

4. Операційна діяльність — ресурси, процеси та результати

Операційна діяльність підприємства — ресурси, процеси й результати; принципи організації операційного процесу і його складність; типи процесів; організація процесу в просторі й часі та розрахунок тривалості циклу для трьох видів руху партії деталей.

🕒 43 хв читання 📅 13 термінів ПРН **ПРН24**

чернетка · оновлено 23.09.2026

Що ви зможете після теми

- ПРН24** Пояснювати зміст операційної діяльності підприємства та склад її ресурсів і результатів.
- ПРН24** Застосовувати принципи організації операційних процесів — пропорційність, безперервність, паралельність, прямоточність, ритмічність.
- ПРН24** Розраховувати тривалість виробничого циклу при послідовному, паралельному й паралельно-послідовному русі партії деталей і обирати вид руху.

Дільниця отримала замовлення на партію з шести деталей, які мають пройти три операції — токарну, фрезерну й шліфувальну. Перший майстер обробляє партію так, як звик: усі шість деталей проходять токарну операцію, потім усі шість — фрезерну, потім усі шість — шліфувальну. Другий передає деталі парами, щойно пара готова, не

чекаючи решти партії. Обидва майстри використовують ті самі три верстати, ту саму партію і ті самі норми часу на операцію — і все ж перший здає замовлення за 42 хвилини, а другий за 30. Різниця у 12 хвилин — не помилка розрахунку й не диво, а прямий наслідок того, як саме організовано той самий операційний процес у часі.

Ця тема — про операційну діяльність підприємства: з яких ресурсів, процесів і результатів вона складається, за якими принципами організовується операційний процес, які типи процесів існують, у яких формах процес організовують у просторі й, нарешті, як порахувати виграш від різної організації процесу в часі. Останнє питання дає розрахунковий інструмент теми: тривалість виробничого циклу при трьох видах руху партії — послідовному, паралельному й паралельно-послідовному. До кінця теми ви порахуєте той самий приклад із двох майстрів самостійно і зрозумієте, чому 42 і 30 хвилин — це не різні задачі, а одна.

Тема логічно продовжує тему 3, де операційна система розглядалася як стала структура — набір ресурсів, потужностей і підрозділів, — і готує до тем, які йдуть далі: тема 5 візьме принципи й форми організації процесу звідси й застосує їх до проектування нової операційної системи, тема 6 — до її поточного функціонування, а тема 7 покаже, що управління проектом теж є процесом, який можна розкласти на операції, ресурси й результати за тією самою логікою. Операційний процес — це та ланка, що з'єднає статичний опис системи з її щоденною роботою, і саме тому категорії цієї теми повертатимуться в курсі знову й знову під новими назвами.

4.1 Сутність операційної діяльності підприємства: ресурси, процеси, результати

Операційна діяльність підприємства — це єдність трьох нерозривних складових: ресурсів, які залучає підприємство, операційного процесу, який їх перетворює, і результатів, які це перетворення дає. Прибрати будь-яку складову неможливо: без ресурсу процесу немає з чого починатися; без процесу ресурс так і лишиться ресурсом і не перетвориться на результат; а без результату — тобто якщо перетворення не дало нічого, що можна визнати виходом системи, — сам процес утрачає сенс, бо незрозуміло, заради чого він відбувався. Саме тому питання «що таке операційна діяльність підприємства» не має відповіді у вигляді одного визначення — на нього відповідають, показавши всі три складові разом.

Склад ресурсів операційної діяльності повторює вхід операційної системи: матеріальні ресурси (сировина, матеріали, комплектувальні), трудові ресурси (персонал), енергетичні ресурси й інформаційні ресурси (норми, креслення, замовлення). Трудові ресурси підприємства заведено ділити на дві категорії за характером діяльності: управлінські — працівники, зайняті виконанням управлінських функцій, переважно

розумовою працею, і виробничі — виконавці, які безпосередньо реалізують плани підприємства і надають послуги чи виготовляють продукцію. Цей поділ важливий для операційної діяльності тому, що саме склад, кваліфікація і чисельність виробничих трудових ресурсів визначають, скільки операцій підприємство здатне виконати за період, а від управлінських — залежить, наскільки добре цей потенціал використано.

Щоб оцінити, чи вистачає підприємству трудового ресурсу для запланованого обсягу операційної діяльності, саму лише загальну чисельність персоналу недостатньо — потрібен структурний аналіз. Він ураховує рівень кваліфікації працівників (чи вистачає розрядів, потрібних для конкретних операцій), віковий склад (наскільки близько колектив до масового виходу на пенсію), тривалість трудового стажу (досвід впливає на фактичну норму часу операції, а не лише паспортну) і співвідношення чоловіків і жінок там, де воно обмежене умовами праці. Два підприємства з однаковою штатною чисельністю можуть мати геть різний операційний потенціал: одне має досвідчену, стабільну команду під потрібні операції, інше — плинний колектив без потрібних розрядів, і формально однакові «трудові ресурси» в рядку звітності приховують цю різницю. Саме тому планування операційної діяльності спирається не на штатний розпис як такий, а на структурний аналіз трудового ресурсу під конкретний перелік операцій.

Інформаційні ресурси часто недооцінюють, бо вони не мають фізичної форми, але без них жоден з інших ресурсів не можна задіяти цілеспрямовано: норма часу операції, креслення деталі, специфікація матеріалу, саме замовлення клієнта — усе це інформаційний ресурс, який визначає, що саме робити з матеріальним, трудовим і енергетичним ресурсом. Відсутність чи неточність цього ресурсу зупиняє операційну діяльність так само надійно, як відсутність сировини: без креслення верстат не знає, яку деталь виготовляти, хоч би скільки металу й людино-годин було в розпорядженні дільниці.

Ці самі чотири категорії ресурсів — не випадковий перелік, а ті самі величини, які тема 1 ставила в знаменник продуктивності: людино-години праці, кілограми чи тонни матеріалу, кіловат-години енергії. Операційна діяльність і продуктивність операційної системи дивляться на той самий ресурсний вхід під різними кутами: тут важливо, що саме залучено і в якому складі, а в темі 1 — скільки випуску знято з одиниці кожного залученого ресурсу. Тому склад ресурсів, визначений тут, — це той-таки перелік, який потрібно тримати в голові, коли пізніше в курсі йдеться про часткову чи багатофакторну продуктивність: розрахунок завжди бере ресурс із того самого переліку, що й опис операційної діяльності.



Рисунок 1. Операційна діяльність підприємства: ресурси, операційний процес і результати. Вихід кожного переділу процесу є входом наступного, тому результат можна виміряти на кожному з них, а не лише на виході всієї системи.

- ① Ресурси: матеріали, праця, енергія, інформація
- ② Операційний процес як ланцюжок переділів
- ③ Вихід переділу стає входом наступного
- ④ Основний результат — готова продукція
- ⑤ Другорядні результати — відходи, тепло, дані про процес

Зліва блок ресурсів: матеріали, праця, енергія, інформація. Посередині три послідовні блоки переділів операційного процесу зі стрілками між ними, підписаними «вихід = вхід». Справа два блоки результатів: основний угорі й другорядні внизу. Угорі фігурна дужка позначає, що ресурси, процес і результати разом становлять операційну діяльність підприємства.

Результати операційної діяльності, як і ресурси, неоднорідні. Основний результат — те, заради чого операційна діяльність і затівалася: готова продукція чи надана послуга, яку отримає споживач. Другорядні результати виникають побічно й теж потребують уваги — відходи виробництва, тепло, викиди, дані про сам перебіг процесу, які згодом стають інформаційним ресурсом для наступного циклу. Не кожен результат однаково цінний: критерієм тут лишається додана вартість, розглянута в темі 1, — приріст вартості понад вартість спожитих ресурсів. Результат, отриманий

процесом, але за який споживач не готовий платити (наприклад, надлишковий брак, що довелося перевиробити), формально є результатом операційної діяльності, але економічно не виправдовує ресурсів, витрачених на його отримання.

Найнаочніше зв'язок ресурсів, процесу й результатів видно там, де результат кожного переділу процесу можна виміряти окремо, а не лише на виході всієї системи.

Кейс. Ferrexpo: наскрізний ланцюг від руди до окатишів із вимірюваним виходом на кожному переділі

Кейс за аудованими регуляторними звітами компанії; опис технологічного процесу — зі сторінки сайту з даними 2021 р.

За описом операцій компанії, гірничо-збагачувальний комбінат веде відкритий кар'єрний видобуток магнетитової руди з умістом заліза 25–30%, дробить і збагачує її до концентрату з умістом 65%+ Fe, а далі окомковує концентрат за температури 1300 °C до окатишів із умістом заліза 65% (доменні) або 67% (для прямого відновлення); номінальна потужність збагачувального заводу за цими ж, не оновлюваними з 2021 р. даними, становить 35–40 млн т руди на рік.

За аудованими річними результатами за 2025 рік, сумарне товарне виробництво компанії становило 6 141 тис. т — 3 221 тис. т окатишів і 2 920 тис. т концентрату; виручка знизилася на 16% до 787 млн дол., а збиток становив 224 млн дол., із них 154 млн дол. — негрошове знецінення активів.

За тим самим звітом, зростання частки концентрату в структурі виробництва компанія пояснює прямо: призупинення відшкодування ПДВ в Україні зменшує накопичений залишок невідшкодованого ПДВ саме за концентратом, тому виробництво тимчасово змістили в бік дешевшого за собівартістю переділу.

Що саме в цьому ланцюжку можна виміряти на кожному переділі, а що — лише на виході всієї системи?

Для теми 4 цей кейс — чистий приклад ланцюжка «ресурси → процес → результати», де результат вимірний на кожному переділі: вхідна руда з умістом заліза 25–30%, проміжний результат — концентрат з умістом 65%+, кінцевий результат — окатиші з умістом 65% чи 67% залежно від призначення. Кожен переділ має власний вимірний вихід, і саме тому підприємство здатне свідомо змістити мікс між переділами, коли змінюється зовнішня умова (тут — податкова), не зупиняючи процес.

Межі кейсу. Падіння виробництва окатишів на 47% не означає падіння видобутку й переробки на стільки ж: сумарне товарне виробництво (окатиші плюс концентрат) знизилося лише на 9%, бо змінився мікс переділів, а не масштаб гірничої частини процесу. Номінальна потужність 35–40 млн т руди на рік узята зі сторінки з даними 2021 р. і не придатна для оцінки поточного завантаження.

Підсумок розділу. Операційна діяльність підприємства — це єдність ресурсів, операційного процесу і результатів; жодну зі складових не можна виключити чи вивчати окремо від інших. Ресурси охоплюють матеріальні, трудові, енергетичні та інформаційні складові, а трудові ресурси додатково поділяють на управлінські й виробничі. Там, де процес складається з декількох переділів, результат вимірний на кожному з них, а не лише на виході всієї системи.

4.2 Операційні процеси організації як динамічна основа функціонування операційної системи

Операційний процес — це сукупність взаємопов'язаних основних, допоміжних і обслуговуючих процесів праці й знарядь праці, спрямованих на перетворення предмета праці на готову продукцію чи послугу. Різниця між операційною системою й операційним процесом принципова: система задає статичний потенціал — наявні ресурси, потужність, структуру підрозділів, а операційний процес щоразу реалізує цей потенціал у конкретному потоці робіт. Та сама система здатна пропустити крізь себе зовсім різні операційні процеси залежно від того, яке замовлення виконується, у якій послідовності й з яким завантаженням, — тому процес і називають динамічною основою функціонування системи, на відміну від статичної структури самої системи.

Близьке поняття прийшло в управлінську термінологію з реінжинірингу бізнес-процесів: діяльність, у межах якої на вході використовується один чи більше видів ресурсів, а на виході створюється продукт, цінний для споживача. У цьому формулюванні важливі два елементи, які часто випускають: у процесу є власник, який відповідає за ресурси й результат, і в процесу є споживач — зовнішній або внутрішній, для якого наступний процес є клієнтом попереднього. Саме тому операційний процес підприємства зручно розглядати не як один суцільний потік, а як мережу процесів, де вихід одного стає входом іншого, і кожен має свого власника та свого споживача. На звичайному машинобудівному підприємстві це виглядає буквально так: розкрійний цех — постачальник заготовок для механічного цеху, механічний цех — постачальник деталей для складального, а складальний — постачальник готового виробу вже для зовнішнього клієнта. Кожен цех одночасно є і споживачем (для попереднього процесу мережі), і постачальником (для наступного), і саме тому претензію до якості чи строку зазвичай варто адресувати не «підприємству загалом», а конкретному процесу мережі, де саме стався розрив.

Керованість процесу, а не сам факт його існування, залежить від чотирьох умов. По-перше, у процесу має бути визначений власник — конкретна людина, а не підрозділ узагалі, інакше відповідальність розмивається між кількома керівниками й ніхто фактично не відповідає за результат. По-друге, власник повинен отримати всі потрібні для процесу ресурси, а не лише повноваження ними розпоряджатися. По-третє, мають існувати документи, які фіксують сам процес, — інструкції, регламенти, методики, технологічні карти, бо процес, що існує лише в голові виконавця, не можна ні передати, ні вдосконалити. По-четверте, власник повинен побудувати систему збору об'єктивної інформації про хід процесу, параметри результату й задоволеність споживача — без цього немає зворотного зв'язку, а без зворотного зв'язку немає керування, лише спостереження. Ці чотири умови однаково стосуються й виробничого цеху, і відділу оформлення замовлень.

Підприємство одночасно виконує десятки операційних процесів, і не всі вони рівнозначні для стратегічних цілей. Тому практичний крок після визначення процесу — це бізнес-діагностика: виділити найважливіші для конкурентоспроможності процеси і знайти серед них найпроблемніші, тобто ті, де розрив між поточним і потрібним результатом найбільший. Саме проблемні, а не будь-які процеси стають об'єктом першочергових змін — ресурс на вдосконалення завжди обмежений, і витратити його на процес, який і так працює задовільно, означає не витратити його там, де розрив дійсно коштує підприємству грошей чи клієнтів.

Динамічність операційного процесу означає ще одне: заміна лише одного ресурсу здатна змінити сам процес, а не тільки його швидкість.

Кейс. Amazon fulfillment: заміна ресурсу змінює сам процес комплектації

Кейс за офіційними матеріалами компанії та незалежним переказом звітності до OSHA; кількісні показники робототехніки — позиція компанії

За офіційними матеріалами компанії, з 2012 року Amazon розгортає в центрах виконання замовлень власну робототехніку; станом на червень 2025 року мережа налічує понад 300 об'єктів по всьому світу, компанія повідомила про мільйонного за рахунком робота, а система керування рухом роботів DeepFleet, за заявою компанії, прискорює переміщення роботів приблизно на 10%.

За тими самими офіційними даними, робот Hercules піднімає й переміщує стелаж-под із запасами масою до приблизно 567 кг просто до робочого місця комплектувальника — це і є заміна ресурсу: замість того, щоб працівник ішов уздовж стелажів у пошуках товару (person-to-goods), товар сам приїжджає до нерухомого робочого місця (goods-to-person).

За незалежним переказом звіту профспілкової коаліції, побудованим на даних, які сама компанія подає до регулятора OSHA, у 2022 році на складах Amazon фіксувалося 6,6 серйозної травми на 100 працівників проти 3,2 на 100 на інших складах — це вдвічі вищий рівень; компанія методики підрахунку оспорує й наполягає, що безпека працівників лишається її пріоритетом.

Що саме змінюється в самому процесі комплектації, коли робот переміщує товар до працівника, а не працівник до товару?

Для теми 4 головне тут — не сам факт автоматизації, а те, щоб саме змінюється в процесі. Person-to-goods і goods-to-person — це два різні операційні процеси комплектації замовлення з різною послідовністю операцій, різним маршрутом предмета праці і різним розподілом переміщення між людиною та ресурсом; заміна одного-єдиного ресурсу (спосіб переміщення товару) перебудовує процес цілком, а не просто прискорює той самий процес. Це ілюструє саме динамічність процесу: система (мережа складів, персонал, стелажі) лишається тією самою, а процес усередині неї змінено.

Межі кейсу. «Більше роботів — вища продуктивність праці» цей кейс не доводить: кількість роботів є показником капітальних інвестицій, а продуктивність на людино-годину компанія не розкриває. Заяви компанії про пріоритет безпеки співіснують із порахованим за її ж звітністю до OSHA вдвічі вищим рівнем серйозних травм — подавати це варто як відкрите питання з двома позиціями, а не як встановлений в будь-який бік факт.

Підсумок розділу. Операційний процес — динамічна основа функціонування операційної системи: система задає статичний потенціал, а процес щоразу реалізує його в конкретному потоці робіт з власником і споживачем на кожній ланці. Заміна навіть одного ресурсу здатна перебудувати сам процес, а не лише його швидкість.

4.3 Принципи організації операційних процесів і складність операційних процесів

Організацію операційного процесу оцінюють за п'ятьма принципами, і кожен із них має вимірне відображення — його порушення видно в конкретному числі чи черзі, а не лише «відчувається».

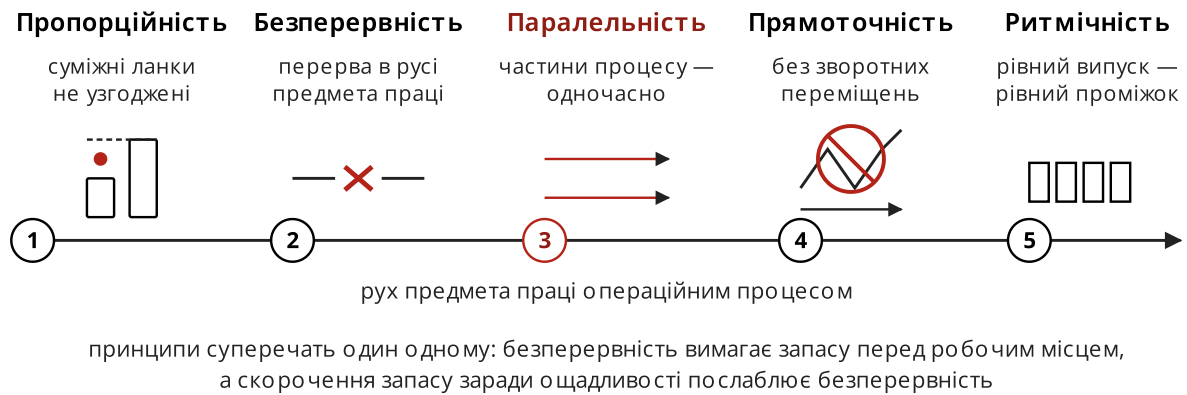


Рисунок 2. П'ять принципів організації операційного процесу вздовж єдиної лінії потоку предмета праці.

- ① Пропорційність — узгодженість пропускної здатності суміжних ланок
- ② Безперервність — скорочення перерв у русі предмета праці
- ③ Паралельність — одночасне виконання частин процесу
- ④ Прямоточність — найкоротший шлях без зворотних переміщень
- ⑤ Ритмічність — рівномірний випуск за рівні проміжки часу

Горизонтальна лінія потоку зі стрілкою, уздовж якої розміщено п'ять станцій. Перша — пропорційність, дві нерівні за висотою смуги показують неузгоджену пропускну здатність. Друга — безперервність, лінія розірвана й розрив позначено червоним хрестиком. Третя, виділена карміновим, — паралельність: дві однакові стрілки виконуються одночасно. Четверта — прямоточність: ламаний шлях перекреслено забороняючим знаком, під ним короткий прямий шлях. П'ята — ритмічність: чотири однакові за висотою стовпчики.

Пропорційність вимагає, щоб пропускна здатність суміжних ланок операційного процесу була узгоджена між собою. Ділянка, потужніша за сусідню, не збільшує кінцевий випуск усього процесу — вона лише накопичує запас незавершеного виробництва перед вузьким місцем; порушення пропорційності видно за чергою деталей перед конкретною операцією. Безперервність вимагає скорочувати або усувати перерви в русі предмета праці — час пролежування між операціями, очікування транспорту, простій через незбалансовану потужність; вимірюється часткою робочого часу в загальній тривалості циклу. Паралельність дозволяє виконувати частини процесу одночасно — кілька операцій над різними деталями партії або кілька елементів однієї операції; саме паралельність і дає найкоротший цикл у прикладі з двох майстрів на початку теми. Прямоточність вимагає, щоб предмет праці рухався найкоротшим шляхом, без зворотних і зустрічних переміщень між операціями; забезпечується розміщенням робочих місць у послідовності технологічних

операцій. Ритмічність вимагає рівномірного випуску однакових обсягів продукції за рівні проміжки часу; план, виконаний авралом в останні дні періоду, коштує понаднормових, браку й зірваних строків.

Різницю між ритмічним і неритмічним виконанням того самого плану видно навіть без формули. Уявіть місячний план у 400 виробів, розподілений на чотири тижні. Ритмічний випуск — це 100 виробів щотижня: 100, 100, 100, 100. Неритмічний випуск тієї самої дільниці за той самий місяць може виглядати так: 40, 60, 80, 220 — перші тижні дільниці фактично недовантажена, а останній працює на межі можливостей понаднормовими змінами. Сума в обох випадках однакова, 400 виробів, і формальний звіт про виконання плану в обох випадках однаковий. Але перший графік не потребує понаднормових і тримає стабільну якість, а другий приховує в підсумковій цифрі і простій на початку місяця, і аврал наприкінці з типовим для нього зростанням браку; саме тому ритмічність перевіряють не за підсумком періоду, а за розподілом випуску всередині нього.

❶ Принципи суперечать один одному

Дотримати всі п'ять принципів одночасно неможливо, і це не помилка проектування, а їхня природа. Безперервність вимагає тримати запас перед робочим місцем, щоб воно не простоювало в очікуванні деталі; ощадливість і скорочення незавершеного виробництва вимагають цей запас зменшити. Прямоточність вимагає розставити обладнання за послідовністю операцій конкретного виробу; гнучкість для різних виробів вимагає групувати однорідне обладнання разом, а це подовжує маршрут. Операційний менеджер не «дотримується всіх принципів» — він свідомо обирає, яким пожертвувати заради іншого, і показує розрахунком ціну цього вибору.

Складність операційного процесу — окрема від принципів характеристика, яка визначає, наскільки важко процес спланувати й координувати. Вона зростає з кількістю операцій і переділів, з різноманітністю маршрутів, якими різні деталі проходять той самий процес, зі ступенем диференціації операцій (багато дрібних операцій — більше передач і черг) і з кількістю паралельних гілок процесу, які потрібно синхронізувати між собою. Складний процес не обов'язково гірший за простий, але він вимагає більше координації, і саме тому принципи пропорційності й безперервності для нього критичніші: чим більше ланок і гілок, тим дорожче коштує їх неузгодженість.

Корисно розрізняти два джерела складності, бо для кожного з них є свій прийом боротьби. Структурна складність — це те, скільки операцій і переділів має сам процес; вона знижується уніфікацією деталей, скороченням номенклатури комплектувальних і об'єднанням дрібних операцій у більші там, де це не шкодить якості. Координаційна складність — це те, скільки самостійних виконавців, дільниць чи навіть підприємств має погоджувати свої дії, щоб процес відбувся; вона знижується не спрощенням самого процесу, а чіткішими правилами передачі роботи між ланками — саме тому в розділі про організацію процесу в просторі предметна спеціалізація дільниць постане як один зі способів зменшити координаційну складність ціною гнучкості.

Кожен із п'яти принципів цієї теми має власне продовження в наступних розділах, і корисно одразу побачити цю карту. Прямоточність напряду визначає вибір форми спеціалізації дільниць у просторі — короткий, прямий маршрут можливий лише там, де обладнання розставлене під конкретний виріб. Паралельність — це принцип, який далі в темі стане розрахунковою формулою: паралельний рух партії деталей є прямим застосуванням цього принципу в часі, і саме там видно його ціну в конкретних хвилинах. Пропорційність і безперервність повертатимуться в темах про проектування та поточне функціонування операційної системи вже як вимоги до балансування потужностей і запасів. Ритмічність, своєю чергою, — той принцип, порушення якого найдорожче коштує саме на етапі поточного управління, коли план уже затверджено і зміни в графіку виробництва обмежені.

Підсумок розділу. П'ять принципів організації операційного процесу — пропорційність, безперервність, паралельність, прямоточність, ритмічність — мають вимірне відображення і суперечать один одному, тому їх застосовують як свідомий компроміс, а не як перелік вимог для одночасного виконання. Складність процесу залежить від кількості операцій, різноманітності маршрутів і ступеня диференціації робіт і визначає, наскільки дорого коштує порушення цих принципів.

4.4 Типи операційних процесів та їх ознаки

За роллю у створенні продукту операційні процеси поділяють на три групи: основні, допоміжні й обслуговуючі. Основний процес — той, у ході якого предмет праці безпосередньо змінює форму, розміри, властивості чи стан і перетворюється на готову продукцію операційної системи; сукупність основних процесів визначає профіль підприємства — те, що воно виробляє. Допоміжний процес сам не перетворює предмет праці на продукт, а виробляє чи готує те, що фізично споживає основний процес: виготовляє оснащення й інструмент, виробляє й постачає енергію, ремонтує обладнання. Третя група — обслуговуючі процеси: транспортування, складування, контроль якості. Межа між нею і допоміжними процесами проста й водночас найчастіше плутана: допоміжний процес щоразу створює ресурс, який основний фізично витрачає (вапно згорає в печі, енергія перетворюється на тепло плавки,

відремонтований вузол зношується далі), а обслуговуючий процес нічого не виробляє — він лише переміщує, зберігає чи перевіряє те, що вже створили основний і допоміжний процеси. Ресурси, які дає допоміжний процес, часто не видно в готовому продукті — але без них основний процес рано чи пізно зупиняється; без обслуговуючого процесу продукт теж не дійде до споживача вчасно чи в належній якості, хоча самого предмета праці обслуговуючий процес не змінює.

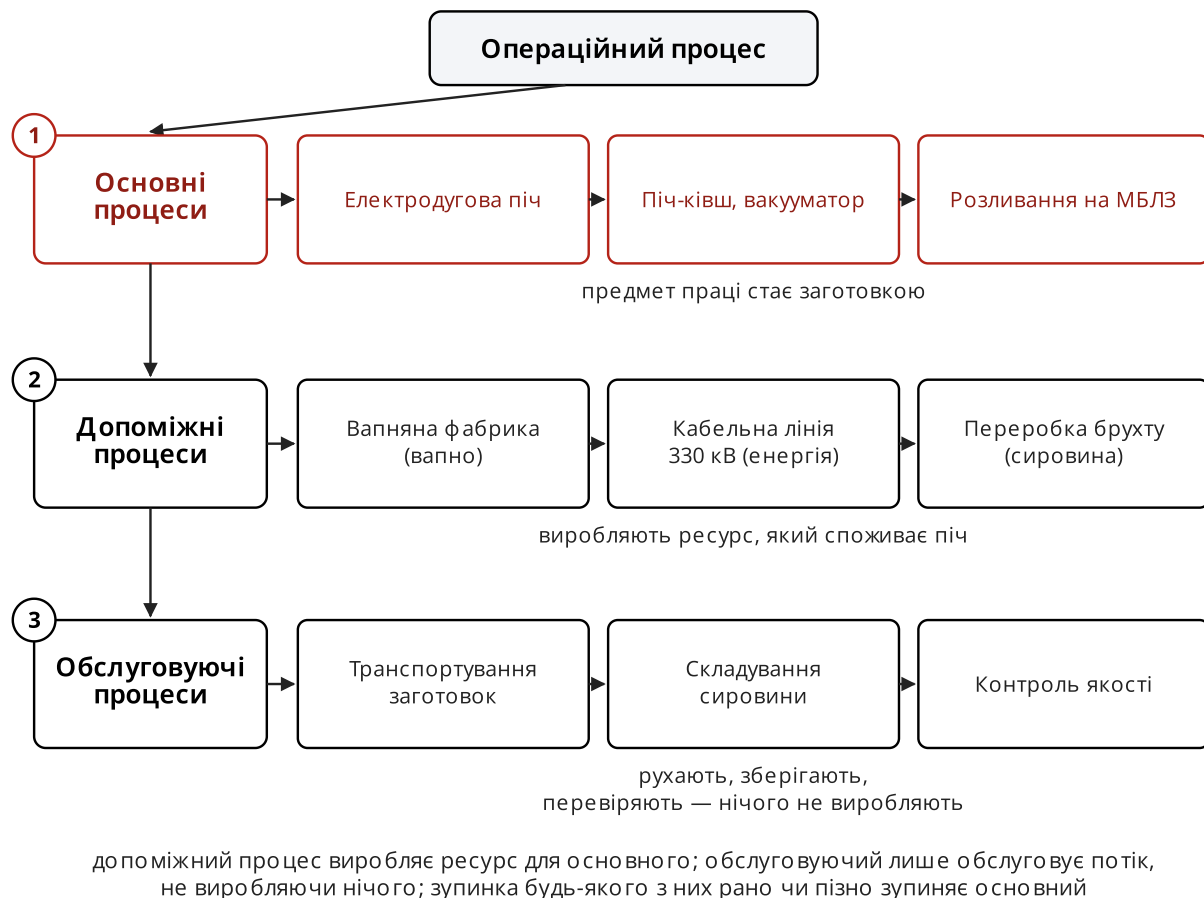


Рисунок 3. Три типи операційних процесів на прикладі електросталеплавильного виробництва: основний перетворює предмет праці на заготовку, допоміжні виробляють те, що споживає основний, обслуговуючі лише рухають, зберігають чи перевіряють.

- ① Основний процес — виплавка й розливання сталі
- ② Допоміжні процеси виробляють ресурс, який споживає основний
- ③ Обслуговуючі процеси нічого не виробляють — лише обслуговують потік

Схема з блоку «Операційний процес» угорі й трьома рядками нижче. Перший рядок, виділений карміновим, — «Основні процеси»: електродугова піч, піч-ківш і вакууматор, розливання на машині безперервного лиття заготовки — разом вони перетворюють предмет праці на заготовку. Другий рядок — «Допоміжні процеси»: вапняна фабрика (вапно), кабельна лінія 330 кВ (енергія), переробка брухту (сировина) — усі вони виробляють ресурс, який споживає піч. Третій рядок — «Обслуговуючі процеси»: транспортування заготовок, складування сировини, контроль якості — вони рухають, зберігають чи перевіряють, нічого не виробляючи. Внизу підпис: допоміжний процес виробляє ресурс для основного, обслуговуючий лише обслуговує потік, не виробляючи нічого; зупинка будь-якого з них рано чи пізно зупиняє основний.

Кейс. Інтерпайп Сталь: ресурси процесу, яких не видно в готовій заготовці

Кейс за власним сайтом заводу; паспортні параметри — позиція компанії, незалежного технічного підтвердження немає; з 22 вересня 2026 р. виробництво зупинено після удару

У ніч на 22 вересня 2026 року підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичного удару: за повідомленням компанії в переказі галузевого видання, загинули четверо людей, семеро поранено, пошкоджено основне виробниче обладнання й інфраструктуру, виробництво зупинено, а термінів відновлення компанія не називала. Тому все сказане нижче описує завод до зупинки.

За паспортними параметрами заводу, основний процес був ланцюжком трьох переділів: трифазна електродугова піч місткістю 186 т із випуском 160 т і тривалістю плавки 53 хв, далі двопозиційна установка піч-ківш і двокамерний вакууматор, і нарешті дві машини безперервного лиття заготовки із сумарною продуктивністю 770 плюс 550, тобто 1 320 тис. т заготовки на рік, — це число практично точно збігалося з проєктною потужністю всього заводу в 1,32 млн т круглої сталевих заготовки на рік.

За тими самими даними сайту, цей основний процес обслуговували допоміжні: власна кабельна лінія напругою 330 кВ і довжиною 12,8 км, прокладена під дном річки, забезпечувала завод власним електроживленням; власна вапняна фабрика з регенеративною піччю постачала вапно, потрібне електродуговій печі; окремі переробні комплекси продуктивністю 10–25 тис. т на місяць кожен готували металобрухт — основну сировину плавки.

Чому зупинка вапняної фабрики чи кабельної лінії зрештою зупиняє виплавку сталі, хоча жодна з них не робить заготовку сама?

Для теми 4 кейс показує чисту межу між основним і допоміжним процесом, а разом і те, чому ці три системи — саме допоміжні, а не обслуговуючі: кожна з них щоразу виробляє ресурс, який піч фізично витрачає, а не просто перевозить чи зберігає готове. Вапно згорає в хімії плавки, електроенергія переходить у тепло дугового розряду, підготовлений брукхт переплавляється й перестає бути впізнаваним окремим предметом, — саме тому жодна з трьох систем сама не перетворює предмет праці на заготовку, але без вапна зупиняється хімія плавки, без власної лінії — сама піч, без переробленого брукхту — вхідна сировина. Обслуговуючі процеси на сталеплавильному заводі теж неминуче є — скажімо, контроль хімічного складу заготовки чи складування брукхту перед подачею в піч, — але джерело кейсу їх не описує, і в будь-якому разі вони лише перевіряють чи зберігають те, що вже виробили основний і допоміжні процеси. Три класичні різновиди обслуговуючого процесу варто розрізнити й поза цим кейсом: транспортний переміщує предмет праці між операціями, дільницями чи складами, і саме його недостатня пропускна здатність найчастіше ламає пропорційність і безперервність, розібрані вище; складський зберігає запас сировини, незавершеного виробництва чи готової продукції — тема 6 курсу рахує, скільки саме запасу тримати вигідно; процес контролю якості перевіряє, чи відповідає предмет праці нормі, і робить це або на вході процесу, або в його середині, або на виході — тема 8 курсу розбирає інструменти цього контролю окремо. Тому в проєктуванні такого підприємства допоміжні процеси розраховують не «про запас», а під точний темп основного: сума продуктивностей двох машин лиття свідомо дорівнює проєктній потужності заводу, а не перевищує її.

Межі кейсу. Усі паспортні параметри — з власного сайту заводу, сторінки без дати публікації; незалежного технічного підтвердження немає, і чи зберігалися вони на момент зупинки 2026 року — невідомо. Тому число 1,32 млн т слід читати як проєктну потужність, яка вже враховує ремонти й переходи між

марками сталі, а не як добуток такту печі на кількість діб у році — це різні величини, і плутати їх означає повторювати класичну помилку ототожнення проєктної й ефективної потужності.

Класифікація «основний — допоміжний — обслуговуючий» завжди прив'язана до конкретного підприємства, а не до самого продукту в абстракції. Вапно, яке вапняна фабрика виробляє для сусідньої печі, — допоміжний ресурс для сталеплавильного заводу; але для самої вапняної фабрики, якби вона існувала як окреме підприємство, виробництво вапна було б основним процесом, а видобуток вапняку для неї — вхідним ресурсом. Межа між типами процесів завжди проведена від профілю конкретного підприємства: те саме фізичне виробництво в одному місці — основний процес, а в іншому — лише допоміжний, і саме тому рішення про межі власного виробничого ланцюга — що робити самим, а що купувати готовим, — фактично є рішенням про те, які допоміжні процеси варто тримати всередині підприємства, а які доручити тому, для кого вони основні.

За іншими ознаками операційні процеси також поділяють: за ступенем безперервності — на безперервні (зупинка руйнує чи псує предмет праці, як у виплавці сталі) і дискретні (перерва в русі не шкодить деталі); за ступенем автоматизації — на ручні, механізовані, автоматизовані й автоматичні; за характером номенклатури й обсягу випуску — на одиничні, серійні й масові. Ці ознаки не взаємовиключні одна з одною і не замінюють поділу за роллю: той самий основний процес одночасно описують і за роллю (основний), і за безперервністю, і за автоматизацією, і за типом виробництва, і кожна з цих ознак впливає на те, які принципи з попереднього розділу для нього критичніші.

Правильна класифікація процесу — не суто теоретична справа: від неї залежить, як підприємство рахує собівартість і розставляє пріоритети розвитку. Витрати основного процесу прямо входять до собівартості конкретного виробу — саме тому й важливо точно знати, яка операція є основною, а яка ні. Витрати допоміжних і обслуговуючих процесів, навпаки, розподіляють між виробами непрямо, за певною базою розподілу (наприклад, пропорційно машино-годинам основного обладнання), і помилка в класифікації — приписати обслуговуючий процес до основного чи навпаки — викривлює собівартість кожного виробу, який ці витрати понесе. З погляду розвитку підприємства основні процеси майже завжди першочергові для інвестицій, бо саме вони визначають профіль і конкурентоспроможність; допоміжні й обслуговуючі оптимізують здебільшого заради скорочення витрат, а не заради нового продукту, — і саме тому рішення «розвивати власними силами чи передати на аутсорсинг» найчастіше стосується не основного процесу, а саме допоміжних чи обслуговуючих.

Підсумок розділу. За роллю у створенні продукту процеси поділяють на три групи: основні, які безпосередньо перетворюють предмет праці на продукцію; допоміжні, які виробляють те, що фізично споживає основний процес, не створюючи продукт самі; і обслуговуючі, які нічого не виробляють, а лише транспортують, зберігають чи перевіряють. Точність цієї класифікації впливає на розрахунок собівартості й на пріоритети розвитку підприємства. Ресурси допоміжних процесів часто не видно в готовому виробі, але їх відсутність зрештою зупиняє основний процес. Додатково процеси класифікують за ступенем безперервності, автоматизації та типом виробництва.

4.5 Організація операційного процесу в просторі — форми спеціалізації дільниць

Організація процесу в просторі визначає, як робочі місця й дільниці розміщені одні відносно одних, і має дві крайні форми спеціалізації. Технологічна спеціалізація групує на дільниці однорідне за технологічним призначенням обладнання — усі токарні верстати в одному прольоті, усі фрезерні в іншому — незалежно від того, яку деталь на них обробляють. Вона дає гнучкість: дільниця приймає будь-яку деталь, для якої потрібна ця операція, і легко перелаштовується під нову номенклатуру, але предмет праці рухається між дільницями довгим і часто зустрічним маршрутом, що прямо порушує прямоточність і подовжує виробничий цикл. Предметна спеціалізація, навпаки, закріплює за дільницею чи лінією повний виріб або закінчену його частину: усе обладнання, потрібне для цього виробу, стоїть у послідовності операцій. Вона дає короткий, прямоточний маршрут і найкоротший цикл, але дільниця стає вузькоспеціалізованою — переналаштувати її під інший виріб дорого, і вона потребує стабільного, достатнього за обсягом завантаження. Між двома крайнощами лежить змішана спеціалізація, коли частина дільниць організована технологічно, а частина — предметно, залежно від того, наскільки стабільний і великий обсяг випуску конкретного виробу.

Різницю між двома формами легко відчувати через довжину маршруту. Якщо деталь потребує токарної, фрезерної й шліфувальної операції, а дільниці спеціалізовані технологічно, вона щоразу їде в інший проліт: токарний цех — фрезерний цех — шліфувальний цех, а то й назад, якщо технологічний маршрут вимагає повернення до вже пройденого типу обладнання. За предметної спеціалізації ті самі три верстати стоять в одній лінії чи комірці в порядку операцій, і деталь долає мінімальну відстань між ними. Різниця в маршруті — це не естетика розкладки цеху, а пряма складова виробничого циклу: кожне зайве переміщення додає час транспортування й час очікування транспорту, які виробничий цикл теми враховує нарівні з часом самих операцій.

Між двома крайнощами практика виробила проміжну форму — групову, або клітинну, організацію: дільницю комплектують не з усього асортименту обладнання одного типу (як у технологічній спеціалізації) і не під єдиний виріб (як у предметній), а під групу конструктивно й технологічно подібних деталей, які потребують схожого маршруту операцій. Група деталей зберігає частину гнучкості технологічної спеціалізації — комірка обробляє не один виріб, а сімейство схожих, — і водночас наближається до прямоточності предметної, бо маршрут усередині сімейства короткий і стабільний.

Форма спеціалізації прямо визначає, які з п'яти принципів попереднього розділу реалістично дотримати. Предметна спеціалізація майже автоматично дає прямоточність і полегшує паралельність, бо обладнання вже стоїть у потрібній послідовності близько одне до одного. Технологічна спеціалізація, навпаки, ускладнює пропорційність: коли та сама дільниця токарних верстатів обслуговує десятки різних виробів із різними маршрутами, зрівняти її завантаження із завантаженням сусідніх дільниць набагато важче, ніж на предметно спеціалізованій лінії з одним стабільним потоком.

Вибір форми спеціалізації — це рішення про те, де саме в просторі проходить межа підприємства: чи виконує воно предметно спеціалізовану частину процесу цілком само, чи довіряє її зовнішньому партнеру.

Кейс. Boeing 787 Dreamliner: коли «ресурс» — це готовий підвузол від партнера

Кейс за офіційним пресрелізом і вторинними джерелами; хронологія затримок не звірена з першоджерелом

Модель виробництва Boeing 787 довела предметну спеціалізацію до масштабу окремих компаній: проектування й виготовлення великих модулів планера передано мережі партнерів першого рівня — крило виготовляють у Японії, центральний фюзеляж в Італії, шасі у Великій Британії; за вторинними джерелами, частка участі японських компаній оцінюється в 35% конструкції й виробництва літака, тоді як у діловій пресі трапляються оцінки 60–70%, тому точний відсоток аутсорсингу варто подавати як оспорюваний, а не як факт.

За офіційним пресрелізом компанії від 25 вересня 2011 року, контрактну передачу першого серійного 787 Dreamliner авіакомпанії ANA завершено в Евереті; за вторинними

джерелами, відносно початкового плану поставки (травень 2008 р.) затримка становила приблизно 40 місяців, а перший політ 15 грудня 2009 року відбувся приблизно на два роки пізніше початково запланованого 2007 року.

Чому «ресурс» у вигляді готового підвузла від партнера першого рівня не знімає з інтегратора відповідальності за процес, а навпаки — ускладнює керування ним?

Для теми 4 партнери першого рівня постачають не сировину чи комплектувальні, а готові підвузли — результат уже виконаного ними предметно спеціалізованого процесу. Це здешевлює й пришвидшує розробку кожного окремого модуля, але переносить найскладнішу частину організації процесу в просторі на межі між компаніями: фінальна інтеграція — те, що в межах одного підприємства було б рядовою операцією зі стабільним входом, — перетворюється на процес координації кількох незалежних постачальників, кожен з яких відповідає лише за власний модуль, а не за літак цілком. Саме тому втрата керованості сталася не в технології конкретного модуля, а в стику між ними.

Межі кейсу. «Аутсорсинг завжди спричиняє затримки» цей кейс не доводить: він ілюструє провал конкретної моделі — передавання цілих модулів разом із проєктуванням при слабкому нагляді, а не аутсорсинг як такий. Точний відсоток аутсорсингу планера в перевірених джерелах не підтверджено — коректно казати «за різними оцінками 35–70%». Офіційний пресреліз фіксує лише факт передачі першого літака й не містить опису причин чи хронології попередніх затримок.

Підсумок розділу. Організація процесу в просторі має дві крайні форми спеціалізації дільниць: технологічну, яка дає гнучкість ціною довшого маршруту, і предметну, яка дає короткий прямоточний цикл ціною вузької спеціалізації й потреби у стабільному обсязі. Групова (клітинна) організація — практичний компроміс для сімейства подібних деталей, а змішана спеціалізація поєднує обидві крайності залежно від стабільності

номенклатури. Коли предметно спеціалізовану частину процесу виконує зовнішній партнер, межа підприємства зсувається, а найскладнішою ланкою організації в просторі стає координація на стику між учасниками.

4.6 Організація операційного процесу в часі — послідовний, паралельний і паралельно-послідовний рух партій

Виробничий цикл — календарний період часу, протягом якого партія деталей проходить усі стадії операційного процесу: від запуску на першій операції до здавання готової продукції. Тривалість циклу залежить не лише від норм часу операцій, а й від того, як саме партія рухається операційним процесом у часі. Розрізняють три види руху.

При послідовному русі партії кожна наступна операція розпочинається лише після завершення обробки всієї партії на попередній операції; це найпростіший в організації, але найдовший за тривалістю вид руху. При паралельному русі партії деталі передаються з операції на операцію транспортними, або передавальними, партіями одразу після обробки, тому різні операції можуть виконуватися одночасно над різними частинами партії; це найкоротший за тривалістю вид руху, але за різної тривалості суміжних операцій він спричиняє простої швидших робочих місць в очікуванні повільніших. Паралельно-послідовний рух партії поєднує ознаки обох: кожна операція обробляє всю партію без перерв, а на наступну операцію деталі передають транспортними партіями, щойно це можливо без простою обладнання; тривалість циклу — проміжна між двома крайніми видами руху, і на практиці це найпоширеніший компроміс.

ТРИВАЛІСТЬ ЦИКЛУ — ПОСЛІДОВНИЙ РУХ ПАРТІЇ РС-01

$$T_{\text{посл}} = n \cdot \sum (t_i / C_i)$$

n — розмір партії; t_i — норма часу операції i ; C_i — кількість робочих місць на операції i .

ТРИВАЛІСТЬ ЦИКЛУ — ПАРАЛЕЛЬНИЙ РУХ ПАРТІЇ РС-02

$$T_{\text{пар}} = p \cdot \sum (t_i / C_i) + (n - p) \cdot \max(t_i / C_i)$$

p — розмір транспортної (передавальної) партії; $\max(t_i / C_i)$ — найтриваліша операція процесу.

ТРИВАЛІСТЬ ЦИКЛУ — ПАРАЛЕЛЬНО-ПОСЛІДОВНИЙ РУХ ПАРТІЇ РС-03

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{посл}} - (n - p) \cdot \sum \min(t_i / C_i; t_{i+1} / C_{i+1})$$

сума мінімумів береться по кожній парі суміжних операцій i та $i+1$.

Порахуймо цикл партії з початку теми за всіма трьома формулами й переконаймося, що різниця в 42 проти 30 хвилин виникає саме з розрахунку, а не з довільного прикладу.

Приклад. Тривалість циклу партії за трьох видів руху

РС-01

Капінос Г.І., Бабій І.В. Операційний менеджмент, 2013, розділ 4, п. 4.5
«Організація виробничого процесу в просторі та часі», с. 83–84

ДАНО

Дільниця обробляє партію з $n = 6$ деталей на трьох операціях: токарній ($t_1 = 2$ хв), фрезерній ($t_2 = 1$ хв) і шліфувальній ($t_3 = 4$ хв); на кожній операції одне робоче місце, тобто $C_i = 1$ для всіх трьох. Транспортна (передавальна) партія — $p = 2$ деталі.

ФОРМУЛА

$T_{\text{посл}} = n \cdot \sum (t_i / C_i)$ (РС-01); $T_{\text{пар}} = p \cdot \sum (t_i / C_i) + (n - p) \cdot \max(t_i / C_i)$ (РС-02); $T_{\text{зм}} = T_{\text{посл}} - (n - p) \cdot \sum \min(t_i / C_i; t_{i+1} / C_{i+1})$ (РС-03)

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Сума норм часу операцій: $\sum (t_i / C_i) = 2 + 1 + 4 = 7$ хв; найтриваліша операція $\max(t_i / C_i) = 4$ хв (шліфувальна).

2. Послідовний рух (РС-01): $T_{\text{посл}} = 6 \cdot 7 = 42$ хв — кожна наступна операція чекає завершення обробки всієї партії на попередній.
3. Паралельний рух (РС-02): $T_{\text{пар}} = 2 \cdot 7 + (6 - 2) \cdot 4 = 14 + 16 = 30$ хв — транспортні партії по 2 деталі йдуть на наступну операцію одразу.
4. Суми мінімумів суміжних операцій для РС-03: $\min(t_1, t_2) = \min(2, 1) = 1$ хв; $\min(t_2, t_3) = \min(1, 4) = 1$ хв; разом $1 + 1 = 2$ хв.
5. Паралельно-послідовний рух (РС-03): $T_{\text{зм}} = 42 - (6 - 2) \cdot 2 = 42 - 8 = 34$ хв.

ВІДПОВІДЬ

$T_{\text{посл}} = 42$ хв, $T_{\text{зм}} = 34$ хв, $T_{\text{пар}} = 30$ хв: паралельний рух дає найкоротший цикл, послідовний — найдовший, паралельно-послідовний — проміжний результат.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Порядок $T_{\text{пар}} \leq T_{\text{зм}} \leq T_{\text{посл}}$ виконується завжди, а не лише в цьому прикладі: паралельний рух ніколи не довший за паралельно-послідовний, а той — ніколи не довший за послідовний, бо кожен наступний вид руху лише додає перерв, яких попередній уникав. Але найкоротший цикл має свою ціну: при паралельному русі без перерв працює лише найтриваліша, шліфувальна операція (4 хв); фрезерне місце (1 хв) після кожної транспортної партії простоює, чекаючи наступну пару з токарної операції (2 хв), а пари, які вже пройшли фрезерування, пролежують у черзі перед шліфуванням, — це і є порушення безперервності заради паралельності. Паралельно-послідовний рух прибирає ці простої, бо кожна операція обробляє всю партію без перерв, ціною чотирьох додаткових хвилин порівняно з паралельним рухом ($34 - 30 = 4$ хв).

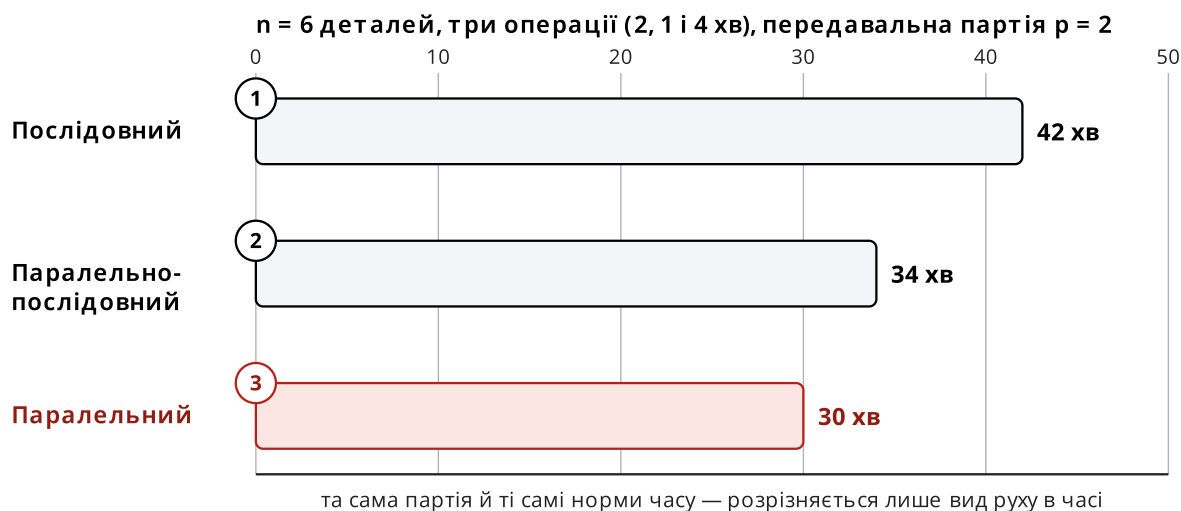


Рисунок 4. Тривалість циклу тієї самої партії з шести деталей і тих самих трьох операцій за трьох видів руху.

- ① Послідовний рух — 42 хв, найдовший
- ② Паралельно-послідовний рух — 34 хв, проміжний
- ③ Паралельний рух — 30 хв, найкоротший

Три горизонтальні смуги різної довжини, пропорційної тривалості циклу в хвилинали, зі шкалою вгорі з кроком 10 хвилин. Найдовша смуга вгорі — послідовний рух, 42 хвилини. Середня — паралельно-послідовний рух, 34 хвилини. Найкоротша, виділена карміновим, — паралельний рух, 30 хвилин. Підпис зверху нагадує, що партія й норми часу операцій ті самі, розрізняється лише вид руху.

⚠ Найчастіша помилка при виборі виду руху

Обирати вид руху лише за найкоротшою тривалістю циклу — типова помилка. Паралельний рух дає найкоротший цикл, але за різної тривалості операцій зупиняє швидші робочі місця в очікуванні повільніших і вимагає частого транспортування дрібних передавальних партій, що на практиці коштує грошей і підвищує ризик пошкодити деталь при частих переміщеннях. Тому в цеховій практиці найчастіше обирають паралельно-послідовний рух: він суттєво коротший за послідовний і не вимагає ідеальної синхронізації робочих місць, якої потребує паралельний.

Вибір виду руху — ситуаційне рішення, а не універсальне правило. Для великої партії з великою різницею в тривалості операцій паралельний рух дає надто дорогі простої, і виграш у часі варто зважити проти вартості простою обладнання та витрат на часте транспортування дрібних партій; для невеликої партії з близькими за тривалістю операціями простої мінімальні, і паралельний рух виправданий. Послідовний рух лишається доречним там, де транспортування коштує дорого чи технологічно неможливе передавати деталі поштучно або дрібними партіями.

На практиці рішення рідко буває універсальним навіть для одного цеху: те саме підприємство цілком може обробляти дешеві, великогабаритні деталі, для яких кожне зайве перевезення коштує дорого, послідовним рухом, а невеликі деталі термінового замовлення, де кожна хвилина циклу продається клієнту окремо, — паралельним чи паралельно-послідовним. Вид руху обирають не для підприємства загалом, а для конкретної партії конкретного виробу в конкретних умовах транспортування, — і саме тому самостійна робота цієї теми просить порахувати не один випадок, а простежити, як змінюється виграш паралельного руху зі зміною i , n , i , p , і різниці в тривалості операцій одночасно.

Лишається одне питання, яке проясняє саму природу формули РС-02: що станеться на межах можливого діапазону передавальної партії p — коли вона найдрібніша чи, навпаки, дорівнює всій партії?

Приклад. Граничні випадки: як розмір передавальної партії впливає на паралельний рух

РС-02

Капінос Г.І., Бабій І.В. Операційний менеджмент, 2013, розділ 4, п. 4.5
«Організація виробничого процесу в просторі та часі», с. 83–84

ДАНО

Та сама ділянка: $n = 6$ деталей, $t_1 = 2$ хв, $t_2 = 1$ хв, $t_3 = 4$ хв, $C_i = 1$.
Розглянемо два крайні значення передавальної партії — $p = 1$ (поштучна передача, найдрібніша можлива) і $p = n = 6$ (передавальна партія дорівнює всій партії).

ФОРМУЛА

$$T_{\text{пар}} = p \cdot \sum(t_i/C_i) + (n - p) \cdot \max(t_i/C_i) \text{ (РС-02)}$$

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. При $p = 1$: $T_{\text{пар}} = 1 \cdot 7 + 5 \cdot 4 = 7 + 20 = 27$ хв — коротше навіть за 30 хв, порахованих раніше для $p = 2$.
2. При $p = n = 6$: $T_{\text{пар}} = 6 \cdot 7 + 0 \cdot 4 = 42 + 0 = 42$ хв — це число точно дорівнює $T_{\text{посл}}$, порахованому за формулою РС-01 для тієї самої партії.
3. Це не збіг: коли передавальна партія дорівнює всій партії, множник $(n - p)$ при другому доданку формули РС-02 перетворюється на нуль, і формула паралельного руху алгебрично зводиться до формули послідовного руху.
4. Проміжні значення p дають проміжний результат: $p = 2 \rightarrow 30$ хв, $p = 3 \rightarrow 33$ хв, $p = 4 \rightarrow 36$ хв, $p = 5 \rightarrow 39$ хв — кожна одиниця p додає рівно 3 хв, бо $\sum(t_i/C_i) - \max(t_i/C_i) = 7 - 4 = 3$ для цих даних.

ВІДПОВІДЬ

$T_{\text{пар}}(p = 1) = 27$ хв — мінімум для цих даних; $T_{\text{пар}}(p = n = 6) = 42$ хв — точно дорівнює $T_{\text{посл}}$; між ними тривалість циклу зростає лінійно, на 3 хв за кожен додану до передавальної партії деталь.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Ця межа показує, що послідовний рух — не окремий, протилежний паралельному спосіб організації, а його частковий випадок формули РС-02 за $p = n$: коли передавальна партія «вирастає» до розміру всієї партії, жодна деталь більше не йде на наступну операцію, поки не готова вся партія, — а це і є визначення послідовного руху. Другий висновок практичніший: зв'язок між p і $T_{\text{пар}}$ лінійний, а не такий, що зменшення передавальної партії дає дедалі менший виграш. Коефіцієнт при p — це різниця $\sum(t_i/C_i) - \max(t_i/C_i)$, стала для конкретного набору операцій; що більша ця різниця (тобто що довші сумарно всі операції, крім найтривалішої), то дорожче коштує кожна зайва деталь у передавальній партії. Саме цю різницю варто рахувати першою, перш ніж узагалі вирішувати, чи варто дробити партію на дрібніші передавальні партії.

Підсумок розділу. Виробничий цикл — час проходження партії всіма стадіями операційного процесу, а його тривалість залежить від виду руху партії в часі. Послідовний рух — найпростіший і найдовший; паралельний — найкоротший, але спричиняє простої робочих місць; паралельно-послідовний — практичний компроміс між ними. Вибір виду руху — ситуаційне рішення, яке зважає виграш у часі проти вартості простоїв і частого транспортування.

4.7 Підсумок теми

Операційна діяльність підприємства — це єдність ресурсів, операційного процесу і результатів: ресурси охоплюють матеріальні, трудові, енергетичні та інформаційні складові, а результат там, де процес багатоступеневий, вимірний на кожному переділі, а не лише на виході всієї системи. Операційний процес — динамічна основа функціонування операційної системи: система задає статичний потенціал, а процес щоразу реалізує його в конкретному потоці робіт, і заміна навіть одного ресурсу здатна перебудувати сам процес.

П'ять принципів організації операційного процесу — пропорційність, безперервність, паралельність, прямоточність, ритмічність — мають вимірне відображення і суперечать один одному, тому операційний менеджер свідомо обирає, яким пожертвувати. Складність процесу залежить від кількості операцій, різноманітності маршрутів і кількості паралельних гілок, які потрібно координувати. За роллю у створенні продукту процеси поділяють на три групи: основні, що безпосередньо перетворюють предмет праці; допоміжні, що виробляють ресурс, який основний процес фізично споживає; і обслуговуючі, що нічого не виробляють, а лише транспортують, зберігають чи перевіряють.

Організація процесу в просторі має дві крайні форми спеціалізації ділянок: технологічну, яка дає гнучкість ціною довшого маршруту, і предметну, яка дає короткий прямоточний цикл ціною вузької спеціалізації. Коли предметно спеціалізовану частину процесу виконує зовнішній партнер, найскладнішою ланкою стає координація на стику між учасниками.

Головний розрахунковий інструмент теми — тривалість виробничого циклу при трьох видах руху партії в часі. Паралельний рух завжди дає найкоротший цикл, послідовний — найдовший, а паралельно-послідовний лежить між ними; вибір конкретного виду руху зважає виграш у часі проти вартості простоїв обладнання й частоти транспортування дрібних партій.

Самоперевірка

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

Підприємство модернізувало обладнання, і його потужність зросла вдвічі, але жодного нового замовлення воно ще не виконало. Чи змінилася при цьому операційна діяльність підприємства?

- А** Так, адже подвоєння потужності одразу подвоює і ресурси, і результати всієї операційної діяльності підприємства

Модернізація змінює потенціал ресурсів системи, але без виконаного процесу результату ще немає — результат операційної діяльності неможливо виміряти, поки процес не відбувся.

- Б** Ні, бо змінився лише потенціал ресурсів, а операційний процес і його результат ще не відбулися

Так. Операційна діяльність — це єдність ресурсів, процесу й результату; зміна лише ресурсної бази без реалізованого процесу не дає результату, який можна виміряти.

- В** Ні, бо операційна діяльність визначається лише складом персоналу підприємства

Персонал — лише одна з категорій ресурсів операційної діяльності поряд з матеріальними, енергетичними та інформаційними, а не її повне визначення.

Центр комплектації замінив маршрут «працівник іде вздовж стелажів» на маршрут «робот підвозить стелаж до нерухомого робочого місця». Що це змінює насамперед?

- А** Це перебудовує сам операційний процес комплектації — його маршрут і послідовність операцій, а не лише швидкість

Так. Goods-to-person і person-to-goods — два різні операційні процеси з різним маршрутом предмета праці; заміна ресурсу переналаштовує процес, а не тільки прискорює той самий.

- Б** Це збільшує лише швидкість того самого незмінного процесу комплектації

Маршрут і послідовність дій змінилися повністю — товар тепер сам приїжджає до працівника, тому це новий процес, а не пришвидшена версія старого.

- В** Це не стосується операційного процесу, бо змінилося лише обладнання складу

Обладнання — це ресурс, а операційний процес — те, як саме предмет праці рухається; заміна ресурсу тут напряду перебудовує сам процес.

Дільниця, яка вдвічі потужніша за сусідню наступну по ходу процесу, збільшила власне завантаження до максимуму. Перед наступною дільницею виросла черга незавершеного виробництва. Який принцип порушено?

- А** Ритмічність: дільниця відмовилася від рівномірного випуску заради максимального завантаження

Ритмічність — про рівні обсяги за рівні проміжки часу; тут проблема не в нерівномірності випуску в часі, а в неузгодженій пропускній здатності двох ланок.

- Б** Прямоточність: предмет праці почав рухатися не найкоротшим шляхом і з зайвими зворотними переміщеннями між дільницями

Маршрут предмета праці тут не змінився — деталі й далі йдуть до тієї самої наступної дільниці, просто чекають довше в черзі перед нею.

- В** Пропорційність: пропускна здатність суміжних ланок не узгоджена, тому потужніша ланка лише нарощує чергу перед слабшою

Так. Ділянка, потужніша за сусідню, не збільшує кінцевий випуск процесу — вона нарощує запас незавершеного виробництва перед вузьким місцем; саме це і є порушення пропорційності.

На металургійному підприємстві власна вапняна фабрика постачає вапно для електродугової печі, а сама піч виплавляє сталь. До яких типів процесів належать ці дві дільниці?

- А** Обидві дільниці виконують основний процес, бо обидві потрібні для отримання сталі

Потрібність для кінцевого результату не робить процес основним: основним вважають лише той, який безпосередньо перетворює предмет праці на продукцію, а вапняна фабрика робить вапно, а не заготовку.

- Б** Піч виконує основний процес, вапняна фабрика — допоміжний

Так. Піч безпосередньо перетворює предмет праці (металобрухт) на сталь, з якої далі розливають заготовку, — це основний процес; фабрика не створює заготовку сама, а лише забезпечує безперебійну роботу печі — це допоміжний процес.

- В** Піч виконує допоміжний процес, бо вона залежить від постачання вапна ззовні

Залежність від допоміжного ресурсу не змінює роль самого процесу: піч і далі безпосередньо перетворює предмет праці на сталь, тобто лишається основним процесом.

Виробник літаків передав виготовлення крила й фюзеляжу повністю окремим компаніям-партнерам разом із проєктуванням цих модулів. Яка форма спеціалізації тут доведена до рівня окремих підприємств?

- А** Технологічна: кожен партнер виконує лише однорідні технологічні операції для різних виробів одразу

Навпаки: кожен партнер виконує різnorідні операції, потрібні саме для одного конкретного модуля цілком, а не однотипну операцію для різних виробів.

- Б** Змішана: частина операцій виконана технологічно, частина предметно, залежно від обсягу випуску

У кейсі немає ознак змішаної форми: кожен партнер відповідає за повний закінчений модуль, що є ознакою саме предметної, а не змішаної спеціалізації.

- В** Предметна: кожен партнер відповідає за закінчений модуль від проєктування до випуску

Так. Кожен партнер закріплює за собою повний виріб (модуль) з усіма потрібними операціями — це і є предметна спеціалізація, лише піднята з рівня ділянки на рівень окремої компанії.

Партію деталей з однаковими нормами часу операцій обробляють спершу послідовним, а потім паралельним рухом. Як зміниться тривалість циклу і чому?

- А** Скоротиться, бо паралельний рух дозволяє виконувати операції над різними деталями партії одночасно

Так. При паралельному русі транспортні партії передаються на наступну операцію одразу після обробки, тому різні операції виконуються одночасно, і $T_{\text{пар}}$ ніколи не перевищує $T_{\text{посл}}$ для тих самих даних.

- Б** Зросте, бо паралельний рух вимагає частішого транспортування дрібних партій

Частіше транспортування — реальна ціна паралельного руху, але вона не збільшує саму тривалість циклу за формулами РС-01 і РС-02: цикл, навпаки, коротшає.

- В** Не зміниться, бо обидва види руху використовують ту саму партію й ті самі норми часу

Однакові вхідні дані не означають однаковий результат: за формулами РС-01 і РС-02 саме вид руху, а не самі норми часу, визначає, скільки триває цикл.

4.8 Самостійна робота

- СРС 4.1** Прочитайте лонгрід теми 4 і пройдіть самоперевірку. Виписуючи конспект, зафіксуйте для кожного з шести розділів одне речення — те, яке вважаєте в ньому головним; цей перелік знадобиться для повторення перед модульним тестом (4 год).
- СРС 4.2** Для заданого в тренажері технологічного процесу з кількома операціями розрахуйте тривалість виробничого циклу при послідовному, паралельному й паралельно-послідовному русі партії за формулами РС-01, РС-02 і РС-03, побудуйте графік (аналог рисунка 4 теми) і перевірте, що виконується порядок $T_{\text{пар}} \leq T_{\text{зм}} \leq T_{\text{посл}}$ (5 год).

- СРС 4.3** Змінюючи в тому самому тренажері розмір партії n і розмір передавальної партії r , порахуйте, як змінюється виграш паралельного руху над послідовним, і письмово сформулюйте рекомендацію: за яких співвідношень n і r , а також різниці в тривалості операцій паралельний рух виправданий, а за яких — надто дорогий через простой (3 год).
- СРС 4.4** Пройдіть тренувальний тест теми 4. 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. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Джерело тривалості виробничого циклу партії: розділ 4, п. 4.5 «Організація виробничого процесу в просторі та часі», с. 83–84 — послідовний, паралельний і паралельно-послідовний рух партії деталей (PC-01, PC-02, PC-03).
[duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  (https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)
перевірено 23.09.2026
2. 2. Старченко Г. В., Калінько І. В., Косач І. А.. Операційний менеджмент. Кондор, 2020. Лишається в літературі теми, але жоден слайд і жодне твердження лонгріда на нього більше не спираються: відкритого повного тексту немає, і склад операційної діяльності (ресурси, процес, результати) за ним не звірено (аудит 2026-09-23, docs/research/formula-baseline.md).
[scholar.google.com](https://scholar.google.com/citations?user=9UX4QTYAAAAJ&hl=uk)  (<https://scholar.google.com/citations?user=9UX4QTYAAAAJ&hl=uk>)
перевірено 23.09.2026
3. 3. Кушнірук В. С.. Операційний менеджмент: опорний конспект лекцій. МНАУ, 2017. Джерело переліку принципів організації операційних процесів — пропорційності, безперервності, паралельності, прямоточності, ритмічності.
[dspace.mnau.edu.ua](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078)  (<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078>)
перевірено 23.09.2026
4. 4. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Джерело категорійного апарату теми: операційна діяльність як перетворення входів (ресурсів) операційними процесами на результати — розділ 1, слайди 1.2–1.4, с. 7–9; види операційних процесів за призначенням

- (основні, допоміжні, обслуговуючі) — слайд 1.10, с. 15; «входами одного процесу є, зазвичай, виходи інших процесів» — глосарій, стаття «Процес», с. 183.kneu.edu.ua [↗ \(https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf\)](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf) перевірено 24.09.2026
5. 5. Slack N., Brandon-Jones A. Operations and Process Management. Pearson Education, 2021. Джерело класифікації типів процесів за характером потоку та форм спеціалізації дільниць.
openlibrary.org [↗ \(https://openlibrary.org/isbn/9781292350103\)](https://openlibrary.org/isbn/9781292350103)
перевірено 23.09.2026
6. 6. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело трактування предметної й технологічної спеціалізації дільниць (product layout / process layout) в організації процесу в просторі — розділ 9 «Layout Strategies», підрозділи «Process-Oriented Layout» і «Product-Oriented (Line) Layout» (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).
openlibrary.org [↗ \(https://openlibrary.org/isbn/9780134163512\)](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)
перевірено 23.09.2026
7. 7. Poltava Mining — операції Ferrexpo. Ferrexpo plc. Опис переділу: руда 25–30% Fe → концентрат 65%+ Fe → окатиші 65–67% Fe. Дані сторінки датовано 2021 р. і не оновлювалися.
[ferrexpo.com](https://www.ferrexpo.com) [↗ \(https://www.ferrexpo.com/what-we-do/operations/poltava/\)](https://www.ferrexpo.com/what-we-do/operations/poltava/)
перевірено 22.09.2026
8. 8. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудований річний звіт — товарне виробництво, виручка й собівартість окатишів і концентрату за 2025 р.
[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) [↗ \(https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf\)](https://ferrexpopstorage.blob.core.windows.net/media/yo2jxkc3/ferrexpo-full-year-financial-results-for-2025-combined-for-web-site.pdf)
перевірено 22.09.2026
9. 9. Інтерпайп Сталь: сторінки «Про завод» та суміжні розділи /about/. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Паспортні параметри електросталеплавильного комплексу й забезпечувальних систем (вапняна фабрика, кабельна лінія 330 кВ, переробка металобрухту). Сторінки без дати публікації, незалежного технічного підтвердження немає.
interpipesteel.biz [↗ \(https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod\)](https://interpipesteel.biz/about/pro-zavod)
перевірено 22.09.2026
10. 10. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Позиція компанії в переказі галузевого видання (2026-09-22): удар по підприємству, загиблі й поранені, пошкодження основного обладнання,

зупинка виробництва без названих термінів відновлення.

[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

11. 11. Boeing, ANA Complete Contractual Delivery of First 787 Dreamliner. Boeing, 2011. Офіційний пресреліз (2011-09-25): факт передачі першого літака. Опису затримок програми не містить.

[boeing.mediaroom.com](https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner)  (https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

12. 12. Boeing 787 Dreamliner. Wikipedia. Вторинне джерело: хронологія зсувів графіка 2007–2011 рр. і частка аутсорсингу партнерів першого рівня. Не звірено з першоджерелом.

[en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)  (https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

13. 13. Bots by the numbers: facts and figures about robotics at Amazon. Amazon. Позиція компанії: типи роботів (Hercules, Pegasus, Proteus, Vulcan), 300+ центрів виконання замовлень, 75% замовлень за участю роботів. Дати публікації на сторінці немає.

[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

14. 14. Amazon deploys its one millionth robot. Amazon, 2025. Позиція компанії (червень 2025 р.): мільйонний робот, система DeepFleet і прискорення переміщення роботів на 10%.

[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

15. 15. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Незалежний переказ звіту профспілкової коаліції за даними, які Amazon сама подає до OSHA: 6,6 серйозних травм на 100 працівників проти 3,2 на інших складах (2022 р.). Компанія методику 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

Джерела

1. 1. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Джерело тривалості виробничого циклу партії: розділ 4, п. 4.5 «Організація виробничого процесу в просторі та часі», с. 83–84 — послідовний, паралельний і паралельно-послідовний рух партії деталей (PC-01, PC-02, PC-03).
[duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  (https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)
перевірено 23.09.2026
2. 2. Старченко Г. В., Калінько І. В., Косач І. А.. Операційний менеджмент. Кондор, 2020. Лишається в літературі теми, але жоден слайд і жодне твердження лонгріда на нього більше не спираються: відкритого повного тексту немає, і склад операційної діяльності (ресурси, процес, результати) за ним не звірено (аудит 2026-09-23, docs/research/formula-baseline.md).
[scholar.google.com](https://scholar.google.com/citations?user=9UX4QTYAAAAJ&hl=uk)  (<https://scholar.google.com/citations?user=9UX4QTYAAAAJ&hl=uk>)
перевірено 23.09.2026
3. 3. Кушнірук В. С.. Операційний менеджмент: опорний конспект лекцій. МНАУ, 2017. Джерело переліку принципів організації операційних процесів — пропорційності, безперервності, паралельності, прямоточності, ритмічності.
[dspace.mnau.edu.ua](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078)  (<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2078>)
перевірено 23.09.2026
4. 4. Омеляненко Т. В., Осокіна А. В.. Операційний менеджмент: презентаційний курс. КНЕУ, 2016. Джерело категорійного апарату теми: операційна діяльність як перетворення входів (ресурсів) операційними процесами на результати — розділ 1, слайди 1.2–1.4, с. 7–9; види операційних процесів за призначенням (основні, допоміжні, обслуговуючі) — слайд 1.10, с. 15; «входами одного процесу є, зазвичай, виходи інших процесів» — глосарій, стаття «Процес», с. 183.
[kneu.edu.ua](https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf)  (https://kneu.edu.ua/get_file/8945/.pdf) перевірено 24.09.2026
5. 5. Slack N., Brandon-Jones A.. Operations and Process Management. Pearson Education, 2021. Джерело класифікації типів процесів за характером потоку та форм спеціалізації дільниць.
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9781292350103)  (<https://openlibrary.org/isbn/9781292350103>)
перевірено 23.09.2026
6. 6. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Джерело трактування предметної й технологічної спеціалізації дільниць (product layout / process layout) в організації процесу в просторі — розділ 9 «Layout Strategies», підрозділи

«Process-Oriented Layout» і «Product-Oriented (Line) Layout» (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).

[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512) ↗ (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)

перевірено 23.09.2026

7. 7. Poltava Mining — операції Ferrexpo. Ferrexpo plc. Опис переділу: руда 25–30% Fe → концентрат 65%+ Fe → окатиші 65–67% Fe. Дані сторінки датовано 2021 р. і не оновлювалися.

[ferrexpo.com](https://www.ferrexpo.com/what-we-do/operations/poltava/) ↗ (<https://www.ferrexpo.com/what-we-do/operations/poltava/>)

перевірено 22.09.2026

8. 8. Full Year Financial Results for 2025. Ferrexpo plc, 2026. Аудований річний звіт — товарне виробництво, виручка й собівартість окатишів і концентрату за 2025 р.

[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

9. 9. Інтерпайп Сталь: сторінки «Про завод» та суміжні розділи /about/. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ. Паспортні параметри електросталеплавильного комплексу й забезпечувальних систем (вапняна фабрика, кабельна лінія 330 кВ, переробка металобрухту). Сторінки без дати публікації, незалежного технічного підтвердження немає.

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

перевірено 22.09.2026

10. 10. Підприємство «Інтерпайп» у Дніпрі зазнало балістичної атаки. GMK Center, 2026. Позиція компанії в переказі галузевого видання (2026-09-22): удар по підприємству, загиблі й поранені, пошкодження основного обладнання, зупинка виробництва без названих термінів відновлення.

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

перевірено 22.09.2026

11. 11. Boeing, ANA Complete Contractual Delivery of First 787 Dreamliner. Boeing, 2011. Офіційний пресреліз (2011-09-25): факт передачі першого літака. Опису затримок програми не містить.

[boeing.mediaroom.com](https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner) ↗ (<https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner>)

перевірено 22.09.2026

12. 12. Boeing 787 Dreamliner. Wikipedia. Вторинне джерело: хронологія зсувів графіка 2007–2011 рр. і частка аутсорсингу партнерів першого рівня. Не звірено з першоджерелом.

[en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)  (https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

13. 13. Bots by the numbers: facts and figures about robotics at Amazon. Amazon. Позиція компанії: типи роботів (Hercules, Pegasus, Proteus, Vulcan), 300+ центрів виконання замовлень, 75% замовлень за участю роботів. Дати публікації на сторінці немає.

[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

14. 14. Amazon deploys its one millionth robot. Amazon, 2025. Позиція компанії (червень 2025 р.): мільйонний робот, система DeepFleet і прискорення переміщення роботів на 10%.

[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

15. 15. Amazon workers seriously injured at more than twice the rate of other warehouses, study finds. CNBC, 2023. Незалежний переказ звіту профспілкової коаліції за даними, які Amazon сама подає до OSHA: 6,6 серйозних травм на 100 працівників проти 3,2 на інших складах (2022 р.). 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