

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

А. С. ГАЛКІН

АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної і заочної форм навчання зі спеціальності 073 – Менеджмент,
освітньо-наукова програма «Логістика», освітня програма «Логістика»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Галкін А. С. Аналіз логістичних процесів : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 073 – Менеджмент, освітньо-наукова програма «Логістика», освітня програма «Логістика» / А. С. Галкін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 52 с.

Автор

д-р техн. наук, проф. А. С. Галкін

Рецензент

Ю. О. Давідч, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол № 1 від 19.08.2024*

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1 Типи та структура логістичних процесів.....	5
Тема 2 Вплив параметрів технологічного процесу на загальну ефективність логістичної системи.....	8
Тема 3 Інжиніринг та реінжиніринг логістичних процесів.....	13
Тема 4 Інновації та дослідження в логістиці та її значення для сучасних міст	16
Тема 5 Сучасні методи і моделі, що описують логістичні процеси.....	19
Тема 6 Аналіз аналітичних моделей та імітаційного моделювання в логістиці.....	22
Тема 7 Інтернет речей в ланцюгах постачань.....	32
Тема 8 Індустрія 4.0 та сучасне управління логістичними процесами.....	35
Тема 9 Методи оптимізації логістичних процесів.....	37
Тема 10 Мультикритеріальний аналіз для прийняття рішень у транспортному плануванні.....	40
Тема 11 Визначення показників та критеріїв ефективності логістичних процесів.....	43
Тема 12 Суспільна ефективність транспортної системи.....	45
Тема 13 Поняття «сполучної» ефективності логістичних процесів.....	47
Тема 14 Проєктування процесу доставки товарів на «останній милі».....	49
Список використаних джерел.....	51

ВСТУП

Дисципліна «*Аналіз логістичних процесів*» спрямована на дослідження та оцінку всіх аспектів, які стосуються операцій управління логістикою в організації. Цей аналіз допомагає виявити слабкі місця, ефективність та можливості вдосконалення всіх етапів логістичних процесів, розглянути основні поняття, які стосуються аналізу логістичних процесів.

Логістичний процес – це послідовність дій та операцій, які включають управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками від початкових постачань до кінцевого споживання. Типи та структура логістичних процесів можуть варіюватися залежно від конкретних галузей, компаній і стратегій управління, основних етапів та компонентів логістичного ланцюга.

ТЕМА 1

ТИПИ ТА СТРУКТУРА ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Процес. У загальному розумінні, «процес» – це послідовність дій або кроків, які виконуються з метою досягнення певного результату. Процеси можуть бути фізичними або інтелектуальними і включають різноманітні етапи, ресурси, учасників та їх взаємодію. Для досягнення певних цілей, ефективності та якості процесів вони можуть бути формалізовані та систематизовані.

Бізнес-процес – це конкретна послідовність дій, які виконуються в організації з метою виробництва товарів або надання послуг. Він охоплює різні етапи, ролі та взаємодії, необхідні для забезпечення результату, корисного для бізнесу.

Концепція логістичного циклу визначає основні етапи та послідовність подій, які відбуваються впродовж життєвого циклу товару або послуги, починаючи від постачання сировини та закінчуючи здійсненням постачання клієнтам та обробкою післяпродажного обслуговування. Ця концепція допомагає усвідомити суть логістичних процесів та виявити можливості для оптимізації та вдосконалення.

Ланки системи – це окремі компоненти або елементи, які здійснюють певні функції або дії, а зв'язки – це взаємодія та обмін інформацією між цими ланками.

Характеристики ланок:

1. *Функціональність.* Кожна ланка системи виконує певну функцію або завдання, яке вносить вклад у досягнення загальних цілей системи. Наприклад, постачальницька ланка може забезпечувати постачання сировини, а дистрибуційна – розподіл готової продукції.

2. *Взаємодія.* Ланки системи зазвичай взаємодіють одна з одною. Взаємодія може включати обмін інформацією, матеріалами, товарами або послугами. Це може відбуватися в рамках одного підприємства або між різними партнерами в логістичному ланцюзі.

3. *Відповідальність*. Кожна ланка несе певну відповідальність за свою діяльність. Наприклад, виробнича ланка відповідає за якість та кількість виробництва, тоді як транспортна – за своєчасну доставку.

4. *Ресурси*. Для виконання своїх завдань ланки можуть мати власні ресурси, такі як технічне обладнання, робоча сила, фінансові ресурси тощо.

5. *Часовий режим*. Робота кожної ланки може відбуватися в певному часовому режимі залежно від потреб та характеру діяльності. Наприклад, складська ланка може працювати в робочі години, тоді як транспортна ланка може бути активною цілодобово.

Характеристика зв'язків:

1. *Інформаційний потік*. Зв'язки передбачають обмін інформацією між різними ланками системи. Інформація може включати замовлення, деталі про товари, транспортні маршрути, статус постачань тощо.

2. *Матеріальний потік*. Зв'язки можуть передбачати рух матеріальних ресурсів від однієї ланки до іншої. Це може бути переміщення сировини, готової продукції або інших матеріалів.

3. *Синхронізація*. Зв'язки можуть потребувати координації дій між різними ланками для забезпечення поступового та ефективного переходу від одного етапу до іншого.

4. *Взаємозалежність*. Ланки системи зазвичай залежать одна від одної, що забезпечує цілісність діяльності системи. Наприклад, виробництво залежить від вчасного постачання сировини, а доставка – від готовності продукції.

5. *Відсутність зв'язків*. У деяких випадках ланки можуть працювати автономно, без впливу однієї на іншу. Однак в складних логістичних системах це відбувається рідше.

Аналіз характеру та прогнозування логістичних процесів у логістичних системах є важливим кроком для досягнення оптимальної ефективності, зниження витрат та поліпшення якості обслуговування. Ці дії дозволяють зрозуміти, як система працює і передбачити майбутні зміни, що допомагає планувати та приймати стратегічні рішення. Кроки, які включають аналіз

характеру та прогнозування процесів у логістичних системах такі: збір даних, сегментація процесів, аналіз ефективності, мапінг-процес, виявлення головних факторів.

Прогнозування процесів включає такі етапи:

1. Вибір методів прогнозування. Вибір відповідних методів прогнозування залежно від характеру даних та характеристик процесів. Методи можуть включати часові ряди, статистичні методи, експертні оцінки тощо.

2. Збір додаткових даних. Іноді необхідно зібрати додаткові дані для встановлення патернів та трендів.

3. Моделювання. Розробка моделей прогнозування на основі наявних даних. Моделі можуть бути складними алгоритмічними методами або більш простими підходами залежно від складності ситуації.

4. Тестування і валідація. Перевірка точності прогнозів за допомогою даних, які не використовувалися для створення моделі. Впевненість у точності прогнозу дуже важлива.

5. Сценарійне планування. Оцінка різних сценаріїв на основі прогнозних даних. Це допомагає планувати реагування на можливі зміни у процесах.

6. Внесення корекцій. На основі прогнозів можна розробити плани та стратегії для поліпшення ефективності логістичних процесів, що може включати зміни в розкладах, запасах, маршрутах тощо.

ТЕМА 2

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАГАЛЬНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Основні проблеми та виклики логістики: вплив пандемії COVID-19, «зелена» мобільність, технологічні інновації, регулюючі заходи, зростаюча конкуренція.

Основні проблеми складів (зведений аналіз):

- відсутність необхідних послуг;
- неякісний облік товарів, грошей тощо;
- неякісний контроль руху товарів;
- застаріла механізація і автоматизація;
- великі втрати товару або погіршення його якості в процесі складської обробки;
- повільна швидкість обробки вантажів;
- відсутність системи оцінки власної роботи та розроблених критеріїв (а не взятих з невідомих джерел) оцінки роботи та їх граничних значень;
- відсутність статистики щодо проведеної роботи і, як наслідок, відсутність аналізу і можливості прогнозування результатів;
- тривале оформлення супровідних документів тощо.

Основні проблеми логістики (зведений аналіз):

1. *Глобальна логістична мережа.* Світова логістична система стає все більш глобальною і інтегрованою. Компанії шукають способи поліпшити свої логістичні ланцюги, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність роботи.

2. *Електронна комерція.* Зростання електронної комерції призводить до збільшення обсягів доставки товарів, що ставить перед логістичними компаніями завдання забезпечення швидкої та надійної доставки до кінцевих споживачів.

3. *Технологічні інновації.* Упровадження технологій, таких як штучний інтелект, IoT (Інтернет речей) та блокчейн, допомагає оптимізувати логістичні процеси, відстежувати вантажі та поліпшувати прогнозування попиту.

4. *Сталість та екологічні питання.* Питання сталості та екологічних вимог стають все важливішими, і компанії шукають способи зменшити вплив своєї логістичної діяльності на навколишнє середовище.

Транспортний процес – це процес переміщення вантажів (або пасажирів), що включає підготовку вантажів до перевезення, подачу рухомого складу, навантаження вантажів, оформлення перевізних документів, переміщення, вивантаження і здачу вантажу вантажоодержувачу.

Закінчений комплекс операцій із доставки вантажів називають циклом перевезень.

При перевезенні вантажу автотранспортом, де як цикл транспортного процесу обирають їзду, а при перевезеннях пасажирів на автобусах, як закінчений цикл транспортного процесу, – рейс. Рейс включає весь комплекс транспортних операцій, що відбуваються за пробіг автобуса від початкового до кінцевого пункту маршруту.

До простого циклу відносять цикл перевезень, що включає один транспортний зв'язок. Поєднаним циклом називають цикл, що включає кілька транспортних зв'язків. Різновидами суміщеного циклу є розвізний, збірний, розбірно-складальний і комбінований цикли. Розвізно-збірний і комбінований цикли включають елементи розвізного, збірного і простого циклів.

Транспортний процес з предметами перевезень і операції з транспортними засобами. Сукупності обов'язкових елементів: навантаженню, переміщенню та розвантаженню вантажів (операції з вантажем) відповідають простій транспортних засобів, рух із вантажем і простій під розвантаженням (операції з транспортними засобами).

Транспортний процес є складною сукупністю окремих процедур, пов'язаних не тільки з фізичним переміщенням вантажу, а й з іншими логістичними операціями. Транспортний процес, крім безпосереднього переміщення вантажів, супроводжується пробігом транспортного засобу без вантажу (непродуктивний пробіг), його простоями в процесі виконання

навантажувально-розвантажувальних робіт і при оформленні прийому-здачі вантажу і з інших причин.

Маршрутом руху називається шлях прямування ТЗ при виконанні перевезень. На всіх маршрутах транспортний процес перевезення вантажів складається з послідовно повторюваних елементів, а саме: подача ТЗ до місця навантаження; навантаження ТЗ; переміщення вантажу; розвантаження ТЗ. Сукупність елементів, що утворюють закінчену операцію, називається циклом перевезення, або їздки.

Транспортно-технологічна схема доставки товару включає низку етапів, найважливіші з яких такі:

1. Формування вантажних одиниць. На цьому етапі близькі за характеристиками товари об'єднуються і далі переміщуються як єдине ціле. При цьому їх ідентифікують, як «одиниці транспортного вантажу», або «юніти». На цьому етапі фірма зазнає витрат на експлуатацію і капітальні вкладення в затарювання вантажу, формування пакетів, купівлю (оренду) піддонів або інших засобів пакування, контейнерів тощо.

2. Навантаження сформованих вантажних одиниць на транспортні засоби. На цьому етапі при взаємодії складу вантажовідправника і транспортних засобів здійснюється фізичне переміщення вантажів в рамках обмеженого складською територією простору. На витрати впливає спосіб виконання вантажних робіт.

3. Підвезення вантажу до терміналу магістрального виду транспорту. На цьому етапі, за умови його наявності, зазвичай здійснюється сортування, групування та перерозподіл вантажів.

4. Об'єднання на терміналі вантажних одиниць, які мають спільні адреси отримувачів або рухаються в однаковому напрямі.

5. Перевезення вантажів магістральними видами транспорту. Витрати на перевезення визначаються відповідно до варіанта транспортної системи.

6. Транспортно-складські операції на етапі розвантаження вантажу в терміналі пункту призначення.

7. Вивезення вантажу з терміналу магістрального виду транспорту і доставка його на постачальницько-збутові бази.

8. Доставка вантажу з бази кінцевому споживачеві. На цьому етапі здебільшого використовуються автомобілі низької та середньої вантажопідйомності. За умови існування розподільчого центру зазвичай створюються певні маршрути розвезення.

9. Контроль виконання доставки відповідно до обраної транспортно-технологічної схеми.

Складський процес включає такі основні етапи:

1. Приймання товарів. На цьому етапі товари або матеріали доставляються на склад і реєструються, що може включати перевірку кількості, якості та цінності товарів.

2. Зберігання. Товари розміщуються на складі відповідно до певних правил розташування, щоб забезпечити ефективну організацію і швидкий доступ до них. Зазвичай товари розміщуються на полицях, стелажах або інших засобах зберігання.

3. Керування запасами. Складське управління включає ведення обліку запасів, моніторинг їх руху, поповнення запасів і управління оборотами товарів. Мета – забезпечити наявність товарів у відповідний момент, із мінімальними затратами.

4. Видача товарів. При потребі товари видаються зі складу. Це може бути відправка клієнтам, внутрішній розподіл у межах компанії або інші операції.

5. Операції з обробки. Включає різні операції, такі як сортування, упакування, маркування та інші операції, необхідні для підготовки товарів до відправлення або продажу.

6. Регулярне проведення перевірки залишків на складі, щоб визначити точну кількість товарів та чи наявні втрати або зниження якості.

Відслідковування і контроль. Використовуються сучасні технології, такі як штрих-коди, *RFID* та програмне забезпечення для відстеження руху товарів і забезпечення точності й ефективності складського процесу.

Виокремлюють такі критерії оцінки ефективності роботи складу:

I група: показники, що характеризують ефективність використання складських площ.

II група: показники, що характеризують ефективність складських технологічних процесів.

III група: показники, що характеризують рівень схоронності вантажів.

IV група: показники, що характеризують загальну ефективність роботи складу.

Тема 3

ІНЖИНІРИНГ ТА РЕІНЖИНІРИНГ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Інжиніринг логістичних процесів – це процес створення оптимальних та ефективних логістичних процесів в організації. Інжиніринг логістичних процесів включає аналіз і вдосконалення всіх етапів логістичних операцій – від закупівлі та зберігання до доставки та обслуговування клієнтів.

Реінжиніринг логістичних процесів – це радикальна перезміна та переосмислення логістичних процесів із метою досягнення суттєвого поліпшення продуктивності та ефективності. Реінжиніринг може включати повну перебудову бізнес-процесів, упровадження нових технологій та методів, а також переосмислення організаційної структури.

Етапи інжинірингу логістичних процесів:

1. *Аналіз поточних процесів.* Цей етап включає докладне вивчення та оцінку поточних логістичних процесів компанії. Мета – виявити слабкі місця, резерви для вдосконалення та можливості оптимізації.

2. *Моделювання нових процесів.* Основна ідея – створення оптимальних, удосконалених моделей логістичних процесів, які забезпечують максимальну ефективність використання ресурсів.

3. *Упровадження нових рішень.* Цей етап включає впровадження запропонованих у моделі змін в роботі компанії, що може включати залучення нових технологій, програмного забезпечення чи організаційних змін.

4. *Моніторинг та оцінка результатів.* Після впровадження нових процесів необхідно систематично відслідковувати їхню ефективність та вносити корективи у разі необхідності.

Етапи реінжинірингу логістичних процесів:

1. *Перегляд основних цілей та завдань.* Цей етап передбачає повний перегляд основної мети та завдань логістичних процесів компанії з метою забезпечення їх відповідності стратегічним цілям бізнесу.

2. *Створення нових стратегічних рішень.* У рамках реінжинірингу може виникнути необхідність упровадження фундаментальних стратегічних змін у логістичних процесах. Наприклад, перехід на новий тип постачальників або дистрибуційних шляхів.

3. *Упровадження технологічних інновацій.* Реінжиніринг зазвичай передбачає використання передових технологій та інформаційних систем для підтримки нових логістичних процесів.

4. *Зміна корпоративної культури та структури.* Цей аспект може бути найбільш складним, але й важливим. Реінжиніринг може вимагати кардинальних змін у корпоративній культурі та організаційній структурі компанії.

5. *Оцінка та моніторинг результатів.* Як і в інжинірингу, важливо постійно відслідковувати результати нових стратегічних рішень та вносити корективи у випадку потреби.

Проектування логістичних систем – це комплексний процес створення та оптимізації системи, яка забезпечує ефективний рух товарів, послуг і інформації в рамках логістичного ланцюга. Цей процес включає низку етапів та аспектів. Перелічимо деякі ключові аспекти проектування логістичних систем.

Проектування логістичних систем – це багатоаспектний процес, який потребує врахування всіх деталей та здатності бачити загальну картину. Він допомагає компаніям оптимізувати свої логістичні операції і підвищити ефективність доставки товарів або послуг до клієнтів.

Етапи проектування логістичних систем:

1. Аналіз потреб і вимог клієнтів, що передбачає вивчення потреб і вимог цільового ринку та усвідомлення потреб клієнтів з метою створення системи, яка їх задовольнить.

2. Моделювання логістичного ланцюга. Розроблення моделі логістичного ланцюга, включно з усіма етапами – від постачальників до клієнтів, що допоможе краще зрозуміти потреби щодо ресурсів і оптимальності шляхів доставки.

3. Вибір постачальників та партнерів. Важливо визначити, з ким ви будете співпрацювати на різних етапах логістичного ланцюга. Обирайте постачальників, які можуть забезпечити необхідну якість і надійність.

4. Розробка інфраструктури і обладнання. Проектування логістичної системи включає розробку інфраструктури складів, транспортних маршрутів, обладнання для перевезення та зберігання товарів.

5. Інформаційні технології та системи. Упровадження сучасних інформаційних технологій і систем з метою відстеження руху товарів, оптимізації запасів і вдосконалення комунікації в логістичному ланцюзі.

6. Управління запасами і складською логістикою. Розробка стратегії управління запасами, яка дозволить знизити витрати на зберігання і одночасно забезпечить наявність товарів для клієнтів.

7. Моніторинг та оптимізація. Після запуску логістичної системи важливо постійно моніторити її роботу і вносити корективи для поліпшення її ефективності.

8. Забезпечення якості і безпеки. Контроль якості та забезпечення безпеки в процесі переміщення товарів.

9. Стратегія в умовах змін. Забезпечення гнучкості і адаптованості логістичних систем до змін у ринкових умовах і технологіях.

10. Співробітництво і комунікація. Ефективна комунікація між всіма учасниками логістичного ланцюга для уникнення затримок і непорозумінь.

Тема 4

ІННОВАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ В ЛОГІСТИЦІ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ МІСТ

Міська логістика є однією з ключових компонент міської інфраструктури та економіки. Розвиток і оптимізація логістичних процесів у міських зонах стає все більш важливим завданням внаслідок швидкого зростання міського населення, збільшення рівня споживання та вимог до екологічної стійкості. Основна мета міської логістики полягає в забезпеченні ефективного та сталого переміщення товарів і послуг, враховуючи потреби і громад, і міського простору.

Історія міської логістики та виклики сучасності

Історично логістика у містах розвивалася, як відповідь на зростаючі потреби міського населення. З розвитком промисловості та технологій у XIX та XX століттях зросла необхідність у швидкій та точній доставці товарів у межах міста. Це стосувалося не лише продуктів харчування чи сировини, але й таких послуг, як збирання сміття, ремонт та технічне обслуговування міської інфраструктури.

Сучасні виклики міської логістики значно ускладнилися. Урбанізація, електронна комерція, вимоги до зниження вуглецевих викидів та інші фактори потребують нових підходів до логістики. У контексті швидких соціальних та економічних змін логістика стала однією з галузей, що швидко адаптується до нових вимог. Однак забезпечення сталого розвитку логістичних процесів у міському середовищі потребує впровадження інноваційних рішень та активного дослідження у цій сфері.

Основні цілі сучасних досліджень у логістиці зібрані в документі *Urban Freight Research & Innovation Roadmap*, створеному у співпраці з такими організаціями, як *ERTRAC* (Європейська консультативна рада з досліджень транспорту) та *ALICE* (Альянс для інновацій у логістиці через співпрацю), виділено кілька ключових цілей для розвитку та впровадження інновацій у міську логістику. Це дослідження має на меті не лише підвищення ефективності

логістичних систем, а й створення більш екологічно відповідальних та сталих моделей логістичних процесів у містах.

Сучасні дослідження в галузі міської логістики передбачають використання різних методів та інструментів, серед яких варто виокремити такі:

1. Аналіз великих даних (*Big Data*). Використання великих даних дозволяє відстежувати та аналізувати інформацію про транспортні потоки, споживчі уподобання та поведінку на ринку. Це дає змогу виявити тенденції та оптимізувати логістичні процеси в режимі реального часу.

2. Моделювання та симуляція. Цей підхід дозволяє оцінити вплив різних факторів на логістичні процеси у місті, зокрема спрогнозувати наслідки впровадження нових політик або змін у маршрутах доставки.

3. Інтернет речей (*IoT*). *IoT* дозволяє забезпечити зв'язок між транспортними засобами, інфраструктурою та системами управління. Це створює можливість відстежувати стан транспортних засобів, оптимізувати маршрути та забезпечити своєчасне обслуговування техніки.

4. «Зелена» логістика. Упровадження екологічно чистих технологій у логістичних процесах стало важливим аспектом для багатьох компаній. «Зелена» логістика включає використання екологічно безпечних транспортних засобів, зниження кількості поїздок та впровадження технологій, що дозволяють мінімізувати викиди.

Важливі напрями досліджень і інновацій:

1. Інтеграція міської логістики з міською транспортною інфраструктурою.

Інтеграція міської логістики з транспортними системами має важливе значення для забезпечення сталої роботи логістичних процесів у містах, що включає:

- оптимізацію використання доріг та зменшення заторів шляхом управління потоками транспорту;
- поліпшення умов для вантажних перевезень, що дозволить зменшити вплив на пасажирський транспорт;

- розробку спеціальних зон для вантажівок та служб доставки для зручного завантаження та розвантаження товарів.

2. Використання безпілотних технологій.

Дослідження у сфері безпілотних технологій та автоматизованих транспортних засобів можуть значно вплинути на розвиток міської логістики. Безпілотні автомобілі, дрони та роботизовані системи доставки допомагають автоматизувати процеси доставки, що зменшує затори та підвищує ефективність. Наприклад, дрони можуть використовуватися для доставки невеликих пакетів у важкодоступні райони міста, що особливо актуально для великих мегаполісів.

3. Розвиток інфраструктури для електромобілів.

Інфраструктура для електромобілів є важливим фактором для зниження забруднення у містах. Дослідження включають розробку зарядних станцій, інноваційних рішень для швидкої зарядки та систем оптимального розподілу електроенергії. Використання електромобілів у логістиці допомагає зменшити викиди та поліпшити якість повітря у місті.

Міська логістика є однією з найважливіших складників сталого розвитку міст. Завдяки інноваційним дослідженням та технологіям, які спрямовані на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, підвищення ефективності транспортних систем та забезпечення високої якості обслуговування, міська логістика може стати більш ефективною та стійкою. Основна мета сучасних досліджень полягає у створенні міської логістики, яка забезпечить комфортне середовище для життя громадян та підтримку економічного розвитку міста.

Тема 5

СУЧАСНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ, ЩО ОПИСУЮТЬ ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ

Міська логістика – це галузь логістики, яка спеціалізується на оптимізації руху товарів, людей та інших ресурсів у міському середовищі. Вона включає планування, координацію і управління рухом великої кількості різних видів транспорту, вантажів, інфраструктури та послуг у містах з метою забезпечення ефективності та сталості міської інфраструктури.

Аналіз логістичних процесів у міській логістиці є важливим етапом для забезпечення ефективності й оптимізації руху товарів, людей та інших ресурсів у місті. Цей аналіз допомагає виявити слабкі місця і знайти можливості для поліпшення міської інфраструктури та логістичних процесів.

Структура логістичних процесів у міській логістиці така:

1. Збір та аналіз даних. Потрібно зібрати дані про рух товарів, пасажирського транспорту, інфраструктуру, розташування складів, час доставки тощо; проаналізувати ці дані, щоб визначити основні проблеми та вузькі місця в поточних логістичних процесах.

2. Карта потоків. Створити карту потоків руху товарів та людей у місті; визначити основні шляхи переміщення і точки заторів.

3. Ідентифікація проблем. На основі аналізу даних та карти потоків визначити проблеми, такі як затори, підвищений обсяг транспорту в певних районах, недостатня координація між різними видами транспорту тощо.

4. Оцінка існуючих рішень. Переглянути існуючі логістичні рішення та програми, які вже впроваджені в місті, і визначити їхню ефективність та можливість подальшого вдосконалення.

5. Розроблення стратегій оптимізації. Розробити стратегії для оптимізації логістичних процесів, а саме: зміни у вуличній інфраструктурі, розробку нових маршрутів транспорту, впровадження сучасних технологій управління рухом тощо.

6. Визначення ключових метрик успіху. Встановити ключові метрики, за якими буде відслідковуватися успішність оптимізаційних заходів, зокрема такі показники, як час доставки, пасажиропотік, витрати на логістику тощо.

7. Моніторинг та постійне вдосконалення. Після впровадження стратегій оптимізації провести моніторинг результатів і постійно вдосконалювати логістичні процеси в місті.

Business Model Canvas (канва бізнес-моделі) – це інструмент для визначення, опису та аналізу бізнес-моделі компанії або проєкту. Він дозволяє компактно представити ключові аспекти бізнесу на аркуші паперу або на екрані, що сприяє кращому розумінню та загальному обговоренню цієї бізнес-моделі. *Business Model Canvas* був розроблений Александром Остервальдером та Івеном Пігньє у 2008 році та користується широким попитом у підприємців, стартаперів та менеджерів.

Living Lab – це концепція, або методологія, яка використовує «живі» місця, або середовища, для тестування, розробки та впровадження нових технологій, продуктів або послуг у реальних умовах. *Living Lab* використовується в різних контекстах, включаючи інновації у міському плануванні, інформаційних технологіях, охороні здоров'я, енергетиці та багатьох інших галузях. Основна ідея полягає в тому, щоб створити реальні умови для тестування і валідації нових ідей та рішень, спільно з користувачами або кінцевими споживачами, враховуючи їхні потреби та фідбек.

CBA (Cost-Benefit Analysis) Simulation/Gaming Freight Trip Modeling – це методологія аналізу витрат та користі у логістиці, яка використовує симуляційні ігри й моделі для моделювання та оцінки вантажоперевезень. Цей підхід дозволяє досліджувати різні аспекти логістичних операцій, включаючи витрати, час доставки, навантаженість маршрутів та інші фактори, щоб визначити оптимальні рішення та виявити можливі вигоди.

Dynamic Pathways Q-Methodology – це методологія, яка використовується для дослідження та аналізу внутрішніх думок, поглядів і відношення людей щодо складних і динамічних процесів або ситуацій. Вона поєднує метод Q-методології

(*Q-methodology*) з поняттям «динамічних шляхів» (*dynamic pathways*), щоб досліджувати, як індивіди сприймають та розуміють різноманітні аспекти соціокультурних явищ, процесів або подій, які можуть змінюватися з часом.

Ортогональні сценарії логістики – це методологія або підхід до розробки й аналізу різних можливих сценаріїв або варіантів розвитку для логістичних систем і оптимізації логістичних процесів. У цьому контексті «ортогональний» означає, що сценарії розглядаються, як незалежні та несумісні варіанти, які можуть бути оцінені та порівняні з точки зору їхньої відповідності поставленим цілям та обмеженням.

Q-методологія – це дослідницька техніка, заснована на зборі інформації від різних зацікавлених сторін у певній сфері інтересів. Інформацію отримують шляхом побудови опитування, яке включає рейтингові твердження щодо предметів відносно одне одного. Твердження отримані з різних джерел і мають відображати дискурс теми. *Q*-методологія ґрунтується на припущенні, що на певну тему буде лише обмежена кількість чітких узгоджених точок зору, які можна мати і які, як правило, поділяються групами однодумців, – так звана «кінцева різноманітність».

Тема 6

АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЛОГІСТИЦІ

Моделювання та імітаційне моделювання. Моделювання – це спосіб вирішення реальних проблем. У багатьох випадках ми не можемо дозволити собі експериментувати з реальними об'єктами, щоб знайти правильні рішення: будівництво, руйнування та внесення змін можуть бути надто дорогими, небезпечними або просто неможливими. Якщо це так, можна створити модель, яка використовує мову моделювання для представлення реальної системи. Цей процес передбачає абстракцію: ми включаємо деталі, які вважаємо важливими, і залишаємо без уваги ті, які вважаємо неважливими. Модель завжди менш складна, ніж вихідна система (рис. 6.1).



Рисунок 6.1 – Оригінальна система [1]

Моделювання. Фази побудови моделі – це відображення реального світу у світі моделей, вибір рівня абстракції та мови моделювання – усі менш формальні, ніж процес використання моделей для вирішення проблем. Це, однак, більше мистецтво, ніж наука. Після того, як ми створили модель – а іноді навіть під час її створення – ми можемо почати досліджувати та усвідомлювати структуру й поведінку нашої системи, тестувати, як вона поводитиметься за

різноманітних умов, грати та порівнювати сценарії та здійснювати оптимізацію. Коли ми знайдемо рішення, то зможемо відобразити його в реальному світі. Моделювання – це пошук шляху від проблеми до її вирішення без ризиків, коли нам дозволено робити помилки, скасовувати дії, повертатися в минуле та починати спочатку.

Існує багато типів моделей, у тому числі ментальні моделі, які ми використовуємо, щоб зрозуміти, як все працює в реальному світі: друзі, родина, колеги, водії автомобілів, місто, де ми живемо, речі, які ми купуємо, економіка, спорт і політика. Усі наші рішення: що ми повинні сказати нашій дитині, що ми повинні їсти на сніданок, за кого ми повинні проголосувати або куди ми повинні повести нашу дівчину на вечерю – усе базується на ментальних моделях.

Комп'ютери – потужні інструменти моделювання, вони пропонують нам гнучкий віртуальний світ, де ми можемо створювати майже все, що тільки можна уявити. Звісно, існує багато типів комп'ютерних моделей – від базових електронних таблиць, які дозволяють будь-кому моделювати витрати, до складних інструментів імітаційного моделювання, які допомагають досвідченим користувачам досліджувати динамічні системи, наприклад споживчі ринки чи поля битв.

Аналітичне та імітаційне моделювання. Попросіть команди зі стратегічного планування, прогнозування продажів, логістики, маркетингу або управління проектами великої організації назвати улюблений інструмент моделювання, і ви швидко зрозумієте, що *Microsoft Excel* є найоптимальнішим варіантом.

Excel має декілька переваг: він доступний широкому загалу, простий у використанні та дозволяє додавати сценарії до формул, оскільки логіка вашої електронної таблиці стає дедалі складнішою (рис. 6.2).

Аналітична модель (електронна табл. *Excel*). Технологія моделювання на основі електронних таблиць проста. Ви вводите вхідні дані в одні комірки та переглядаєте вихідні дані в інших. Формули – а в більш складних моделях сценарії – поєднують вхідні та вихідні значення. Різноманітні доповнення

дозволяють виконувати експерименти щодо зміни параметрів за допомогою методу Монте-Карло або оптимізації.

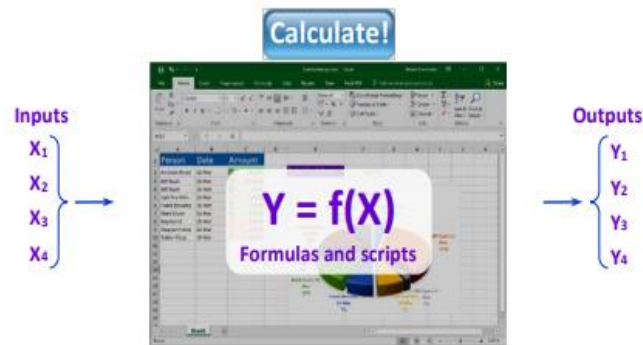


Рисунок 6.2 – Програма *Excel*

Однак існує також великий клас проблем, коли аналітичне (на основі формули) рішення або важко знайти, або його просто немає.

Цей клас включає динамічні системи, які характеризуються наявністю:

- нелінійної поведінки;
- «пам'яті»;
- неінтуїтивної взаємодії між змінними;
- часових та причинно-наслідкових залежностей;

– усього переліченого вище в поєднанні з невизначеністю та великою кількістю параметрів (здебільшого неможливо отримати правильні формули, а надто скласти уявну модель такої системи).

Розглянемо проблему, яка потребує оптимізації залізничного або вантажного парку. Недоцільно використовувати електронну таблицю *Excel* для керування такими факторами, як розклад подорожей, час завантаження та розвантаження, обмеження щодо часу доставки та пропускна здатність кінцевих пунктів. Доступність транспортного засобу в певному місці, даті та часі залежить від послідовності попередніх подій, і визначення того, куди відправити транспортний засіб, коли він простоює, потребує аналізу майбутніх подій.

Формули, які виражають статичні залежності між змінними, зазвичай недоцільно використовувати для опису систем із динамічною поведінкою, тому для аналізу динамічних систем ми використовуємо іншу технологію

моделювання – імітаційне моделювання. Імітаційна модель завжди є виконуваною моделлю: її запуск створює траєкторію змін стану системи. Подумайте про імітаційну модель, як про набір правил, які підказують вам, як перейти від поточного стану системи до майбутньої. Правила можуть набувати різних форм, включаючи диференціальні рівняння, діаграми станів, блок-схеми процесу та графіки. Результати моделі створюються та спостерігаються під час роботи моделі. Імітаційне моделювання потребує спеціальних програмних засобів, які використовують специфічні для моделювання мови.

Хоча для якісного імітаційного моделювання вам доведеться вчитися, ваш час і зусилля будуть винагороджені, коли модель надасть якісний аналіз динамічної системи. Багато людей, особливо ті, хто добре знає *Microsoft Excel* або має досвід програмування, для моделювання динамічної системи намагаються використовувати електронну таблицю. Коли вони намагаються охопити якомога більше деталей, то неминуче починають відтворювати функціональні можливості симуляторів *Excel*. Отримані моделі повільні та некеровані, і їх зазвичай швидко відкидають. В аналітичному рішенні практично неможливо використати жодну з цих деталей. Навіть якби існували формули для керування обраною конфігурацією, найменші зміни в процесі могли б анулювати їх і знадобився б професійний математик, щоб їх виправити.

Переваги імітаційного моделювання. Імітаційне моделювання має шість ключових переваг:

1. Імітаційні моделі дозволяють аналізувати системи та знаходити рішення там, де такі методи, як аналітичні обчислення та лінійне програмування, не дають результатів.

2. Після вибору рівня абстракції легше розробити імітаційну модель, ніж аналітичну. Зазвичай це потребує менше роздумів, а процес розробки масштабований, поетапний і модульний.

3. Структура імітаційної моделі відображає структуру системи.

4. В імітаційній моделі можна вимірювати значення та відстежувати сутності в межах рівня абстракції, а також будь-коли додавати вимірювання та статистичний аналіз.

5. Однією з найбільших переваг симуляції є можливість відтворення та анімування поведінки системи в часі. Анімацію можна використовувати для демонстрації, перевірки та налагодження.

6. Імітаційні моделі набагато переконливіші, ніж електронні таблиці *Excel*. Якщо ви використовуєте симуляцію, щоб підтвердити свою пропозицію, ви матимете велику перевагу щодо тих, хто використовує лише числа.

Застосування симуляції.

Антиблокувальні гальма автомобіля, евакуація футбольних уболівальників зі стадіону, рух на перехресті, що регулюється світлофором, дії солдатів на полі бою – приклади проблем, які потребують малоабстрактного моделювання. Моделі у верхній частині абстрактні, зазвичай у них використовуються агрегати – сукупність споживачів і статистика зайнятості, а не окремі об'єкти. Оскільки їхні об'єкти взаємодіють на високому рівні, вони можуть допомогти зрозуміти взаємозв'язки, наприклад гроші, які компанія витрачає на рекламу, впливають на продажі, не потребуючи моделювання проміжних кроків.

Інші моделі мають проміжний рівень абстракції. Якщо ми моделюємо відділення невідкладної допомоги лікарні, нам потрібно формувати фізичний простір, щоб знати, скільки часу потрібно комусь для того, щоб пройти від відділення невідкладної допомоги до рентгенівської станції, а фізична взаємодія між людьми в будівлі не має значення, оскільки ми припускаємо, що будівля не перевантажена. У моделі бізнес-процесу або кол-центру ми можемо моделювати послідовність і тривалість операцій, а не їх розташування. У моделі транспортування ми ретельно враховуємо швидкість вантажівки чи залізничного вагона, але в моделі ланцюга постачання вищого рівня тільки припускаємо, що для отримання замовлення потрібно від семи до десяти днів. Вибір правильного рівня абстракції має вирішальне значення для успіху проєкту моделювання.

У процесі розробки моделі потрібно – навіть бажано – час від часу переглядати рівень абстракції моделі. У більшості випадків необхідно починати з високого рівня абстракції й додавати потрібні деталі. У сучасному імітаційному моделюванні виокремлюють три методи: дискретно-подієвий, агентний і системної динаміки (рис. 6.3).

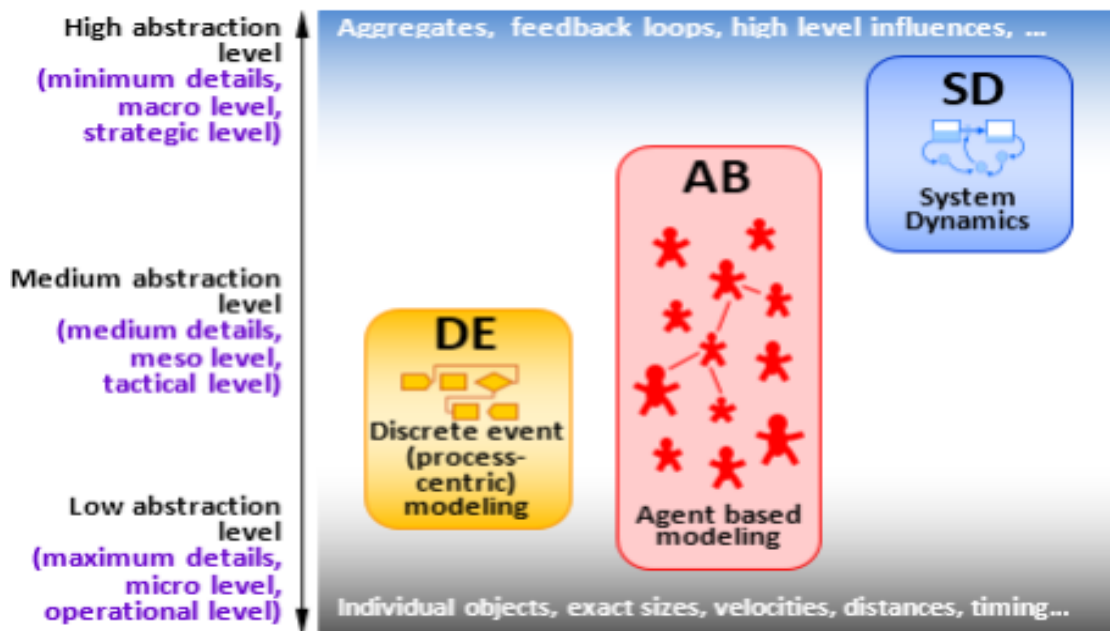


Рисунок 6.3 – Сучасне імітаційне моделювання [1]

Методи імітаційного моделювання.

У імітаційному моделюванні метод – це структура, яку ми використовуємо для відображення системи реального світу як її модель. Можна розглядати метод як тип мови або своєрідні «терміни та умови» для побудови моделі.

Відомі три методи:

- *System Dynamics;*
- *Discrete Event Modelin;*
- *Agent Based Modeling.*

Кожен метод обслуговує певний діапазон рівнів абстракції.

Системна динаміка передбачає дуже високу абстракцію і зазвичай використовується для стратегічного моделювання. Моделювання дискретних подій підтримує середню та середньо-низьку абстракцію. Посередині розміщені

моделі на основі агентів, які можуть варіюватися від дуже детальних, де агенти представляють фізичні об'єкти, до дуже абстрактних, де агенти представляють конкуруючі компанії чи уряди. Після ретельного розгляду системи, яку ви хочете змодельовати, та відповідно до ваших цілей потрібно обрати свій метод. На рисунку 6.4 подано приклад проблеми, як уявлення людини, що буде будувати процес. Блок-схема процесу така: клієнти є об'єктами системи, співробітники – ресурсами, модель створена на основі взаємодії агентів, де споживачі є агентами, на яких впливає реклама, комунікація, а також взаємодія з агентами та працівниками.



Рисунок 6.4 – Агентна модель [1]

Ви також можете виявити, що найкращим способом моделювання різних частин системи є використання різних методів, і в такій ситуації багатометодна модель найкраще задовольнить ваші потреби.

Агентне моделювання є відносно новим методом порівняно з системною динамікою та моделюванням дискретних подій. Насправді моделювання на основі агентів було переважно науковою темою, доки симулятори-практики не почали використовувати його (близько 15-ти років тому). Це спричинило:

1. Бажання глибше зрозуміти системи, які традиційні підходи моделювання охоплювали недостатньо.
2. Прогрес у технології моделювання, який став можливим завдяки інформатиці, наприклад об'єктно-орієнтоване моделювання, *UML* і діаграми станів.

3. Швидке зростання потужності ЦП і пам'яті. Агентні моделі є більш досконаліми, ніж системна динаміка та моделі дискретних подій.

Стандартної мови для моделювання на основі агентів не існує, і структура моделі на основі агентів визначається графічними редакторами або сценаріями. Для визначення поведінки агента використовують різні способи. Зазвичай слово «агент» застосовується у значенні «стан», тому дії та реакції агента залежать від його стану. Отже, поведінку агента найдоцільніше визначати за допомогою діаграм стану. Іноді поведінка визначається правилами, які виконуються після спеціальних подій. У багатьох випадках найкращим способом охоплення внутрішньої динаміки агента є використання системної динаміки або підходу до дискретних подій, а потім потрібно розмістити всередині агента фондову та блок-схему або блок-схему процесу. Подібним чином зовнішні агенти визначають динаміку середовища, у якому вони живуть, що природно моделювати за допомогою традиційних методів. Саме тому багато агентних моделей є моделями з кількома методами.

Агенти в агентній моделі можуть представляти різноманітні об'єкти: транспортні засоби, одиниці обладнання, проекти, продукти, ідеї, організації, інвестиції, ділянки землі, людей у різних ролях тощо (рис. 6.5).

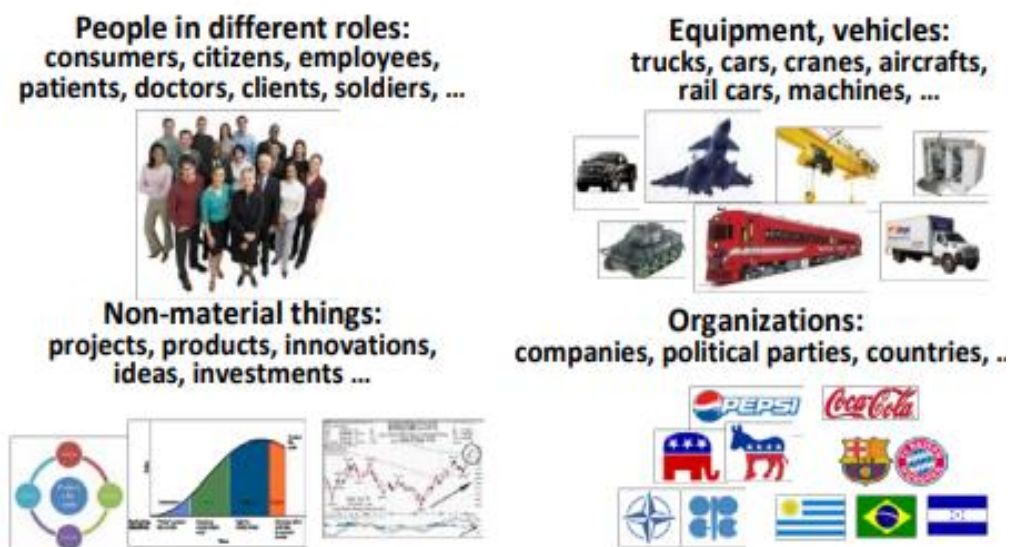


Рисунок 6.5 – Агентна модель [1]

Учені ще досі сперечаються про те, які властивості повинен мати об'єкт, щоб бути «агентом»: проактивні та реактивні якості, просторове усвідомлення, здатність до навчання, соціальні здібності, інтелект тощо. Однак у прикладному моделюванні на основі агентів ви будете знаходити різних агентів: одні спілкуються, тоді як інші живуть у повній ізоляції, одні живуть у просторі, а інші без простору, деякі навчаються та адаптуються, а інші ніколи не змінюють своїх моделей поведінки.

Симуляція руху пішоходів є важливою частиною будівництва, розширення чи реконструкції таких об'єктів, як торгові центри, аеропорти, вокзали та стадіони. Ці аналізи можуть допомогти архітекторам поліпшити свої проекти, власникам об'єктів переглянути можливі зміни в них, а цивільним органам влади змодельовати можливі шляхи евакуації. Оскільки пішохідні потоки можуть бути складними, вони потребують повномасштабного моделювання. Пішоходи дотримуються основних правил, які були визначені детальними теоретичними дослідженнями; вони рухаються із заздалегідь визначеною швидкістю, уникають фізичних просторів, таких як стіни, а також інших людей, і вони використовують інформацію про натовп, який їх оточує, щоб регулювати свої відстань і швидкість. Результати неодноразово підтверджувалися польовими дослідженнями та застосуваннями клієнтів. Ви можете створювати різні показники, наприклад загальний час у дорозі між певними точками, і змінювати свої експерименти, щоб підкреслити ці показники під час пікових заторів. Нарешті, ви можете імпортувати фонові макети, плани поверхів і карти та створювати кілька 3D-видів, які полегшать аналіз пішохідного потоку.

AnyLogic може допомогти вирішити проблеми щодо руху пішоходів:

– розрахунок часу та пропускнуої здатності. Припустимо, що ви проектуєте супермаркет, метро, залізничну станцію чи будівлю аеропорту. Ваша мета полягає в тому, щоб створити макет, який мінімізує час у дорозі та гарантує, що пішохідні потоки не заважатимуть один одному. Симуляція *Anylogic* може легко перевірити звичайні, спеціальні умови чи умови максимального обсягу;

– аналіз впливу на рух пішоходів. Керівники місць з інтенсивним рухом людей, таких як тематичні парки, музеї та спортивні стадіони, можуть використовувати симуляцію, щоб зрозуміти, як такі зміни, як новий кіоск або переміщення рекламної панелі, вплинуть на їх роботу, тривалість руху пішоходів і досвід клієнтів;

– аналіз евакуації. Збільшення частоти природних і антропогенних катастроф робить важливою оцінку та оптимізацію планів евакуації. моделювання надзвичайних подій може допомогти агентствам з управління надзвичайними ситуаціями розробити ефективні плани евакуації, які рятують життя.

Тема 7

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ В ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАНЬ

Ланцюг постачань – це система організацій, людей, діяльності, інформації та ресурсів, яка забезпечує переміщення продукту чи послуги від постачальника до споживача. У ланцюгу постачань важливо ефективно керувати матеріалами, інформацією, фінансами та іншими ресурсами.

Ланцюг постачань охоплює весь процес – від постачальників до кінцевих споживачів, включаючи виробництво, розподіл, пакування та доставку. Важливим аспектом є забезпечення повного задоволення споживачів за якістю, ціною, доставкою та обслуговуванням.

Актуальність ланцюга постачань полягає у забезпеченні ефективного управління ресурсами, зниженні витрат, підвищенні задоволеності клієнтів та оптимізації процесів. Важливою частиною є аналіз даних, який допомагає у прийнятті обґрунтованих рішень.

Amazon Go та концепція «розумного» міста демонструють, як технології Інтернету речей (*IoT*) можуть трансформувати роздрібну торгівлю та міське середовище, забезпечуючи зручність та ефективність для користувачів.

Інтернет речей (*Internet of Things, IoT*) описує мережу фізичних пристроїв, таких як транспортні засоби, побутова техніка та інші предмети, які підімкнені до Інтернету для обміну даними. Пов'язані пристрої включають «розумний» одяг, «розумні» будинки, фабрики, міста та автомобілі.

Інтернет речей – концепція мережі, що складається із взаємопов'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу й обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами в автоматичному режимі за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Окрім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти, поєднані через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють

виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів.

Термін «інтернет речей» вперше був введений Кевіном Ештоном у 1999 році під час його роботи над *Procter & Gamble*, щоб описати систему, в якій фізичні об'єкти могли бути пов'язані з давачами і мережею «Інтернет». Ештон ввів цей термін, щоб проілюструвати можливості радіочастотної ідентифікації (*RFID*), яка використовується в корпоративних системах поставок, щоб порахувати і відстежити товари без потреби людського втручання. Сьогодні, «інтернет речей» став популярним терміном для опису сценаріїв, у яких інтернет-з'єднання і обчислювальна здатність поширюються на безліч об'єктів, пристроїв, давачів і повсякденних об'єктів.

Набуває поширення також термін «всеохопний», або «всеосяжний», Інтернет (англ. *Internet of Everything, IoE*). Це явище спричинило занепокоєння щодо конфіденційності інформації і сприяло появі нового терміна – «безпека інтернету речей».

Основною концепцією *IP* є можливість підімкнення різноманітних об'єктів (речей), які людина може використовувати в повсякденному житті, наприклад, холодильник, кондиціонер, автомобіль, велосипед і навіть кросівки. Усі ці об'єкти (речі) повинні бути обладнані вбудованими давачами, або сенсорами, які мають можливість обробляти інформацію, що надходить з навколишнього середовища, обмінюватися нею і виконувати різні дії залежно від отриманої інформації. Прикладом упровадження такої концепції є система «розумний будинок», або «розумна ферма». Ця система аналізує дані навколишнього середовища і залежно від показників регулює температуру в приміщенні. У зимовий період регулюються інтенсивність опалення, а в разі спекотної погоди будинок має механізми відкривання і закривання вікон, завдяки чому провітрюється, і все це відбувається без втручання людини.

Переваги *IoT* в ланцюгах постачань включають підвищення продуктивності, поліпшення збору та аналізу даних, зниження витрат. Основними технологіями є *RFID*, *BLE* та інші рішення *Wi-Fi*.

RFID (радіочастотна ідентифікація) – це технологія, яка використовує електронні мітки для автоматичної ідентифікації об'єктів. Вона використовується у різних сферах, включаючи роздрібну торгівлю, логістику, контроль запасів та інше.

BLE – це низькоенергетична версія технології Bluetooth, яка ідеально підходить для *IoT* через свою енергоефективність та можливості позиціонування. Використовується для моніторингу руху транспортних засобів, пасажирів та інших об'єктів.

LoRaWAN та *Zigbee* – це технології, що забезпечують далекі та надійні зв'язки для *IoT*, що дозволяє ефективно збирати та передавати дані в масштабах міста чи навіть глобально.

Інтернет речей в ланцюгах постачань відіграє ключову роль у трансформації традиційних процесів, підвищуючи ефективність, прозорість та здатність адаптуватися до змінюваних умов. Використання *IoT* не лише спрощує управління запасами та логістику, а й відкриває нові можливості для інновацій у різних сферах.

Тема 8

ІНДУСТРІЯ 4.0 ТА СУЧАСНЕ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Індустрія 4.0 передбачає широке впровадження цифрових технологій в промисловості. Це означає автоматизацію, використання даних в реальному часі, машинне навчання, роботизацію та інші сучасні технології.

Цифрові технології, такі як IoT, *Big Data*, *AI*, змінюють способи управління логістичними ланцюгами, забезпечуючи більшу прозорість та контроль. Індустрія 4.0 значно оптимізує логістичні процеси – від запасів до доставки, від виробництва до кінцевого споживача.

Цифровізація дозволяє створити інтегрований та повністю автоматизований логістичний ланцюг, забезпечуючи безперервний потік даних та управління ресурсами. Автономність у транспортних засобах та логістиці веде до підвищення безпеки, зниження витрат на робочу силу та збільшення ефективності. Інновації у сфері автономних транспортних засобів включає різні рівні автономності – від часткового до повного автономного управління, зокрема:

1. Інтернет речей (IoT) – з'єднує фізичні об'єкти з Інтернетом, дозволяючи їм збирати та обмінюватися даними.
2. Великі дані та аналітика – збір та аналіз великих обсягів даних для прийняття кращих рішень.
3. Автономні роботи – роботи, які можуть виконувати завдання без людського втручання.
4. Цифровий двійник – віртуальна копія фізичного об'єкта або процесу. Використовується для моделювання та аналізу, що дозволяє оптимізувати логістичні операції.
5. Смарт-контракти – самовиконувальні контракти із вбудованими угодами, що виконуються автоматично за певних умов. Це може спростити та пришвидшити процеси в ланцюгах постачань.

6. Блокчейн у логістиці – забезпечує безпеку, прозорість та ефективність у ланцюгах постачань, гарантуючи незмінюваність записів та прозорість транзакцій.

Аналітика великих даних компанії дозволяє краще прогнозувати попит, оптимізувати запаси та управління складом, зменшуючи витрати та поліпшуючи ефективність. Індустрія 4.0 пропонує багато можливостей для оптимізації логістичних процесів, але також включає виклики, зокрема потребу щодо кваліфікованих працівників та інвестицій у нові технології.

Індустрія 4.0 революціонує управління ланцюгами постачань, роблячи їх більш ефективними, гнучкими та прозорими. Технології, зокрема автоматизація та аналітика даних, дозволяють точніше прогнозувати попит та оптимізувати запаси. Майбутнє логістики передбачає більшу автоматизацію, ефективність та інтеграцію внаслідок розвитку технологій Індустрії 4.0. Це змінить спосіб управління ланцюгами постачань та доставки товарів.

Тема 9

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Оптимізація логістичних процесів є ключовим аспектом для підвищення ефективності та зниження витрат у ланцюгах постачання. Ця лекція охоплює різноманітні методи та підходи, які можуть бути використані для оптимізації логістичних процесів у різних секторах.

1. Аналіз ланцюга постачань.

Вивчення потоків товарів та інформації. Усвідомлення того, як рухаються товари та інформація, дозволяє ідентифікувати їхні «вузькі» місця та неефективність.

Використання даних та аналітики. Збір та аналіз даних допомагає прийняти обґрунтовані рішення.

2. Лінійне програмування.

Оптимізація маршрутів та розкладів. Використання математичних моделей для мінімізації витрат на перевезення та часу доставки.

Моделювання сценаріїв. Створення різних сценаріїв для визначення оптимальних стратегій.

3. Інвентаризація та управління запасами.

Just-in-Time (JIT). Мінімізація запасів та витрат на їх зберігання.

ABC-аналіз. Класифікація товарів для оптимізації управління запасами.

4. Теорія обмежень.

Ідентифікація обмежень. Визначення та управління ключовими обмеженнями у логістичних процесах.

Неперервне поліпшення. Застосування принципів неперервного поліпшення для оптимізації процесів.

5. Логістичні IT-системи.

Системи планування ресурсів підприємства (*ERP*). Інтеграція всіх аспектів управління ланцюгом постачань.

Системи управління складом (*WMS*). Ефективне управління складськими процесами.

6. Екологічна логістика.

Зниження впливу на довкілля. Упровадження «зелених» ініціатив для мінімізації вуглецевого сліду.

Оптимізація транспортування. Зменшення кількості поїздок та ефективне використання транспортних засобів.

Методи оптимізації логістичних процесів включають широкий спектр інструментів та підходів – від математичного моделювання до застосування сучасних *IT*-систем. Оптимізація передбачає глибоке усвідомлення ланцюга постачань, а також здатності адаптуватися до змінюваних умов ринку та технологій. Основною метою є не тільки зниження витрат, але й підвищення загальної ефективності та забезпечення сталого розвитку.

Оптимізація логістичних процесів є ключовим елементом підвищення ефективності та конкурентоздатності підприємств. Вона передбачає вдосконалення всіх ланок логістичного ланцюга – від закупівлі сировини до доставки кінцевому споживачеві:

1. Процесні підходи.

Ланцюговий підхід. Зосереджується на взаємодії та координації всіх елементів логістичного ланцюга.

Крос-докінг. Метод, який дозволяє зменшити потребу щодо складування, пришвидшує рух товарів від постачальника до споживача.

2. Технологічні інновації.

Автоматизація складських операцій. Використання роботизованих систем та інтелектуального управління запасами.

Використання *Big Data* та аналітики. Аналіз великих даних для прогнозування тенденцій та оптимізації запасів.

3. Методи математичного моделювання.

Лінійне програмування. Використовується для визначення оптимального розподілу ресурсів.

Моделювання мережевих потоків. Дозволяє оптимізувати маршрути та потоки товарів у складній логістичній мережі.

4. Практики сталого розвитку.

Екологічно чиста логістика. Зниження впливу на довкілля через ефективне використання ресурсів.

Соціальна відповідальність. Забезпечення високих стандартів праці та безпеки.

5. Інтеграція та колаборація.

Горизонтальна та вертикальна інтеграція. Співпраця між компаніями на різних рівнях ланцюга постачання.

Партнерства та стратегічні альянси. Розвиток довгострокових взаємовигідних відносин.

Методи оптимізації логістичних процесів постійно розвиваються, відповідаючи на виклики сучасного бізнесу та зміни у глобальному економічному середовищі. Ефективна оптимізація потребує глибокого розуміння всіх аспектів логістичних процесів – від технологій до математичного моделювання.

Тема 10

МУЛЬТИКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ТРАНСПОРТНОМУ ПЛАНУВАННІ

Мультикритеріальний аналіз прийняття рішень (МКПР) – це сучасний підхід, який дозволяє розглядати складні завдання прийняття рішень у системах, де необхідно враховувати різні критерії. Використання МКПР у таких сферах, як транспортне планування, важливе, оскільки цей метод сприяє знаходженню компромісів і допомагає досягати ефективності навіть у ситуаціях, де всі критерії оптимізувати одночасно неможливо.

МКПР розвивався поступово, починаючи з основ економічної та математичної теорії, закладених ще у XVIII–XIX століттях. Важливим внеском стали дослідження у сфері теорії корисності, яка описує компроміс між різними аспектами, що впливають на прийняття рішень. Одним із ключових понять, що сформувався на цьому етапі, стала «оптимальність за Паретто», згідно з якою ресурсний розподіл вважається оптимальним, якщо поліпшення для однієї сторони не погіршує становище іншої.

МКПР у сучасному вигляді сформувався внаслідок розвитку спеціальних методів, що дозволяють аналізувати та оцінювати рішення у багатовимірному просторі критеріїв. Зараз МКПР застосовується у багатьох галузях, зокрема транспортному плануванні, для забезпечення комплексного підходу до прийняття рішень.

Сучасні транспортні системи є складними структурами, що включають економічні, технічні, соціальні та екологічні аспекти. Вони потребують залучення багатьох зацікавлених сторін, кожна з яких може мати свої пріоритети та вимоги. Зазвичай доводиться вибудовувати компроміси, наприклад, між економічною вигідністю, екологічними вимогами та якістю послуг. МКПР дозволяє враховувати ці аспекти, поєднуючи їх у загальний підхід.

Процес МКПР складається з кількох основних етапів, що дозволяють комплексно підійти до вирішення завдання прийняття рішень, а саме:

1. Формулювання критеріїв. На цьому етапі визначаються критерії, які будуть використовуватися для оцінки можливих варіантів рішень. Ці критерії повинні відповідати меті аналізу та охоплювати всі аспекти проблеми.

2. Структурування альтернатив. Далі формується набір можливих альтернативних рішень, які задовольняють визначені критерії і відповідають поставленим вимогам.

3. Оцінка переваг. Враховуючи всі критерії, зацікавлені сторони оцінюють значення кожного критерію для конкретного завдання, надаючи їм певної ваги або важливості. Це допомагає сформуувати модель пріоритетів, яка слугуватиме основою для подальших розрахунків.

4. Агрегація результатів. Для виконання обчислень використовуються спеціальні методи, що допомагають створити загальну оцінку кожного варіанта на основі переваг, сформованих на попередніх етапах. Це може здійснюватися за допомогою таких методів, як *AHP (Analytic Hierarchy Process)*, *ELECTRE*, *TOPSIS* та ін.

5. Прийняття рішення. Завдяки обчисленням та аналізу всіх варіантів приймається остаточне рішення або формується рейтинг можливих варіантів, який показує, які з них є найбільш оптимальними.

Існує кілька основних методів МКПР, що широко використовуються у різних галузях, зокрема:

1. АНР (Аналітичний ієрархічний процес). Структурує проблему у вигляді ієрархії, розподіляючи критерії та варіанти на рівні. Потім виконується порівняння пар критеріїв, що дозволяє визначити вагу кожного з них.

2. *ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality)*. Метод, що дозволяє врахувати як сильні, так і слабкі сторони альтернатив, порівнюючи їх за кількома критеріями. Він спрямований на виявлення найбільш відповідного варіанта на основі об'єктивного аналізу.

3. *TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).*

Допомагає обрати рішення, яке є найближчим до «ідеального» варіанта. У цьому методі здійснюється обчислення відстані між кожним варіантом та ідеальним рішенням, що дозволяє обрати найоптимальніший серед них.

Процес прийняття рішень у МКПР можна узагальнити у вигляді таких етапів:

1. Визначення критеріїв та альтернатив. На першому етапі формуються критерії, що відповідають усім аспектам аналізованої проблеми, а також альтернативні варіанти, які можуть бути розглянуті.

2. Оцінка альтернатив на основі критеріїв. Кожен варіант оцінюється відповідно до встановлених критеріїв. Це дозволяє створити базу даних для проведення порівняльного аналізу.

3. Агрегація та порівняння варіантів. Далі здійснюється обчислення, яке дозволяє порівняти альтернативи, використовуючи обрані методи, та визначити найкращі з них.

4. Прийняття остаточного рішення. Отримані дані аналізуються, і приймається обґрунтоване рішення з урахуванням визначених пріоритетів та компромісів.

У транспортному плануванні МКПР застосовується для оцінки альтернатив, які враховують економічні, соціальні, екологічні та технічні вимоги. Такий підхід дозволяє інтегрувати різні точки зору у процесі прийняття рішень, що дозволяє знижувати конфлікти між зацікавленими сторонами та забезпечувати більш збалансований розвиток транспортної інфраструктури.

Мультикритеріальний аналіз є необхідним підходом для прийняття складних рішень у транспортному плануванні, дозволяючи знаходити оптимальні рішення, які враховують численні критерії та інтереси різних сторін. Цей метод допомагає підвищити ефективність та результативність процесів планування, роблячи транспортну інфраструктуру більш стійкою і відповідною до потреб суспільства.

Тема 11

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

У сучасному світі ефективне управління транспортними засобами є ключовим фактором успіху для багатьох підприємств. Упровадження інноваційних систем управління автопарком дозволяє оптимізувати використання ресурсів, знизити витрати та підвищити загальну продуктивність роботи.

Оцінювання ефективності використання систем управління транспортними засобами починається з аналізу навколишнього середовища. Важливо враховувати такі аспекти, як інфраструктура, дорожній трафік, законодавчі обмеження, а також специфіка товарів та послуг, що перевозяться. Управлінські рішення повинні базуватися на точних та актуальних даних про стан автопарку, дорожні умови та потреби клієнтів.

Сучасні програмні рішення для управління транспортними засобами включають широкий спектр функцій – від моніторингу руху та технічного стану транспортних засобів до оптимізації маршрутів і управління запасами палива. Використання таких систем дозволяє значно підвищити ефективність роботи автопарку.

Система управління автопарком складається з таких функцій: система моніторингу транспортних засобів (ТЗ) (відстежує місце розташування та стан кожного ТЗ), безпечна система підтримки водіння ТЗ, маршрутизація, створення комунікаційного середовища між вантажовідправником та перевізником.

На стратегічному рівні важливо встановлювати довгострокові цілі, зокрема розширення парку, оновлення транспортних засобів, упровадження екологічно чистих технологій.

На середньостроковому рівні фокус зосереджується на оптимізації робочих процесів, удосконаленні системи логістики та підвищенні рівня обслуговування клієнтів.

На оперативному рівні ключовими є щоденне управління транспортними засобами, вирішення поточних проблем і максимально ефективного використання ресурсів.

Вибір типу та моделі транспортного засобу.

На першому етапі аналізуються зовнішні умови експлуатації, визначається тип кузова, вантажопідйомність та основні експлуатаційні характеристики, зокрема осьова та повна вага, максимальна швидкість.

Після визначення основних параметрів вибраних транспортних засобів проводиться порівняльний аналіз за індивідуальними або узагальненими показниками, що дозволяє обрати найоптимальніший варіант.

Тема 12

СУСПІЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Зовнішні витрати транспорту – це витрати, які не покриваються безпосередньо користувачами транспортних послуг, але впливають на суспільство загалом. Ці витрати включають екологічний вплив (забруднення повітря, шум), вплив на здоров'я, а також витрати, пов'язані з дорожньо-транспортними пригодами та заторами.

Суспільна ефективність транспортних систем оцінюється через баланс між необхідністю транспортних послуг та їх впливом на суспільство і довкілля. Важливо аналізувати як безпосередні вигоди від транспортних послуг, так і непрямі витрати, які ці послуги спричиняють.

Сталий розвиток у транспортній сфері потребує збалансованого підходу до задоволення потреб щодо транспортних послуг, зниження негативного впливу на довкілля та підвищення соціальної справедливості. Ключові принципи сталого розвитку включають:

1. Інтеграцію та багатомодальність. Комбінування різних видів транспорту для оптимізації ефективності та зменшення впливу на довкілля.
2. Ефективність ресурсів. Застосування інноваційних технологій для зниження споживання палива та енергії.
3. Мінімізацію зовнішніх витрат. Розвиток стратегій, спрямованих на зниження забруднення, шуму, впливу на здоров'я та інших негативних наслідків.
4. Соціальну відповідальність. Забезпечення доступності та безпеки транспортних послуг для всіх верств населення.

Вимоги до сталого розвитку транспорту і логістики:

- зменшення викидів автотранспортних засобів;
- збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності;
- уникнення «невдалих» доставок та зменшення пробігів без вантажу;
- зменшення нерівномірності споживання та впровадження доставки «*on-demand*».

Суспільна ефективність транспортної системи залежить не тільки від внутрішніх її факторів, але й від зовнішніх, спричинених діяльністю транспорту.

Інтерналізацією називається стратегія, спрямована на скорочення або усунення негативних зовнішніх ефектів шляхом перетворення їх на внутрішні.

Існує два принципи відповідальності за збитки навколишньому середовищу: *PPP (polluter pays principle)* – принцип «забруднювач платить» та *CCAP (cheapest cost avoider principle)* – найдешевший принцип уникнення витрат.

Існують різні зовнішні (непрямі) витрати, пов'язані з логістикою, транспортом, виробництвом, життєдіяльністю людини.

Тема 13

ПОНЯТТЯ «СПОЛУЧНОЇ» ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В управлінні ланцюгами поставок співпраця між цими ланцюгами визначається взаємодією двох або більше автономних фірм, які працюють над плануванням та виконанням операцій ланцюга поставок. Вона може забезпечити значні переваги своїм партнерам [1]. Ця стратегія була відома, як стратегія співпраці, тобто коли одна або кілька компаній чи підрозділів працюють разом, щоб створити взаємну вигоду [2]. Існує два основні типи співпраці ланцюгів поставок – *вертикальна та горизонтальна*. *Вертикальна співпраця* – це така співпраця, коли дві або більше організації різних рівнів або стадій ланцюга постачання діляться своїми обов'язками, ресурсами та інформацією про ефективність, щоб обслуговувати подібних кінцевих споживачів, тоді як *горизонтальне співробітництво* – це міжорганізаційні відносини між двома або більше компаніями на одному рівні чи етапі в ланцюзі поставок, щоб забезпечити більшу легкість роботи та співпраці задля досягнення спільної мети [3] :

1. *Синергія* (грец. «σύν» – «разом»; ἔργον – «той, що діє», «дія») – це сумарний ефект, який полягає в такому: при взаємодії двох або більше факторів їхня дія значно перевищує ефект кожного окремого компонента у вигляді їхньої простої суми.

2. *Синергічний ефект* – це позитивний результат діяльності системи відносно результатів її складників. Такий ефект описується формулою « $2 + 2 = 5$ ». Це означає, що сумарний результат діяльності будь-якої системи більший, ніж сума результатів окремих організаційних елементів цієї системи. За своєю природою синергічний ефект є організаційним ефектом, тому завдання полягає в тому, щоб знайти набір елементів і так з'єднати їх, використовуючи прогресивні форми організації, щоб синергія забезпечила якісне й кількісне

збільшення як потенціалу, так і результатів функціонування системи та її складників.

Таблиця 13.1 – Основні відмінності між логістичною системою та показниками перевізника

Фактори	Логістична система	Перевізник
Мета	Рух матеріального потоку до споживача відповідно до висунутих критеріїв і заявок на перевезення	Виконання умов контракту на перевезення з мінімальними витратами для перевізника
Складники системи	Посередники, які забезпечують просування матеріального потоку від продавця до покупця (експедитори, перевізники тощо)	Технічні засоби та транспортні засоби тощо
Тип керування, дії	Взаємодія всіх учасників, що беруть участь в процесі товарного обігу	<i>Vehicle's traffic management</i> , управління рухом транспортних засобів
Ініціатор керуючої дії	Суб'єкт ринку (вантажовідправник)	Менеджер перевізника
Основні показники ефективності (KPI)	Цінність очікуваного ефекту (результату), ймовірність досягнення корисного ефекту (результату); вартість ресурсів для досягнення корисного ефекту (результату) із заданою ймовірністю; мінімальні загальні логістичні витрати при забезпеченні необхідної якості логістичних послуг	Максимальний виробіток за день, максимальний прибуток, захоплення максимальної частки ринку, утримання позицій на ринку продажів, мінімізація витрат, тощо

Тема 14

ПРОЄКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ НА «ОСТАННІЙ МИЛІ»

Проектування процесу доставки товарів на «останній милі» є ключовим елементом в логістиці та електронній комерції. Воно включає низку важливих аспектів – від вибору транспортних засобів до оптимізації маршрутів та управління взаємодією з клієнтами.

Логістика «останньої милі» залучає концепції, наприклад: управління ланцюгом постачання, планування ресурсів, зворотна логістика, логістика замовлень, швидка відповідь, струнке виробництво, ефективна взаємодія зі споживачем, управління запасами, тайм-менеджмент та «зелена» логістика.

Концепції та технології логістики.

Demand Chain Management. Управління ланцюгом попиту зосереджується на прогнозуванні та задоволенні попиту споживачів.

Reverse Logistics. Зворотна логістика важлива для оптимізації повернень товарів та їх повторного використання.

Just-in-Time. Система, спрямована на зменшення запасів і пришвидшення доставки.

Green Logistics. Врахування екологічного аспекту в процесі доставки.

Проектування процесу доставки на «останній милі» стикається з проблемами, а саме: дорожньо-транспортні пригоди, доступність, шум, зростання обсягів руху транспорту, вплив на здоров'я людей, викиди та вплив на природу.

Електронна комерція охоплює відносини між урядами, виробниками, споживачами / громадянами та партнерами / посередниками, що включає B2C, C2B, B2B, C2C, G2C, та C2G-відносини.

Для «останньої милі» використовують різні способи доставки, включаючи власні служби доставки (кур'єри міста або країни), самовивіз товару споживачем та використання сторонніх кур'єрських і транспортних служб.

Економічну доцільність доставки безпілотником можна екстраполювати на основі простих фізичних та технічних розрахунків. Першим висновком цих розрахунків є те, що експлуатаційні витрати на кілометр доставки та 2 кг упаковки можуть бути знижені на досить низькому рівні: лише приблизно 0,01 дол. США за кілометр.

У густонаселених мегаполісах, де розміщено декілька офісів, квартир та/або резиденцій чи будівель, доставка безпілотниками можлива лише за умови побудови спільних майданчиків для зльоту та посадки (хаби для відправки безпілотників). Цю роботу забезпечують дрібні торговці, у яких достатньо нерухомості для здійснення операцій із безпілотниками і які можуть використовувати ці споруди з незначними витратами, тоді як власники будинків можуть здійснювати доставку на дороги та подвір'я, хоча для надійної та безпечної доставки необхідне будівництво спеціалізованих приміщень.

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) могли б забезпечити зменшення споживання нафти та пов'язаних із цим викидів парникових газів на 2–4 % щороку протягом наступних 10-ти років (Інтелектуальне транспортне товариство Америки, 2016).

Проектування процесу доставки на «останній милі» потребує комплексного підходу, який враховує різноманітні аспекти – від технологій до взаємодії з клієнтами, а також вплив на довкілля та соціальну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AnyLogic: Моделювання ланцюгів постачання за допомогою AnyLogic [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.anylogic.com/supply-chains/>, вільний (дата звернення: 06.09.2024). – Назва з екрана.
2. Ballou R. H. Business Logistics / Supply Chain Management / R. H. Ballou. – Upper Saddle River (New Jersey) : Pearson/Prentice Hall, 2004. – 816 p.
3. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management / M. Christopher. – Harlow (England) : Pearson, 2016. – 328 p.
4. Chopra S. Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation / S. Chopra, P. Meindl. – Harlow (England) : Pearson, 2020. – 640 p.
5. Kibira D. Modeling and Simulation of Supply Chains Using AnyLogic [Electronic resource] / D. Kibira, C. McLean // Journal of Manufacturing Systems. – Electronic text data. – 2018. – Vol. 48. – P. 93–104. – Regime of access: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.05.003>, free (date of the application: 06.09.2024). – Header from the screen.
6. Mueller S. Simulation-Based Optimization of Logistic Networks Using AnyLogic [Electronic resource] / S. Mueller, M. Lütjen, J. C. Bendul // International Journal of Production Research. – Electronic text data. – 2017. – Vol. 55, Is. 18. – P. 5359–5375. – Regime of access: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308574>, free (date of the application: 06.09.2024). – Header from the screen.
7. Rushton A. The Handbook of Logistics and Distribution Management / A. Rushton, P. Croucher, P. Baker. – London : Kogan Page, 2017. – 912 p.
8. Sokolowski J. A. Modeling and Simulation Fundamentals : Theoretical Underpinnings and Practical Domains / J. A. Sokolowski, C. M. Banks. – Hoboken (New Jersey) : John Wiley & Sons, 2010. – 466 p.

Електронне навчальне видання

ГАЛКІН Андрій Сергійович

АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 073 – Менеджмент, освітньо-наукова програма «Логістика», освітня програма «Логістика»)

Відповідальний за випуск *Г. О. Самчук*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *О. О. Грекова*

План 2024, поз. 104Л

Підп. до друку 30.10.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,1.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.