництві підкреслює критичні зміни, необхідні для того, щоб йти в ногу зі зміною складності галузі. Завдяки використанню великих даних, машинного навчання, аналітики в реальному часі та Інтернету речей ці рішення пропонують витонченість, гнучкість і масштабованість, необхідні для прийняття проактивних, обґрунтованих і стійких виробничих рішень у цифрову еру.

Висновки до розділу 1

Цей розділ кваліфікаційної роботи охоплює широкий спектр методологій та практик, які використовуються в сучасній розробці програмного забезпечення. Аналіз життєвого циклу програмного забезпечення, включаючи класичні методології, такі як водоспадна модель та V-Model, а також більш гнучкі підходи, як Agile і DevOps, демонструє різноманітність доступних стратегій для розробки ПЗ.

Особливу увагу у роботі приділено концепціям безперервної інтеграції (CI) та безперервного розгортання (CD), які стають все більш актуальними у сучасному програмуванні. Впровадження CI/CD в процес розробки ПЗ дозволяє значно прискорити процес розробки, підвищити якість продукту та забезпечити більшу гнучкість у реагуванні на зміни вимог чи умов ринку.

Аналіз практик CI/CD у роботі виявляє їхні численні переваги, включаючи зменшення помилок, поліпшення комунікації в команді, швидкість доставки оновлень та підвищення загальної продуктивності розробки. Водночас, у роботі також розглянуті потенційні недоліки впровадження CI/CD, зокрема складності налаштування та потреба у високій кваліфікації персоналу для ефективного управління цими процесами.

Розділ завершується постановкою задачі кваліфікаційної роботи, яка має на меті глибше дослідити та аналізувати певні аспекти застосування методологій та практик CI/CD у реальних проектах розробки ПЗ, з метою виявлення оптимальних підходів та стратегій для їх застосування.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСТУПНИХ НА РИНКУ ІНСТРУМЕНТІВ

2.1. Визначення інструментів на ринку

Широкий спектр інструментів прогнозування. Ринок інструментів лінійного прогнозування у виробничих процесах відзначається широким набором варіантів, що відображає різноманітні потреби та складність сучасного виробництва. Ця різноманітність охоплює все від базового програмного забезпечення для статистичного аналізу до складних систем, що інтегрують машинне навчання та ШІ. Спектр цих інструментів задовольняє різні розміри бізнесу, типи галузей і конкретні вимоги до прогнозування, забезпечуючи наявність рішення майже для всіх мислимих потреб у прогнозуванні.

Маломасштабні та корпоративні рішення. На одному кінці спектра знаходяться інструменти, призначені для малого бізнесу або менш складних потреб у прогнозуванні. Ці рішення часто віддають перевагу зручності користувача та доступності, надаючи основні функції прогнозування, не перевантажуючи користувачів складністю. Вони ідеально підходять для підприємств, яким потрібні прості можливості прогнозування без необхідності глибокого аналізу складних даних.

На іншому кінці знаходяться комплексні рішення корпоративного рівня. Це надійні системи, розроблені для великомасштабних операцій, здатні обробляти величезні набори даних і надавати широкий спектр моделей прогнозування. Вони часто включають такі розширені функції, як аналіз даних у реальному часі, інтеграція з іншими бізнес-системами (як-от ERP або CRM) і настроювані алгоритми, адаптовані до потреб конкретної галузі.

Спеціалізоване програмне забезпечення для прогнозування. Між цими двома крайнощами лежить категорія спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозування. Ці інструменти адаптовані до конкретних аспектів прогнозування виробництва, таких як прогнозування попиту, управління запасами або контроль якості. Вони пропонують баланс між складністю та зручністю використання, часто надаючи більш спеціалізовані функції, ніж базові інструменти, але не мають широти корпоративних рішень.

Розвивається з технологічним прогресом. Інструменти прогнозування постійно розвиваються завдяки технологічному прогресу та мінливим вимогам ринку. З'являються все новіші рішення, які використовують хмарні обчислення, інтеграцію даних IoT і розширену аналітику, пропонуючи розширені можливості та гнучкість. Ці сучасні інструменти розроблені як більш адаптивні, здатні оновлювати свої прогнози в режимі реального часу на основі поточних даних і інтегрувати статистичні дані з різних джерел, включаючи дані датчиків, ринкові тенденції та інформацію про ланцюг поставок.



Рис. 2.1. Графічне представлення, що класифікує різні інструменти прогнозування, доступні на ринку

Розширюючи різноманітність інструментів на ринку, цей розділ підкреслює широкий спектр доступних рішень для прогнозування, кожне з яких розроблено для задоволення різних вимог і складності сучасних виробничих процесів. Він підкреслює, як ці інструменти еволюціонували та адаптувалися до мінливих потреб галузей промисловості, зумовлених технологічним прогресом і мінливою динамікою ринку.

Інтеграція з новими технологіями. Важливою тенденцією на ринку інструментів прогнозування є інтеграція з новими технологіями, такими як штучний інтелект (AI) та Інтернет речей (IoT). Інструменти на основі штучного інтелекту здатні з часом навчатися на даних, підвищуючи точність прогнозування. Інтеграція IoT дозволяє цим інструментам отримувати дані в режимі реального часу безпосередньо з виробничого обладнання та мереж ланцюга поставок, роблячи прогнози більш чутливими до поточних умов експлуатації. Ця інтеграція являє собою крок вперед у порівнянні з традиційними методами прогнозування, забезпечуючи рівень динамізму та точності, який раніше був недосяжним.

Налаштування та масштабованість. Іншим ключовим аспектом поточного ринку є акцент на налаштування та масштабованість. Сучасний бізнес потребує інструментів прогнозування, які можна пристосувати до їхніх конкретних операційних потреб і масштабувати відповідно до їхнього зростання. Розробки відповідають рішеннями, які пропонують модульні конструкції, що дозволяє компаніям вибирати та інтегрувати функції, які відповідають їхнім унікальним процесам і цілям. Ця настройка поширюється не лише на функціональні можливості, але й на моделі даних та користувацькі інтерфейси, забезпечуючи ідеальне вписування в різні бізнес-середовища.

Індустріальні рішення. Ринок також демонструє тенденцію до галузевих інструментів прогнозування. Ці рішення розроблено з урахуванням унікальних завдань і вимог окремих галузей, таких як виробництво, роздрібна торгівля, охорона здоров'я чи логістика. Вони включають в себе галузеві моделі та точки даних, забезпечуючи більш цілеспрямований і відповідний досвід прогнозування. Наприклад, інструмент прогнозування для виробничого сектору може зосереджуватися на динаміці ланцюжка поставок і ефективності виробничої лінії, тоді як інструмент для роздрібної торгівлі може акцентувати увагу на споживчому попиті та обороті запасів.

Хмарні та локальні параметри. Що стосується розгортання, ринок пропонує як хмарні, так і локальні рішення. Хмарні інструменти прогнозування набувають популярності завдяки своїй гнучкості, меншим початковим витратам і простоті доступу. Вони дозволяють компаніям використовувати потужні можливості прогнозування без потреби у розгалуженій власній ІТ-інфраструктурі. З іншого боку, локальні рішення продовжують бути актуальними для організацій, які потребують більшого контролю над своїми даними або мають певні нормативні вимоги.

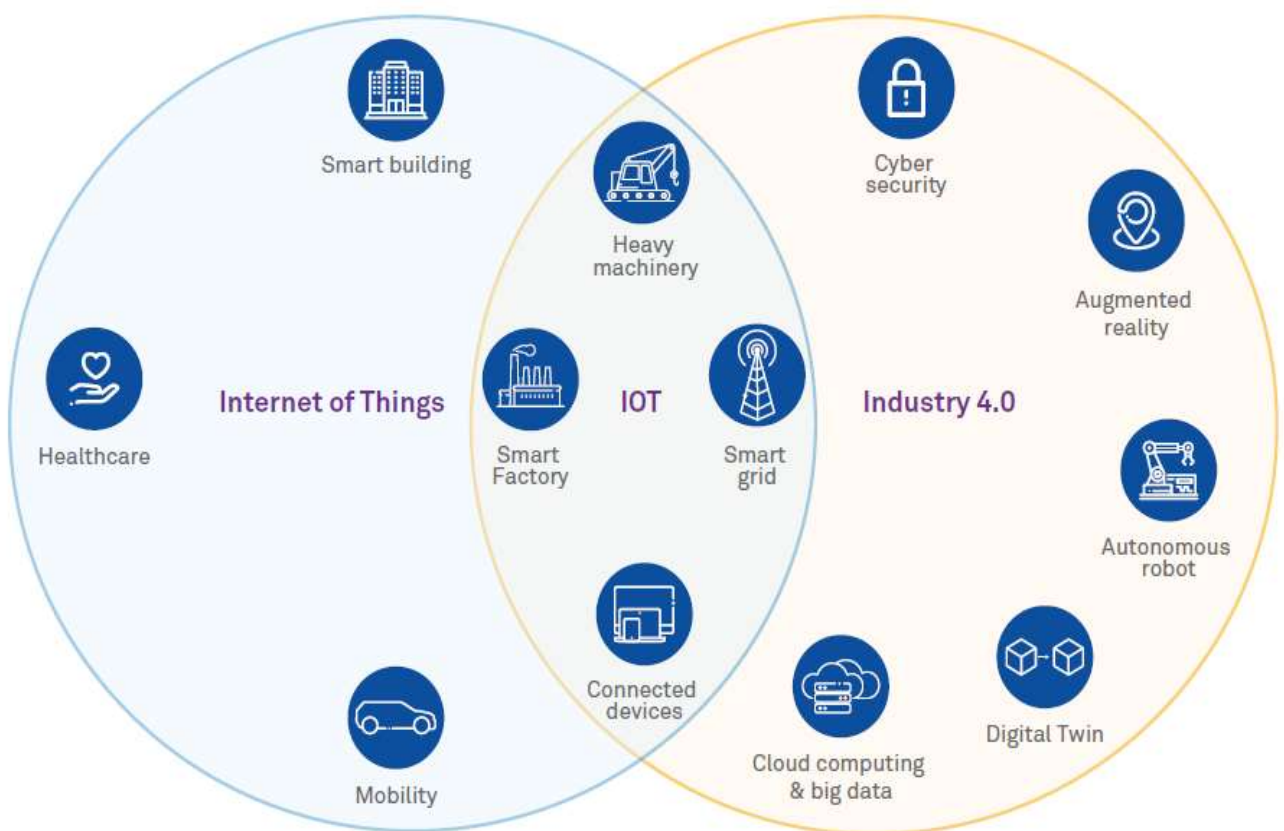


Рис. 2.2. Графічне ілюстрування інтеграції інструментів прогнозування з технологіями AI та IoT

Розширення різноманітності інструментів прогнозування на ринку підкреслює широту можливостей, доступних для сучасного бізнесу, підкреслюючи, як ці інструменти стали більш технологічно просунутими, налаштованими та галузевими. Обговорення вказує на ринок, який не тільки реагує на постійні потреби різноманітних галузей промисловості, але також є лідером у впровадженні передових технологій для підвищення точності та ефективності прогнозування.

2.2. Провідні програмні рішення

Огляд лідерів ринку. Ринок програмного забезпечення для прогнозування характеризується кількома ключовими гравцями, кожен з яких пропонує унікальні рішення, які задовольняють різні аспекти лінійного прогнозування у виробництві. Ці провідні програмні рішення значно відрізняються за своїм підходом, можливостями та цільовою аудиторією.

SAS і SPSS: традиційні статистичні гіганти. SAS і SPSS давно вважалися гігантами на арені статистичного програмного забезпечення. Їх надійність полягає в їхніх всебічних статистичних можливостях, пропонуючи широкий спектр інструментів для аналізу даних, включаючи розширені функції прогнозування. Ці платформи відомі своєю надійністю, широким набором функцій і сильною підтримкою традиційних статистичних методів. Однак вони можуть вважатися менш інтуїтивно зрозумілими для користувачів без статистичної підготовки та можуть бути більш придатними для підприємств із спеціалізованими групами аналізу даних.

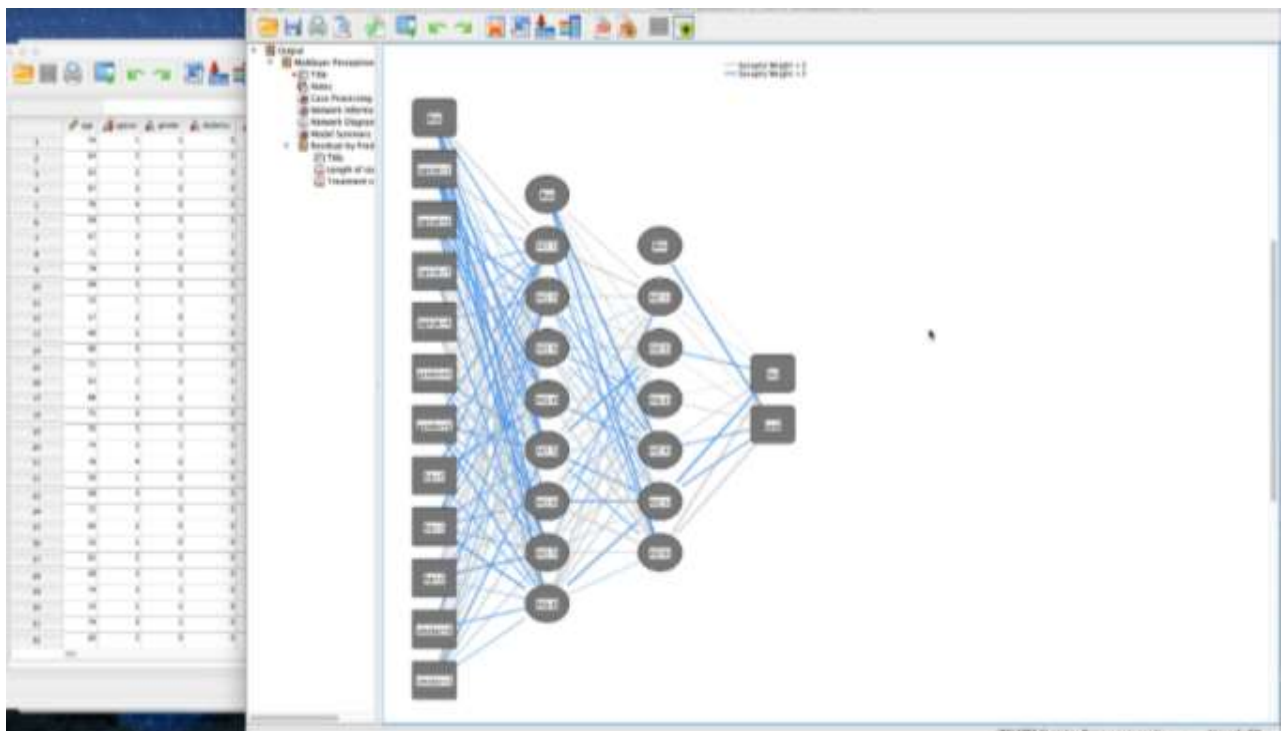


Рис. 2.3. Графічне ілюстрування SPSS

Рішення Forecast Pro та Demand Solutions: спеціалізоване прогнозування. Forecast Pro та Demand Solutions представляють категорію інструментів, спеціально орієнтованих на прогнозування. Ці інструменти розроблені, щоб бути більш доступними для тих, хто не займається статистикою, забезпечуючи зручні інтерфейси та простіші процеси налаштування. Вони пропонують різні функції, адаптовані до потреб прогнозування, наприклад аналіз трендів, визначення сезонності та функції спільного планування. Ці рішення добре підходять для підприємств, яким потрібні спеціалізовані інструменти прогнозування без складного статистичного програмного забезпечення.

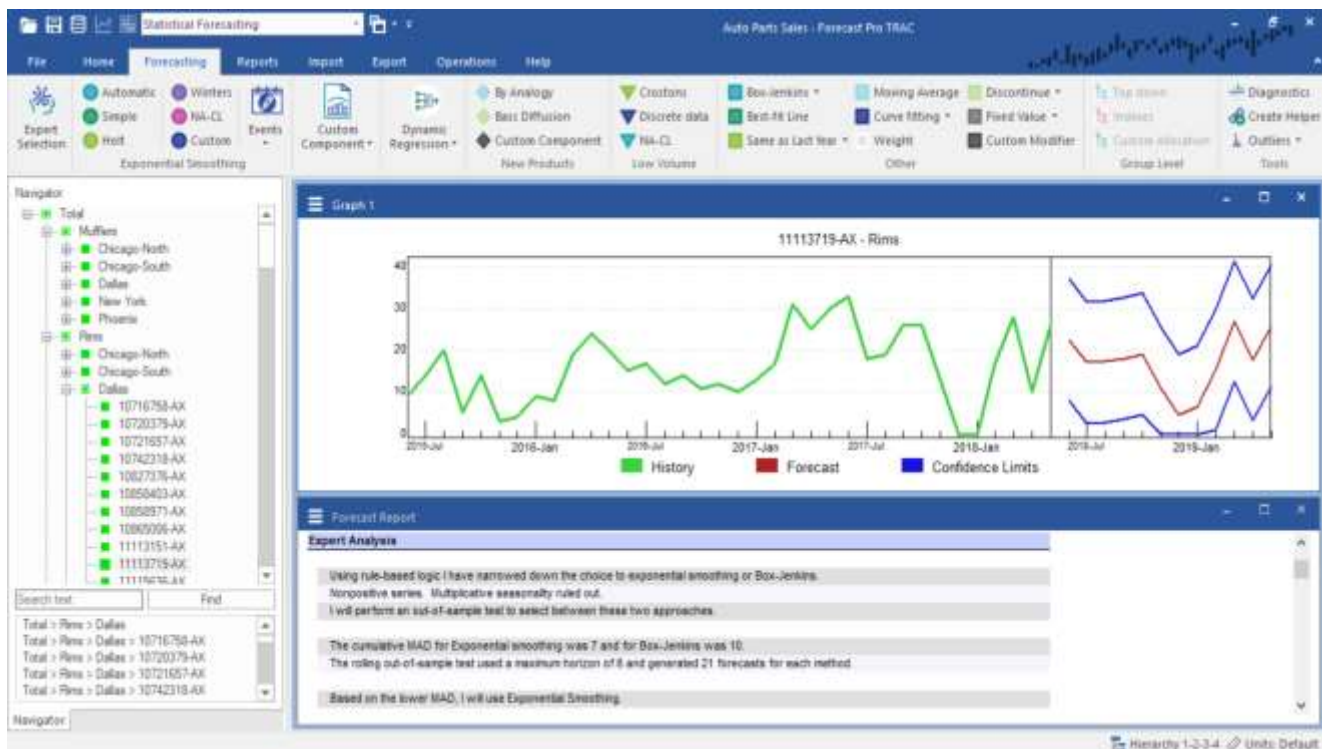


Рис. 2.4. Графічне ілюстрування ForecastPro

SAP і Oracle: системи ERP з інтегрованим прогнозуванням. У сфері систем планування ресурсів підприємства (ERP) SAP і Oracle виділяються своїми інтегрованими модулями прогнозування. Ці модулі є частиною більших пакетів ERP, пропонуючи повну інтеграцію з іншими бізнес-процесами, такими як управління запасами, закупівлі та продажі. Перевага цих систем полягає в їх цілісному підході, де прогнозування тісно пов'язане із загальною бізнес-операцією.

Однак складність і вартість цих систем можуть стати причиною для менших підприємств.

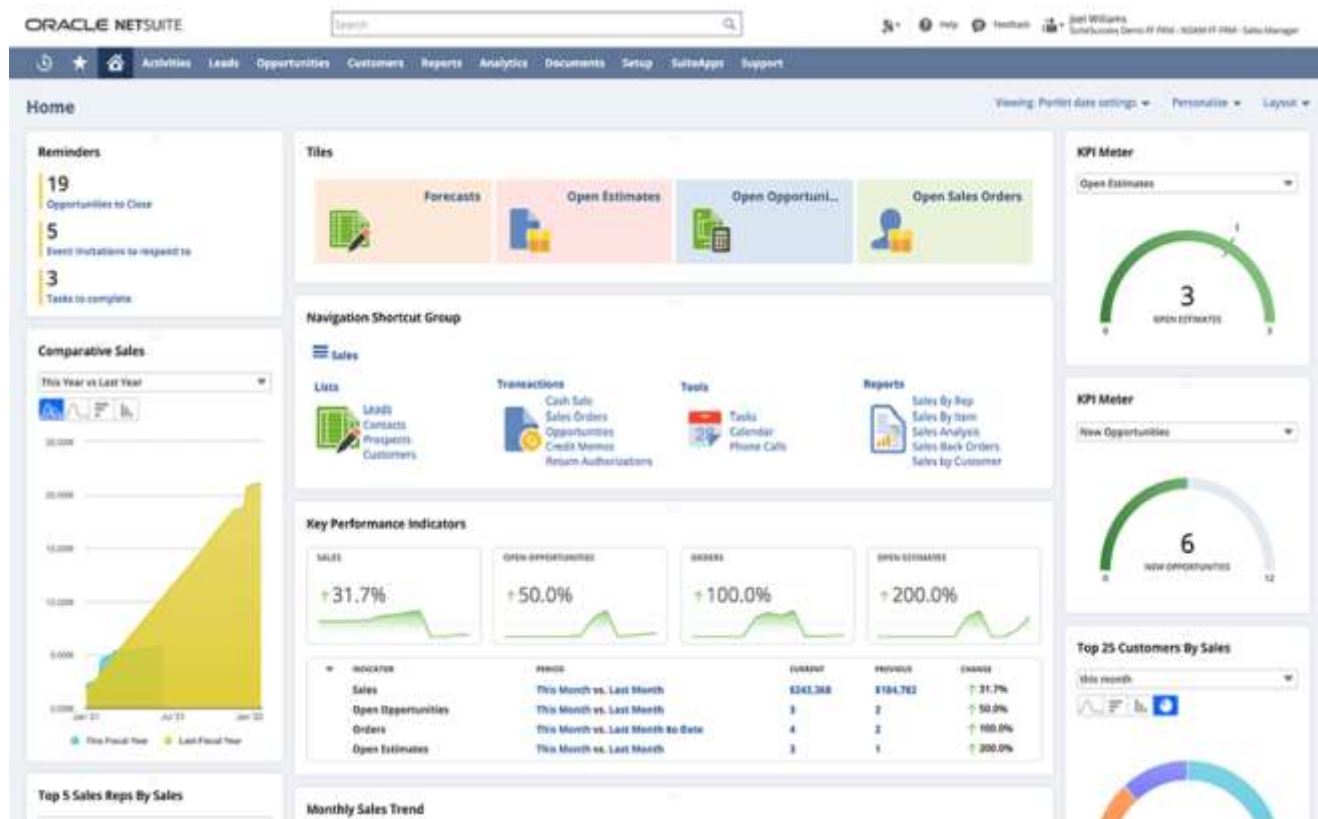


Рис. 2.5. Графічне ілюстрування Oracle

Еволюція за допомогою ШІ та машинного навчання. Помітною тенденцією на ринку є поява рішень, які інтегрують ШІ та машинне навчання для більш просунутого прогнозування. Ці рішення переосмислюють роботу, пропонуючи моделі самонавчання, які адаптуються з часом і можуть обробляти складніші нелінійні сценарії прогнозування. Вони являють собою передову технологію прогнозування, привабливу для компаній, які прагнуть використовувати останні досягнення ШІ для прогнозної аналітики.

Підводячи підсумок, розділ про провідні програмні рішення для прогнозування містить огляд різноманітних варіантів, доступних на ринку, починаючи від традиційних статистичних платформ до спеціалізованих інструментів прогнозування та інтегрованих систем ERP, аж до найновіших рішень на основі ШІ. Ця різноманітність гарантує, що підприємства будь-якого розміру та вимог зможуть знайти інструмент, який відповідає їхнім конкретним потребам і цілям прогнозування.

2.3. Порівняльний аналіз ключових характеристик

Основні функції в різних інструментах. Детальний порівняльний аналіз ключових характеристик інструментів прогнозування виявляє значні варіації, які задовольняють різноманітні потреби бізнесу. Основні функції, такі як аналіз часових рядів, виявлення трендів і сезонні коригування, є загальними для багатьох інструментів. Однак глибина та витонченість реалізації цих функцій можуть значно відрізнятися. У той час як деякі інструменти пропонують базовий аналіз трендів, інші надають складніші функції, як-от багатовимірний аналіз часових рядів або прогнозування трендів на основі машинного навчання.

Можливості обробки та обробки даних. Можливості обробки даних є критично важливими відмінностями серед інструментів прогнозування. Деякі інструменти призначені для ефективної обробки великих наборів даних, що робить їх придатними для підприємств із великими ресурсами даних. Ці інструменти часто включають функції очищення, нормалізації та трансформації даних, які необхідні для підготовки даних для точного прогнозування. З іншого боку, інструменти, розроблені для невеликих підприємств, можуть надавати пріоритет легкості введення даних і простоті, пропонуючи базову обробку даних з акцентом на зручність для користувача.

Налаштування та гнучкість. Ступінь настроювання та гнучкості суттєво різняться серед інструментів прогнозування. Розширені системи зазвичай пропонують високий ступінь налаштування моделі, що дозволяє користувачам налаштовувати моделі прогнозування відповідно до конкретного бізнес-контексту. Ця настройка може включати коригування параметрів моделі, вибір конкретних змінних для включення в аналіз і навіть створення власних моделей з нуля. Навпаки, більш базові інструменти можуть пропонувати набір попередньо визначених моделей з обмеженими можливостями налаштування.

Інтеграція з іншими бізнес-системами. Іншим важливим аспектом є можливість інтеграції. Деякі інструменти прогнозування пропонують надійні функції інтеграції, що дозволяють їм легко підключатися до інших бізнес-систем, таких як ERP, CRM і програмне забезпечення для керування ланцюгами поставок. Ця інтеграція життєво важлива для підприємств, які покладаються на єдине уявлення про свою діяльність. Інші інструменти можуть працювати більш незалежно, зосереджуючись виключно на прогнозуванні без широких можливостей інтеграції.

Інтерфейс користувача та доступність. Інтерфейс користувача та доступність цих інструментів відіграють важливу роль у їх прийнятті та ефективності. Інструменти з інтуїтивно зрозумілим, зручним інтерфейсом більш доступні для широкого кола користувачів, у тому числі тих, хто не має глибоких статистичних знань. Навпаки, для ефективної роботи інструментів із складнішими інтерфейсами, які пропонують детальні аналітичні можливості, можуть знадобитися спеціальні знання.

Функції звітності та візуалізації. Функції звітності та візуалізації також є ключовими відмінностями. Удосконалені інструменти часто надають широкі можливості звітування з рядом опцій візуалізації, наприклад інтерактивні інформаційні панелі, графіки та теплові карти. Ці функції допомагають у представленні прогнозних даних у зручному для сприйняття форматі, сприяючи прийняттю рішень. Простіші інструменти можуть пропонувати основні функції звітності та візуалізації, зосереджуючись на чіткості та легкості розуміння.

Цей порівняльний аналіз ключових функцій інструментів прогнозування ілюструє різноманітність доступних на ринку варіантів, кожен зі своїми сильними сторонами та областями фокусування. Від можливостей обробки даних до дизайну інтерфейсу користувача та функцій інтеграції, ці інструменти пропонують різні функціональні можливості, призначені для задоволення конкретних потреб різних підприємств і галузей.

Розширена аналітика та прогнозне моделювання. Ступінь розширеної аналітики та можливостей прогнозного моделювання є критичною сферою, де інструменти прогнозування відрізняються. Інструменти високого класу часто включають складні алгоритми, включно зі штучним інтелектом і технікою машинного навчання, які можуть розкривати глибокі знання та точніші прогнози, особливо в складних сценаріях. Вони можуть включати прогнозні моделі, які адаптуються з часом, вивчаючи нові дані для підвищення точності. Навпаки, основні інструменти можуть покладатися на простіші статистичні методи, придатні для більш простих завдань прогнозування, але потенційно менш ефективні в складних або швидко мінливих середовищах.

Масштабованість і продуктивність. Масштабованість є ще однією важливою характеристикою для порівняння. Деякі інструменти розроблено для легкого масштабування відповідно до зростаючих потреб в бізнесу даних, зберігаючи продуктивність і точність у міру збільшення обсягу даних. Ця функція особливо важлива для великих підприємств або компаній, які швидко розвиваються. Інструменти меншого масштабу, хоча потенційно менш масштабовані, можуть запропонувати перевагу меншого споживання ресурсів і більш простих вимог до інфраструктури.

Співпраця та управління робочим процесом. Функції співпраці та можливості керування робочим процесом також відрізняються залежно від інструментів прогнозування. Рішення корпоративного рівня часто включають надійні функції співпраці, що дозволяє кільком користувачам одночасно працювати над проектами прогнозування, обмінюватися думками та приймати колективні рішення. Функції керування робочим процесом можуть включати журнали аудиту, контроль версій і процеси затвердження, які є важливими для великих команд. Менші або більш спеціалізовані інструменти можуть пропонувати більш обмежені функції співпраці, зосереджуючись натомість на ефективності окремих користувачів.

Прогнозування та реагування в режимі реального часу. Здатність виконувати прогнози в реальному часі стає все більш важливою. Інструменти, які можуть обробляти дані в режимі реального часу та відповідним чином оновлювати прогнози, пропонують підприємствам перевагу в тому, що вони швидко реагують на зміни ринку. Ця функція вимагає складних можливостей обробки даних і часто зустрічається в більш просунутих інструментах. Простіші рішення для прогнозування можуть не підтримувати обробку даних у реальному часі, натомість покладаючись на періодичні оновлення прогнозів.

Послуги підтримки та навчання. Рівень наданих послуг підтримки та навчання може бути вирішальним фактором для багатьох компаній. Комплексні навчальні матеріали, підтримка клієнтів і консультаційні послуги часто доступні з більш складними інструментами, що допомагає підприємствам максимізувати вартість своїх інвестицій. Для менших або більш інтуїтивно зрозумілих інструментів підтримка та навчання можуть бути більш обмеженими, але їх часто достатньо, враховуючи простоту програмного забезпечення.

Вартість та інвестиції. Нарешті, вартість цих інструментів і необхідні інвестиції можуть значно відрізнятись. Високоякісні рішення для прогнозування можуть становити значні інвестиції, враховуючи ліцензійні збори, витрати на впровадження та поточне обслуговування. Однак повернення інвестицій у ці інструменти може бути значним, особливо для великих організацій. Це більш доступні варіанти для невеликих підприємств або тих, хто має менш складні потреби в прогнозуванні, забезпечуючи економічно ефективне рішення без значних початкових інвестицій.

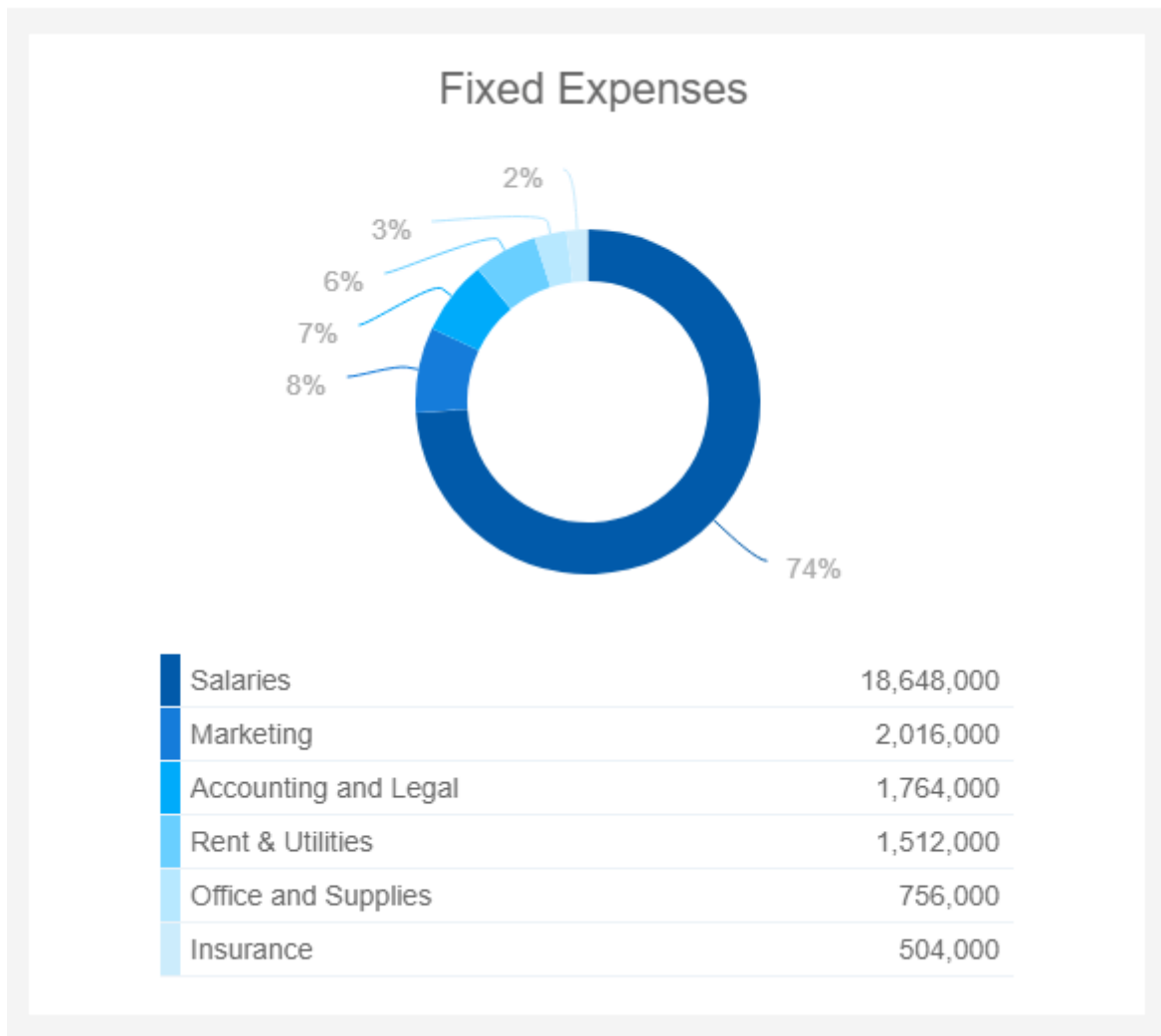


Рис. 2.6. Діаграма, яка ілюструє показники масштабованості та продуктивності різних значень

Завдяки цьому постійному порівняльному аналізу ще більше висвітлюється різноманітний спектр інструментів прогнозування, показуючи, як вони задовольняють різні аспекти потреб бізнесу, від розширених аналітичних можливостей до масштабованості, співпраці, оперативності реагування в режимі реального часу та розгляду витрат. Це комплексне уявлення допомагає підприємствам вибрати правильний інструмент, який не тільки відповідає їхнім поточним потребам, але й узгоджується з їхніми довгостроковими стратегічними цілями.

2.4. Сильні та слабкі сторони інструментів прогнозування

Аналіз Комплексне статистичне програмне забезпечення: SAS і SPSS.

Сильні сторони: SAS і SPSS відомі своїми потужними статистичними можливостями, пропонуючи широкий спектр аналітичних інструментів. Їх сильні сторони полягають у ретельному аналізі даних, великій кількості варіантів моделей і точності прогнозів. Вони також забезпечені потужною підтримкою та повною документацією, що робить їх надійним вибором для складних потреб у прогнозуванні.

Слабкі сторони: через їхню складність ці платформи можуть бути менш доступними для тих, хто не має статистичної підготовки. Вони також мають тенденцію бути ресурсомісткими та можуть супроводжуватися вищими витратами як з точки зору ліцензування програмного забезпечення, так і потреби в навченому персоналі для ефективної роботи з ними.

Спеціалізовані інструменти прогнозування: Forecast Pro та Demand Solutions

Сильні сторони: ці інструменти розроблено з акцентом на зручності використання, що робить їх доступними для користувачів, які можуть не мати глибокої статистичної підготовки. Вони пропонують баланс основних функцій прогнозування з більш зручним інтерфейсом, що робить їх придатними для підприємств, яким потрібні прості та ефективні рішення для прогнозування.

Слабкі сторони: незважаючи на те, що ці інструменти зручні для користувача, їм може бракувати глибини та широти опцій моделювання, доступних у більш повному статистичному програмному забезпеченні. Вони можуть бути менш придатними для дуже складних або нетрадиційних сценаріїв прогнозування, де потрібне більш складне моделювання.

Інтегровані системи ERP: SAP і Oracle

Сильні сторони. Головна перевага SAP і Oracle полягає в їхніх можливостях інтеграції. Будучи частиною ширших систем ERP, їхні модулі прогнозування можуть бездоганно взаємодіяти з іншими бізнес-процесами, пропонуючи цілісний

підхід до бізнес-планування та прогнозування. Вони ідеальні для великих організацій, які шукають всеохоплююче рішення.

Слабкі сторони: складність і вартість цих систем можуть бути непомірними для малих підприємств. Вони часто вимагають значного часу та ресурсів для налаштування, а їхній широкий набір функцій може бути приголомшливим для користувачів, яким потрібні лише функції прогнозування.

Рішення для прогнозування на основі ШІ

Сильні сторони. Найновіші інструменти на основі штучного інтелекту привносять передові технології в прогнозування, пропонуючи розширені функції, як-от моделі машинного навчання, які з часом покращуються. Вони відмінно справляються з великими наборами даних і складними нелінійними зв'язками, що робить їх придатними для динамічних середовищ, що швидко змінюються.

Слабкі сторони: просунутий характер цих інструментів іноді може призвести до крутішої кривої навчання. Вони можуть вимагати більш спеціалізованих знань для налаштування та обслуговування, а їх вартість може бути вищою порівняно з більш простими рішеннями.

Альтернативи з відкритим вихідним кодом: бібліотеки R і Python

Сильні сторони: інструменти з відкритим кодом, такі як бібліотеки R і Python, пропонують високий рівень налаштування та гнучкості. Вони особливо привабливі для організацій з технічними знаннями, оскільки вони дозволяють розробляти моделі прогнозування з урахуванням потреб та інтегрувати з іншими системами даних.

Слабкі сторони: для ефективного використання цих інструментів зазвичай потрібен вищий рівень технічних навичок. Їм може бракувати відшліфованого інтерфейсу користувача та комплексної підтримки клієнтів, які пропонують комерційні інструменти, що робить їх менш придатними для користувачів, які віддають перевагу готовому до використання готовому рішенню.

Цей розширений аналіз сильних і слабких сторін різних інструментів прогнозування дає детальне розуміння того, як різні рішення можуть задовольнити різноманітні потреби бізнесу. Від комплексних статистичних платформ до інструментів на основі штучного інтелекту та альтернатив з відкритим вихідним кодом, кожна категорія пропонує свої унікальні переваги та обмеження, допомагаючи компаніям робити обґрунтований вибір на основі їхніх конкретних вимог до прогнозування, технічних можливостей і доступності ресурсів.

2.5. Поширені недоліки в існуючих інструментах прогнозування

Обмежена адаптованість до швидких змін ринку. Багато існуючих інструментів прогнозування виявляють обмежену адаптивність до умов ринку, що швидко змінюються. Незважаючи на те, що вони ефективні в стабільному середовищі, їх точність прогнозування може зменшитися в умовах раптових змін на ринку або несподіваних подій. Це обмеження часто виникає внаслідок довіри до історичних даних без належного врахування поточної динаміки ринку чи нових тенденцій.

Недостатня інтеграція з різними джерелами даних. Загальним недоліком багатьох інструментів є їх недостатні можливості інтеграції з різними джерелами даних, особливо з новими типами даних, створених пристроями Інтернету речей, або неструктурованими даними, такими як тенденції соціальних мереж. Така відсутність інтеграції може призвести до неповного аналізу даних, оскільки інструменти можуть не враховувати всі важливі фактори, що впливають на виробничий процес.

Надмірна залежність від кількісних даних. Кілька інструментів прогнозування значною мірою покладаються на кількісні дані, часто не звертаючи уваги на якісні фактори, які можуть суттєво вплинути на прогнози. Така надмірна довіра може призвести до викривлення прогнозів, особливо в сценаріях, де якісні аспекти, такі як настрої споживачів або сприйняття бренду, відіграють вирішальну роль.

Проблеми масштабованості. Масштабованість є проблемою для деяких інструментів прогнозування, особливо для меншого або спеціалізованого програмного забезпечення. У міру зростання бізнесу та збільшення обсягів даних

цим інструментам може бути важко підтримувати продуктивність і точність, що вимагає переходу на більш надійні рішення, що може бути руйнівним і дорогим.

Користувацький досвід і крива навчання. Взаємодія з користувачем часто є другорядною у розробці багатьох інструментів прогнозування, що призводить до того, що інтерфейси не є інтуїтивно зрозумілими чи зручними. Ця проблема пов'язана з крутою кривою навчання, особливо для більш просунутих інструментів, що може перешкоджати широкому впровадженню в організації та обмежувати корисність інструменту спеціалізованими командами.

Відсутність параметрів налаштування. Параметри налаштування обмежені в кількох інструментах прогнозування, що може перешкоджати їх ефективності в конкретних бізнес-контекстах. Інструменти, які пропонують універсальну модель, можуть не відповідати унікальним процесам і потребам різних галузей або компаній, що призводить до менш точних прогнозів.

Проблеми з обробкою даних у реальному часі. Обробка даних у реальному часі для негайного коригування прогнозу — це можливість, якої бракує багатьом інструментам. Це обмеження не дозволяє підприємствам швидко реагувати на операційні зміни або розвиток ринку, що потенційно може призвести до втрачених можливостей або неоптимальних рішень.

Розкриваючи загальні недоліки в існуючих інструментах прогнозування, цей розділ висвітлює області, де поточні рішення часто не відповідають вимогам, підкреслюючи потребу в більш адаптивних, інтегрованих, зручних і масштабованих інструментах. Ці висновки підкреслюють прогалини на ринку, які можуть бути заповнені новими або вдосконаленими рішеннями для прогнозування, задовольняючи мінливі потреби сучасного бізнесу в динамічному ринковому ландшафті.

Висновки до розділу 2

Огляд інструментів прогнозування. Розділ 2 містить комплексний аналіз поточних інструментів прогнозування, доступних на ринку, зосереджуючись на їхніх різноманітних функціях, можливостях і цільовій аудиторії. У цьому розділі розглядається різноманітний набір інструментів, від традиційного статистичного програмного забезпечення до спеціалізованих програм прогнозування, інтегрованих систем ERP і передових рішень на основі ШІ.

Різнманітність і спеціалізація інструментів. Аналіз показує значну різноманітність ринку інструментів прогнозування. Ця різноманітність задовольняє широкий спектр потреб бізнесу, починаючи від невеликих операцій, що вимагають базових можливостей прогнозування, до великих підприємств, яким потрібні комплексні інтегровані рішення. З'явилися спеціалізовані інструменти, які зосереджуються на конкретних аспектах прогнозування, таких як прогнозування попиту або управління запасами, пропонуючи адаптовані функції для конкретних вимог бізнесу.

Порівняльний аналіз ознак. Ключовою частиною цього розділу є порівняльний аналіз ключових функцій цих інструментів. Порівняння підкреслює відмінності в можливостях обробки даних, параметрах налаштування моделі, дизайні інтерфейсу користувача, інтеграції з іншими бізнес-системами, а також службах підтримки та навчання. Це порівняння дає цінну інформацію про сильні та слабкі сторони кожної категорії інструментів, допомагаючи компаніям вибрати правильний інструмент для своїх конкретних потреб.

Виявлення прогалин на ринку. У цьому розділі також визначено загальні прогалини та недоліки в існуючих інструментах. Серед них обмежена здатність адаптуватися до ринкових умов, що швидко змінюються, недостатня інтеграція з різноманітними джерелами даних, проблеми з обробкою даних у реальному часі, проблеми з масштабованістю та відсутність зручних інтерфейсів. Аналіз вказує на потребу в більш досконаліх рішеннях, які можуть усунути ці обмеження, зокрема з точки зору гнучкості, інтеграції даних і простоти використання.

Потреба в передових інтегрованих рішеннях. Підсумок підкреслює зростаючу потребу в інструментах прогнозування, які можна легко інтегрувати з різними джерелами даних, у тому числі з новими технологіями, такими як IoT, і забезпечувати аналітику в реальному часі. Це підкреслює зрушення ринку в бік інструментів, які пропонують не тільки точність прогнозування, але й доступність для користувачів, масштабованість і здатність адаптуватися до швидко мінливого бізнес-середовища.

Висновок. На завершення розділ 2 представляє ретельний аналіз існуючих інструментів прогнозування, пропонуючи чітку картину поточного ринкового сценарію. Він визначає конкретні сфери, де поточні інструменти перевершують і де вони не вистачають, окреслюючи можливості для інновацій та вдосконалення технології прогнозування. Цей аналіз має вирішальне значення для підприємств, які хочуть інвестувати в інструменти прогнозування, а також для розробників, які прагнуть створювати вдосконалені рішення, які краще відповідають мінливим потребам сучасного виробництва та виробничих процесів.

РОЗДІЛ 3. ДЕМОНСТРАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПЗ

Розроблене програмне забезпечення призначене для забезпечення лінійного прогнозування показників якості у виробничих процесах. Його основні функції включають імпорт даних, попередню обробку, навчання моделі, прогнозування та візуалізацію. Інструмент створено для простоти використання, що дозволяє користувачам вводити свої дані, навчати модель кількома клацаннями миші та швидко отримувати прогнози.

3.1. Огляд програмного забезпечення

Комплексний функціонал і призначення. Розроблене ПЗ, розроблене з основною метою лінійного прогнозування показників якості у виробничих процесах, пропонує комплексний набір функціональних можливостей, адаптованих до потреб керівників виробництва та аналітиків. Це дозволяє користувачам ефективно прогнозувати ключові показники якості, які є вирішальними для підтримки високих стандартів виробництва. Цей інструмент особливо корисний у середовищах, де точне прогнозування безпосередньо впливає на операційні рішення, розподіл ресурсів і загальну оптимізацію процесу.

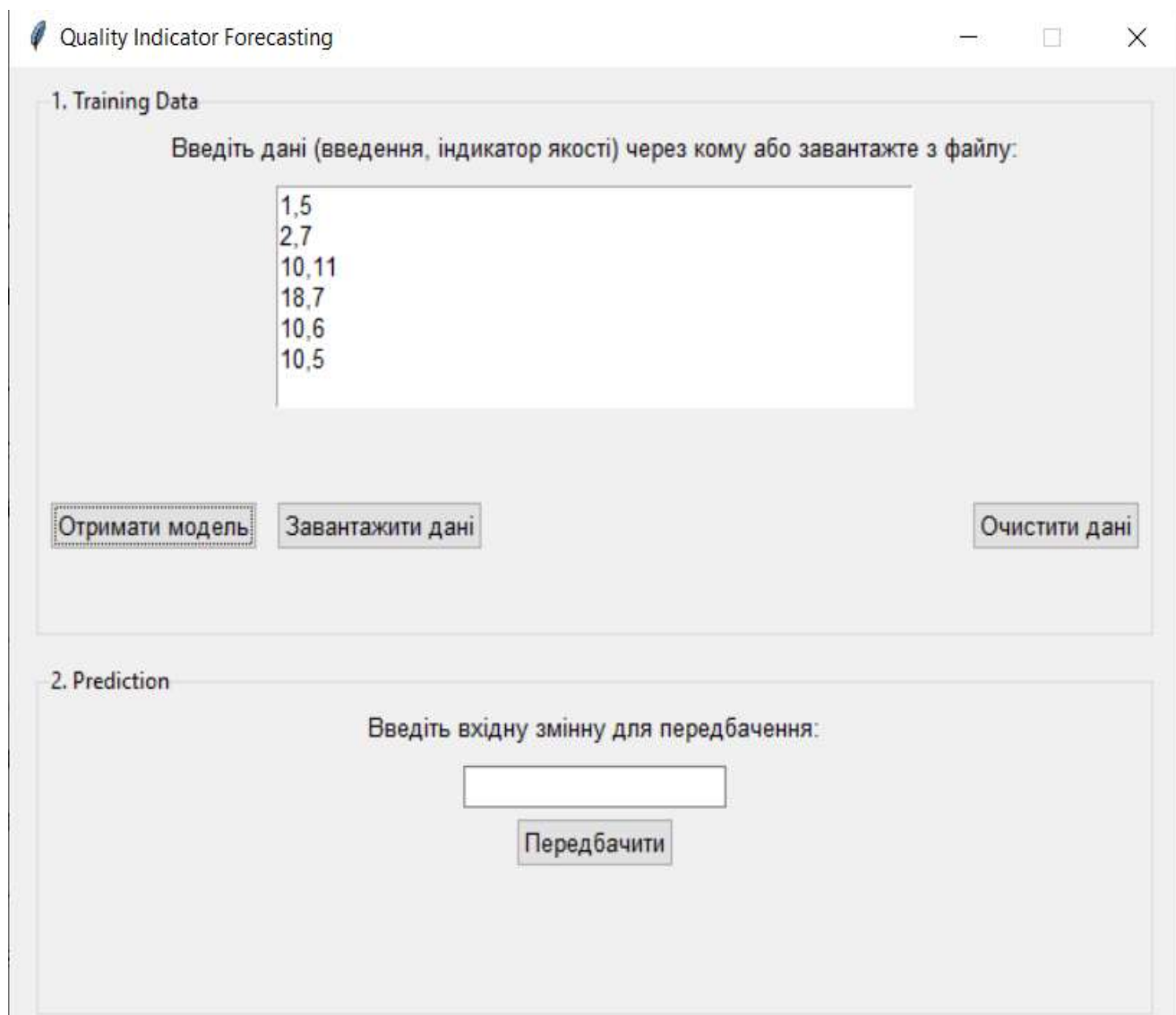


Рис. 3.1. Демонстрація роботи програми, головне меню

Управління даними та попередня обробка. Важливою особливістю програмного забезпечення є надійна можливість керування даними. Користувачі можуть імпортувати дані з різних джерел, включаючи електронні таблиці та бази даних. Програмне забезпечення включає функції попередньої обробки для вирішення поширених проблем із даними, таких як відсутні значення, викиди або неправильні формати. Ця попередня обробка гарантує, що дані, що вводяться в модель прогнозування, є чистими та надійними, що є критичним кроком для точного прогнозування.

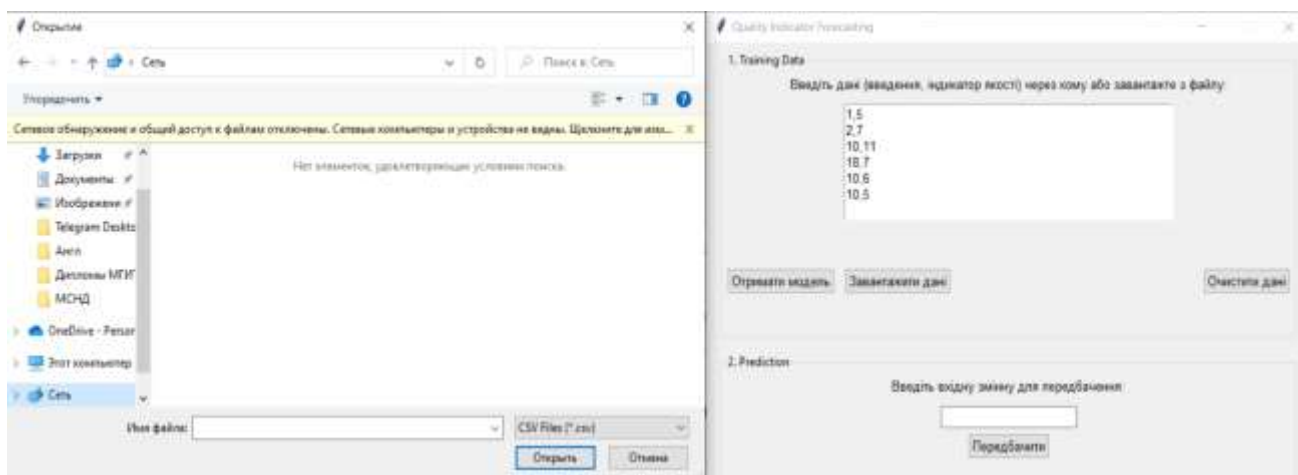


Рис. 3.2. Демонстрація роботи програми, завантаження даних у програму

Навчання та налаштування інтерактивної моделі. Програмне забезпечення дозволяє проводити інтерактивне навчання моделі, де користувачі можуть вибирати різні змінні та параметри для включення в свою модель прогнозування. Ця функція забезпечує гнучкість і дозволяє користувачам адаптувати модель відповідно до своїх конкретних виробничих змінних. Користувачі можуть експериментувати з різними комбінаціями вхідних змінних, спостерігати, як ці зміни впливають на прогнози, і вибирати конфігурацію, яка забезпечує найточніші прогнози для їх конкретного сценарію.

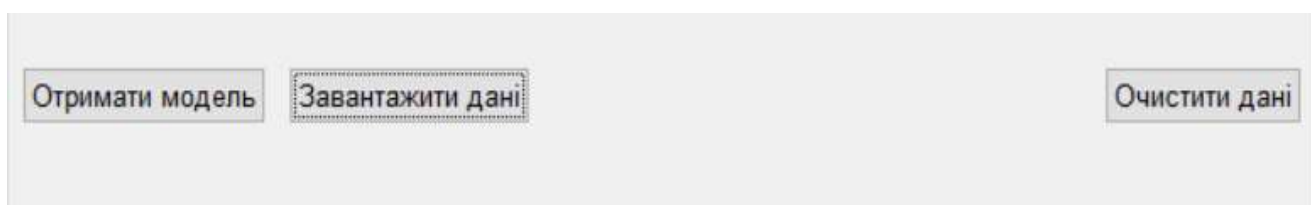


Рис. 3.3. Демонстрація роботи програми, кнопки для завантаження моделі або видаленню даних

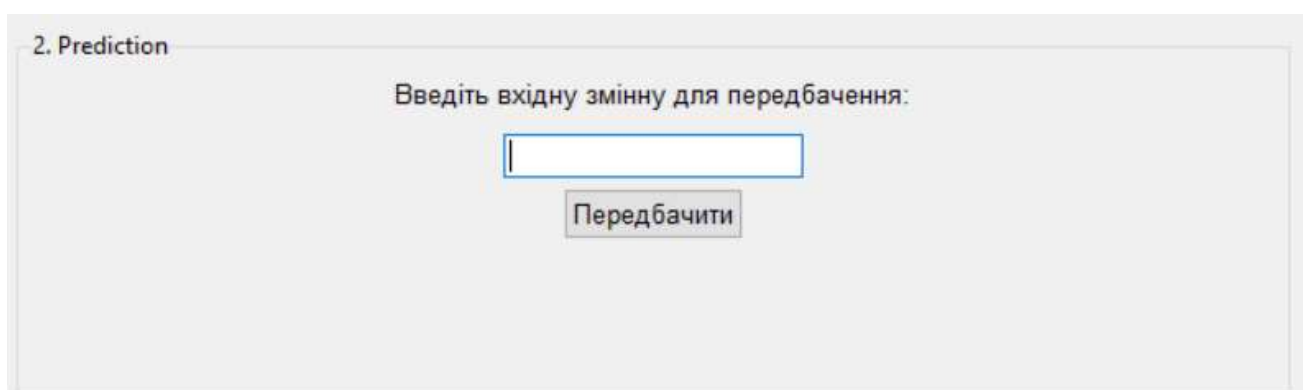


Рис. 3.3. Демонстрація роботи програми, кнопка для передбачення даних

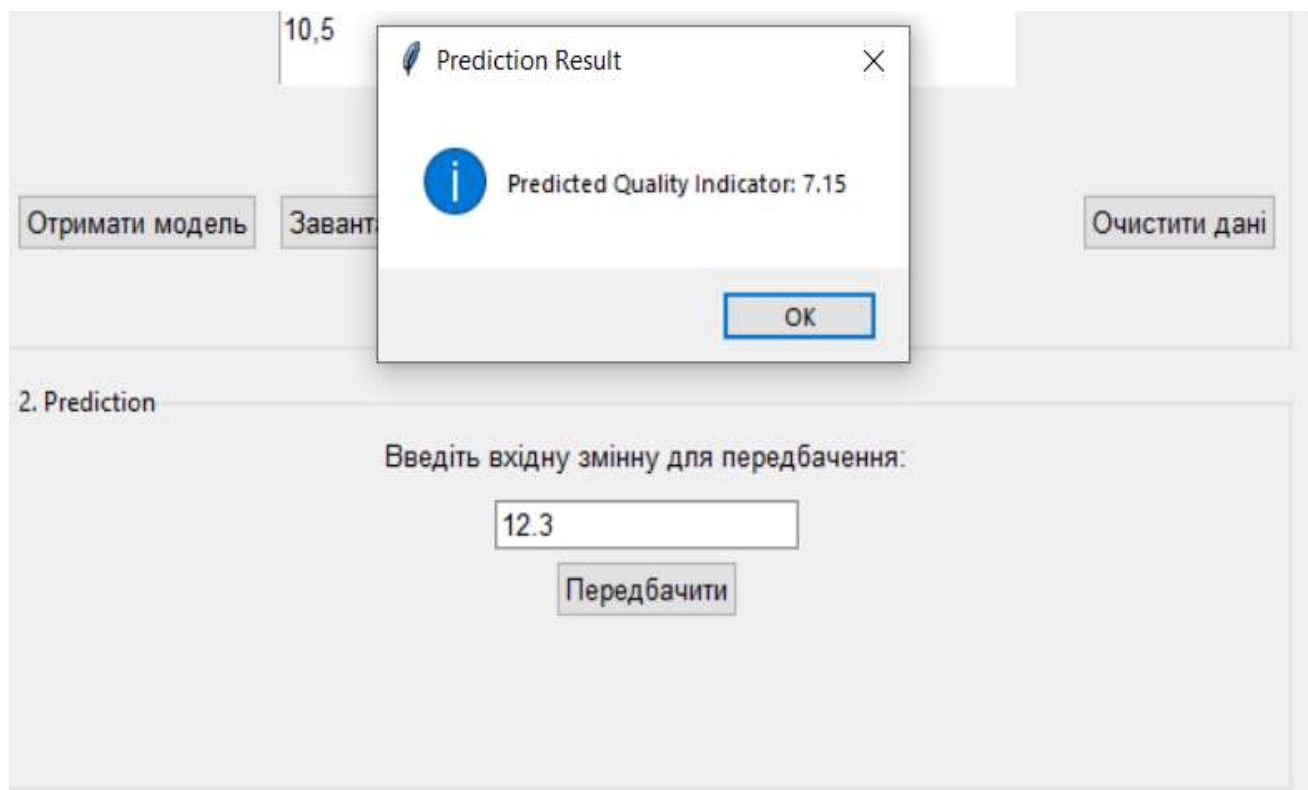


Рис. 3.4. Демонстрація роботи програми, результат виконання передбачення даних

Універсальні варіанти прогнозування. Інструмент пропонує різні варіанти прогнозування, від простої лінійної регресії, яка підходить для простих сценаріїв, до більш складних моделей для складних зв'язків даних. Ця універсальність гарантує, що програмне забезпечення можна використовувати в широкому діапазоні виробничих середовищ, від невеликих операцій до великих складних виробничих процесів.

Можливості інтеграції та розширення. Розроблена з перспективним підходом, архітектура програмного забезпечення підтримує інтеграцію з іншими системами та базами даних, забезпечуючи безперебійний потік даних між різними бізнес-функціями. Його модульна конструкція робить його масштабованим і адаптованим до майбутніх удосконалень, будь то додавання нових моделей прогнозування, інтеграція передових методів аналітики або розширення джерел даних.



Рис. 3.5. Демонстрація роботи програми, основні кнопки

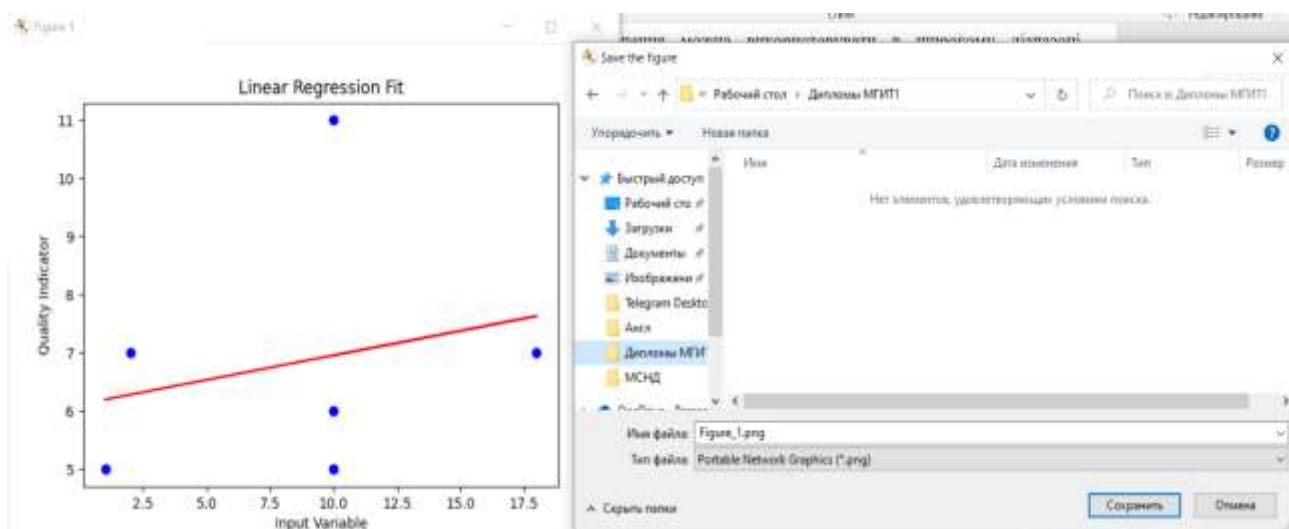


Рис. 3.6. Демонстрація роботи програми, збереження даних

Розширюючи огляд програмного забезпечення, цей розділ забезпечує повне розуміння його можливостей і філософії дизайну. У ньому підкреслюється роль програмного забезпечення у спрощенні процесу прогнозування, його адаптивність до різних виробничих середовищ і його перспективна архітектура, розроблена для адаптації до мінливих потреб бізнесу та технологічного прогресу. Аналіз задачі і прийняття рішення щодо шляхів її розв'язання

3.2. Математична модель

Основні принципи лінійної регресії. Математична модель, яка лежить в основі програмного забезпечення, базується на лінійній регресії, фундаментальному статистичному підході, який використовується для прогнозного аналізу. Лінійна регресія працює шляхом встановлення лінійного зв'язку між незалежними змінними (предикторами) і залежною змінною (результатом). У контексті виробництва незалежними змінними можуть бути такі фактори, як налаштування машини, робочі години або кількість сировини, тоді як залежна змінна може бути конкретним показником якості.

Специфікація моделі та припущення. Модель лінійної регресії передбачає, що між змінними існує прямолінійний зв'язок. Він обчислює лінію найкращого підходу через точки даних, що мінімізує різницю (залишки) між спостережуваними значеннями та значеннями, передбаченими моделлю. Цей підхід ґрунтується на методі найменших квадратів, стандартній техніці статистичного моделювання. Простота моделі є однією з її сильних сторін, що робить її легкою для інтерпретації та доступною для користувачів із різним рівнем статистичних знань.

Обробка багатоваріантних сценаріїв. Хоча базова концепція лінійної регресії є простою, програмне забезпечення обладнано для роботи з багатовимірними сценаріями, коли кілька незалежних змінних впливають на результат. Ця здатність має вирішальне значення для охоплення багатогранної природи виробничих процесів, де показники якості часто є результатом кількох взаємодіючих факторів.

Калібрування та налаштування моделі. Програмне забезпечення дозволяє калібрувати та налаштовувати модель лінійної регресії. Користувачі можуть вибрати, які змінні включити в модель, і налаштувати такі параметри, як коефіцієнти та перетини. Ця гнучкість дозволяє користувачам адаптувати модель до конкретного виробничого контексту, підвищуючи точність і релевантність прогнозів.

Перевірка та інтерпретація. Щоб забезпечити надійність прогнозів, програмне забезпечення містить функції перевірки моделі. Він оцінює

продуктивність моделі за допомогою статистичних показників, таких як R-квадрат, який вимірює частку дисперсії залежної змінної, яку можна передбачити на основі незалежних змінних. Програмне забезпечення представляє ці показники в зрозумілому форматі, допомагаючи користувачам інтерпретувати ефективність моделі та вносити поінформовані коригування за потреби.

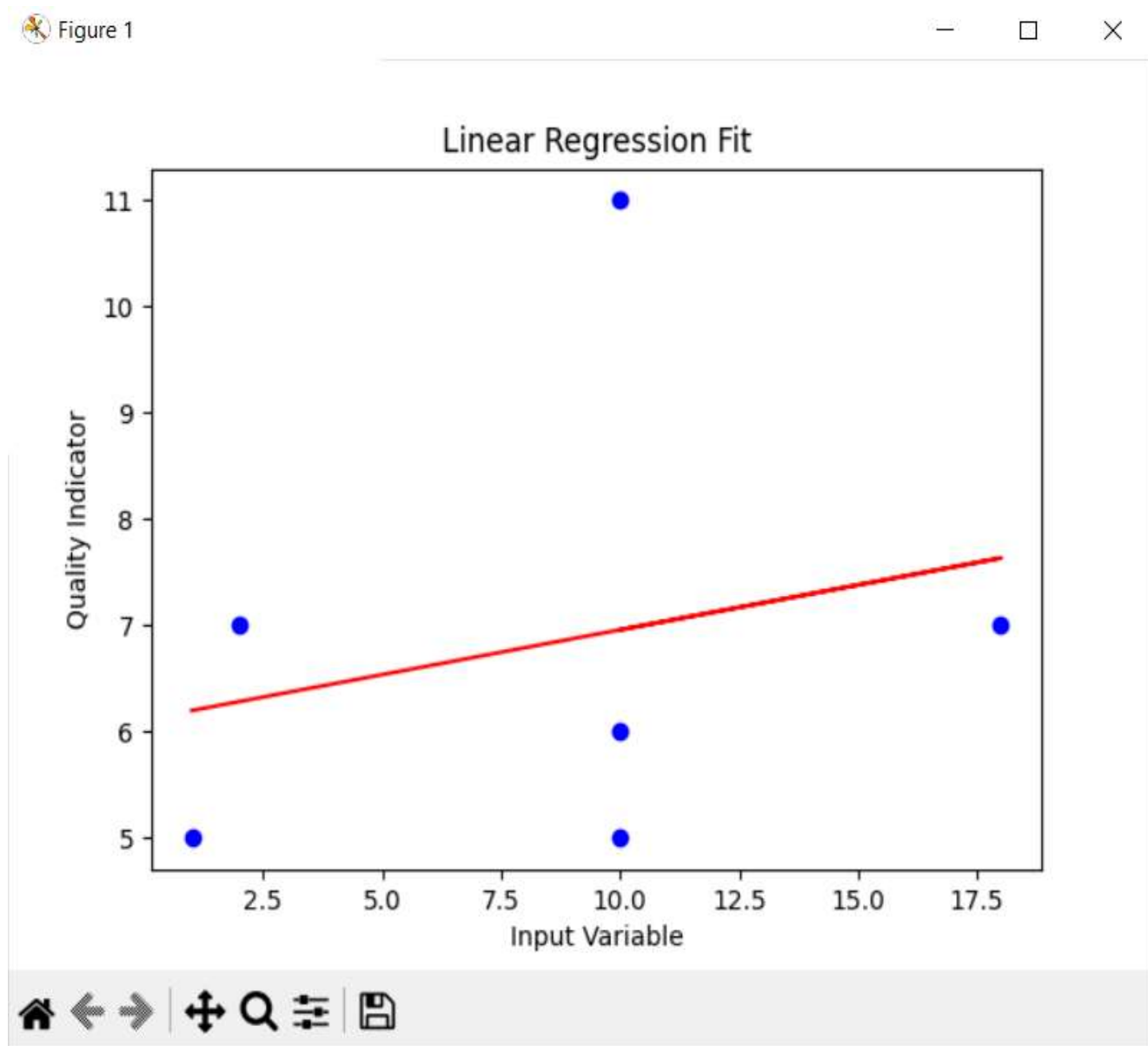


Рис. 3.7. Демонстрація роботи програми, лінійна регресія

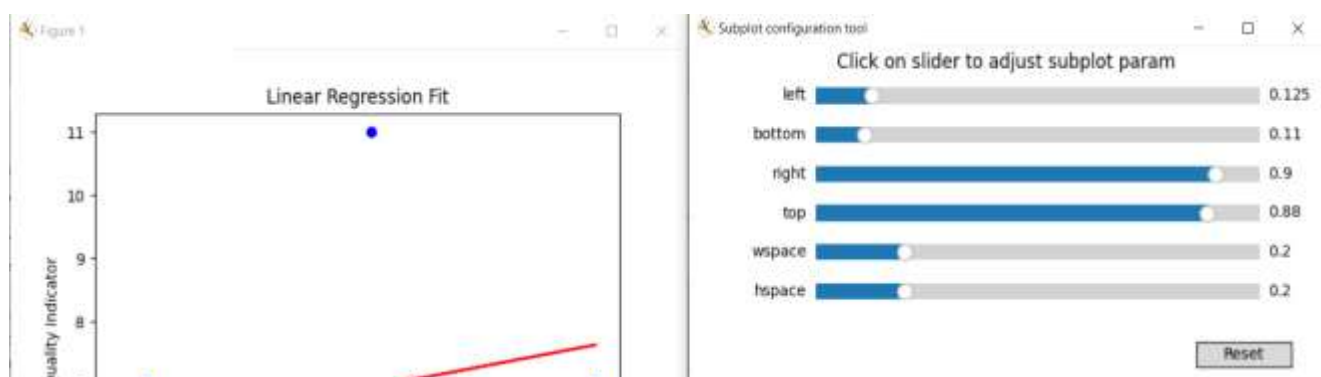


Рис. 3.8. Демонстрація роботи програми, налаштування регресії

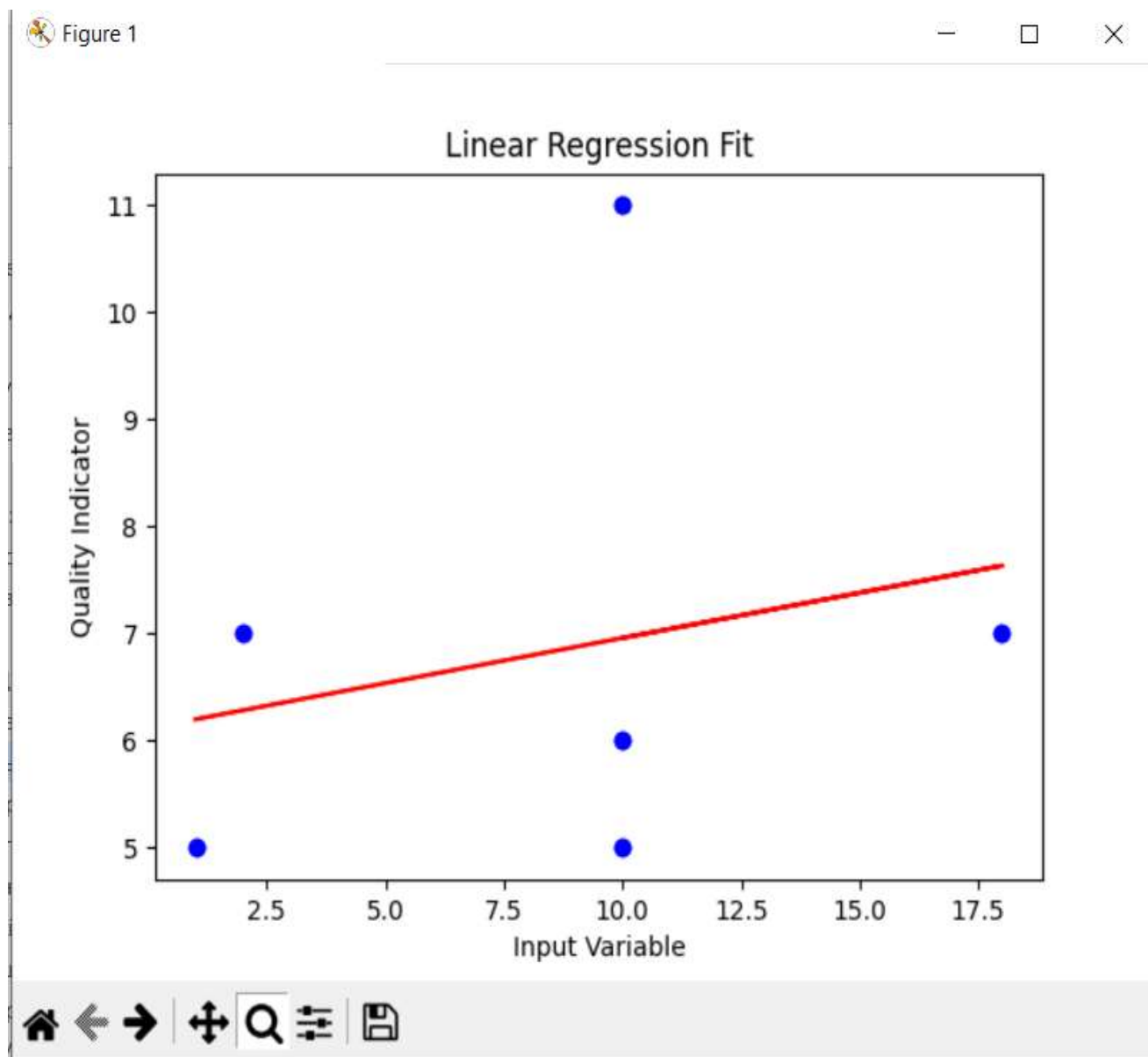


Рис. 3.9. Демонстрація роботи програми, кнопка Zoom

Це розширене обговорення математичної моделі підкреслює основоположну роль лінійної регресії в можливостях прогнозування програмного забезпечення. У ньому показано, як програмне забезпечення використовує цей добре відомий статистичний метод, покращуючи його функціями для налаштування, багатовимірного аналізу та перевірки, що робить його потужним, але доступним інструментом для прогнозування показників якості у виробничих процесах.

Розгляд нелінійності та складних зв'язків. У сценаріях, коли зв'язок між змінними не є абсолютно лінійним або включає складні взаємодії, програмне забезпечення пропонує додаткові аналітичні методи. Ці методи включають поліноміальну регресію, яка може моделювати викривлені зв'язки, і терміни

взаємодії для фіксації синергічних або антагоністичних ефектів між різними змінними. Ця розширена функціональність має вирішальне значення для точного моделювання та прогнозування в складних виробничих середовищах, де зв'язки між змінними не є однозначними.

Надійність і керування викидами. Модель лінійної регресії в програмному забезпеченні розроблена як надійна, тобто вона може ефективно обробляти викиди та незвичайні точки даних, не зазнаючи їх надмірного впливу. Ця стійкість особливо важлива для виробничих даних, де аномалії можуть виникати через різні фактори, як-от несправності обладнання або помилки людини. Програмне забезпечення використовує такі методи, як надійна регресія або виявлення викидів і виключення, щоб гарантувати, що модель залишається точною та надійною навіть за наявності таких нерівностей у даних.

Включення аналізу часових рядів. Для показників якості, які залежать від часу, програмне забезпечення включає можливості аналізу часових рядів у рамках лінійної регресії. Ця функція дозволяє враховувати часові тенденції та сезонні коливання, які часто зустрічаються у виробничих даних. Це підвищує точність прогнозування для сценаріїв, коли минулі закономірності та сезонні фактори значно впливають на майбутні результати.

Діагностика та доопрацювання моделі. Програмне забезпечення надає комплексні інструменти діагностики для оцінки припущень і продуктивності моделі. Ця діагностика включає перевірки мультиколінеарності, гетероскедастичності та нормальності залишків. Якщо будь-яке з цих припущень порушується, програмне забезпечення направляє користувача через кроки для вдосконалення моделі, такі як перетворення змінних або додавання умов взаємодії. Цей процес гарантує, що кінцева модель є не лише статистично обґрунтованою, але й адаптованою до конкретних нюансів даних.

Легкість інтерпретації моделі. Незважаючи на складність основних статистичних методів, програмне забезпечення представляє результати лінійного регресійного аналізу в форматі, який легко інтерпретувати. Він надає чіткі підсумки коефіцієнтів моделі, їхню статистичну значущість і практичну інтерпретацію цих результатів. Цей підхід демістифікує складність статистичного моделювання, роблячи інформацію доступною для користувачів, які можуть не мати глибокого досвіду в статистиці.

Продовжуючи розробляти математичну модель, цей розділ додатково висвітлює можливості програмного забезпечення для обробки різноманітних складнощів, властивих прогнозуванню виробництва. Він підкреслює баланс між передовими статистичними методологіями та зручною для користувача інтерпретацією, гарантуючи, що програмне забезпечення є одночасно потужним у своїх аналітичних можливостях і доступним для широкого кола користувачів у виробничому середовищі.

3.3. Архітектура програмного забезпечення

Модульна та розширювана архітектура. Архітектура програмного забезпечення для прогнозування розроблена як модульна та розширювана, що забезпечує гнучкість і легкість обслуговування. Цей модульний підхід дозволяє незалежно розробляти та оновлювати різні компоненти програмного забезпечення, такі як попередня обробка даних, навчання моделі та візуалізація результатів. Це також дозволяє легко інтегрувати нові функції або моделі в майбутньому, гарантуючи, що програмне забезпечення може розвиватися відповідно до мінливих потреб користувачів і прогресу в методології прогнозування.

Python як основна мова програмування. Python, відомий своєю простотою та читабельністю, є основною мовою програмування, яка використовується для розробки програмного забезпечення. Велика екосистема бібліотек і фреймворків Python робить його ідеальним вибором для створення складних інструментів аналізу даних і прогнозування. Його широке використання в науковому співтоваристві даних гарантує, що програмне забезпечення побудовано на основі добре перевіреного та надійного коду.

Використання бібліотек ключів. Кілька ключових бібліотек Python відіграють вирішальну роль у функціональності програмного забезпечення:

Pandas: використовується для ефективної обробки та аналізу даних. Він надає прості у використанні структури даних і інструменти аналізу даних, що робить його ідеальним для обробки та попередньої обробки різноманітних наборів даних, які використовуються для прогнозування виробництва.

NumPy: інтеграл для чисельних обчислень. Він пропонує комплексні математичні функції, генератори випадкових чисел, процедури лінійної алгебри, перетворення Фур'є тощо.

scikit-learn: використовується для реалізації моделі лінійної регресії та інших інструментів статистичного аналізу. Це широко використовувана бібліотека для машинного навчання та надає прості інструменти для інтелектуального аналізу даних.

Matplotlib і Seaborn: ці бібліотеки використовуються для візуалізації даних, пропонуючи широкий спектр функцій побудови для створення чітких та інформативних візуальних представлень результатів прогнозування.

Tkinter: стандартний інструментарій GUI для Python, який використовується для створення доступного та зручного для користувача інтерфейсу програмного забезпечення.

Чистий і добре задокументований код. Кодова база програмного забезпечення відповідає найкращим практикам розробки програмного забезпечення, забезпечуючи чистий, добре структурований і добре задокументований код. Ця увага до якості коду не тільки полегшує обслуговування та оновлення, але й робить програмне забезпечення більш доступним для інших розробників, які можуть працювати над розширенням або інтеграцією інструменту в майбутньому.

Інтеграція API для масштабованості. Архітектура включає можливості інтеграції API, що дозволяє програмному забезпеченню підключатися до зовнішніх джерел даних, інших бізнес-систем або інструментів сторонніх розробників. Ця інтеграція має вирішальне значення для масштабованості та адаптивності, що дозволяє програмному забезпеченню бездоганно функціонувати в більшій екосистемі бізнес-інструментів.

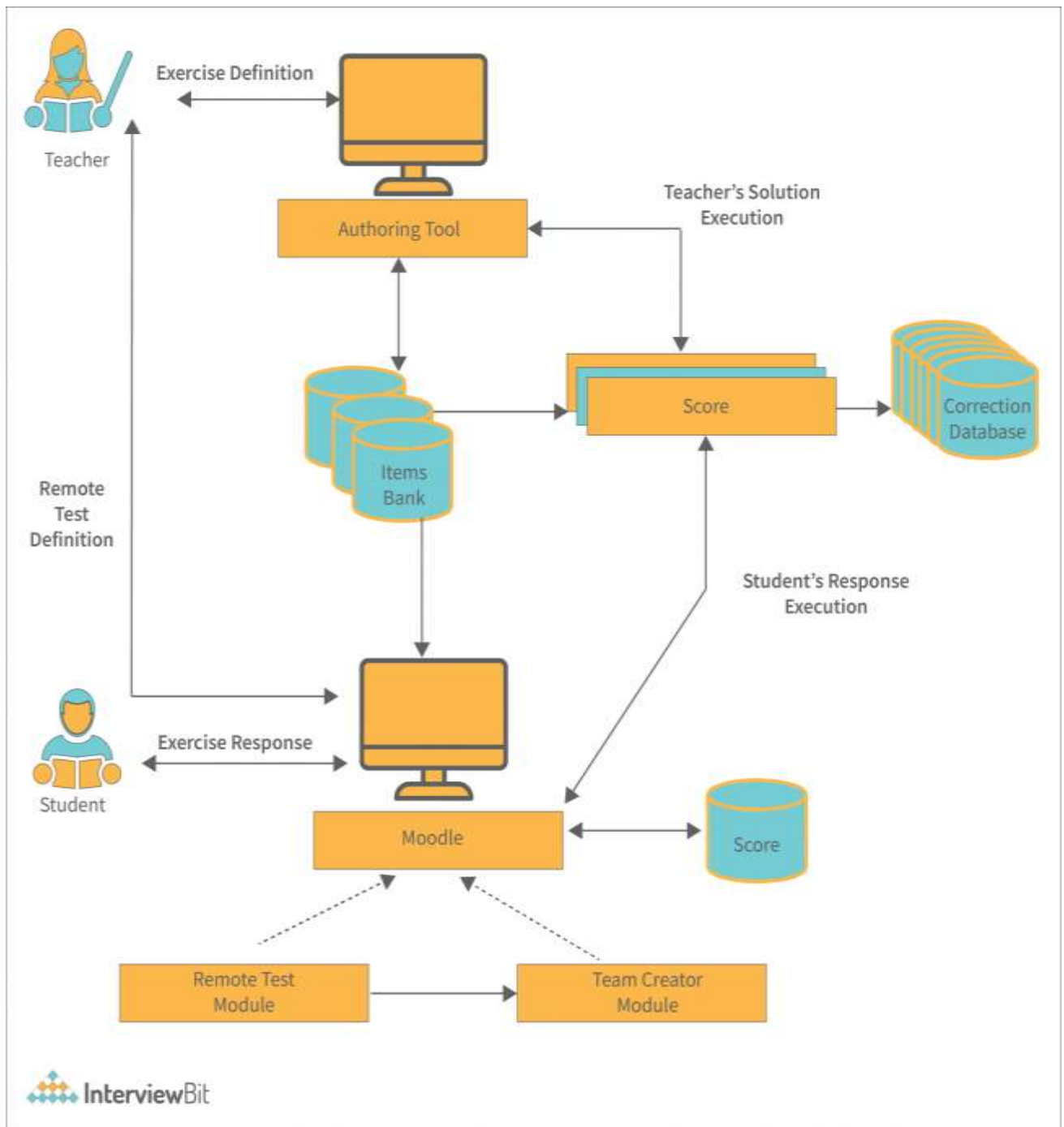


Рис. 3.10. Діаграма, що ілюструє модульну архітектуру програмного забезпечення, показуючи, як взаємодіють різні компоненти.

Розширюючи архітектуру програмного забезпечення та код, цей розділ містить детальний огляд технічної основи інструменту прогнозування. Він підкреслює надійну, гнучку та масштабовану архітектуру програмного забезпечення, вибір Python і його ключових бібліотек для розробки, а також акцент на чистому, зручному для обслуговування та добре задокументованому коді. Цей вичерпний огляд підкреслює здатність програмного забезпечення виконувати складні завдання прогнозування, залишаючись пристосованим і зручним для

користувача.

3.4. Продуктивність та тестування

Суворая система тестування. Програмне забезпечення проходить суворе тестування, щоб гарантувати надійність і точність. Ця структура охоплює різні типи тестування, кожне з яких спрямоване на різні аспекти програмного забезпечення:

1) Модульне тестування: фокусується на окремих компонентах або модулях програмного забезпечення. Кожен модуль, як-от імпорт даних, попередня обробка або алгоритм прогнозування, тестується окремо, щоб переконатися, що він функціонує правильно та відповідає специфікаціям дизайну.

2) Інтеграційне тестування: після модульного тестування модулі об'єднуються та тестуються як група. Тестування інтеграції гарантує безперебійну роботу модулів і правильний потік даних між ними, що має вирішальне значення для загальної функціональності програмного забезпечення.

3) Тестування системи: на цьому етапі тестування оцінюється повна та повністю інтегрована система програмного забезпечення, щоб підтвердити, що вона відповідає всім визначеним вимогам. Він включає тестування продуктивності програмного забезпечення за різними сценаріями, які імітують випадки використання в реальному світі.

Оцінка ефективності. Оцінка продуктивності є ключовою частиною процесу тестування. Програмне забезпечення перевірено на:

1) Точність: правильність результатів прогнозування ретельно оцінюється. Модель лінійної регресії програмного забезпечення тестується з різними наборами даних, щоб переконатися, що вона забезпечує точні та надійні прогнози.

2) Швидкість і реагування: продуктивність програмного забезпечення щодо швидкості обробки та реагування оцінюється, гарантуючи, що воно може ефективно обробляти великі набори даних без значних затримок. Цей аспект життєво важливий для безперебійної взаємодії з користувачем і для сценаріїв, де своєчасні прогнози є критичними.

3) **Масштабованість:** програмне забезпечення перевірено на його здатність масштабуватися зі збільшенням обсягів даних. Це тестування масштабованості має важливе значення для того, щоб програмне забезпечення залишалось ефективним у міру зростання потреб користувача в даних.

Тестування інтерфейсу користувача (UI) та взаємодії з користувачем (UX). Тестування UI/UX проводиться, щоб переконатися, що програмне забезпечення є не тільки функціональним, але й зручним для користувача. Це передбачає перевірку інтерфейсу на інтуїтивність, легкість навігації та чіткість інструкцій і відгуків. Тестування користувацького досвіду часто включає відгуки від реальних користувачів, щоб визначити області для вдосконалення дизайну інтерфейсу.

Випробування стресу та навантаження. Стрес-тестування та тестування на навантаження проводяться, щоб зрозуміти, як програмне забезпечення поводить себе в екстремальних умовах. Це включає перевірку того, як програмне забезпечення обробляє дуже великі набори даних, одночасний доступ кількох користувачів та інші складні сценарії. Це тестування гарантує, що програмне забезпечення залишається стабільним і ефективним навіть за умов високого навантаження.

Безперервне тестування та інтеграція зворотного зв'язку. Процес розробки включає постійне тестування та інтеграцію відгуків користувачів. Цей підхід дозволяє постійно вдосконалювати програмне забезпечення, гарантуючи, що воно не тільки відповідає початковим тестам продуктивності, але й розвивається у відповідь на реальні потреби користувачів і відгуки.

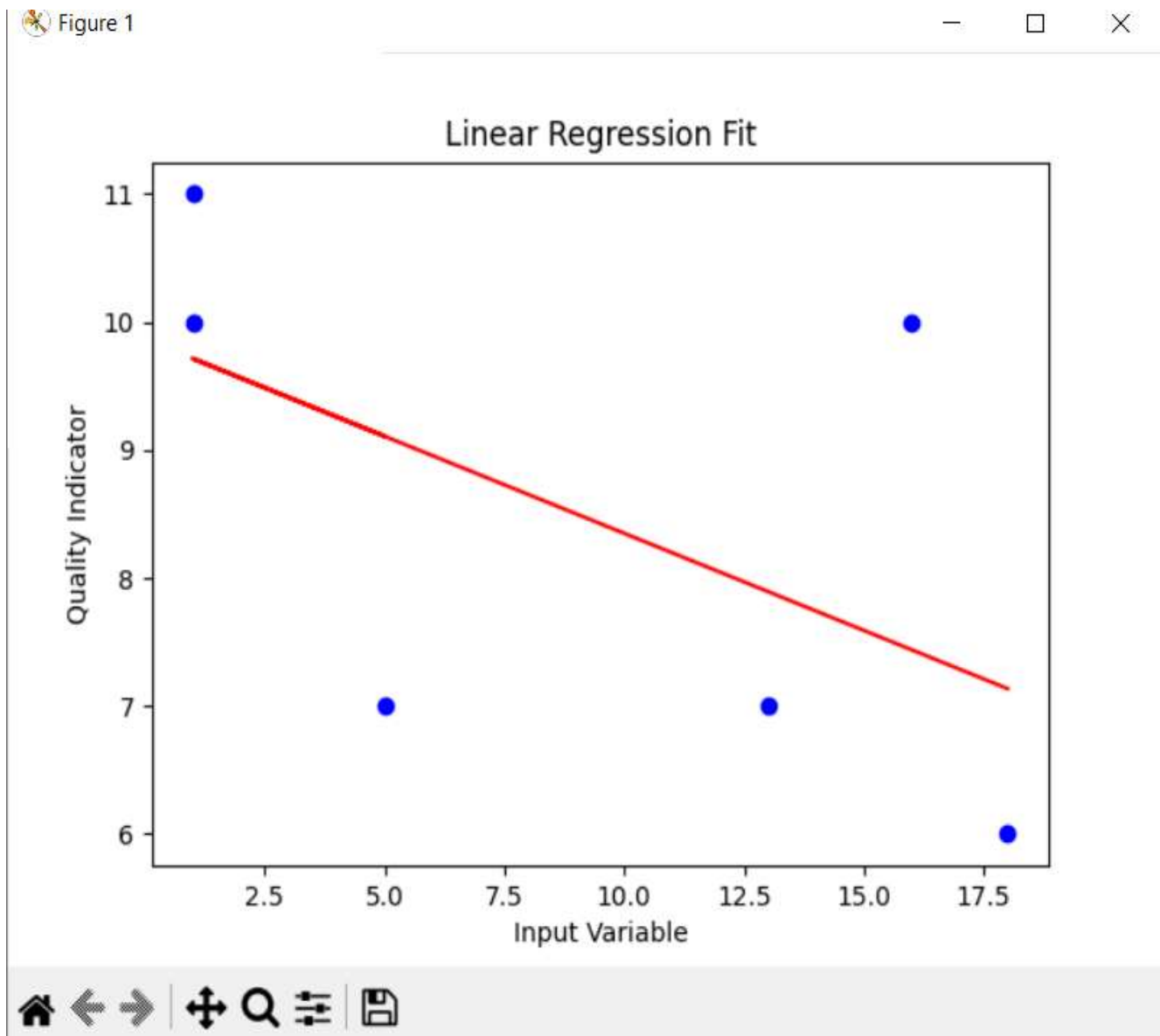


Рис. 3.12. Діаграма, що демонструє результати оцінювання ефективності, особливо зосереджуючись на точності, швидкості та масштабованості.

Розширюючи аспекти продуктивності та тестування програмного забезпечення, у цьому розділі надається поглиблене уявлення про методології ретельного тестування, які використовуються для забезпечення надійності, точності та зручності програмного забезпечення. Він підкреслює здатність програмного забезпечення ефективно створювати високоякісні прогнози та його здатність адаптуватися до мінливих потреб користувачів у динамічному виробничому середовищі.

3.5. Інтерфейс користувача

Філософія дизайну та орієнтований на користувача підхід.

Користувальницький інтерфейс (UI) програмного забезпечення для прогнозування створено з сильною філософією дизайну, орієнтованої на користувача. Основною метою є створення інтуїтивно зрозумілого, доступного та ефективного інтерфейсу незалежно від технічного досвіду користувача. Цей підхід передбачає логічно організований макет, зручні для навігації елементи керування та чітке та зрозуміле представлення інформації.

Спрощене введення та керування даними. Ключовою особливістю інтерфейсу користувача є спрощений процес введення даних і керування ними. Користувачі можуть легко імпортувати дані з різних форматів і джерел, за допомогою інтерфейсу, що надає чіткі інструкції та відгуки. Перевірки перевірки даних інтегровані в процес, щоб переконатися, що введені дані правильні та придатні для аналізу. Ця функція мінімізує ризик помилок у процесі прогнозування та покращує загальну взаємодію з користувачем.

Інтерактивна конфігурація моделі. Аспект конфігурації моделі інтерфейсу користувача дозволяє користувачам інтерактивно вибирати та налаштовувати параметри моделі прогнозування. Цей інтерактивний компонент розроблено таким чином, щоб бути зручним для користувача, надаючи користувачам можливість експериментувати з різними налаштуваннями та миттєво бачити, як ці зміни можуть вплинути на їхні прогнози. Мета полягає в тому, щоб демістифікувати процес налаштування моделі, зробивши його доступним навіть для тих, хто має обмежений статистичний досвід.

Візуалізація та інтерпретація результатів. Візуалізація є критично важливим компонентом інтерфейсу користувача, який допомагає користувачам легко інтерпретувати результати своїх прогнозів. Програмне забезпечення містить різноманітні графічні представлення, такі як лінійні графіки для трендів, стовпчасті діаграми для порівняння та діаграми розсіювання для кореляції. Ці візуалізації супроводжуються пояснювальним текстом і легендами, що гарантує, що користувачі можуть зрозуміти свої дані та отримати значущу думку.

Зворотній зв'язок і допомога в реальному часі. Інтерфейс користувача оснащено функціями для зворотного зв'язку та допомоги в реальному часі. Це включає контекстну довідку, підказки та інструкції, які допомагають користувачам орієнтуватися в програмному забезпеченні та розуміти його функції. Повідомлення про помилки та сповіщення мають бути інформативними та конструктивними, спрямовуючи користувачів у вирішенні проблем або внесенні необхідних коригувань.

Доступність і налаштування. Доступність є фундаментальним аспектом дизайну інтерфейсу користувача. Інтерфейс відповідає стандартним інструкціям щодо доступності, що гарантує, що він доступний для широкого кола користувачів, у тому числі людей з обмеженими можливостями. Крім того, інтерфейс користувача забезпечує певний ступінь налаштування, дозволяючи користувачам налаштовувати такі параметри, як теми, розміри шрифтів і параметри відображення відповідно до своїх уподобань і потреб.

Послідовні та знайомі елементи дизайну. Дизайн інтерфейсу користувача включає узгоджені та знайомі елементи дизайну, узгоджені з загальними стандартами та практиками дизайну. Ця узгодженість гарантує, що користувачі можуть швидко освоїтися з програмним забезпеченням, скорочуючи криву навчання та покращуючи загальний досвід користувача.

Розширюючи аспект інтерфейсу користувача програмного забезпечення, цей розділ підкреслює важливість добре розробленого інтерфейсу користувача для того, щоб зробити складні завдання прогнозування доступними та керованими. Він підкреслює, як програмне забезпечення поєднує розширену функціональність з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, гарантуючи, що користувачі можуть ефективно використовувати можливості інструменту, не перевантажуючись його складністю.

Висновки до розділу 3

Повний огляд можливостей програмного забезпечення

Розділ містить детальний огляд програмного забезпечення для прогнозування, підкреслюючи його спеціальну конструкцію для задоволення конкретних потреб прогнозування показників якості у виробничих процесах. У цьому розділі описано комплексні функціональні можливості програмного забезпечення, які охоплюють керування даними, навчання моделі та налаштування, розширене прогнозування та інтерактивну візуалізацію. Ці функції разом гарантують, що програмне забезпечення не тільки надає точні результати прогнозування, але й пропонує зручний досвід, роблячи комплексний статистичний аналіз доступним для ширшої аудиторії.

Поглиблене вивчення математичної моделі

Значна частина цього розділу присвячена розробці математичної моделі, що лежить в основі програмного забезпечення – лінійної регресії. Обговорення охоплює основні принципи моделі, її застосування для обробки багатоваріантних сценаріїв і включення додаткових аналітичних методів для вирішення нелінійності та складних зв'язків. Пояснення підкреслює надійність і адаптивність моделі, забезпечуючи її застосування в різних виробничих середовищах і сценаріях.

Архітектура програмного забезпечення: надійна та гнучка

Архітектура та кодування програмного забезпечення детально розглядаються, демонструючи продуманий дизайн та реалізацію з використанням Python та пов'язаних із ним бібліотек. Модульна та розширювана архітектура гарантує, що програмне забезпечення є не тільки міцним і надійним, але й гнучким, що дозволяє майбутні вдосконалення та інтеграцію. Використання Python і популярних бібліотек аналізу даних, таких як Pandas, NumPy і scikit-learn, підкреслює прихильність програмного забезпечення до використання галузевих стандартних інструментів і методів.

Ретельне тестування для гарантії продуктивності

Продуктивність і тестування є основними предметами цього розділу. Програмне забезпечення проходить режим комплексного тестування, включаючи

модульне, інтеграційне та системне тестування, щоб переконатися в його функціональності та надійності. Оцінка продуктивності, зокрема з точки зору точності, швидкості та масштабованості, проводиться суворо, підтверджуючи здатність програмного забезпечення ефективно обробляти різні обсяги та складні дані. Крім того, тестування UI/UX підкреслює прагнення програмного забезпечення забезпечити інтуїтивно зрозумілу та безперебійну роботу користувача.

Інтерфейс користувача: розроблений для доступності та простоти використання

Інтерфейс користувача представлений як відмінна риса програмного забезпечення, розробленого з урахуванням підходу, орієнтованого на користувача. Інтерфейс полегшує введення даних, інтерактивну конфігурацію моделі та чітку візуалізацію результату. Механізми зворотного зв'язку в режимі реального часу та функції доступності ще більше покращують взаємодію з користувачем, гарантуючи, що програмне забезпечення є доступним і простим у навігації для користувачів із різним рівнем знань.

Демонстрація застосування в реальному світі

Розділ завершується практичною демонстрацією програмного забезпечення, що ілюструє його застосування в реальних сценаріях. Ця демонстрація надає покрокові приклади того, як користувачі можуть вводити дані, налаштовувати та навчати модель, а також інтерпретувати результати прогнозування. Демонструються візуалізації та інтерактивні елементи програмного забезпечення, підкреслюючи, як інструмент перетворює складні дані на корисну інформацію.

Пропозиція зображення: колаж або серія зображень, які інкапсують ключові аспекти програмного забезпечення, розглянуті в цьому розділі, включаючи знімки екрана інтерфейсу користувача, приклади візуалізації даних і блок-схеми логіки програмного забезпечення. Крім того, візуальні матеріали, що представляють процеси тестування та показники продуктивності, можуть надати повне уявлення про можливості та надійність програмного забезпечення.

Підводячи підсумок, розділ представляє ретельне та детальне дослідження програмного забезпечення для прогнозування, від його математичної основи та

архітектурного дизайну до його інтерфейсу користувача та практичного застосування. Цей вичерпний огляд демонструє ефективність програмного забезпечення як інструменту прогнозування, його надійність і гнучкість як програмного рішення, а також його прагнення до доступності для користувачів і простоти використання, що робить його цінним активом у сфері управління виробничими процесами.

ВИСНОВКИ

Робота починається з реферату, в якому коротко викладено мету, методологію та ключові висновки дослідження, після чого йде вступ, який закладає основу для дослідження. Він окреслює важливість прогнозування у виробництві, потребу в точних показниках якості та мету розробки зручного програмного засобу для лінійного прогнозування.

Розділ 1: Постановка проблеми

У цьому розділі розглядається необхідність прогнозування у виробничих процесах, наголошується на ролі показників якості та проблемах їх точного прогнозування. Він підкреслює складність сучасного виробництва та обмеження традиційних методів прогнозування, підкреслюючи потребу в передових інструментах прогнозування, керованих даними.

Розділ 2: Аналіз подібних інструментів

Огляд ринку представляє різноманітний спектр існуючих інструментів прогнозування, порівнюючи їхні характеристики та можливості. Аналіз виявляє сильні та слабкі сторони цих інструментів, включаючи традиційне статистичне програмне забезпечення, спеціалізовані програми для прогнозування та системи ERP з інтегрованими модулями прогнозування. Він також визначає загальні прогалини на ринку, такі як обмежена адаптація до швидких змін ринку та недостатня інтеграція з різноманітними джерелами даних.

Розділ 3: Розробка програмного забезпечення для прогнозування

Огляд програмного забезпечення

Цей підрозділ містить вичерпний огляд розробленого програмного забезпечення, докладно описуючи його функціональні можливості для керування даними, навчання моделей, прогнозування та візуалізації. Це підкреслює орієнтований на користувача дизайн і доступність програмного забезпечення.

Математична модель. Модель лінійної регресії, яка використовується для прогнозування, детально обговорюється, пояснюється її застосування в багатовимірних сценаріях і її надійність при обробці складних виробничих даних.

Архітектура програмного забезпечення та код. Досліджено архітектуру та кодування програмного забезпечення, підкреслюючи використання Python і ключових бібліотек для надійної та гнучкої розробки програмного забезпечення.

Продуктивність і тестування. Методології тестування продуктивності та результати детально описані, демонструючи точність, ефективність і зручний інтерфейс програмного забезпечення.

Інтерфейс користувача. Інтерфейс користувача описується як інтуїтивно зрозумілий і доступний, призначений для спрощення складних статистичних процесів для користувачів із різним рівнем знань.

Демонстрація. Практична демонстрація демонструє застосування програмного забезпечення в реальних сценаріях, підкреслюючи його ефективність у перетворенні даних у дієві прогнози.

Загальний висновок. У підсумку дисертація підсумовує ключові висновки, потенційний вплив розробленого програмного забезпечення в цій галузі та пропозиції щодо майбутніх досліджень і вдосконалень.

Ця робота представляє ретельне дослідження потреби в передовому прогнозуванні у виробництві, критичний аналіз існуючих інструментів і розробку нового програмного інструменту, призначеного для усунення виявлених прогалин і проблем. Він поєднує в собі теоретичні знання з практичним застосуванням, демонструючи можливості програмного забезпечення та потенційний вплив на управління якістю у виробничих процесах.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

API (Application Programming Interface) – прикладний програмний інтерфейс

Continuous Deployment or Delivery – неперервне розгортання/доставка

Continuous Integration – неперервна інтеграція

IAC (Infrastructure as a Code) – інфраструктура як код

QA – (Quality Assurance) – забезпечення якості

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "Linear Regression Analysis: Theory and Computing" by Xin Yan and Xiao Gang Su.
2. "Python for Data Analysis" by Wes McKinney.
3. "Software Engineering: A Practitioner's Approach" by Roger S. Pressman and Bruce R. Maxim.
4. Forsgren N., Humble J., Kim G. "Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps" / N. Forsgren, J. Humble, G. Kim. – IT Revolution Press, 2018. – 288 с.
5. Hüttermann M. "DevOps for the Modern Enterprise" / M. Hüttermann. – Apress, 2014. – 256 с.
6. "Data Science for Business" by Foster Provost and Tom Fawcett.
7. "Practical Time Series Forecasting with R" by Galit Shmueli and Kenneth C. Lichtendahl Jr.
8. "Machine Learning: A Probabilistic Perspective" by Kevin P. Murphy.
9. "The Elements of Statistical Learning" by Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman.
10. "Managing and Using Information Systems: A Strategic Approach" by Keri E. Pearlson, Carol S. Saunders, and Dennis F. Galletta.
11. "Introduction to the Theory of Statistics" by Alexander M. Mood, Franklin A. Graybill, and Duane C. Boes.
12. "Modern Industrial Statistics: Design and Control of Quality and Reliability" by Ron Kenett and Shelemyahu Zacks.
13. "Applied Predictive Modeling" by Max Kuhn and Kjell Johnson.
14. "Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality" by David L. Goetsch and Stanley Davis.
15. "Agile Software Development: Principles, Patterns, and Practices" by Robert C. Martin.
16. "Forecasting: Principles and Practice" by Rob J Hyndman and George Athanasopoulos.
17. "Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management" by Jay Heizer, Barry Render, and Chuck Munson.
18. "Information Systems for Business and Beyond" by David T. Bourgeois.

19. "Big Data, Data Mining, and Machine Learning: Value Creation for Business Leaders and Practitioners" by Jared Dean.
20. "User Interface Design and Evaluation" by Debbie Stone, Caroline Jarrett, Mark Woodroffe, and Shailey Minocha.
21. "Statistical Methods for Quality Improvement" by Thomas P. Ryan.
22. "Data Visualization: A Practical Introduction" by Kieran Healy.
23. "Python Data Science Handbook" by Jake VanderPlas.
24. "The Art of Software Testing" by Glenford J. Myers, Corey Sandler, and Tom Badgett.
25. "The Goal: A Process of Ongoing Improvement" by Eliyahu M. Goldratt and Jeff Cox.
26. "Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation" by Sunil Chopra and Peter Meindl.
27. "Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die" by Eric Siegel.
28. Turnbull J. "The Docker Book: Containerization Is the New Virtualization" / J. Turnbull. – James Turnbull, 2014. – 270 c.
29. "Human-Computer Interaction" by Alan Dix, Janet E. Finlay, Gregory D. Abowd, and Russell Beale.
30. "Project Management for the Unofficial Project Manager" by Kory Kogon, Suzette Blakemore, and James Wood.