

3. Операційна система організації — поняття, склад та види

Системний підхід до операційної діяльності; операційна система як об'єкт управління — вхід, перетворення, вихід, зворотний зв'язок; три підсистеми; класифікація операційних систем за видами; закон Літтла як зв'язок незавершеного виробництва, пропускної здатності й тривалості проходження.

🕒 35 хв читання

📅 13 термінів

ПРН

ПРНЗ

ПРН24

чернетка · оновлено 23.09.2026

Що ви зможете після теми

- ПРНЗ** Описувати операційну систему підприємства через вхід, перетворення, вихід і зворотний зв'язок.
- ПРН24** Класифікувати операційну систему за типом виробництва, характером перетворення та ступенем повторюваності.
- ПРН24** Застосовувати закон Літтла для зв'язку незавершеного виробництва, пропускної здатності й тривалості проходження замовлення.

Уявіть механічний цех, олієекстракційний завод і відділення пошти. Три різні світи: у цеху ріжуть метал, на заводі пресують соняшникове насіння, у відділенні видають посилки. Але поставте кожному з них одне й те саме питання — скільки одиниць

одночасно перебуває всередині, з якою швидкістю вони туди надходять і скільки часу проводять там, перш ніж вийти, — і відповідь підпорядковується тому самому співвідношенню, байдуже, що саме входить і виходить: деталь, тонна насіння чи посилка. Ця тема вчить бачити операційну систему саме так — як структуру, байдужу до предмета перетворення, — і дає перший інструмент, яким цю структуру вимірюють у русі.

Тема 1 визначила операційний менеджмент як управління перетворенням ресурсів на продукт; тема 2 показала, що вибір операційних пріоритетів визначає, під яку конкурентну перевагу цю систему проєктують. Обидві теми говорили про операційну систему як про щось уже готове. Ця тема відповідає на питання, яке досі лишалося за дужками: із чого сама система складається, за яким критерієм одну систему правильно назвати проєктною, а іншу безперервною, і як виміряти те, що відбувається всередині неї, поки замовлення проходить шлях від входу до виходу.

Тема розкладається на шість питань: що дає системний погляд на операційну діяльність; як операційна система виглядає як об'єкт управління — вхід, перетворення, вихід, зворотний зв'язок; з яких трьох підсистем вона складається; за якими ознаками системи класифікують; чим один названий вид системи відрізняється від іншого; і нарешті — яким числом виміряти те, що відбувається всередині системи, поки одиниця проходить крізь неї. Останнє питання дає закон Літтла — інструмент, яким ми повернемося до головоломки з першого абзацу.

3.1 Сутність системного підходу до операційного менеджменту

Системний підхід вимагає почати аналіз не з деталі, а з цілого: перш ніж розбирати підприємство на служби й дільниці, потрібно окреслити межі того цілого, частиною якого вони є. Це не одна дія, а дві одночасно — декомпозиція, тобто поділ цілого на елементи, і синтез, тобто дослідження властивостей цих елементів саме як частин цілого, а не самих по собі. Пропустити синтез і лишити тільки декомпозицію — типова управлінська помилка: кожен підрозділ отримує власний план, власний бюджет і власний показник, і ніхто не відповідає за те, що відбувається на стиках між ними.

Підприємство як система має особливості, яких немає в технічних системах, і саме вони роблять управління операціями складним, а не просто інженерною задачею. Його параметри нестаціонарні, а поведінка стохастична: точний прогноз процесів неможливий навіть за ідеальної моделі. Воно унікальне й непередбачуване в конкретних умовах, бо містить активний елемент — людину, — і водночас обмежене наявними ресурсами. Воно здатне змінювати власну структуру, протистояти руйнівним тенденціям, пристосовуватися до нових умов і формувати цілі

всередині себе. Оскільки поряд із технікою в ньому діють люди, підприємство називають соціотехнічною системою, і жодна з восьми тем цього курсу не описує його повністю — кожна бере свій розріз.

Практичний наслідок системного підходу для операційного менеджера жорсткий: оптимум цілого не дорівнює сумі оптимумів частин. Дільниця, яка максимізувала власне завантаження, накопичує незавершене виробництво перед вузьким місцем; служба постачання, яка мінімізувала власні витрати на замовлення, зупиняє лінію дрібними, але частими поставками. Обидва підрозділи звітують про власний «оптимум» — система в цілому працює гірше. Один із елементів організаційної системи, відокремлений суспільним поділом праці, — це і є операційна (виробнича) система: частина цілого, здатна самостійно або у взаємодії з іншими такими самими системами задовольняти запити споживачів через товари й послуги, які вона створює. Саме до цього елемента системний підхід застосовують у решті теми.

❗ Звідки насправді береться назва «операційна система»

У побутовому вжитку той самий вислів позначає програмне забезпечення комп'ютера — і це не випадковий омонім, а паралель, яку навчальна література прямо визнає: термін «операційна система» вперше використали саме для програмних засобів обчислювальної техніки, де він означає набір програм, що керують роботою машини. В економіці термін переніс ту саму логіку на інший об'єкт: набір ресурсів і процесів, які «виконуються», щоб перетворити вхід на вихід. Плутанина трапляється рідко, але варто відразу домовитися: у цьому курсі «операційна система» означає виключно економічний об'єкт, визначений нижче.

Підсумок розділу. Системний підхід вимагає декомпозиції й синтезу одночасно: поділити ціле на елементи і дослідити їхні властивості саме як частин цілого. Підприємство — соціотехнічна система з нестаціонарними параметрами й активним людським елементом, тому жодна модель не описує його повністю. Головний практичний наслідок: оптимум цілого не дорівнює сумі оптимумів частин, і саме операційна система — той елемент, до якого решта теми застосовує цей висновок.

3.2 Операційна система як об'єкт управління — вхід, процес перетворення, вихід, зворотний зв'язок

Операційна система — повна система виробничої (операційної) діяльності підприємства, яка використовує операційні ресурси, щоб перетворити вхід на продукцію чи послугу на виході. Щоб сукупність ресурсів взагалі можна було назвати операційною системою, вона має відповідати чотирьом критеріям сформованості: економічна самостійність, організаційна цілісність, наявність спеціалізованих інформаційних структур і можливість виділити загальний результат її роботи. Останній критерій найпрактичніший: якщо результат ділянки неможливо виміряти окремо від результату сусідньої, це не самостійна операційна система, а частина чужої, і планувати її як окрему одиницю не можна.

Найзагальніший опис того, що відбувається всередині операційної системи, — модель «вхід — перетворення — вихід»: вхід (об'єкти операційної діяльності, засоби діяльності й персонал) надходить у процес перетворення, перетворення дає вихід (основний і другорядний результат), а зворотний зв'язок повертає вимір результату назад у процес. Ця модель однаково описує механічний цех, лікарню, банк і транспортну мережу — різниться лише те, що саме є предметом перетворення: метал, стан пацієнта, гроші клієнта чи його місце розташування. Виникнення тієї чи іншої операційної системи завжди зумовлене попитом на ринку: система виникає й існує доти, доки здатна тривалий час задовольняти цей попит, а щойно перестає — її перебудовують або закривають.

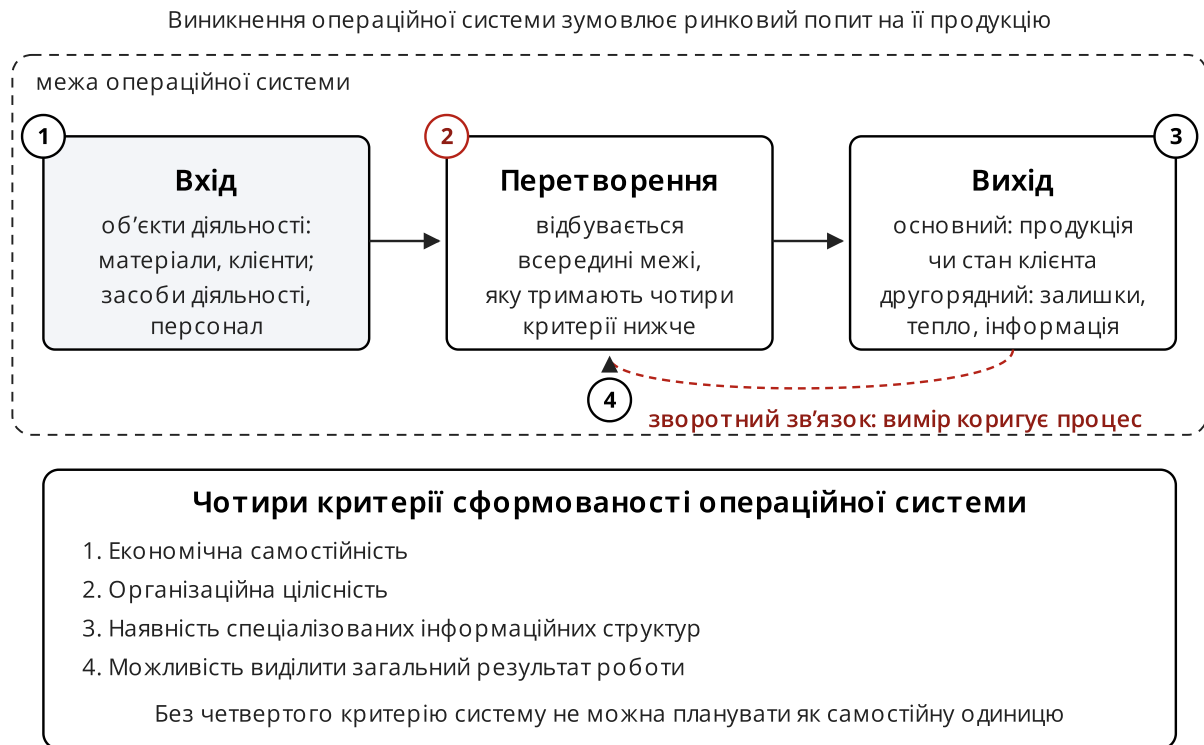


Рисунок 1. Операційна система як модель «вхід — перетворення — вихід». Зворотний зв'язок і критерії сформованості визначають, чи можна взагалі назвати сукупність ресурсів операційною системою.

- ① **Вхід:** об'єкти діяльності (матеріали, клієнти й власність клієнтів), засоби діяльності, персонал
- ② Процес перетворення відбувається всередині межі, яку система утримує чотирма критеріями сформованості
- ③ **Вихід:** основний результат і другорядний — матеріальний, енергетичний, інформаційний
- ④ **Зворотний зв'язок:** вимір результату повертається в процес перетворення

Три блоки в ряд усередині рамки операційної системи: вхід, перетворення, вихід. Під рамкою перелічено чотири критерії сформованості системи — економічна самостійність, організаційна цілісність, спеціалізовані інформаційні структури, можливість виділити загальний результат. Карміною пунктирною стрілкою від виходу до перетворення позначено зворотний зв'язок. Над рамкою підписано, що виникнення системи зумовлює ринковий попит на її продукцію.

Кейс. Amazon fulfillment: коли перетворення означає не «зробити», а «перекласти»

Кейс за матеріалами компанії й незалежним аналізом травматизму; кількісні показники роботизації — позиція компанії

Свою роботизацію Amazon почала 2012 року з придбання Kiva Systems. За повідомленням компанії, у червні 2025 року до центру виконання замовлень у Японії доставили мільйонного робота: мережа охоплює понад 300 об'єктів по всьому світу, а 75% усіх замовлень у світі обробляються за участю роботів. Система DeepFleet координує рух роботів і, за заявою компанії, скоротила час їхнього переміщення на 10%. Серед типів роботів — Hercules, який піднімає й переміщує запас під стелажем-подом вагою до 1 250 фунтів (≈ 567 кг), точні конвеєри Pegasus для окремих посилок, перший повністю автономний мобільний робот Proteus, що рухається поруч із працівниками, і Vulcan — перший робот із тактильним чуттям, що бере й укладає товари з контролем зусилля.

Ключ до цього кейса — саме характер перетворення. У виробничому цеху вхід і вихід різні: метал стає деталлю. У центрі виконання замовлень товар на вході й на виході — той самий товар; перетворюється не його фізична форма, а його розташування, а робот Hercules буквально інвертує класичну схему «людина йде до товару» на «товар їде до людини» (goods-to-person замість person-to-goods). Це просторове перетворення в чистому вигляді, і водночас центр працює як гібрид складської логістики й масової кастомізації: кожне відправлення збирають під конкретне замовлення конкретного клієнта, а не про запас.

Що саме тут є «перетворенням», якщо товар на вході й на виході центру виконання замовлень — той самий товар?

Незалежні дані врівноважують картину. За аналізом коаліції профспілок Strategic Organizing Center, побудованим на даних, які сама Amazon подає до регулятора OSHA, у 2022 році на складах компанії фіксували 6,6 серйозної травми на 100 працівників проти 3,2 на 100 на інших складах — більш ніж удвічі вище; компанія методику оспорує й наголошує на безпеці як пріоритеті. Кількість робіт — показник капітальних інвестицій, а не продуктивності праці: продуктивність на людину-годину компанія не розкриває, і зіставляти масштаб роботизації з якістю управління напругу не можна. Тому кейс годиться радше як відкрите питання для обговорення, ніж як доказ в один бік.

Підсумок розділу. Операційна система — повна система виробничої діяльності, яка відповідає чотирьом критеріям сформованості. Модель «вхід — перетворення — вихід» з зворотним зв'язком описує її універсально, а характер перетворення — фізичний, просторовий, обмінний, складський, фізіологічний чи інформаційний — визначає, чим саме конкретна система займається.

3.3 Підсистеми операційної системи — переробна, забезпечення, планування й контролю

Усередині межі, яку операційна система утримує, працюють три підсистеми, і кожна відповідає за свою частину циклу «вхід — перетворення — вихід».

Переробна підсистема — та, що безпосередньо перетворює сировину на кінцеву продукцію: саме тут відбувається процес перетворення в тому вигляді, у якому його описує модель IPO. Склад і послідовність операцій переробної підсистеми визначають, до якого виду належить уся операційна система, — це предмет наступних двох питань теми.

Підсистема забезпечення сама кінцевого продукту не створює, але без неї переробна підсистема не працює: постачання енергією й матеріалами, технічне обслуговування й ремонт обладнання, транспортування, інструментальне господарство. Зупинка підсистеми забезпечення зупиняє переробну підсистему так само надійно, як поломка самого технологічного агрегату, — і саме тому капіталомісткі виробництва часто будують власні резервні ланки забезпечення, а не покладаються повністю на зовнішніх постачальників.

Підсистема планування й контролю отримує від переробної підсистеми інформацію про її стан і незавершене виробництво й на цій основі ухвалює рішення про завантаження, послідовність і строки робіт. Це та сама ланка, яка робить операційну систему керованою в сенсі системного підходу з першого питання теми: без неї переробна підсистема й підсистема забезпечення кожна оптимізує власну роботу локально, а система в цілому програє.

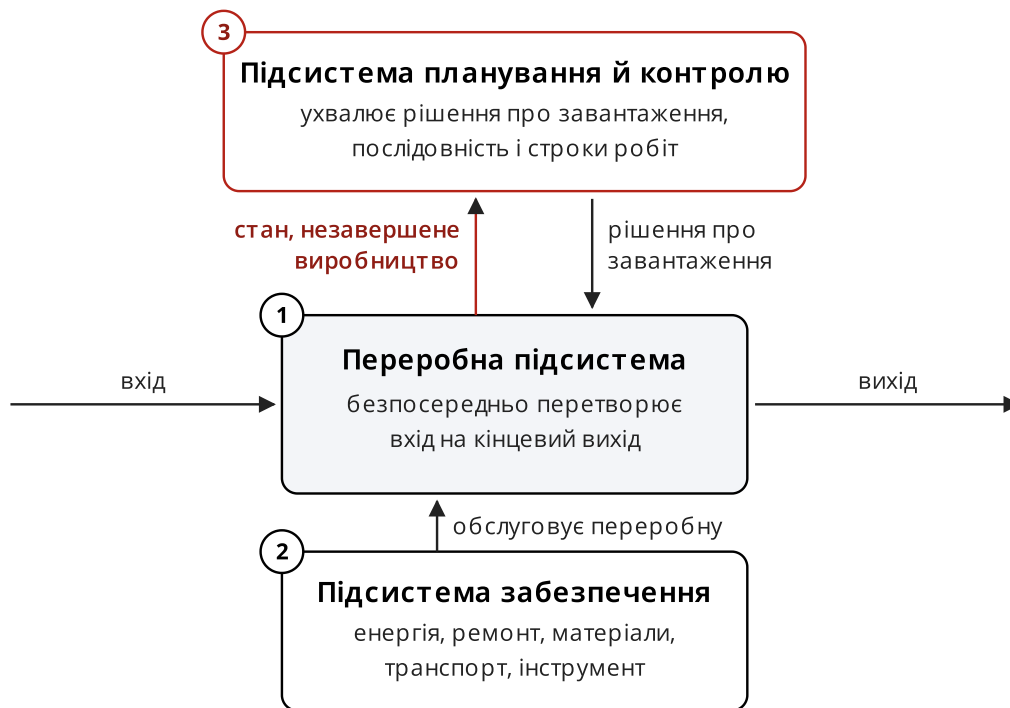


Рисунок 2. Три підсистеми операційної системи: переробна перетворює вхід на вихід, забезпечення обслуговує переробку, планування й контроль керує обома на основі інформації про незавершене виробництво.

- ① Переробна підсистема безпосередньо перетворює вхід на вихід
- ② Підсистема забезпечення обслуговує переробку, сама продукту не створює
- ③ Підсистема планування й контролю отримує інформацію про стан і незавершене виробництво й ухвалює рішення

У центрі — переробна підсистема з входом зліва і виходом справа. Знизу до переробної підсистеми підходить блок підсистеми забезпечення з підписом «енергія, ремонт, матеріали, транспорт». Згори до переробної підсистеми підходить блок підсистеми планування й контролю; карміною стрілкою від переробної підсистеми до підсистеми планування й контролю показано інформацію про стан і незавершене виробництво, а звичайною стрілкою у зворотний бік — рішення про завантаження, послідовність і строки.

Підсистема планування й контролю — не бюрократія, а компенсація локального оптимуму

Коли цю підсистему послаблюють заради «спрощення», перша діляниця, що максимізувала власне завантаження, накопичує незавершене виробництво перед сусідньою, а сусідня діляниця про це дізнається лише тоді, коли черга вже утворилася. Саме тому в жорстко зв'язаних виробництвах — там, де зупинку одного вузла неможливо компенсувати запасом перед наступним, — підсистема планування й контролю фактично зрощена з самою технологією, а не існує окремим кабінетом над цехом.

Кейс. Інтерпайп Сталь: три підсистеми одного жорстко зв'язаного переділу

Кейс за паспортними даними заводу без дати публікації та повідомленням про атаку 22.09.2026; написано в минулому часі

Переробна підсистема заводу складалася з чотирьох послідовних агрегатів: електродугова піч місткістю 186 т із випуском 160 т і тривалістю плавки 53 хв (27 плавок на добу), двопозиційна установка піч-ківш із циклом 30–50 хв залежно від марки сталі, двокамерний вакууматор із циклом вакуумування 40–50 хв і дві машини безперервного лиття заготовки. МБЛЗ № 1 (п'ять струмків) мала проєкту продуктивність 770 000 т заготовки на рік, МБЛЗ № 2 (чотири струмки) — 550 000 т на рік; їхня сума, 1 320 000 т, точно дорівнювала проєктній потужності всього заводу — 1,32 млн т круглої сталеві заготовки на рік, приклад свідомого узгодження пропускну здатності ланок під потужність найвужчого місця. Розплавлений метал не можна «відкласти на потім»: якщо будь-який з чотирьох агрегатів зупинявся, зупинявся весь ланцюг, — фундаментальна відмінність від дискретного складання, де деталь чекає в накопичувачі.

Підсистема забезпечення включала кабельну лінію 330 кВ довжиною 12,8 км, прокладену під дном річки Самари, — першу в Україні кабельну лінію такої напруги, — власну вапняну фабрику

й переробні комплекси металобрухту продуктивністю 10–25 тис. т на місяць кожен: завод забезпечував себе енергією, флюсами й сировиною для переплаву самостійно, а не покладався на зовнішніх постачальників цих позицій. Підсистема планування й контролю в явному вигляді на сайті заводу не описана, але вивести її роботу можна саме із синхронізації, згаданої вище: сума продуктивностей двох МБЛЗ дорівнює проєктній потужності заводу не випадково, а тому, що потужність кожної ланки свідомо підганяли одна під одну.

Чому в цьому переділі неможливо тримати запас між операціями так, як це роблять у дискретному складанні?

У ніч на 22 вересня 2026 року підприємство зазнало балістичного удару: четверо людей загинули, семеро дістали поранення, пошкоджено основне виробниче обладнання й інфраструктуру, виробництво зупинили. На дату перевірки компанія термінів відновлення не називала. Кейс через це написано в минулому часі, а не тому, що жорстко зв'язана технологія сама собою належить історії: механізм узгодження підсистем, описаний вище, лишається дійсним для будь-якого металургійного переділу, коли він працює.

Межі кейсу. Паспортні параметри — з власного сайту заводу, сторінки без дати публікації, і незалежного технічного підтвердження немає. Календарний максимум за паспортними числами ($27 \text{ плавок} \times 160 \text{ т} \times 365 \text{ днів} \approx 1,577 \text{ млн т}$) перевищує проєктну потужність 1,32 млн т — це не помилка, а різниця між календарним максимумом і проєктною потужністю, яка вже враховує ремонти й перехід між марками сталі; плутати ці два числа означає повторити класичну помилку розрахунку потужності.

Підсумок розділу. Операційна система складається з переробної підсистеми (безпосереднє перетворення), підсистеми забезпечення (обслуговує переробну, сама продукту не створює) і підсистеми планування й контролю (керує на основі

інформації про стан і незавершене виробництво). Саме остання підсистема — та ланка системного підходу, яка не дає локальним оптимумам підсистем програти системі в цілому.

3.4 Класифікаційні підходи до операційних систем

Операційні системи класифікують за трьома ознаками одночасно, і жодна з них сама по собі не вичерпує відмінності між системами. Перша — тип виробництва за ступенем повторюваності й обсягом випуску: від унікального одиничного замовлення до безперервного потоку однорідної продукції. Друга — характер перетворення, про який уже йшлося: фізичне, просторове, обмінне, складське, фізіологічне чи інформаційне. Третя — ступінь стандартизації самого процесу: наскільки жорстко закріплена послідовність операцій за конкретним виробом.



Рисунок 3. Класифікація операційних систем за ступенем повторюваності й обсягом випуску: п'ять видів утворюють єдиний спектр, а не окремі категорії.

- ① Проектна: один неповторюваний результат, ресурси мобілізовані під нього
- ② Одинична: широка номенклатура в малих кількостях, універсальне обладнання
- ③ Серійна: партії, що періодично повторюються, — від дрібно- до великосерійної
- ④ Масова: вузька номенклатура, великий обсяг, спеціалізована лінія
- ⑤ Безперервна: предмет праці рухається суцільним потоком, а не дискретними одиницями

Горизонтальна шкала від низького обсягу випуску й високої різноманітності ліворуч до високого обсягу й низької різноманітності праворуч. На шкалі позначено п'ять точок: проектна, одинична, серійна, масова, безперервна система. Стрілка під шкалою показує, що великосерійне виробництво тяжіє до масового, а дрібносерійне — до одиничного: межі між сусідніми видами умовні.

Ці три ознаки рідко дають чисту відповідь для реального підприємства: у більшості випадків компанія поєднує кілька видів систем під одним дахом, і класифікаційна сітка тут працює не як ярлик, а як інструмент аналізу — вона змушує запитати, яка саме частина діяльності перед вами.

Кейс. Kernel: три операційні системи під одним дахом

Кейс за аудованим річним звітом за фінансовий рік до 30.06.2025; сайт компанії подає інші, застарілі цифри

За аудованим річним звітом за рік, що завершився 30 червня 2025 р., компанія експлуатує сім олієекстракційних заводів сумарною потужністю 4,0 млн т насіння соняшнику на рік (19% потужності України); чотири з них — мультинасінневі. Заводи працюють цілорічно з плановою зупинкою на технічне обслуговування приблизно на місяць улітку — це безперервна операційна система: зупинка й повторний запуск коштують дорого, тому лінію тримають працюючою. За рік перероблено 3,5 млн т олійних культур (+8% р/р, уперше — три культури одразу), коефіцієнт використання потужності — 87%.

Друга ланка — 29 елеваторів. Приймання починається пшеницею в липні й завершується кукурудзою в листопаді–грудні, що дає сезонний оборот понад 1,0 ємності за рік: це не безперервна система: прийом іде «партіями» культур, що чергуються за сезоном, а не рівномірним потоком, тому за ритмом завантаження вона ближча до серійної. Ця класифікація — наше тлумачення, у звіті компанії її немає. Третя ланка — портова перевалка: термінали TransBulkTerminal, TGT-Oil та OilExportTerminal разом розраховані на 11 млн т на рік, а фактично за звітний рік перевалено 9,1 млн т (+36%, найбільший обсяг в історії групи) — тут знову переважає логіка безперервного потокового руху вантажу, ближча до транспортної, ніж до виробничої системи.

Чому неправильно класифікувати «Kernel» одним словом, і яку операційну систему компанія фактично експлуатує в кожній з трьох ланок?

Три ланки однієї компанії — три різні відповіді на питання «яка це операційна система»: переробка — безперервна, елеватори — сезонно-серійна за ритмом завантаження, перевалка — потокова логістична. Спроба описати «Kernel» одним словом із класифікаційної сітки завжди буде неточною саме тому, що сітка описує не компанію, а конкретну операційну систему всередині неї.

Межі кейсу. Номінальна потужність не дорівнює фактичному обсягу: 4,0 млн т — паспорт, 3,5 млн т — факт, і переносити 87% завантаження групи на всю галузь не можна — у масштабі України розрив між потужністю переробки й урожаєм соняшнику сягає 8,5 млн т. Сайт компанії станом на дату перевірки подає інші, менші цифри потужності (3,5 млн т переробки й 6,5 млн т перевалки) — вони не оновлені й у цій темі не використані.

Підсумок розділу. Операційні системи класифікують одночасно за типом виробництва (ступінь повторюваності й обсяг), характером перетворення і ступенем стандартизації процесу. Жодна ознака не діє окремо, і одне підприємство часто експлуатує кілька різних операційних систем під одним дахом — класифікація описує систему, а не компанію в цілому.

3.5 Характеристика операційних систем різних видів — проєктна, дрібносерійна, масова, безперервна

Проєктна операційна система будується навколо одного неповторюваного результату з визначеним початком і кінцем: усі ресурси в конкретний момент спрямовані на один або кілька продуктів, а після завершення систему розформовують або перебудовують під наступний проєкт. Типові приклади — будівництво об'єкта, суднобудування поодинокими замовленнями, впровадження інформаційної системи; на випуск однієї одиниці йдуть тижні, місяці, а то й роки.

Одинична операційна система (job shop) випускає широку номенклатуру виробів у малих кількостях, які іноді повторюються через невизначені проміжки часу: універсальне обладнання, групування за технологічною ознакою, кожне замовлення може вимагати власного маршруту. Висока кваліфікація робітників і низька

стандартизація піднімають собівартість одиниці, зате система зберігає гнучкість щодо номенклатури — приклади: поліграфічні фірми на замовлення, авіабудівні підприємства, металорізальні майстерні.

Серійна операційна система випускає продукцію партіями, що періодично повторюються, і посідає проміжне місце між одиничною та масовою за обсягом: дрібносерійне виробництво тяжіє до одиничного, великосерійне — до масового, а серійний випуск часто є перехідною стадією освоєння нової продукції на шляху до масового випуску. Великосерійне виробництво типово застосовують там, де кінцевий продукт достатньо стандартний, а обсяг регулярний, але нижчий за безперервний, — від виробництва обладнання до сервісів на кшталт масових щеплень, автоматизованого миття машин, механізованого збирання врожаю, поштового сервісу й підприємств швидкого харчування.

Масова операційна система випускає однотипну, вузьку за номенклатурою продукцію у великих обсягах протягом тривалого часу на спеціалізованому обладнанні чи потоковій лінії, закріплений за виробом: висока продуктивність — ціною низької гнучкості щодо зміни номенклатури.

Безперервна операційна система переробляє неподільний предмет праці — нафту, хімікати, руду, метал — суцільним потоком, а не дискретними одиницями: технологія являє собою фактично одну інтегровану «машину», яку через дорожнечу зупинок і повторних запусків тримають працюючою цілодобово. Лінію тут або запускають на повну потужність, або зупиняють — пропорційно попиту «пригальмувати» її не можна.

Кейс. Ferrexpo: коли безперервний процес не можна пригальмувати наполовину

Кейс за аудованими регуляторними звітами; опис процесу й номінальна потужність — зі сторінки сайту з даними 2021 р.

Комплекс має чотири лінії окомкування залізної руди. За аудованими річними результатами за 2025 р., виробництво окатишів становило 3 221 461 т — на 47% менше, ніж роком раніше, — тоді як виробництво концентрату зросло на 311%, до 2,92 млн т: компанія прямо пояснює цю зміну міксу зупинкою відшкодування ПДВ в Україні, а не втратою потужності самого процесу збагачення. П'ятого серпня 2026 р. компанія зупинила видобуток і виробництво через загрозу атак на чорноморські

порти, а шостого-сьомого вересня 2026 р. відновила його, але лише на одній з чотирьох ліній окомкування — приблизно на чверть довоєнної потужності.

Чому компанія скорочувала випуск окатишів не плавним зниженням темпу всіх ліній, а зупинкою й перезапуском окремих ліній окомкування?

Ось де класифікація стає практичною: безперервний процес не має проміжного режиму «наполовину». Лінію окомкування або тримають на повній технологічній швидкості, або зупиняють цілком, тому падіння попиту чи логістична блокада портів призводять не до плавного зниження темпу, а до вимкнення й перезапуску окремих ліній — рішення, недоступного дискретному складальному цеху, де можна просто скоротити зміну.

Межі кейсу. Падіння виробництва окатишів на 47% не означає такого самого падіння видобутку й переробки: сумарне товарне виробництво (окатиші й концентрат) скоротилося лише приблизно на 9% — змінився мікс продукції, а не масштаб гірничої частини процесу. Номінальна потужність 35–40 млн т руди на рік узята зі сторінки сайту з даними 2021 р. і не придатна для розрахунку поточного завантаження; фінансові й виробничі цифри — з аудованих звітів, найвищого рівня верифікації серед українських кейсів курсу.

Кейс. Toyota: як масове виробництво перебудували під потік одиничних виробів

Кейс за офіційною сторінкою компанії; кількісних метрик сторінка не наводить

Автомобілебудування за визначенням належить до масової операційної системи: типовий, стандартизований продукт у великому обсязі. Але, за офіційним описом компанії, саме тут just-in-time — принцип, який Кіічіро Тойода вивів із того, що автомобіль складається більш ніж із 30 000 деталей і тримати

запас кожної з них неможливо, — «пов'язує всі заводи й усі виробничі процеси в безперервний потік». Тобто виробництво лишається масовим за обсягом, але перебудованим під логіку, ближчу до безперервного потоку: невеликими партіями чи одиничними виробами замість великих накопичень запасу між операціями. Другий стовп системи, *jidoka*, компанія визначає як «автоматизацію з людським обличчям»: коли обладнання виявляє відхилення — несправність, дефект, затримку в роботі, — воно зупиняється самостійно, а не передає брак далі конвеєром.

Чим потік одиничних виробів відрізняється від класичного масового виробництва великими партіями, якщо обидва випускають типовий, стандартизований автомобіль?

Для класифікації висновок такий: межа між масовою і безперервною системою — не жорсткий кордон, а спектр, і конкретне підприємство може свідомо зсувати своє місце на ньому, перебудовуючи не обсяг випуску, а спосіб руху партії. Офіційний опис TPS при цьому не містить жодної кількісної метрики — ні обсягів, ні рівня браку, — тому приписувати системі конкретні цифри без джерела не можна; так само визначення *kanban* чи *heijunka* на перевірених сторінці компанії відсутні й походять з навчальної літератури, а не з офіційного джерела.

Кейс. Нова пошта: великосерійна сервісна система проти індивідуального обслуговування

Кейс за матеріалами компанії (екскурсія для преси й пресреліз); незалежного аудиту потужності немає

Київський сортувальний термінал, за даними екскурсії преси 2021 р., мав заявлену пропускну здатність до 50 000 посилок на годину на площі 24 000 м²: сканери зчитують штрихкод із шести боків коробки на швидкості 3 посилки за секунду, трирівнева конвеєрна система тримає посылку в терміналі не довше 2 хв, а два термінали разом обробляють до 850 вантажівок на добу. За офіційним повідомленням пресслужби групи Nova, за 2025 рік

мережею доставлено 522 млн посилок (+8,8% р/р), а сама мережа зросла на 32%, до 50 003 точок. Це класичний великосерійний тип за характеристикою — точно та сама категорія, яку навчальна література наводить прикладом: поштовий сервіс поряд із масовими щепленнями й автоматизованим миттям машин, — високий обсяг і низька варіативність маршруту.

Чому сортувальний термінал і відділення в тому самому підприємстві належать до різних видів операційних систем?

У тому самому підприємстві відділення видачі працює за іншою логікою: черга, індивідуальне обслуговування клієнта, варіативний набір дій (видача, оплата, оформлення повернення) — ближче до одиничної системи, ніж до серійної. Одна компанія, дві операційні системи в одному ланцюгу — ще один приклад того, що класифікаційна сітка описує конкретну систему, а не бренд.

Межі кейсу. 50 000 посилок/год — пікова (проектна), а не виміряна середня потужність: помноживши її на добу й рік, отримаємо число, порівнянне з річним обсягом усієї мережі, — це і показує, чому пікову потужність не можна плутати з фактичним середнім навантаженням. Зростання мережі на 32% саме собою не доводить поліпшення сервісу — показників своєчасності доставки компанія не розкриває.

Кейс. Укрзалізниця: мережева сервісна система без запасу на складі

Кейс переважно за офіційними повідомленнями, ретрансльованими галузевою пресою, — рівень верифікації нижчий за аудовану звітність

«Продукт» залізничного перевезення існує лише в момент його надання: перевезти вагон учора не можна «про запас» на завтра. Тому потужність мережевої сервісної системи вимірюють графіком руху й ремонтною спроможністю, а не обсягом запасів. У 2024 р. на власних потужностях компанії відремонтовано 24 233

вантажні вагони — на 18,7% більше, ніж роком раніше, і 48% з них належали приватному парку. Наприкінці 2025 р. компанія анонсувала автоматизовану систему розподілу вагонів у ремонт, яка враховує завантаженість, виробничі можливості й територіальну близькість ремонтних підприємств; тестова експлуатація почалася 1 січня 2026 р. із заявленою метою — «єдина прозора черга на ремонт», що працює за однаковими цифровими правилами для всіх клієнтів.

Чому потужність такої системи не можна виміряти обсягом запасу на складі, як у виробництві?

Автоматизований розподіл вагонів по ремонтних потужностях — це, по суті, керування чергою в мережевій сервісній системі: балансування завантаження між кількома паралельними «переробними підсистемами» (депо й заводами) за критеріями завантаженості й географії, а не одноразове рішення про обсяг запасу.

Межі кейсу. Зростання обсягу ремонту на 18,7% не доводить, що дефіцит ремонтних потужностей закрито, — обсяг виконаної роботи й достатність потужності є різними питаннями.

Показників «до і після» запуску єдиної черги в перевірених джерелах ще немає: система працює менш ніж рік на дату перевірки. Офіційної статистики пунктуальності руху за 2024–2026 рр. у відкритому доступі не знайдено.

Підсумок розділу. П'ять видів операційних систем утворюють спектр за обсягом випуску й повторюваністю: проектна (один неповторюваний результат), одинична (широка номенклатура, малі кількості), серійна (партії, що повторюються, від дрібно- до великосерійної), масова (вузька номенклатура, великий обсяг) і безперервна (суцільний потік). Межі між сусідніми видами умовні, а реальні підприємства — Kernel, Amazon, Toyota, Нова пошта — здебільшого поєднують кілька видів під одним дахом.

3.6 Показники потоку операційної системи й закон Літтла

Повернімося до головоломки з початку теми: як порівняти те, що відбувається всередині трьох настільки різних систем. Спільна мова для будь-якої з них — три величини. Пропускна здатність — темп, з яким система приймає в обробку й випускає готові одиниці за одиницю часу: кількість одиниць, завершених системою за період, поділена на тривалість цього періоду.

ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ

Пропускна здатність = Кількість завершених одиниць / Тривалість періоду

Чисельник і знаменник беруться за той самий період; одиниця може бути замовленням, деталлю, пацієнтом чи вагоном — формула не залежить від предмета перетворення.

Друга величина — середня кількість одиниць, що одночасно перебувають усередині системи: незавершене виробництво, черга пацієнтів у відділенні, вагони в ремонті. Третя — середній час, який одна одиниця проводить у системі від входу до виходу. У стійкому стані, коли темп надходження дорівнює темпу виходу, ці три величини зв'язані законом Літтла: незавершене виробництво дорівнює добутку пропускної здатності на середній час перебування в системі.

ЗАКОН ЛІТТЛА CAP-04

$$L = \lambda \cdot W$$

Дійсний у стійкому стані для будь-якої черги чи запасу в процесі, незалежно від того, що саме відбувається всередині системи.



Рисунок 4. Закон Літтла: незавершене виробництво дорівнює добутку пропускної здатності на середній час перебування в системі.

- ① λ — пропускна здатність: темп надходження одиниць у систему
- ② L — незавершене виробництво: середня кількість одиниць усередині системи в будь-який момент
- ③ W — середній час перебування однієї одиниці в системі, від входу до виходу

Труба, що позначає операційну систему. Зліва стрілка з підписом лямбда входить у трубу — темп надходження. Усередині труби — кілька крапок, що позначають одиниці, які одночасно перебувають у системі, підписані буквою L . Праворуч стрілка з тим самим темпом лямбда виходить із труби. Під трубою підписано W — час, за який одна крапка проходить трубу наскрізь. Формула L дорівнює лямбда помножити на W підписана під рисунком.

Приклад. Скорочення незавершеного виробництва без втрати пропускної здатності

CAP-04

Гевко І. Операційний менеджмент, 2017, тема 10 «Теорія черг», п. 10.3
«Різноманітність моделей черг», с. 102

ДАНО

Цех приймає в обробку 40 замовлень на добу; ця пропускна здатність не змінюється. Наразі в цеху одночасно перебуває в середньому 100 замовлень на різних стадіях обробки.

ФОРМУЛА

$$L = \lambda \cdot W, \text{ звідси } W = L / \lambda \text{ (CAP-04)}$$

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Пропускна здатність $\lambda = 40$ замовлень на добу.
2. Незавершене виробництво $L = 100$ замовлень.
3. Середній час проходження $W = L / \lambda = 100 / 40 = 2,5$ доби.
4. Якщо цех скоротить незавершене виробництво до 60 замовлень, не змінюючи пропускної здатності: $W = 60 / 40 = 1,5$ доби.

ВІДПОВІДЬ

За $L = 100$ замовлень середній строк проходження — 2,5 доби; скорочення незавершеного виробництва до 60 замовлень при тій самій пропускній здатності зменшує строк до 1,5 доби.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Пропускна здатність у цьому розрахунку не змінилася — цех, як і раніше, завершує 40 замовлень на добу. Змінилося лише те, скільки замовлень одночасно «застрягло» всередині системи, і саме тому строк виконання скоротився на цілу добу. Це і є управлінський зміст закону Літтла: щоб пришвидшити виконання замовлень, не обов'язково нарощувати потужність — часто досить прибрати причини, через які незавершене виробництво накопичується, а темп надходження лишити тим самим.

Приклад. Закон Літтла в сервісній системі

CAP-04

Гевко І. Операційний менеджмент, 2017, тема 10 «Теорія черг», п. 10.3
«Різноманітність моделей черг», с. 102

ДАНО

У приймальне відділення лікарні в середньому надходить 6 пацієнтів за годину. Середній час перебування пацієнта у відділенні — від надходження до виписки чи направлення далі — становить 4 години.

ФОРМУЛА

$$L = \lambda \cdot W \text{ (CAP-04)}$$

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Пропускна здатність $\lambda = 6$ пацієнтів на годину.
2. Середній час перебування $W = 4$ години.
3. Незавершене «виробництво» (кількість пацієнтів у відділенні одночасно) $L = \lambda \cdot W = 6 \cdot 4 = 24$ пацієнти.

ВІДПОВІДЬ

У середньому у відділенні одночасно перебуває 24 пацієнти.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Формула тут виміряла не виробничий цех, а лікарняне відділення — і зробила це тим самим рівнянням. Число 24 не залежить від того, що саме відбувається з пацієнтом усередині: огляд, аналізи, очікування ліжка. Це і є сила закону Літтла: він з'єднує три величини, які легко виміряти ззовні, не вимагаючи моделі внутрішніх процесів системи.

⚠ Закон Літтла — тотожність, а не причинний механізм

Формула $L = \lambda \cdot W$ виконується завжди, коли система перебуває у стійкому стані, і сама собою не пояснює, чому незавершене виробництво велике. Вона каже лише, що три величини мусять узгоджуватися: якщо вам відомі будь-які дві, третя визначена однозначно. Причину — чому саме L таке велике, — доведеться шукати окремо: у чергах перед вузьким місцем, у розмірі партій, у зупинках через брак матеріалу. Формула дає мову для опису, а не діагноз.

Тепер повернімося до цеху, заводу й відділення пошти з першого абзацу. Формула $L = \lambda \cdot W$ однаково описує чергу деталей перед верстатом, партію насіння на елеваторі й потік посилок через сортувальний вузол — байдуже, що саме рухається всередині труби. Саме тому закон Літтла — не формула однієї галузі, а спільна мова, якою можна порівнювати системи, розібрані в попередніх чотирьох питаннях цієї теми.

Підсумок розділу. Пропускна здатність, незавершене виробництво і середній час перебування в системі зв'язані законом Літтла: $L = \lambda \cdot W$, дійсним у стійкому стані для будь-якої черги в процесі. Формула — тотожність, а не причинне пояснення, але дає спільну мову для порівняння систем різної природи й управлінський важіль: скорочення незавершеного виробництва при незмінній пропускній здатності завжди скорочує строк проходження.

3.7 Підсумок теми

Системний підхід вимагає декомпозиції й синтезу одночасно і попереджає, що оптимум цілого не дорівнює сумі оптимумів частин; операційна система — той елемент організації, до якого цей висновок застосовують. Вона відповідає чотирьом критеріям сформованості й описується моделлю «вхід — перетворення — вихід» із зворотним зв'язком, універсальною для виробництва й послуг.

Усередині операційної системи працюють три підсистеми: переробна безпосередньо перетворює вхід на вихід, забезпечення обслуговує переробну, а планування й контроль керує обома на основі інформації про стан системи й незавершене виробництво. Саме остання підсистема не дає локальним оптимумам підсистем програвати системі в цілому — приклад «Інтерпайп Сталі» показав, наскільки жорстко ці три підсистеми зв'язані в безперервному металургійному переділі.

Операційні системи класифікують за типом виробництва, характером перетворення і ступенем стандартизації процесу. П'ять видів — проєктна, одинична, серійна, масова, безперервна — утворюють спектр за обсягом і повторюваністю, а не набір непроникних категорій: кейси Kernel, Amazon, Toyota, Нової пошти й Укрзалізниці показали, що реальні підприємства здебільшого поєднують кілька видів під одним дахом.

Закон Літтла зв'язує пропускну здатність, незавершене виробництво і середній час перебування в системі рівнянням $L = \lambda \cdot W$, дійсним у стійкому стані для будь-якої черги — виробничого замовлення, пацієнта, вагона в ремонті. Це тотожність, а не причинний механізм, але вона дає інструмент, яким можна виміряти й порівняти потік крізь операційні системи будь-якого виду з тих, що розглянуті вище.

Самоперевірка

Питання без балів — лише щоб переконатися, що прочитане склалося в картину. Повний тренувальний тест — після теми.

Дільниця максимізувала власне завантаження, і незавершене виробництво перед сусідньою дільницею зросло. Якого висновку системного підходу це порушення?

А Оптимум цілого не дорівнює сумі оптимумів частин

Так. Дільниця, «оптимальна» сама по собі, накопичує незавершене виробництво перед сусідньою й погіршує роботу системи в цілому.

Б Операційна система не відповідає критерію організаційної цілісності

Критерій цілісності стосується того, чи можна взагалі виділити систему як самостійну; описана ситуація не про це, а про локальний оптимум усередині вже сформованої системи.

- В** Підсистема забезпечення не виконала свою функцію обслуговування переробної

Опис не називає жодної проблеми з енергією, ремонтом чи постачанням — ідеться про завантаження самої переробної підсистеми, а не про забезпечення.

Яка підсистема операційної системи ухвалює рішення про завантаження й строки на основі інформації про незавершене виробництво?

- А** Переробна підсистема

Переробна підсистема перетворює вхід на вихід; вона є джерелом інформації про незавершене виробництво, а не тим, хто на її основі планує.

- Б** Підсистема планування й контролю

Так. Вона отримує від переробної підсистеми інформацію про стан і незавершене виробництво й на цій основі ухвалює рішення про завантаження, послідовність і строки.

- В** Підсистема забезпечення

Підсистема забезпечення виконує функції, потрібні для роботи переробної (енергія, ремонт, постачання), а не приймає рішення про завантаження на основі інформації.

Компанія одночасно експлуатує безперервні переробні заводи, сезонні елеватори із серійним за ритмом завантаженням і потокові портові термінали. Що це означає для її класифікації?

- А** Класифікаційна сітка описує конкретну операційну систему всередині компанії, а не компанію в цілому

Так. Кожна з трьох ланок — окрема операційна система свого виду; єдиного слова для всієї компанії класифікаційна сітка не дає.

- Б** Компанію неможливо класифікувати, бо класифікація застосовна лише до одиничних підприємств

Класифікація застосовна до будь-якої операційної системи, включно з тими, що входять до складу більшої компанії, — просто до кожної застосовують її окремо.

- В** Компанію слід віднести до безперервного типу, бо він охоплює найбільший обсяг ресурсів

Обсяг ресурсів однієї ланки не скасовує того, що інші ланки — елеватори й термінали — працюють за іншою логікою завантаження.

Чому безперервну лінію окомкування руди не можна пропорційно «пригальмувати» на 30% у відповідь на падіння попиту?

- А** Тому що безперервний процес — суцільна лінія без проміжного режиму: працює на повній швидкості або зупинений

Так. Саме тому падіння попиту чи логістична блокада призводять до вимкнення й перезапуску окремих ліній, а не до плавного зниження темпу.

- Б** Тому що закон Літтла жорстко забороняє зміну пропускну здатності системи

Закон Літтла — тотожність, яка зв'язує пропускну здатність, незавершене виробництво й час перебування; він нічого не забороняє й не обмежує технологічну гнучкість процесу.

- В** Тому що підсистема планування й контролю в безперервному виробництві відсутня

Підсистема планування й контролю є в будь-якій операційній системі; те, що лінію не можна глибоко пригальмувати, — властивість самої технології перетворення, а не відсутність планування.

Дільниця приймає в обробку 25 замовлень за добу; у середньому одночасно в дільниці перебуває 75 замовлень. Який середній час проходження замовлення?

- А** 0,33 доби

Це переставлені місцями чисельник і знаменник ($25 / 75$); закон Літтла дає $W = L / \lambda$, а не λ / L .

- Б** 1 875 діб

Це добуток L і λ ($75 \cdot 25$), а не частка; для W потрібно поділити незавершене виробництво на пропускну здатність.

- В** 3 доби

Так. $W = L / \lambda = 75 / 25 = 3$ доби.

Лікарняне відділення приймає 8 пацієнтів на годину, а середній час перебування пацієнта — 3 години. Скільки пацієнтів у середньому перебуває у відділенні одночасно?

- А** 11 пацієнтів

Це сума 8 і 3, а не добуток; закон Літтла — множення пропускну здатності на час перебування, а не додавання цих величин.

Б 2,67 пацієнта

Це частка $8 / 3$; для незавершеного «виробництва» L потрібно перемножити λ і W , а не ділити їх.

В 24 пацієнти

Так. $L = \lambda \cdot W = 8 \cdot 3 = 24$ пацієнти одночасно перебувають у відділенні.

3.8 Самостійна робота

- СРС 3.1** Прочитайте лонгрід теми 3 і пройдіть самоперевірку. Для кожного з шести розділів випишіть одне речення, яке вважаєте в ньому головним, — цей перелік знадобиться для повторення перед модульним тестом (3 год).
- СРС 3.2** Класифікуйте операційні системи чотирьох підприємств за наведеними описами й обґрунтуйте кожне віднесення за трьома ознаками — типом виробництва, характером перетворення й ступенем стандартизації процесу (3 год).
- СРС 3.3** Розв'яжіть три задачі на закон Літтла в тренажері та поясніть, як скорочення незавершеного виробництва впливає на строк виконання замовлення, якщо пропускна здатність системи не змінюється (2 год).
- СРС 3.4** Пройдіть тренувальний тест теми 3. До кожного питання, на яке відповіли неправильно, знайдіть у лонгріді абзац, що пояснює правильну відповідь, і випишіть із нього одне речення (2 год).

Джерела

1. 1. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Опорне українське видання для категорійного апарату теми: склад операційної системи, три підсистеми (переробна, забезпечення, планування й контролю), критерії сформованості системи.
[kneu.edu.ua](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf)  (https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf) перевірено 22.09.2026
2. 2. Slack N., Brandon-Jones A.. Operations and Process Management. Pearson Education, 2021. Джерело моделі «вхід — перетворення — вихід» як універсального опису будь-якої операційної системи, зокрема сервісної.
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9781292350103)  (<https://openlibrary.org/isbn/9781292350103>)
перевірено 22.09.2026
3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело класифікації операційних процесів за типом виробництва — проектний, одиничний, серійний, масовий, безперервний (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)
перевірено 22.09.2026
4. 4. Stevenson W. J.. Operations Management. McGraw-Hill Education, 2020. Джерело трактування ступеня повторюваності й обсягу випуску як класифікаційної ознаки операційної системи.
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9781260575712)  (<https://openlibrary.org/isbn/9781260575712>)
перевірено 22.09.2026
5. 5. Гевко І. Б.. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. Тема 10 «Теорія черг», п. 10.3 «Різноманітність моделей черг», с. 102: закон Літтла (CAP-04) — зв'язок незавершеного виробництва, пропускної здатності й тривалості проходження.
[elartu.tntu.edu.ua](https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300)  (<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300>)
перевірено 22.09.2026
6. 6. Кушнірук В. С.. Операційний менеджмент: опорний конспект лекцій. МНАУ, 2017. Українське видання із системним підходом до операційної діяльності підприємства як вихідною точкою курсу.
[dspace.mnau.edu.ua](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078)  (<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078>)
перевірено 22.09.2026
7. 7. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ: сторінки «Про завод», «Електродугова піч», «Двопозиційна установка піч-ківш», «Вакууматор», «Машини безперервного лиття заготовки». ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Паспортні параметри переділу (сторінки без дати публікації): електродугова піч, двопозиційна установка піч-

ківш, вакууматор, дві МБЛЗ; позиція компанії, незалежного технічного підтвердження немає.

[interpipesteel.biz](https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod) ↗ (<https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod>)

перевірено 22.09.2026

8. 8. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Ніч 22.09.2026: балістичний удар по підприємству, четверо загиблих, виробництво зупинено; термінів відновлення на дату перевірки компанія не називала. Кейс через це написано в минулому часі.

[gmcenter](https://gmcenter.com.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/) ↗ (<https://gmcenter.com.ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/>)

перевірено 22.09.2026

9. 9. Kernel Holding S.A. Annual Report and Accounts for the year ended 30 June 2025. Kernel Holding S.A., 2025. Аудований річний звіт: потужність переробки 4,0 млн т/рік і факт 3,5 млн т (87% завантаження), 29 елеваторів із сезонним оборотом, перевалка 11 млн т/рік і факт 9,1 млн т. Сайт компанії подає інші цифри — у темі використано лише звіт.

[kernel.ua](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2025/10/FY2025_Kernel_Annual_Report.pdf) ↗ (https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2025/10/FY2025_Kernel_Annual_Report.pdf)

перевірено 22.09.2026

10. 10. Ferrexpo plc. Production Report for 4Q 2025. Ferrexpo plc, 2026. Виробництво окатишів за 2025 р. — 3,221 млн т (–47% р/р) на тлі зростання концентрату на 311%; зміна мікс-продукту, а не масштабу гірничої частини процесу.

[ferrexpo.com](https://www.ferrexpo.com/news-media/press-releases/2026/production-report-for-4q-2025/) ↗ (<https://www.ferrexpo.com/news-media/press-releases/2026/production-report-for-4q-2025/>)

перевірено 22.09.2026

11. 11. Ferrexpo plc. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудовані результати: потужність окомкування знижено з двох ліній до однієї, завантаження ≈25% довоєнного рівня; причина — логістична блокада портів і зупинка відшкодування ПДВ, а не стан самого процесу окомкування.

[ferrexpstorage.blob.core.windows.net](https://ferrexpstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf) ↗ (<https://ferrexpstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf>)

перевірено 22.09.2026

12. 12. Ferrexpo halts iron ore output over threat to Ukrainian ports. Інтерфакс-Україна, 2026. 05.08.2026: компанія зупинила видобуток і виробництво через загрозу атак на порти й потребу зберегти оборотний капітал; європейських клієнтів планувалося обслуговувати зі складських запасів.

[en.interfax.com.ua](https://en.interfax.com.ua/news/economic/1190828.html) ↗ (<https://en.interfax.com.ua/news/economic/1190828.html>)

перевірено 22.09.2026

13. 13. Ferrexpo resumes production. Інтерфакс-Україна, 2026. 07.09.2026: видобуток і виробництво відновлено, але лише на одній з чотирьох ліній окомкування, після зупинки 05.08.2026 через загрозу атак на порти.
[en.interfax.com.ua](https://en.interfax.com.ua/news/economic/1199811.html)  (<https://en.interfax.com.ua/news/economic/1199811.html>)
перевірено 22.09.2026
14. 14. Термінал «Нової пошти» сортує до 50 000 посилок на годину. Forbes.ua, 2021. Заявлена (пікова, не виміряна середня) потужність київського сортувального терміналу — до 50 000 посилок/год, ≤ 2 хв перебування посылки в терміналі; позиція компанії без незалежного аудиту.
[forbes.ua](https://forbes.ua/company/nova-poshta-terminal-16042021-1387)  (<https://forbes.ua/company/nova-poshta-terminal-16042021-1387>)
перевірено 22.09.2026
15. 15. Дохід Nova зріс на 21% у 2025-му, мережа «Нової пошти» зросла до 50 000 точок. Forbes.ua, 2026. За 2025 р. доставлено 522 млн посилок (+8,8%), мережа зросла на 32% до 50 003 точок; офіційне повідомлення пресслужби групи Nova.
[forbes.ua](https://forbes.ua/news/dokhid-nova-zris-na-21-u-2025-rotsi-merezha-novoi-poshti-zroslo-do-50-000-tochok-21012026-35682)  (<https://forbes.ua/news/dokhid-nova-zris-na-21-u-2025-rotsi-merezha-novoi-poshti-zroslo-do-50-000-tochok-21012026-35682>)
перевірено 22.09.2026
16. 16. Торік на потужностях Укрзалізниці відремонтовано понад 24 тис. вантажних вагонів. Rail.insider, 2025. У 2024 р. відремонтовано 24 233 вантажні вагони (+18,7% р/р), 48% належали приватному парку; переказ офіційного джерела.
[railinsider.com.ua](https://www.railinsider.com.ua/torik-na-potuzhnostyah-ukrzhaliznyczi-vi-dremontovano-ponad-24-tys-vantazhnyh-vagoniv/)  (<https://www.railinsider.com.ua/torik-na-potuzhnostyah-ukrzhaliznyczi-vi-dremontovano-ponad-24-tys-vantazhnyh-vagoniv/>)
перевірено 22.09.2026
17. 17. Укрзалізниця переходить на автоматизовану систему розподілу вагонів у ремонт. Rail.insider, 2025. Система враховує завантаженість, виробничі можливості й територіальну близькість ремонтних підприємств; тестова експлуатація з 01.01.2026, заявлена мета — єдина прозора черга на ремонт.
[railinsider.com.ua](https://www.railinsider.com.ua/ukrzhaliznyczya-perehodyt-na-avtomatyzovanu-systemu-rozpodilu-vagoniv-u-remont/)  (<https://www.railinsider.com.ua/ukrzhaliznyczya-perehodyt-na-avtomatyzovanu-systemu-rozpodilu-vagoniv-u-remont/>)
перевірено 22.09.2026
18. 18. Bots by the numbers: facts and figures about robotics at Amazon. Amazon (aboutamazon.co.uk). Позиція компанії: типи роботів (Hercules, Pegasus, Proteus, Vulcan), 75% замовлень у світі за участю роботів; показник є лише в британській версії сторінки.
[aboutamazon.co.uk](https://www.aboutamazon.co.uk/news/innovation/bots-by-the-numbers-facts-and-figures-about-robotics-at-amazon)  (<https://www.aboutamazon.co.uk/news/innovation/bots-by-the-numbers-facts-and-figures-about-robotics-at-amazon>)
перевірено 22.09.2026
19. 19. Amazon deploys its one millionth robot.... Amazon (aboutamazon.com), 2025. Мільйонний робот доставлено до центру виконання замовлень у Японії (червень 2025); мережа — понад 300 об'єктів по всьому світу.

[aboutamazon.com](https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model)  (<https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model>)

перевірено 22.09.2026

20. 20. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Аналіз коаліції профспілок за даними, які сама Amazon подає до OSHA: 6,6 серйозної травми на 100 працівників проти 3,2 на інших складах. Компанія методику оспорує.

[cnn.com](https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html)  (<https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html>)

перевірено 22.09.2026

21. 21. Toyota Production System. Toyota Motor Corporation. Офіційна сторінка компанії: якісний опис jidoka та just-in-time, зв'язування всіх заводів і процесів у безперервний потік. Кількісних виробничих метрик сторінка не наводить.

[global.toyota](https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html)  (<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html>)

перевірено 22.09.2026

Джерела

1. 1. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Опорне українське видання для категорійного апарату теми: склад операційної системи, три підсистеми (переробна, забезпечення, планування й контролю), критерії сформованості системи.
[kneu.edu.ua](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/)  (https://kneu.edu.ua/get_file/8945/) [перевірено 22.09.2026](#)
2. 2. Slack N., Brandon-Jones A.. Operations and Process Management. Pearson Education, 2021. Джерело моделі «вхід — перетворення — вихід» як універсального опису будь-якої операційної системи, зокрема сервісної.
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9781292350103)  (<https://openlibrary.org/isbn/9781292350103>)
[перевірено 22.09.2026](#)
3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело класифікації операційних процесів за типом виробництва — проєктний, одиничний, серійний, масовий, безперервний (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)
[перевірено 22.09.2026](#)
4. 4. Stevenson W. J.. Operations Management. McGraw-Hill Education, 2020. Джерело трактування ступеня повторюваності й обсягу випуску як класифікаційної ознаки операційної системи.

[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9781260575712)  (<https://openlibrary.org/isbn/9781260575712>)

перевірено 22.09.2026

5. 5. Гевко І. Б.. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. Тема 10 «Теорія черг», п. 10.3 «Різноманітність моделей черг», с. 102: закон Літтла (CAP-04) — зв'язок незавершеного виробництва, пропускної здатності й тривалості проходження.

[elartu.tntu.edu.ua](https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300)  (<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300>)

перевірено 22.09.2026

6. 6. Кушнірук В. С.. Операційний менеджмент: опорний конспект лекцій. МНАУ, 2017. Українське видання із системним підходом до операційної діяльності підприємства як вихідною точкою курсу.

[dSPACE.mnau.edu.ua](https://dSPACE.mnau.edu.ua/jsui/handle/123456789/2078)  (<https://dSPACE.mnau.edu.ua/jsui/handle/123456789/2078>)

перевірено 22.09.2026

7. 7. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ: сторінки «Про завод», «Електродугова піч», «Двопозиційна установка піч-ківш», «Вакууматор», «Машини безперервного лиття заготовки». ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Паспортні параметри переділу (сторінки без дати публікації): електродугова піч, двопозиційна установка піч-ківш, вакууматор, дві МБЛЗ; позиція компанії, незалежного технічного підтвердження немає.

[interpipesteel.biz](https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod)  (<https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod>)

перевірено 22.09.2026

8. 8. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Ніч 22.09.2026: балістичний удар по підприємству, четверо загинув, виробництво зупинено; термінів відновлення на дату перевірки компанія не називала. Кейс через це написано в минулому часі.

[gmk.center](https://gmk.center/ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/)  (<https://gmk.center/ua/news/pidpriemstvo-interpajp-v-dnipri-zaznalo-balistic-hnoi-ataki/>)

перевірено 22.09.2026

9. 9. Kernel Holding S.A. Annual Report and Accounts for the year ended 30 June 2025. Kernel Holding S.A., 2025. Аудований річний звіт: потужність переробки 4,0 млн т/рік і факт 3,5 млн т (87% завантаження), 29 елеваторів із сезонним оборотом, перевалка 11 млн т/рік і факт 9,1 млн т. Сайт компанії подає інші цифри — у темі використано лише звіт.

[kernel.ua](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2025/10/FY2025_Kernel_Annual_Report.pdf)  (https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2025/10/FY2025_Kernel_Annual_Report.pdf)

перевірено 22.09.2026

10. 10. Ferrexpo plc. Production Report for 4Q 2025. Ferrexpo plc, 2026. Виробництво окатишів за 2025 р. — 3,221 млн т (–47% р/р) на тлі зростання концентрату на 311%; зміна мікс-продукту, а не масштабу гірничої частини процесу.

[ferrexpo.com](https://www.ferrexpo.com/news-media/press-releases/2026/production-report-for-4q-2025/)  (https://www.ferrexpo.com/news-media/press-releases/2026/production-report-for-4q-2025/)

перевірено 22.09.2026

11. 11. Ferrexpo plc. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудовані результати: потужність окомкування знижено з двох ліній до однієї, завантаження $\approx 25\%$ довоєнного рівня; причина — логістична блокада портів і зупинка відшкодування ПДВ, а не стан самого процесу окомкування.

[ferrexpopstorage.blob.core.windows.net](https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)  (https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)

перевірено 22.09.2026

12. 12. Ferrexpo halts iron ore output over threat to Ukrainian ports. Інтерфакс-Україна, 2026. 05.08.2026: компанія зупинила видобуток і виробництво через загрозу атак на порти й потребу зберегти оборотний капітал; європейських клієнтів планувалося обслуговувати зі складських запасів.

[en.interfax.com.ua](https://en.interfax.com.ua/news/economic/1190828.html)  (https://en.interfax.com.ua/news/economic/1190828.html)

перевірено 22.09.2026

13. 13. Ferrexpo resumes production. Інтерфакс-Україна, 2026. 07.09.2026: видобуток і виробництво відновлено, але лише на одній з чотирьох ліній окомкування, після зупинки 05.08.2026 через загрозу атак на порти.

[en.interfax.com.ua](https://en.interfax.com.ua/news/economic/1199811.html)  (https://en.interfax.com.ua/news/economic/1199811.html)

перевірено 22.09.2026

14. 14. Термінал «Нової пошти» сортує до 50 000 посилок на годину. Forbes.ua, 2021. Заявлена (пікова, не виміряна середня) потужність київського сортувального терміналу — до 50 000 посилок/год, ≤ 2 хв перебування посылки в терміналі; позиція компанії без незалежного аудиту.

[forbes.ua](https://forbes.ua/company/nova-poshta-terminal-16042021-1387)  (https://forbes.ua/company/nova-poshta-terminal-16042021-1387)

перевірено 22.09.2026

15. 15. Дохід Nova зріс на 21% у 2025-му, мережа «Нової пошти» зросла до 50 000 точок. Forbes.ua, 2026. За 2025 р. доставлено 522 млн посилок (+8,8%), мережа зросла на 32% до 50 003 точок; офіційне повідомлення пресслужби групи Nova.

[forbes.ua](https://forbes.ua/news/dokhid-nova-zris-na-21-u-2025-rotsi-merezha-novoi-poshti-zroslo-do-50-000-tochok-21012026-35682)  (https://forbes.ua/news/dokhid-nova-zris-na-21-u-2025-rotsi-merezha-novoi-poshti-zroslo-do-50-000-tochok-21012026-35682)

перевірено 22.09.2026

16. 16. Торік на потужностях Укрзалізниці відремонтовано понад 24 тис. вантажних вагонів. Rail.insider, 2025. У 2024 р. відремонтовано 24 233 вантажні вагони (+18,7% р/р), 48% належали приватному парку; переказ офіційного джерела.

[railinsider.com.ua](https://www.railinsider.com.ua/torik-na-potuzhnostyah-ukrzhaliznychi-vi-dremontovano-ponad-24-tys-vantazhnyh-vagoniv/)  (https://www.railinsider.com.ua/torik-na-potuzhnostyah-ukrzhaliznychi-vi-dremontovano-ponad-24-tys-vantazhnyh-vagoniv/)

перевірено 22.09.2026

17. 17. Укрзалізниця переходить на автоматизовану систему розподілу вагонів у ремонт. Rail.insider, 2025. Система враховує завантаженість, виробничі можливості й територіальну близькість ремонтних підприємств; тестова експлуатація з 01.01.2026, заявлена мета — єдина прозора черга на ремонт.

[railinsider.com.ua](https://www.railinsider.com.ua/ukrzhaliznyczya-perehodyt-na-avtomatyzovanu-systemu-rozpodilu-vagoniv-u-remont)  (https://www.railinsider.com.ua/ukrzhaliznyczya-perehodyt-na-avtomatyzovanu-systemu-rozpodilu-vagoniv-u-remont)

перевірено 22.09.2026

18. 18. Bots by the numbers: facts and figures about robotics at Amazon. Amazon (aboutamazon.co.uk). Позиція компанії: типи роботів (Hercules, Pegasus, Proteus, Vulcan), 75% замовлень у світі за участю роботів; показник є лише в британській версії сторінки.

[aboutamazon.co.uk](https://www.aboutamazon.co.uk/news/innovation/bots-by-the-numbers-facts-and-figures-about-robotics-at-amazon)  (https://www.aboutamazon.co.uk/news/innovation/bots-by-the-numbers-facts-and-figures-about-robotics-at-amazon)

перевірено 22.09.2026

19. 19. Amazon deploys its one millionth robot.... Amazon (aboutamazon.com), 2025. Мільйонний робот доставлено до центру виконання замовлень у Японії (червень 2025); мережа — понад 300 об'єктів по всьому світу.

[aboutamazon.com](https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model)  (https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-million-robots-ai-foundation-model)

перевірено 22.09.2026

20. 20. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Аналіз коаліції профспілок за даними, які сама Amazon подає до OSHA: 6,6 серйозної травми на 100 працівників проти 3,2 на інших складах. Компанія методик оспорує.

[cnbc.com](https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html)  (https://www.cnn.com/2023/04/12/study-amazon-workers-seriously-hurt-at-twice-rate-of-other-warehouses.html)

перевірено 22.09.2026

21. 21. Toyota Production System. Toyota Motor Corporation. Офіційна сторінка компанії: якісний опис jidoka та just-in-time, зв'язування всіх заводів і процесів у безперервний потік. Кількісних виробничих метрик сторінка не наводить.

[global.toyota](https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html)  (https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/index.html)

перевірено 22.09.2026