



МОДУЛЬ 2 · ОРГАНІЗАЦІЙНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРАЦІЙНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Тема 5

Управління процесом проєктування операційної системи

Модуль 2. Організаційно-
функціональна характеристика
операційної діяльності підприємств

Що ви зможете після теми

ПРН20

Називати етапи й види проектування операційної системи та їх результати.

ПРН20

Обґрунтовувати вибір місця розташування об'єкта методом вагових коефіцієнтів і методом центру ваги.

ПРН24

Балансувати потокову лінію за заданим тактом і оцінювати її ефективність.

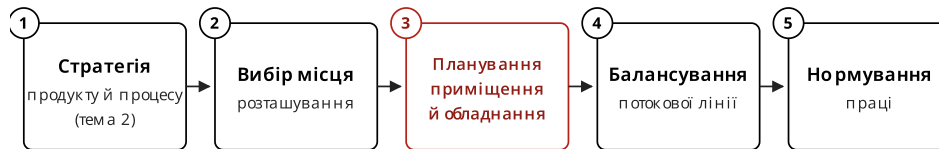
ПРН24

Розраховувати норму часу й норму виробітку за даними спостережень.

5.1

Проектування операційної системи — сутність, цілі та етапи

Послідовність проєктних рішень операційної системи



кожен крок звужує простір рішень для наступного

Кожен крок звужує простір рішень
для наступного.

Джерело: Кушнірук В. С., 2017

Мета й завдання проєктування

- Проєктування визначає склад, розміщення й взаємодію ресурсів під заданий обсяг випуску.
- На відміну від поточного управління, воно створює самі межі, а не оптимізує роботу в них.
- Завдання: обрати локацію, спланувати приміщення, збалансувати лінію, визначити норму часу.
- Кожне завдання має власний розрахунок і власний розділ цієї теми.

Джерело: Кушнірук В. С., 2017

5.2

Види проєктування; сучасний рівень розвитку операційних систем

Три види проєктування й рівень автоматизації

- Нове: найбільша свобода вибору, але й найбільший ризик без досвіду експлуатації.
- Реконструктивне: обмежене наявним, зате спирається на фактичні дані роботи системи.
- Трансферне: перенесення вже перевіреної системи — задача точного відтворення, не оптимізації.
- Рівень автоматизації — окреме проєктне рішення з власною ціною: капітал проти гнучкості.

Intel «Copy Exactly!» — проєктування як точне відтворення

- 1) Метод розроблено для покоління техпроцесу 0,5 мкм — не «з 1980-х», як стверджують деякі джерела.
- 2) Філософія: усе, що впливає на процес, копіюється до дрібниць, окрім фізично неможливого.
- 3) Зіставлення нового майданчика з еталонним — на чотирьох рівнях, з формальними статистичними тестами.
- 4) Заборона: уникати компенсаційного підлаштування замість пошуку корінної причини розбіжності.
- 5) Два нові заводи вийшли на ту саму якість виходу продукції, що й дослідна лінія.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Чому компанія обрала точне копіювання замість локальної оптимізації на кожному новому майданчику?

Джерело: McDonald C. J., 1998

5.3

Вибір місця розташування виробничих і сервісних об'єктів

Фактори макро- і мікрорівня

Макрорівень

- Розмір і динаміка ринків збуту.
- Джерела сировини й транспортні витрати на доставку.
- Кількість і кваліфікація трудових ресурсів.
- Доступність енергії та води, політична стабільність.

Мікрорівень

- Обмежувальні норми забудови ділянки.
- Розмір, конфігурація й сумісність із сусідніми об'єктами.
- Доступність транспорту та енергозабезпечення.
- Близькість житла для працівників, наявність конкурентів.

Джерело: Кушнірук В. С., 2017

Метод вагових коефіцієнтів

ФОРМУЛА

Бал варіанта = Σ (вага фактора × оцінка варіанта за фактором)

- Ваги факторів у сумі дають одиницю; оцінки — за єдиною шкалою для всіх варіантів.
- Приклад: майданчик А — 71,5 бала, майданчик Б — 76,25 бала за трьома факторами.
- Один сильний фактор не переважає рішення автоматично, якщо сума все одно нижча.
- Показник має код LOC-01 у розрахунковій базі курсу.

Джерело: Heizer J. та ін., 2016

Метод центру ваги

ФОРМУЛА

$$x^* = \Sigma(Q_i \cdot x_i) / \Sigma Q_i; y^* = \Sigma(Q_i \cdot y_i) / \Sigma Q_i$$

- Координати точки — середнє відомих точок, зважене обсягом перевезень до кожної.
- Приклад: три точки з обсягами 50, 80 і 30 тис. т дають точку (48,75; 45,625).
- Точка з найбільшим обсягом «притягує» результат сильніше за прості середні координати.
- Показник має код LOC-02 у розрахунковій базі курсу; на відміну від LOC-01, без суб'єктивних балів.

Джерело: Heizer J. та ін., 2016

Укрпошта — нормативна формула розміщення мережі

- ① Норматив у містах — від 15 000 осіб на відділення (понад 500 тис. населення) до 6 000 (до 10 тис.).
- ② Сільська формула: $N = K1 \cdot (S / 62) + K2 \cdot (X / 1300)$, де S — площа, X — сільське населення області.
- ③ Приклад коефіцієнтів для Вінницької області: $K1 = 0,96$, $K2 = 0,94$.
- ④ Документ розрізняє розрахункову (нормативну) мережу й базову мережу, яку оператор задає щороку.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Чим розрахунок за нормативною формулою відрізняється від вибору майданчика методом вагових коефіцієнтів?

Джерело: Нормативи розвитку та розміщення у містах і сільській місцевості мережі об'єктів поштового зв'язку та поштових скриньок національного оператора (наказ Мінінфраструктури від 28.11.2013 № 959), 2013

Ajax Systems — послідовність рішень про розміщення

- ① Листопад 2020 р.: другий майданчик у Києві, підпорядкований бізнес-цілі подвоїти виробництво.
- ② Жовтень 2022 р.: завод у Туреччині, 8 300 м², заявлена потужність 3,2 млн пристроїв на рік.
- ③ Критерії засновника: фахівці, інфраструктура, вільна економічна зона, оподаткування, підрядники.
- ④ До 2026 р. додався четвертий завод — у Ханой (В'єтнам), також 8 300 м².

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

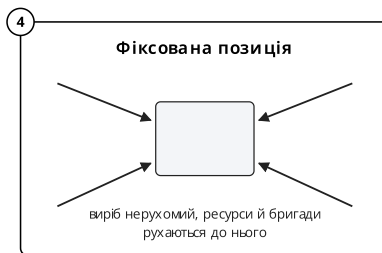
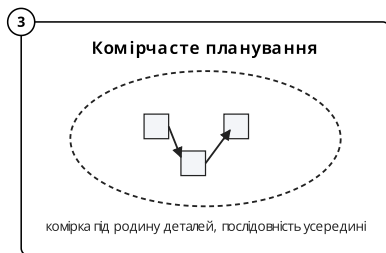
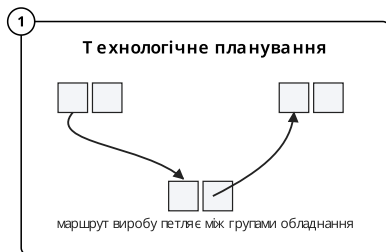
Чим критерії другого й третього рішень відрізняються від критерію першого?

Джерела: Ajax Systems відкрили другий завод у Києві, 2020; Ajax plant in Turkey, 2023; Як Ajax Systems у 2025 році масштабувала безпеку на глобальному рівні, 2026

5.4

Розміщення обладнання та планування приміщення; планування офісу

Чотири типи компонування приміщення



Технологічне й предметне планування — протилежні відповіді на те, що рухається в системі.

Джерело: Кушнірук В. С., 2017

Нова Пошта — компонування сортувального терміналу

- ① Пропускна здатність терміналу — до 50 000 посилок на годину на площі 24 000 м².
- ② Компонування — трирівнева конвеєрна система; інвестиції в термінал — близько 30 млн євро.
- ③ На скануванні сканери зчитують штрихкод із шести боків коробки на швидкості 3 посилки за секунду.
- ④ Час перебування посилки в терміналі, за даними компанії, не перевищує 2 хв.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Що в описі терміналу — рішення про компонування приміщення, а що — норма праці на операції?

Джерело: Термінал «Нової пошти» сортує до 50 000 посилок на годину, 2021

5.5

Особливості розміщення приміщень і обладнання сервісних підрозділів

Southwest Airlines — час розвороту як проєктний параметр

- 1 Схема «точка — точка» разом з уніфікованим парком Boeing 737 спрощує планування й обслуговування.
- 2 Компанія прямо називає скорочення часу розвороту способом підвищити утилізацію літака.
- 3 Точної цифри часу розвороту у хвилинах форма 10-K не наводить.
- 4 Поширені цифри « ≈ 49 хв факт, ≈ 44 хв ціль» — із вторинного висвітлення дня інвестора, не з 10-K.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Чому скорочення часу на землі — проєктне рішення про сервісну систему, а не лише ефективність рейсу?

Джерело: Form 10-K за 2025 фінансовий рік, 2026

5.6

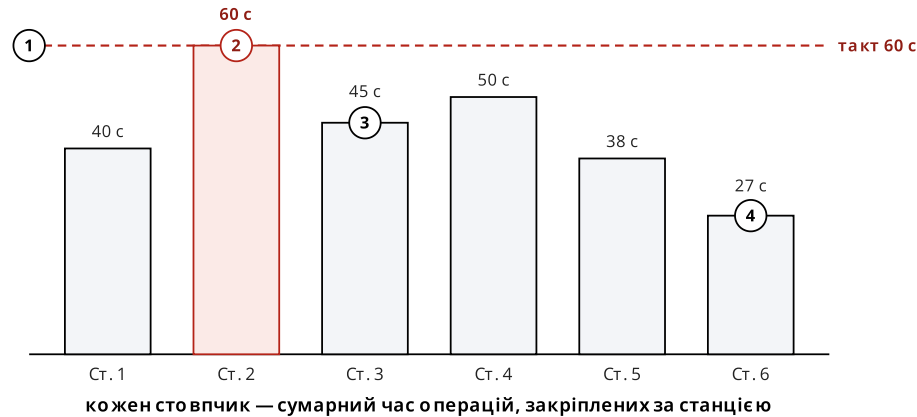
Балансування потокової лінії — такт, кількість робочих місць, ефективність

Приклад балансування — вісім операцій, такт 60 с

- Сума часу операцій — 260 с; теоретичний мінімум станцій — 5.
- Фактичне закріплення дало 6 станцій — операція 45 с не поєднується із сусідньою, а 38 + 27 с перевищують такт.
- Ефективність лінії — приблизно 72,2%, втрати на простій — 27,8%.
- Абсолютний час простою всіх станцій за один цикл — 100 с.

Джерела: Гевко І. Б., 2017; Stevenson W. J., 2020; Heizer J. та ін., 2016

Баланс лінії з восьми операцій під такт 60 с



Станція 2 сягає такту точно, без жодної втраченої секунди; решта станцій мають резерв.

Джерело: Heizer J. та ін., 2016

Інтерпайп Сталь — такт печі проти циклів суміжних переділів

① Тривалість плавки електродугової печі — 53 хв, що на добу давало 27 плавок.

② Цикл піч-ківш — 30–50 хв, цикл вакууматора — 40–50 хв: обидва коротші за такт печі.

③ Продуктивність двох машин безперервного лиття — 770 і 550 тис. т на рік.

④ Сума $770 + 550 = 1\,320$ тис. т на рік точно збігалася із заявленою проєктною потужністю заводу.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

Чому такт печі, а не швидші суміжні переділи, визначав пропускну здатність усього ланцюга?

Джерела: Про завод: Електродугова піч; Двопозиційна установка піч-ківш; Вакууматор; Машини безперервного лиття заготовки; Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки, 2026

Tesla, Model 3 — додаткова лінія проти вузького місця

- 1 Випуск зростав по кварталах: 260 → 2 425 → 9 766 → 28 578 → 53 239 → 61 394 автомобілі.
- 2 Компанія визнала: «ми зробили помилку, додавши забагато автоматизації занадто швидко».
- 3 Частину лінії батарейних модулів тимчасово повернули до напівавтоматичного й ручного режиму.
- 4 Нова лінія GA4 забезпечила близько 20% випуску Model 3 в останній тиждень 2 кв. 2018 р.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

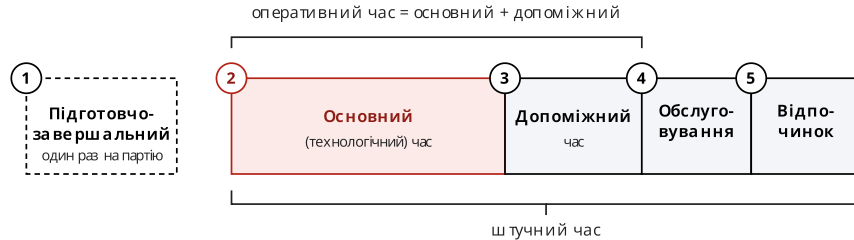
Чим запуск лінії GA4 відрізняється від рішення «прискорити наявну лінію GA3»?

Джерела: Q1 2018 Update (лист акціонерам), 2018; Q2 2018 Vehicle Production and Deliveries, 2018

5.7

Планування і нормування праці — норма часу, норма виробітку, штучний час

Склад робочого часу операції



Підготовчо-завершальний час — один раз на партію; штучний час — решта категорій на одиницю.

Джерело: Капінос Г. І., Бабій І. В., 2013

Від штучного часу до норми виробітку

ФОРМУЛА

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{відп}; T_{шт.к} = T_{шт} + T_{пз} / n; N_{вир} = T_{зм} / T_{шт.к}$$

- Приклад: $T_{оп} = 3,8$ хв, $T_{шт} = 4,18$ хв, штучно-калькуляційний час за партії з 40 виробів — 4,63 хв.
- Норма виробітку за зміну 480 хв: $480 / 4,63 \approx 103,7$, округлено до 103 виробів.
- Округлення завжди вниз: неповний виріб наприкінці зміни не існує як придатна одиниця.
- Коди WM-01...WM-04 у розрахунковій базі курсу.

Джерело: Капінос Г. І., Бабій І. В., 2013

Підсумок теми

- 1 Проєктування створює межі ресурсів системи; буває новим, реконструктивним і трансферним.
- 2 Локацію обирають методом вагових коефіцієнтів (суб'єктивні ваги) і методом центру ваги (об'єктивна точка).
- 3 Компонування приміщення відповідає на питання, що рухається — предмет праці чи ресурси.
- 4 Баланс лінії зводить такт, кількість станцій, ефективність і простій в один розрахунок.
- 5 Нормування праці завершує проєктування конкретним числом — нормою часу й виробітку.