

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Івана Пулюя**

**Операційний / виробничий
МЕНЕДЖМЕНТ
(конспект лекцій)**

Тернопіль – ТНТУ

2017

УДК 65.01

Рекомендовано методичною комісією факультету управління і бізнесу у виробництві Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Гевко І. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій / І.Б. Гевко – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – 128 с.

У конспект лекцій, який виконано у вигляді слайдів, розкривається суть операційного (виробничого) менеджменту та вибору операційної (виробничої) стратегії підприємства. Всебічно висвітлюються стратегічні і тактичні рішення у виробничій та обслуговуючій сферах. Аналізується проблема розробки і вибору товару, місця розташування підприємства, вибору процесів і оптимальних величин виробничих потужностей. Ґрунтовно висвітлюються стратегії виробництва продукції і використання трудових ресурсів. Розкривається суть і проводиться аналіз моделей агрегатного планування та систем управління запасами залежного і незалежного попиту. Висвітлюються моделі та методи прийняття управлінських рішень, належна увага приділяється прогнозуванню і теорії черг. Висвітлюється оперативно-календарне планування, управління проектами, управління якістю продукції та послуг.

Для студентів економічних та інженерних спеціальностей, викладачів, працівників підприємств різної форми власності, усіх бажаючих оволодіти знаннями з управління виробництвом.

Рецензент: д.т.н, проф. Рогатинський Р.М. (проректор з наукової роботи ТНТУ ім. І. Пулюя)

ВСТУП

Сучасні економічні умови вимагають від керівників глибокої теоретичної підготовки та практичного вміння ефективного управління організаціями. Тому актуальною є проблема підготовки висококваліфікованих спеціалістів з управління продуктивною діяльністю виробничих підприємств та сфери послуг. Операційний (виробничий) менеджмент якраз у повній мірі забезпечує фахову підготовку таких спеціалістів.

Конспект лекцій складається з чотирьох розділів, що містять 14 тем. Розділ I «Загальні аспекти операційного (виробничого) менеджменту» включає дві теми: «Формування та розвиток доктрин операційного (виробничого) менеджменту» та «Операційна стратегія». У них розкривається суть операційного (виробничого) менеджменту, операцій, як видів діяльності, еволюції теорії та практики управління виробництвом, продуктивності операційної системи, а також суть операційної системи і її підсистем, вибору та розвитку операційної стратегії, стратегічних і тактичних рішень.

Другий розділ присвячено стратегічним рішенням в операційному менеджменті і він включає п'ять тем, а саме: «Розробка продукту», «Стратегія процесів», «Управління трудовими ресурсами», «Управління запасами», «Управління якістю продукції та послуг». В цьому розділі опрацьовано питання вибору та розробки виробів і послуг, розробки і обґрунтування вибору процесу, вибору місця розташування виробництва, виробничої потужності, аналізу критичної точки, основним видам компонування обладнання, технологій та процесів, планування та формування персоналу, побудови ефективної мотиваційної системи, організації трудових процесів і робочих місць, аналізу робочого часу, суті управління запасами та якістю, їх системами, використання резервного фонду в управлінні запасами тощо.

Розділ III «Інструменти прийняття рішень в операційному (виробничому) менеджменті» включає три теми і присвячений моделям прийняття рішень, прогнозуванню і теорії черг. Теми розділу забезпечують широку теоретичну підготовку з раціональної розробки та прийняття ефективних рішень по управлінню виробництвом.

Четвертий розділ «Тактичні рішення в операційному (виробничому) менеджменті» присвячений тактичним рішенням в операційному (виробничому) менеджменті; зокрема агрегатному та оперативно-календарному плануванню виробництва, плануванню потреби в матеріалах і ресурсах, управлінню запасами, управлінню проектами тощо.

З метою глибшого засвоєння матеріалу студентами і набуття широких навиків і вмінь щодо вироблення власних раціональних рішень з різних питань, в темах конспекта лекцій широко використовується розгляд конкретних ділових ситуацій та різного типу виробничих задач.

ЗМІСТ

Вступ	3
Зміст	4
Розділ I. Загальні аспекти операційного (виробничого) менеджменту	6
Тема 1. Формування та розвиток доктрин операційного (виробничого) менеджменту	6
<u>1.1. Загальні відомості про операційний (виробничий) менеджмент</u>	6
<u>1.2. Еволюція теорії та практики управління виробництвом</u>	9
<u>1.3. Зв'язок операційного менеджменту з іншими видами діяльності</u>	10
<u>1.4. Продуктивність операційної системи</u>	11
Тема 2. Операційна стратегія	12
<u>2.1. Операційна система та її підсистеми</u>	12
<u>2.2. Розвиток операційної / виробничої стратегії</u>	18
<u>2.3. Стратегічні та тактичні рішення</u>	21
Розділ II. Стратегічні рішення в операційному менеджменті	22
Тема 3. Розробка продукту	22
<u>3.1. Вибір та розробка виробу</u>	22
<u>3.2. Вартісний аналіз</u>	31
<u>3.3. Розробка послуги</u>	34
Тема 4. Стратегія процесів	35
<u>4.1. Вибір процесу</u>	35
<u>4.2. Вибір місця розташування і масштабу підприємства</u>	36
<u>4.3. Виробнича потужність</u>	38
<u>4.4. Аналіз критичної точки і оцінка ефективності капітальних вкладень</u>	43
<u>4.5. Основні види компонування обладнання, технологій та процесів</u>	45
Тема 5. Управління трудовими ресурсами	49
<u>5.1. Планування та формування персоналу</u>	50
<u>5.2. Побудова ефективної мотиваційної системи</u>	51
<u>5.3. Організація трудових процесів і робочих місць</u>	52
<u>5.4. Аналіз робочого часу</u>	55
Тема 6. Управління запасами	62
<u>6.1. Суть управління запасами</u>	62
<u>6.2. Класичні системи управління запасами</u>	63
<u>6.3. Використання резервного фонду в управлінні запасами</u>	66
<u>6.4. Спеціальні моделі в управлінні запасами</u>	69
Тема 7. Управління якістю продукції та послуг	70
<u>7.1. Суть управління якістю</u>	71
<u>7.2. Системи управління якістю продукції</u>	72
<u>7.3. Організація технічного контролю якості</u>	76
<u>7.4. Зарубіжний досвід в управлінні якістю продукції</u>	80
Розділ III. Інструменти прийняття рішень в операційному (виробничому) менеджменті	83
Тема 8. Інструменти прийняття рішень в операційному менеджменті	83
<u>8.1. Процес прийняття рішень</u>	83
<u>8.2. Моделі прийняття рішень</u>	85

8.3. Теорія прийняття рішень.....	89
Тема 9. Прогнозування в операційному менеджменті.....	93
9.1. Суть і потреба в прогнозуванні для організацій.....	93
9.2. Методи прогнозування.....	94
9.3. Методи часових серій.....	95
9.4. Методи регресійного і кореляційного аналізу.....	97
Тема 10. Теорія черг.....	98
10.1. Принципи обслуговування.....	99
10.2. Загальні положення лінійних систем очікування.....	26
10.3. Різноманітність моделей черг.....	101
Розділ IV. Тактичні рішення в операційному менеджменті.....	103
Тема 11. Агрегатне планування.....	103
11.1. Планування виробничих процесів.....	103
11.2. Зміст і стратегії агрегатного планування.....	104
11.3. Методи агрегатного планування.....	106
Тема 12. Планування потреби в матеріалах і ресурсах.....	108
12.1. Модель потреби залежних запасів.....	108
12.2. Планування виробничих ресурсів.....	113
12.3. Система “точно - вчасно”.....	114
Тема 13. Оперативно-календарне планування виробництва.....	116
13.1. Тактика короткострокового планування.....	116
13.2. Завантаження цехів (робочих центрів).....	117
13.3. Встановлення послідовності робіт.....	118
13.4. Оперативно-виробниче планування дискретного виробництва.....	120
13.5. Виштовхуюча система оперативно-виробничого планування серійного виробництва.....	121
Тема 14. Управління проектами.....	121
14.1. Планування проектів.....	121
14.2. Нормативний метод планування (графік Ганта).....	122
14.3. Сіткове планування та управління.....	123
Література.....	127

Тема 1. Формування та розвиток доктрин операційного (виробничого) менеджменту

1. Загальні відомості про операційний (виробничий) менеджмент
2. Еволюція теорії та практики управління виробництвом
3. Зв'язок операційного менеджменту з іншими дисциплінами
4. Операції, як види діяльності
5. Продуктивність операційної системи

1. Загальні відомості про операційний (виробничий) менеджмент

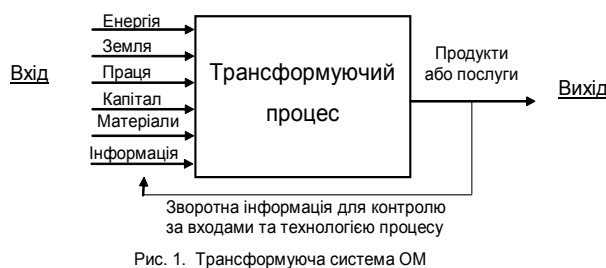
Операційний менеджмент (ОМ) – це діяльність, пов'язана із перетворенням організацією різних видів ресурсів (входів) у товари та послуги (виходи). Діяльність по створенню товарів і послуг існує в усіх організаціях і її називають операціями.

Виробничий менеджмент визначають як сукупність принципів, методів, засобів і форм управління виробництвом, яка має на меті підвищення його ефективності та збільшення прибутку, тобто це управлінський процес, спрямований на формування комплексної системи виробництва на засадах оптимального використання ресурсів з метою забезпечення ...

У Вікіпедії виробничий менеджмент (управління виробництвом) визначається як комплексна система забезпечення конкурентоздатності товару, що випускається на конкурентному ринку. Вона включає питання побудови виробничих і організаційних структур, вибору організаційно-правової форми управління виробництвом, збуту і фірмового обслуговування товару відповідно до попередніх стадій життєвого циклу.

Теорія управління виробництвом застосовується до широкого спектру дій і ситуацій поза виробництвом: у сфері послуг, охороні здоров'я, громадському харчуванні, індустрії розваг і відпочинку, у банківській справі, туризмі, готельному господарстві, торгівлі, транспорті. Інакше кажучи, **управління виробництвом** - це управління об'єктами чи процесами, що роблять товари чи надають послуги.

Управління виробництвом – це історично перша створена наукова дисципліна менеджменту. Традиційно її прийнято пов'язувати з виробничою діяльністю чи фізичними змінами стану продуктів. Тому часто операційний менеджмент визначають як діяльність по управлінню процесами закупівлі матеріалів, їх перетворенням в готовий продукт і поставкою цього продукту споживачу (рис. 1).



На думку Ліс Геллоуея: „**Операційний менеджмент** — це всі види діяльності, пов'язаної з навмисним перетворенням (трансформацією) матеріалів, інформації чи покупців”. Операційний менеджмент, на його думку, полягає в ефективному і раціональному управлінні будь-якими операціями. При цьому підкреслюється, що ступінь участі фізичних товарів у цих операціях не важливий.

Американські професори Річард Чейс та Ніколас Аквілано визначають **операційний менеджмент** як управління всіма ресурсами, необхідними для виробництва продукції та надання послуг організацією.

Інші американські дослідники Сег Лі та Марк Шнайдер'янс визначають **операційний менеджмент** як науку про концепції, методи, процедури, технологію, які використовуються управліннями в процесі створення та функціонування операційної системи.

Узагальнюючи ці точки зору, можна зробити висновок, що **операційний менеджмент** - це цілеспрямована діяльність з керування операціями придбання потрібних ресурсів, їхньої трансформації в готовий продукт (послугу) з поставкою останнього (останніх) на ринок для задоволення потреб споживачів.

- **Мета операційного менеджменту** - формування ефективної системи керування операціями у виробництві.
- **Предметом операційного менеджменту** є закономірності планування, створення й ефективного використання виробничої системи організації.

Основне завдання операційного менеджменту - побудова керувальних систем, що забезпечують виконання необхідних дій і процедур для одержання ринкового результату від функціонування виробничої системи будь-якої організації.

Об'єктом вивчення виробничого менеджменту є операції у різних сферах виробничої діяльності. Вони уособлюють собою будь-яку діяльність у виробництві, науці, освіті, медицині, економіці тощо, яка пов'язана з творчим процесом.

Часто терміни „операція” і „виробництво” ототожнюють. Проте, потрібно розуміти, що під виробництвом в основному розуміється випуск товарів і переробка сировини. Термін „операція” ширший, він включає не тільки виробництво товарів, але і надання послуг. Операційна функція містить у собі ті дії, у результаті яких виробляються товари і послуги. Цю функцію мають усі організації, інакше вони просто б не змогли існувати.

Операції – це процес, вид діяльності чи ряд дій, як правило практичного характеру. Виходячи з цього операції є невід'ємним атрибутом людської діяльності, якій властиві організованість та продуктивність. Тому всі організаційні функції є операціями і будь-яка управлінська діяльність включає в себе операційний менеджмент.

Операції являють собою будь-яку продуктивну діяльність як власне виробництво, так і будь-яку іншу, пов'язану з творчим процесом. Операційний менеджмент покликаний забезпечити ефективно і раціональне ведення цієї діяльності, і якщо операційна функція буде виконуватися неефективно, то і вся організація в цілому не зможе домогтися успіху.

Основне призначення фірми характеризується ланцюжком „виробництво - потреби споживача”, який можна представити у вигляді деякої схеми (рис. 2).

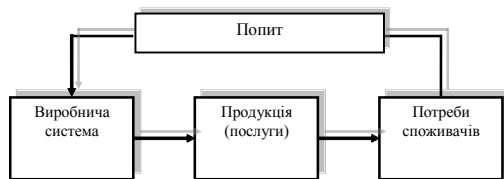


Рис. 2. Ланцюжок „Виробництво — потреби споживачів”

У виробничих організаціях операційна діяльність пов'язана із створенням товарів, таких як телевізори, підручники, автомобілі, є очевидною. В організаціях сервісної сфери її важче визначити. Продукт, що виробляється, може мати досить незвичні форми.

Наприклад, заповнення різноманітних бланків в банку, отримання усної інформації в довідковому бюро чи прослуховування музичного твору в концертному залі. Тому діяльність по створенню продукту праці, як промисловими так і сервісними організаціями, можна назвати **виробничою чи операційною**. Ці терміни є взаємозамінними.

Відмінність між процесами виробництва товарів та наданням послуг

Товари	Послуги
Продукт є відчутний на дотик	Послуга не є відчутною на дотик
Право власності передбачається під час купівлі	Право власності, як правило, не передається
Продукт може бути перепроданий	Перепродаж неможливий
Продукт можна продемонструвати перед покупцем	Послуга не існує до моменту її продажу

Отже:

- товар є матеріальною субстанцією; його якість можна оцінити перед купівлею; право власності на нього передається при його купівлі; його можна перепродати;
- послуга, як правило, не є матеріальною субстанцією; її якість складно, а часто й неможливо, оцінити перед купівлею; право власності на неї, як правило, не передається при його купівлі (споживанні); її перепродаж, як правило, неможливий.

Виходячи з вище наведеного можна зробити висновок, що на відміну від товару послугу складніше оцінити (її якість), неможливо складувати (неможливо використовувати принцип ритмічності в плануванні її продукування), неможливо перепродати (вона виробляється і споживається одночасно), складно оцінити ефективність її продукування.

2. Еволюція теорії та практики управління виробництвом

Управління існує з часів створення перших організацій. Управління виробництвом безумовно сягає тих часів, але як наука воно почало розвиватись на початку минулого століття з моменту опублікування праці Фредеріка Тейлора "Принципи наукового управління" (1911р.). Відтоді управління виробництвом стає самостійною галуззю наукових досліджень.

Деякі науковці виникнення ОМ датують 1776 роком, коли були створені перші відділи праці на фабриках та заводах, які почали займатися визначенням затрат праці на окремих операціях виробничого процесу, що було зумовлено розподілом праці (Адам Сміт – 1776р.).

Елі Уїтні в 1800 році реалізував принцип взаємозамінності деталей при виробництві 10 тисяч мушкетів, що було замовлено урядом США (рис. 3). Хоча стандартизація вперше була використана в середньовічній Венеції при виготовленні кораблів.

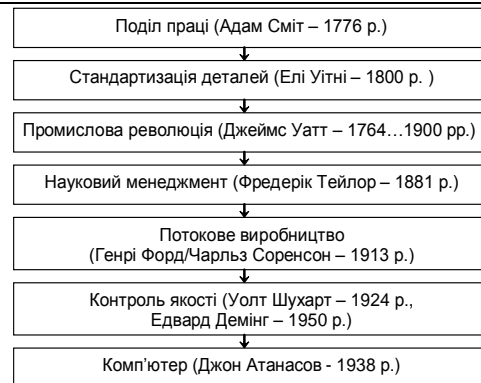


Рис. 3 . Еволюція розвитку ОМ

Індустріальна революція була третім вагомим етапом розвитку виробництва і ОМ. Вона призвела до заміни праці людини на працю машини. Великий імпульс індустріальній революції був даний в 1764 році створенням парового двигуна Джеймсом Уатт (Ватт). Подальшого розвитку промислова революція досягла із винаходом дизельного та електричного двигуна.

Фредерік Тейлор, відомий як батько наукового менеджменту, пропонував проводити обґрунтований вибір персоналу, планувати складання розкладів, проводити нормування робіт та інше (1881р.). В майбутньому Генрі Гантт, Френк і Лілліан Гільберти та багато інших дослідників внесли вагомий внесок в розвиток наукових доктрин ОМ.

В 1913 році Генрі Форд і Чарльз Соренсон створили на базі поєднання стандартизації, поділу та нормування праці з конвеєрними лініями потокове виробництво. Тобто до нашого часу найбільш ефективний спосіб виробництва товарів.

Інші важливі наукові дослідження в розвитку ОМ пов'язані з розробкою та вдосконаленням систем та методів управління якістю продукції, управління матеріально-технічного постачання, автоматизації та комп'ютеризації процесів виробництва товарів і надання послуг та інше.

3. Зв'язок операційного менеджменту з іншими видами діяльності

При виробництві товарів та послуг усі організації виконують три функції (рис. 4):

Маркетинг - визначає попит або формує замовлення на товар чи сервіс.

Виробництво (операції) - створюють продукт.

Фінанси (облік) – визначають наскільки економічно організоване виробництво товарів чи послуг.

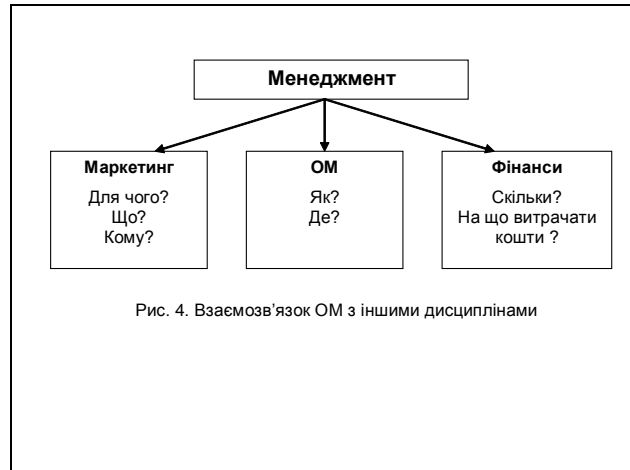


Рис. 4. Взаємозв'язок ОМ з іншими дисциплінами

Три функції, які використовують всі організації

Організація	Маркетинг	Виробництво	Фінанси
Ресторан	Реклама.	Виготовлення їжі. Ремонт обладнання. Постачання, сервіс, обслуговування.	Зарплата. Плата постачальникам. Збір грошей в клієнтів. Податки.
Університет	Реклама. Зустрічі з школярами. Укладення договорів з колежами.	Навчання. Наукові дослідження.	Оплата праці. Податки. Збір коштів за навчання.
Виробництво комбайнів	Реклама. Виставки.	Проектування. Виробництво комплектуючих і вузлів. Складання. Випробування.	Плата постачальникам. Зарплата. Витрати на виробництво. Продаж акцій.

Отже, будь-яка організація використовує операційну функцію, що є найголовнішою і найскладнішою у порівнянні з іншими.

До основних функцій ОМ відносять: планування; організацію; управління кадрами; керівництво; контроль...

Сфера діяльності сучасного менеджера досить значна - промисловість, бізнес, сервіс. Тому є сенс перелічити основні операції цих сфер, які особливо потребують вмілого керування.

Операції у різних сферах діяльності менеджера

Сфера діяльності	Об'єкт	
	1	2
Промисловість	Промислове підприємство, фірма	Проектування, обслуговування і ремонт промислового устаткування. Складання розкладів. Керування матеріальними потоками. Керування якістю. Контролінг процесу, продукту. Постачання. Керування виробничим процесом. Модернізація і проектування виробів (продукту). Керування використанням машин. Керування персоналом. Монтаж, демонтаж устаткування. Проектування виробництва.
Бізнес	Комерційний банк	Розклад роботи касирів. Міжбанківські розрахунки. Інкасація. Процес укладання угод. Обслуговування і ремонт устаткування. Проектування. Розміщення. Валютні операції. Обслуговування клієнтів.
Сервіс	Авіакомпанія пасажирських перевезень	Проектування, обслуговування і ремонт спеціалізованого устаткування. Обслуговування і ремонт (поточний, капітальний) літаків. Постачання. Складання розкладів польотів. Диспетчеризування. Керування польотами.

Будь-який об'єкт керування, залежно від складу організаційних функцій, містить у собі конкретне число операцій. Розглянемо комплекс операцій для промислового підприємства.

Перелік операцій промислового підприємства (частина таблиці 1)

Служба, відділ	Функція	Операції
1	2	3
Фінансовий відділ	Фінанси	Калькуляція собівартості. Бюджетний контроль. Платежі.
Відділ кадрів	Кадри	Визначення потреби в робочій силі. Визначення рівня персоналу на сучасний момент і на перспективу. Найм персоналу. Контроль.
Маркетингова служба	Маркетинг	Вивчення потреб ринку. Прогнозування попиту. Прогнозування майбутніх розробок. Аналіз наявних потужностей. Розрахунок часу виконання замовлення. Аналіз технічних можливостей.
Виробництво	Інжиніринг Виробничий інжиніринг Планування виробництва Безпосереднє виробництво Забезпечення якості	Розробка й випуск інструментів. Вивчення методів виробництва. Оцінювання виконаної роботи. Матеріальне стимулювання. Планування. Складання розкладів. Аналіз результатів. Обробка. Складання. Консервація. Збереження. Контроль якості. Оцінювання отриманих ресурсів. Інспекція підрозділів.

Перелік операцій промислового підприємства (частина таблиці 2)

Служба, відділ	Функція	Операції
1	2	3
	Технічна	Проектування, реконструкція приміщень. Проектування, обслуговування і ремонт технічних засобів і промислових споруд.
Науково-технічний, аналітичний відділ	Дослідження і розробки	Дослідження продукту. Розробка удосконалених, специфікацій продуктів. Розробка прогресивних напрямів.
Відділ	Закупівлі	Визначення договірних умов постачання з постачальниками ресурсів. Зміни в специфікаціях на ресурси. Установлення потреби в ресурсах.
Складське господарство	Надходження товару	Перевірка, приймання. Присвоєння коду (позначення). Утворення одиниць складування. Транспортування.
	Складування товару	Визначення місця складування. Ідентифікація і транспортування. Керування. Добірка. Ручні операції. Об'єднання.
	Видача товару	Оформлення документації на відправлення. Транспортування. Перевірка і видача.

Аналіз таблиці дає змогу зробити висновок про те, що операції є основою основ в діяльності будь-якого виробничого чи обслуговуючого підприємства. Тому діяльність будь-якої організації можна розглядати як асортимент операцій.

Виділяють шість окремих видів діяльності в ОМ, які можна описати як операції. По цих шести категоріях рішень операційні менеджери спеціалізуються в організаціях.

Рішення	Сфера політики	Стратегічний вибір
Якість	Підхід Навчання Постачальники	Запобігання або нагляд Технічне або управлінське навчання Вибір за якістю або вартістю
Продукт	Розробка Вид власності	Самостійно розробляти чи закупити креслення Купити патент чи розробити свій
Процес	Запуск процесу Автоматизація Тип виробництва	Виготовляти чи купувати Ручна робота чи автоматична Одиничне, серійне, масове
Потужність	Розмір підприємства Розташування Інвестиції	Одне велике чи декілька малих Свій ринок чи закордонний Постійні чи тимчасові
Матеріально-технічне забезпечення	Кількість Дистрибуція Система контролю	Високий чи низький рівень запасів Централізоване чи децентралізоване постачання Детальний або вибіркового контролю
Робоча сила	Спеціалізація Система зарплати	Висока чи низька Типи заохочувальних виплат Висока чи низька зарплата

4. Продуктивність операційної системи

Завдання будь-якої операції – зробити ресурси продуктивними.

Продуктивність – це комплексна характеристика діяльності організації, яка включає всі зусилля, що вкладаються підприємством у виробництво.

Продуктивність підприємства

означає баланс між всіма факторами виробництва, який дає максимальне виробництво продукції при мінімальних затратах.

Продуктивність – це ринкова вартість виходів поділена на ринкову вартість входів.

Чейз визначив **продуктивність** як співвідношення дієвості та економічності організації, або це ж співвідношення цінності для споживача до витрат виробника:

$$P = \frac{\text{Цінність для споживача}}{\text{Витрати виробника}}$$

Єдиної методики оцінки продуктивності організації, а отже діяльності її операційних менеджерів не існує, але є різні методи визначення продуктивності:

однофакторна: $P = \frac{\text{Продукція(послуги)}}{\text{Вартість одного входу}}$;

багатофакторна: $P = \frac{\text{Продукція(послуги)}}{\text{Вартість кількох входів}}$;

загальна: $P = \frac{\text{Продукція(послуги)}}{\text{Всі ресурси}}$.

Існує відповідний цикл продуктивності, що зображений на рисунку 5:

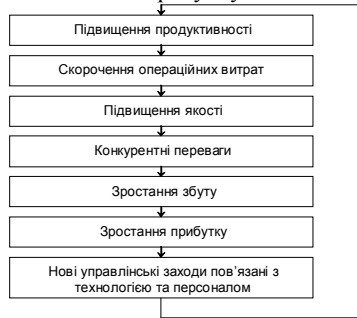


Рис. 5 Схема циклу продуктивності

Одним з основних показників, від яких залежить продуктивність організації, є конкурентоздатність.

Конкурентоздатність – це виражена компетентність організації, її вміння роботи щось краще від конкурентів.

Шляхи підвищення конкурентоздатності:

- Лідерство за мінімум витрат;
- Покращення технічних характеристик продукції;
- Швидкість і гарантований час доставки;
- Індивідуалізація виробів за вимогами споживачів;
- Висока якість;
- Гнучке регулювання обсягів виробництва;
- Наявність нових ідей, швидкість впровадження;
- Методи впровадження товарів на ринок.

Загалом ефективність діяльності операційної системи визначається показниками ділової активності, до яких відносяться показники рентабельності:

Рентабельність продукції = Чистий прибуток * 100% / Собівартість продукції;

Рентабельність виробництва = Чистий прибуток * 100% / (Середня вартість основних фондів + середня вартість нормованих оборотних засобів);

Рентабельність продаж = Чистий прибуток * 100% / Дохід від реалізації.

Тема 2. Операційна стратегія

1. Операційна система та її підсистеми

2. Розвиток операційної стратегії

3. Стратегічні та тактичні рішення

1. Операційна система та її підсистеми

Ефективність і раціональність операційного менеджменту цілком і повністю залежить від правильного вибору операційної стратегії. Операційний менеджер відповідає за побудову ефективної системи виробництва чи обслуговування, яка одночасно була би ефективною і оптимальною.

Основне завдання операційного менеджменту — побудова управлінських систем, що забезпечують виконання необхідних дій і процедур для одержання ринкового результату від функціонування операційної системи будь-якої організації. Ринковий вибір може будуватися тільки на чіткому професійному врахуванні об'єктивних обмежень, критеріїв і стандартів.

Оптимальні операційні рішення вимагають від керівника перебування в центрі виробничої системи, що розвивається. Поєднання в одне ціле основних чинників і аспектів діяльності підприємства - фінансових, організаційних, ринкових, технологічних - потребує, щоб цей процес здійснювався на міцній базі раціонального управління операціями.

Фундамент операційного менеджменту складають чотири головних компоненти — економіка, математичні основи дослідження операцій, технологія й організація (рис. 1), що взаємопов'язані і забезпечують успішну діяльність і розвиток системи (організації).

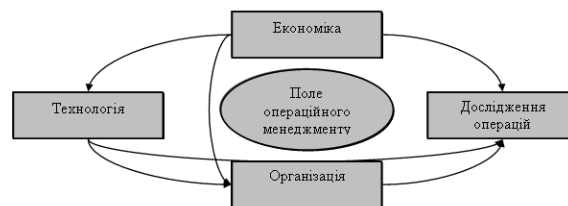


Рис. 1. Фундаментальна основа операційного менеджменту

Для того, щоб ефективно управляти виробництвом необхідно чітко виявити сам об'єкт управління, тобто те, на що спрямоване управління, виявити форми і види самих управлінських впливів, форми зв'язків між складовими системи управління, і тільки тоді ми зможемо говорити про завдання і проблеми операційного менеджменту та методи їхнього вирішення.

Сутність системного підходу до операційного менеджменту полягає у тому, що організацію слід розглядати як систему у єдності частин, з яких вона складається та зв'язків з її зовнішнім середовищем. Тільки такий підхід дозволяє отримати цілісне уявлення про сутність управління.

Операційна функція охоплює всі дії, що безпосередньо пов'язані з виготовленням товарів чи наданням послуг. Вона відіграє головну роль у створенні товарів або послуг і є ядром будь-якого підприємства. Ресурсні вкладення здійснюються для отримання готових виробів за допомогою одного або кількох процесів перетворення (збереження, транспортування, оброблення).

Щоб гарантувати замовлений продукт, на різних етапах процесу перетворення здійснюється зворотний зв'язок, а потім порівнюють результати з встановленими стандартами і в разі необхідності коригують дії. На рисунку 2 схематично зображено операційну функцію як процес перетворення вкладених ресурсів у кінцеву продукцію, де показано створення (перетворення) доданої вартості.

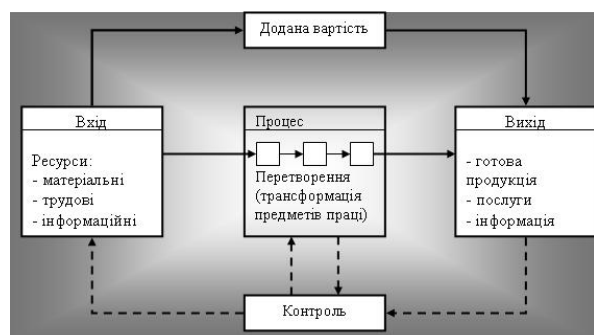


Рис. 2. Операційна функція як процес перетворення вкладених ресурсів у кінцевий продукт

Економічна сутність операційної системи полягає у створенні (перетворення) доданої вартості як різниці між вартістю вкладень та вартістю або ціною кінцевого продукту. Аналіз складових процесу перетворень дає змогу усунути чи перепроєктувати збиткові операції, збільшуючи тим самим додану вартість.

Операційна функція охоплює всі дії, результатом яких є товари, послуги, що пропонуються організацією на ринку. Без цієї функції, зрозуміло, ніяка організація існувати не може. **Для здійснення операційної функції створюється відповідна операційна система.**

Операційна система створюється та функціонує, враховуючи стратегію операційної діяльності, яка, в свою чергу, є однією з функціональних стратегій (субстратегій) розвитку організації. Банк або лікарня також мають операційні функції, хоча не мають нічого спільного з технологією обробки матеріалів.

Тому управління операціями аналогічне до управління виробництвом, за виключенням того, що управління операціями охоплює більш широке коло проблем і використовується в організаціях, діяльність яких не має нічого спільного з технологією підприємств обробної чи будь-якої іншої галузі промисловості.

Поняття „система” та її межі достатньо умовні і залежать від об’єкта та мети дослідження.

Системою можна назвати будь-який об’єкт, що має у своєму складі сукупність взаємопов’язаних і взаємодіючих частин або елементів.

Будь-яка система складається з не менш як чотирьох основних компонентів: входу, процесу, виходу та пристроїв зворотного зв’язку і контролю.

Той самий об’єкт, що входить в іншу систему, розглядається в ній уже як підсистема або елемент. Отже, будь-який об’єкт може бути одночасно як самостійною системою, так і елементом різних систем.

Розглянемо класифікацію операційних систем у таблиці.

Ознака	Типи операційних систем
Природа, тип середовища	Промислові Технічні Інформаційні Обчислювальні Фінансові Освітні Транспортні тощо
Рівень невизначеності середовища	Тверді Різноманітні
Структура	Радіальні Радіально-вузлові Деревоподібні
Масштабність	Субглобальні (1-3 перемінних) Локальні (4-14 перемінних) Субглобальні (15-35 перемінних) Глобальні (360-100 перемінних) Суперглобальні (понад 100)
Ступінь детермінованості	Детерміновані Стохастичні Змішані
Ступінь складності	Надрості (здійснення взаємозв’язку) Прості (навантаження парних взаємозв’язків) Складні (навантаження взаємозв’язку і взаємодіями) Надскладні (необхідність обміну взаємозв’язків)
Характер розвитку в тимчасовому масштабі	Дискретні Аперіодичні Періодичні Неперервні
Інформаційна забезпеченість	З повним кількісним забезпеченням З неповним кількісним забезпеченням З наявністю якісної інформації

Існуючі класифікації операційних систем засновані на характері виходу і типі використовуваного процесу переробки ресурсів. По таких класифікаціях можна представити діяльність будь-якого підприємства промислового виробництва і сфери послуг усіх галузей народного господарства.

Операційна система - це особливий клас систем, що об’єднують трудові ресурси, засоби і предмети праці та інші елементи, які необхідні для функціонування системи, у процесі якого створюється продукція або послуги.

Структура операційної системи - це сукупність елементів і стійких зв'язків між ними, що забезпечують цілісність системи і її тотожність самій собі, тобто збереження основних властивостей системи під час різноманітних зовнішніх і внутрішніх змін.

Усі матеріальні елементи і підсистеми виробничої системи характеризуються особливим складом, взаємним розташуванням і взаємозв'язками, які створюють технологічну, або виробничу структуру. Формальна, що передбачена проектом, структура виробничої системи формується за технологічним або функціональним принципом.

Вона складається з основних та допоміжних елементів. До основних елементів належить технологічне устаткування та оснащення, яке призначене для безпосередньої обробки чи складання предметів праці (верстати, комплекси машин, конвеєри, інструмент, пристрої, приладдя тощо).

Нормальне функціонування основних елементів залежить від забезпечення їх енергією, інструментом, ремонтом, а також транспортуванням, складуванням предметів, контрольними і випробувальними стендами та приладами.

Ці функції виконують відповідні допоміжні елементи виробничої системи, у яких на вході є як зовнішні, так і внутрішні зв'язки, а на виході тільки внутрішні. Тому необхідними для основних елементів виробничої системи можуть бути лише ті допоміжні елементи, продукція і послуги, які не є результатом діяльності інших самостійних систем (виробництв, підприємств).

Операційна система, у порівнянні з технологічною, містить соціальні елементи - робітників, які використовують засоби праці і керують ними при виготовленні продукції. Сукупність груп людей певного професійного складу, що узгоджено взаємодіють у процесі виконання заздалегідь передбачених функцій на технологічному устаткуванні для досягнення поставленої мети, становить соціальну структуру операційної системи.

Таким чином, соціальні та матеріальні елементи формально діють як цілісна складова виробничої системи. Існування матеріальної і соціальної структур зумовлене поділом праці всередині виробничої системи. Тому структура елементів має відповідати її загальним цілям і постійно пристосовуватися до них, адже кожен елемент і підсистема як відносно відокремлені частини виконують чітко визначені завдання.

Структура операційної системи, зображена на рисунку 3 - це інваріантна в часі фіксація елементів і зв'язків між ними.
Функціонування операційної системи означає її дію в часі.



Рис. 3. Структура операційної системи

Цілісність виробничої структури є однією з основних властивостей. Усі елементи системи функціонують з єдиною загальною метою - розроблення, проектування, виготовлення необхідної продукції. Будь-яка операційна система, яка становить підприємство, має вхід, процес, вихід і зворотний зв'язок.

Підприємство являє собою складну підприємницьку структуру, для якої характерні виробничо-технологічна та організаційно-економічна єдність, а також господарська самостійність (рис. 4).

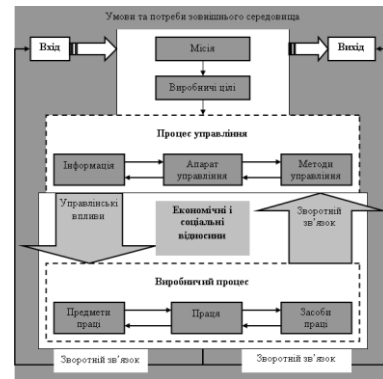


Рис. 4 - Підприємство як складна операційна система

В залежності від стратегії організації будується операційна система, яку найчастіше представляють як сукупність взаємодії трьох підсистем (рис. 5):

- підсистеми перетворення;
- підсистеми забезпечення;
- підсистеми планування та контролю.

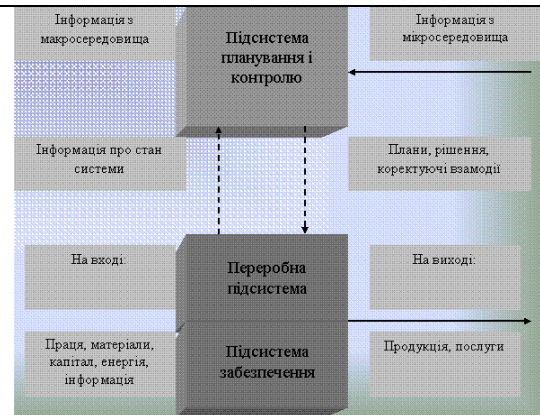


Рис. 5. Операційна система та її підсистеми

Підсистема перетворення виконує продуктивну функцію по перетворенню входів у виходи. Підсистема забезпечення функціонує для безперебійної роботи підсистеми перетворення. До підсистеми забезпечення відносять допоміжне та обслуговуюче господарства. Підсистема планування та контролю планує діяльність організації на кожен наступний період, здійснює контроль за виконанням рішень, визначає стратегічні напрямки розвитку організації.

Операційні системи, незважаючи на їх значну різноманітність, залежно від виду діяльності, типу виробництва, галузевих особливостей, мають ряд загальних особливостей, що відрізняють їх від систем інших класів і визначають своєрідність законів, принципів функціонування та розвитку.

Найістотніші з них:

- цілеспрямованість операційних систем - пов'язана зі створенням їх для задоволення певних потреб і спроможністю виробляти необхідну продукцію або робити послуги;
- поліструктурність операційних систем - характеризується одночасним існуванням у них підсистем, що перетинаються, де кожний елемент системи одночасно входить у кілька підсистем і функціонує відповідно до їх вимог та цілей;

- відкритість систем, що виявляється не тільки в матеріальному, енергетичному обміні, а й в обміні інформацією з зовнішнім середовищем;
- складність систем, яка зумовлена їх основними елементами: працівниками, знаряддям і предметами праці; цілеспрямованістю, поліструктурністю, відкритістю, альтернативністю зв'язків, великою кількістю процесів, що здійснюються в системі;

- різноманітність операційних систем, яка характеризується такими поняттями, як: спеціалізація, концентрація, пропорційність окремих частин системи і підсистем, прямоточність виробничих процесів, ритмічність часткових виробничих процесів, вид продукції, серійність виробництва. Ці особливості у взаємозв'язку та взаємозумовленості визначають раціональність форм організації операційних систем та їх підсистем, які відрізняються переважно характером зв'язків між елементами.

У процесі проектування та вдосконалювання виробничих систем їм надаються такі певні властивості:

- результативність - характеризує спроможність системи створювати продукцію або надавати послуги, що необхідні споживачам. Вона забезпечується організацією операційної системи;

- надійність - передбачає стійке функціонування, здатність до локалізації у порівняно невеликих частинах системи негативних наслідків стохастичних обурень, що відбуваються як усередині системи, так і в зовнішньому середовищі;
- гнучкість - являє собою можливість пристосовувати операційні системи до умов зовнішнього середовища, яке змінюється, насамперед через поліпшення продукції, що випускається. Забезпечується властивостями елементів системи і внутрішньосистемними резервами;

- керованість - відображає допустимість тимчасової зміни процесу функціонування в бажаному напрямі внаслідок керуючих впливів. Забезпечується внутрішньосистемними резервами і розчленовуванням системи на підсистеми, що відносно незалежні, а також обмеженням розмірів системи;
- довготривалість - характеризує здатність системи протягом тривалого часу зберігати результативність;

- структура - визначає сукупність взаємопов'язаних ланок елементів, що створюють систему;
- організація виробництва - відображає оптимізацію та координацію в часі та просторі всіх основних і допоміжних елементів системи та її підсистем, спрямованих на виготовлення необхідної споживачам продукції (послуг);
- рівень організації операційних систем - відбиває ступінь наближення організації системи до ідеального стану.

Застосування системного підходу дає змогу виділити в діяльності підприємств спеціальні функції як відносно відокремлені компоненти. У межах підсистем здійснюються певні види діяльності. Їх відносна самостійність, визначеність цілей та зміст дають їм можливість інтегруватися у функціональні підсистеми:

1. Організація виробничих процесів: технічна підготовка виробництва, виробничі та трудові процеси, забезпечення якості продукції.
2. Елементна складова виробництва: будівлі, споруди, виробничі приміщення, устаткування, пристрої, прилади; предмети праці певних властивостей; кадри різних рівнів кваліфікації.

3. Виробнича інфраструктура підприємства: технічне обслуговування і ремонт основних матеріальних елементів виробничої системи, її матеріально-технічне й енергетичне забезпечення та транспортне обслуговування, а також складське і тарне господарство, збут готової продукції.
4. Управлінська підсистема підприємства: техніко-економічне планування, фінансування, бухгалтерський облік, науково-технічний та соціальний розвиток підприємства.

2. Розвиток операційної / виробничої стратегії

Головна мета підприємства - задовольнити запити і потреби ринку в певних видах продукції та послуг.

Для досягнення головної мети і прибутковості своєї діяльності підприємство повинне забезпечувати:

- конкурентоспроможність продукції, що випускається, та послуг, які надаються;

- високий рівень організації, розвиток та підвищення ефективності виробничої системи;
- прискорення оновлення номенклатури та асортименту продукції (послуг), що випускається;
- упровадження прогресивних технологій та устаткування;
- створення сприятливих умов для високопродуктивної праці персоналу.

Досягнення чітко сформульованої мети в оптимальному режимі можливе за наявності конкретного плану - загальної та виробничих стратегій за функціональними сферами діяльності, дія яких охоплює виробу (послуги), процеси, методи і ресурси виробництва, якісні і цінові показники, терміни виготовлення продукції, її сервісне обслуговування та графіки роботи.

Практика підприємницької діяльності виробила деякі виробничі стратегії: увага на спрощення; постійне вдосконалення; активізація та підтримка інновацій; ретельний вибір процесів; безперервне навчання; виробниче прогнозування; зменшення розміру партії виробів; скорочення виробничих запасів; мінімізація запасів заготовок; зменшення різноманітності робіт; збільшення частоти поставок комплектуючих виробів; тотальний контроль (перевірка та статистичний контроль процесів).

Виробнича стратегія (Production Strategy) полягає в розробці загальної політики і планів використання ресурсів фірми, націлених на максимально ефективну підтримку її довгострокової конкурентної стратегії. Виробнича стратегія, у сукупності з корпоративною стратегією (Corporate Strategy), охоплює весь спектр діяльності компанії і допускає довгостроковий процес, що покликаний забезпечити фірмі можливість швидко реагувати на будь-які неминучі зміни в майбутньому.

Виробнича стратегія - це підсистема корпоративної стратегії, представлена у вигляді довгострокової програми конкретних дій зі створення і реалізації продукту організації. Ця підсистема передбачає використання і розвиток усіх виробничих потужностей організації з метою досягнення стратегічної конкурентної переваги.

Виробнича стратегія виражається в прийнятті рішень, пов'язаних з розробкою виробничого процесу й інфраструктури, необхідної для його підтримки. Розробка процесу полягає у виборі придатної технології, складанні тимчасового графіка процесу, визначенні товарно-матеріальних запасів, а також способу розміщення даного процесу.

Рішення, пов'язані з інфраструктурою, стосуються систем планування і управління, способів забезпечення якості і контролю якості, структури оплати праці й організації виробничої функції компанії.

Виробничу стратегію можна розглядати як складову частину загального процесу планування, що забезпечує відповідність завдань виробництва завданням більш широкої організаційної структури. Оскільки завдання більш широкої організаційної структури з часом мають тенденцію змінюватися, виробнича стратегія також повинна розроблятися з врахуванням можливих майбутніх змін потреб покупців.

Виробничі можливості будь-якої фірми можна розглядати як деякий портфель можливостей, що найбільш точно підходять для адаптації до мінливих запитів клієнтів фірми щодо її продукції і/чи послуг.

Стратегічні рішення мають тенденцію до довгостроковості, а тактичні — до короткостроковості, тобто їх можна істотно змінювати, трансформувати, модифікувати за досить короткі періоди. Тому варто виділити окремо рішення стратегічного й тактичного рівнів і для зручності представимо у вигляді схеми (рис. 6).



Рис. 6 - Склад стратегії і тактики операційного менеджменту

Рішення в галузі конструкції товару націлені на процес виробництва і встановлюють, як правило, межі витрат і якості продукції.

Структура і зміст процесу відображають реальні можливості виробництва товару в прив'язці до технології, виконавців і ресурсу.

Рішення в галузі конструкції товару націлені на процес виробництва і встановлюють, як правило, межі витрат і якості продукції.

Структура і зміст процесу відображають реальні можливості виробництва товару в прив'язці до технології, виконавців і ресурсу.

Вибір місця розташування операційної системи для випуску товарної продукції або надання послуг визначає успіх місії всієї організації.

Людські ресурси є також одним з основних компонентів стратегії, що визначаючи одержання необхідного товару чи послуг і стаючи практично найдорожчою частиною системи.

Рішення щодо поставок (що поставляти, куди і як) виступає невід'ємною складовою життєвого циклу операційної системи, товару і, відповідно, споживача.

У розрізі тактичних рішень тактика керування запасами розглядається у якості задоволення потреб замовника, виробничих розкладів і формування людських ресурсів — „високоякісного” персоналу.

Від рішень у сфері складання розкладів залежать і функціонування операційної системи, і задоволеність споживача.

Рішення з керування якістю обов'язкові для визначення необхідної споживачеві якості товару, а отже, і для вибору відповідної технології.

Технологія в плані тактичних рішень є головною ознакою в одержанні товару, підготовці ресурсів і персоналу, формуванні витратної частини організації.

Від рішень у сфері складання розкладів залежать і функціонування операційної системи, і задоволеність споживача.

Рішення з керування якістю обов'язкові для визначення необхідної споживачеві якості товару, а отже, і для вибору відповідної технології.

Технологія в плані тактичних рішень є головною ознакою в одержанні товару, підготовці ресурсів і персоналу, формуванні витратної частини організації.



Рис. 7 - Система операційного менеджменту підприємства

Для багатьох організацій, зокрема для промислових компаній, виробництво того чи іншого продукту, як правило, є найбільш складною і масштабною діяльністю. Тому для таких організацій адекватною структурою діяльності виявляється та, у якій виробництво є головним компонентом. У даному випадку під адекватністю мається на увазі відповідність даної ідеї способу мислення вищих і середніх менеджерів підприємств.

Виробнича діяльність самим тісним чином пов'язана зі всіма іншими основними видами діяльності організації: фінансовою діяльністю, маркетингом, діяльністю служби персоналу і т.д.

Виробнича стратегія складно взаємозалежна зі всіма іншими стратегіями основних підсистем організації, що являють собою елементи її внутрішньої діяльності. А крім того, стратегія розвитку виробництва зав'язана і на безліч факторів зовнішнього середовища організації.

Для розробки ефективної стратегії організації потрібно виявити можливості економічної системи та ціль організації.

Ця причина функціонування організації і є її місією.

Місія виконується через стратегії.

Стратегія – це план, створений для виконання місії.

Для розробки стратегії потрібно визначити розвиток фірми з допомогою аналізу.

Один з методів проведення такого аналізу – це SWOT-аналіз, що розглядає загрози і можливості зовнішнього середовища, а потім аналізує сильні та слабкі сторони організації. Ідея SWOT-аналізу полягає в тому, щоб визначити можливості, які відповідають сильним сторонам організації, або хоча б визначити потенційні моменти, що з допомогою менеджменту можна розвинути. Аналогічно менеджер шукає спосіб виявлення слабких сторін організації.

На двомірній матриці стратегій показані можливості зовнішнього середовища і загрози по горизонталі та сильні та слабкі сторони організації по вертикалі (рис. 8). До можливостей/загроз зовнішнього середовища відносять: культурні, демографічні, економічні, політико-правові, технологічні, суспільні (постачальники, дистриб'ютори, замовники, робітники компанії, конкуренти).

Сильні/слабкі сторони організації - це здібності менеджерів, капітал, інвестиційна привабливість, виробничі потужності, рентабельність, кадри, продуктивність, позиція на ринку, технічна компетентність, нововведення та інше.

	Можливості	Загрози
Сильні сторони	Суміщення сильних сторін з можливостями	Уникнення загроз
Слабкі сторони	Уникнення слабкостей	Небезпека

Рис. 8. Матриця стратегій

Ефективний спосіб розробити план для досягнення конкурентної переваги – це виявити загрози і можливості зовнішнього середовища та сумістити сильні сторони та можливості при запобіганні загроз зовнішнього середовища, і локалізації власних слабких сторін. При цьому організація визначає, як максимізувати допустимі можливості та мінімізувати загрози. Стратегія неперервно оцінюється по рівню задоволення споживачів з врахуванням конкурентної реальності. Процедура, з допомогою якої це досягається, показана на рис. 9.

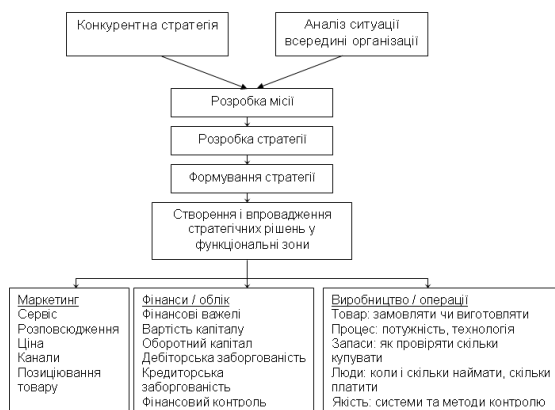


Рис. 9. Впровадження стратегії через специфічні функціональні рішення.

3. Стратегічні та тактичні рішення

Місія і розробка стратегії вимагають, щоб організація знайшла можливості в зовнішньому середовищі, для яких вона була створена, тобто визначила свою унікальну компетентність і унікальний шлях використання ресурсів для задоволення потреб ринку (рис. 9).



Рис. 9. Компоненти операційної місії та стратегії

Стратегічні рішення мають тенденцію до довготривалості і можуть вимагати більше одного року для впровадження. Тактичні рішення можна модифікувати і змінювати значно частіше.

Обидва типи рішень підтримують операційну місію і стратегії організації.

При цьому виробнича стратегія вимагає прийняття цілого ряду рішень щодо:

1. Рішення з виробничих потужностей.
2. Вертикальна інтеграція.
3. Технологічні процеси.
4. Масштаб виробництва традиційних продуктів.
5. Масштаб виробництва нових продуктів.
6. Використання виробничого персоналу.
7. Управління якістю виробництва.
8. Виробнича інфраструктура.
9. Взаємини з постачальниками й іншими партнерами з кооперації.
10. Розподіл готової продукції.
11. Управління виробництвом.

Стратегічні рішення ОМ:

- *Стратегія товару.* Визначає процес виготовлення (трансформації). Рішення по якості, виробничих затратах, запасах, потужності, трудових ресурсах та інше залежать від конструкції товару.
- *Стратегія процесу* – це можливості процесу, які доступні для виробництва товару. Дані рішення впливають на технології, обладнання, якість, обслуговування, трудові ресурси, гнучкість виробництва.

- *Стратегія вибору місця розташування.* Рішення по місцезональному розташуванню виробничих і сервісних організацій значно відрізняються.
- *Стратегія розміщення.* Напряму залежить від процесів і технологій та рельєфу місцевості чи наявних будівель, споруд.
- *Стратегія людських ресурсів.* Рішення про якість та кількість трудових ресурсів, систему мотивації.
- *Постачання.* Рішення про постачальників, величину закупівлі, страхові запаси та інше.

Тактичні рішення ОМ:

- *Тактика управління запасами.* Рішення по запасах можуть бути оптимальними тоді, коли розглядаються для задоволення потреб попиту в світлі часу затримки, оперативно-виробничого планування і планування використання трудових ресурсів.
- *Тактика оперативно-виробничого планування.* Ефективне планування виробництва визначає потребу в трудових ресурсах та виробничих потужностях.
- *Тактика якості.* Рішення щодо визначення необхідного рівня якості.
- *Тактика надійності та ремонту.* Рішення по надійності, ремонтпридатності, обслуговуванню та інше.

Успішна стратегія ОМ залежить від врахування:

- вимог зовнішнього середовища (тобто в яких економічних, культурних і технологічних умовах організація пробує виконати свою стратегію);
- конкурентних вимог (врахування сильних та слабких сторін конкурентів та прогнозування їх можливих дій);
- стратегії організації (можливих її напрямків розвитку);
- життєвого циклу товару (тобто врахування стадії розвитку товару).

Отже, кінцева ефективність операційної стратегії зумовлена не тільки її власним змістом, але й тим, наскільки комплексно й органічно вона взаємозалежна зі всіма іншими спеціалізованими стратегіями організації.

Системна взаємодія з різними спеціалізованими підрозділами організації необхідна і для якісної розробки операційної стратегії.

Тема 3. Розробка продукту

1. Вибір та розробка виробу
2. Вартісний аналіз
3. Розробка послуги

1. Вибір та розробка виробу

- **Вибір товару** – це фундаментальне рішення, яке приймається виходячи зі місії й стратегії організації, та потреб споживачів, що в подальшому досить часто визначає як ресурси організації (технології, виробничі потужності, трудові ресурси), так і долю організації в майбутньому.
- **Стратегія товару** – це вибір, визначення і дизайн (проекування) товару. Вибір товару є предтечею до планування виробничих потужностей, запасів, трудових ресурсів, енергобалансів та інше.

- Кожний виріб стає товаром лише на ринку і має свій життєвий цикл, що складається з різних стадій. Будь-який товар за час свого виготовлення проходить різні етапи і стадії неперервного у часі процесу перетворення ідеї, матеріальних та інших ресурсів у продукцію, включаючи її реалізацію, експлуатацію й утилізацію - **ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ**.

- Життєві цикли деяких товарів є зовсім короткими, а інших – довгими; вони можуть вимірюватись від декількох годин до десятків років.
- **Життєвий цикл товару складається з наступних стадій:**
- Дослідження ідеї і проектування виробу.
- Виготовлення і реалізація.
- Експлуатація та споживання.

- Про випуск нової та вдосконалення традиційної продукції необхідно постійно думати з метою забезпечення стабільного розвитку підприємства. Практика господарювання свідчить про те, що нову продукцію слід впроваджувати тоді, коли попередня перебуває в фазі зрілості. На думку спеціалістів з управління вдалим асортимент вважається, коли: 30-40 % продукції перебуває в стадії росту; 30-40 % - у стадії зрілості; 10-20 % - у стадії впровадження; решта може перебувати у стадії народження або спаду.

- Проблема планування освоєння нового продукту включає не тільки технічну розробку виробу, але і комплекс організаційно-економічних заходів, що направлені на задоволення запитів споживачів і збільшення рентабельності підприємства. В основі планування оновлення продукції лежить концепція життєвого циклу продукції.

- Протягом свого життя продукція на ринку переживає декілька етапів.
- Перший етап - впровадження, коли товар є новинкою і потрібен певний час та значні грошові витрати (особливо на рекламу), щоб довести споживачеві його комерційні переваги. На цьому етапі, зазвичай, виникають досить великі витрати виробництва і прибуток при цьому малий чи, навіть, від'ємний.

- Другий етап - етап росту, коли становлення товару на ринку супроводжується стрімким зростанням попиту на нього. На даному етапі здійснюється модифікація базової моделі продукту, формується плановий діапазон цін.
- Третій етап - етап зрілості, коли обсяг продажу товару, досягнувши його максимального значення, починає поступово скорочуватися. Подальше просування товару на ринку ускладнюється і набуває надзвичайно жорсткого конкурентного характеру.

- Четвертий етап - етап старіння, коли попит на товар на ринку постійно падає. Стадія спаду характеризується різким скороченням витрат, скороченням виробництва старого товару і переходом на освоєння і випуск нового. Часто на цій стадії, при несвоєчасному знятті з виробництва застарілої моделі, фірми несуть збитки.

- Отже, на стадії розробки і впровадження товару у виробництво фірма витрачає кошти, не отримуючи при цьому прибутки (рис. 1). Лише на стадіях росту і стабільного випуску організація починає отримувати прибутки, перекиваючи початкові витрати.
- Тому розробку нового товару слід проводити на третій стадії життєвого циклу старого товару, коли у фірми появляється достатньо коштів.

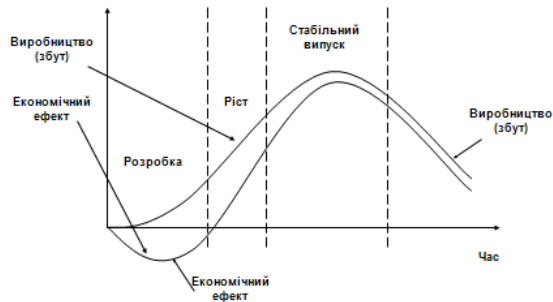


Рис. 1. Життєвий цикл товару

Основне завдання при створенні нового виробу – це його узгодження з потребами ринку.

Нові вироби створюються в двох випадках:

- 1. Існуючий вибір є морально застарілий, ринок ним наситився і проходить спад збуту. В цьому випадку головним завданням є вивчення потреб ринку службою маркетингу і видача завдання інженерним службам на розробку нового виробу з певними характеристиками.

2. Виникнення ідеї, яка вносить суттєве новаторство. Відділ маркетингу проводить зондування ринку, як правило, обмежене, щоб не відкритись перед конкурентами, і дає рекомендації щодо подальшого втілення ідеї. В даному випадку інженерні служби матимуть пріоритет при розробці виробу і визначенні його функціональних характеристик, а відділ маркетингу лише займатиметься просуванням нового виробу на ринок.

Для створення конкурентоздатного виробу в організації повинна бути присутня найвища співпраця (конструкторських і технологічних) інженерних служб з службою маркетингу. Для забезпечення розробки нових товарів користуються системою СОНТ (система створення і освоєння нових виробів), яка включає наступні блоки:

- Блок 1. Виконання науково-дослідних робіт (НДР) (фундаментальних, пошукових, прикладних), коли проходять всесторонню оцінку нові ідеї.

- Блок 2. Розробка технічного завдання, яке відображає:
 - а) ціль і призначення розробки;
 - б) основні джерела (патенти, авторські свідоцтва на винаходи, патенти);
 - в) технічні вимоги до конструкції;
 - г) економічні показники;
 - д) стадії та етапи виконання з вказаним терміном їх виконання;
 - е) порядок контролю та прийняття конструкції.

- Блок 3. Проектно – конструкторські роботи (ПКР). В процесі проектно–конструкторських робіт у проектувану продукцію закладаються її найважливіші характеристики: технологічний рівень і якість, економічні показники. В ринкових умовах перед ПКР ставлять такі завдання: досягнення високого науково – технічного рівня розробки, мінімум витрат на ПКР, скорочення циклу розробки при заданих вимогах до якості проектуваної продукції або максимально висока якість продукції при відомих витратах на виконання ПКР.

- Блок 4. Технологічна підготовка виробництва і освоєння виробництва (розробка технологічних процесів (ТП) виготовлення і складання виробів, проектування і виготовлення оснастки, відладка запроєктованих технологій, відпрацювання виробу на технологічність, розробка і впровадження організаційних заходів з метою швидкого впровадження виробу у виробництво).

- Блок 5. Виробництво. Охоплює тривалий проміжок часу, під час якого виконується модернізація з метою покращання експлуатації виробу і з ціллю відтермінування морального старіння.
- Блок 6. Реалізація, зберігання, транспортування.
- Блок 7. Експлуатація.
- Блок 8. Утилізація.

- В умовах конкуренції товарна політика підприємства повинна бути направлена в майбутнє і враховувати, що всі товари не залежно від успіху з часом відходять з ринку і необхідно вести підготовку до випуску нової продукції. Новий товар в цьому змісті розуміють як модифікацію чи нововведення. Щоб товар завоював ринок він повинен мати бажані для споживача критерії, бути унікальними, а споживачі повинні мати інформацію про його характеристику.

- Відомо, що перші етапи системи СОНП є досить тривалі і трудомісткі. Вартість виконання науково-дослідних робіт, розробки технічного завдання та проектно – конструкторських робіт в середньому становить 5-10% від сумарних витрат життєвого циклу виробу. Проте вплив цих етапів на рівень сумарних витрат за життєвий цикл максимальний (до 60-80% усіх затрат життєвого циклу формується на цих етапах). Помилка «ціною» в 1% при виконанні НДР викликає перевитрати на 10% у ПКР, 100% у виробництві і 1000% в експлуатації.

- Заходи по покращенню СОНП є наступні:
- використання автоматизованого проектування;
- вдосконалення організації форм СОНП (паралельність робіт по етапах);
- використання уніфікації, стандартизації в проектно – конструкторських і технологічних рішеннях; комплексний аналіз технологічних робіт (організація, автоматизація, інформаційне обслуговування);
- вартісний аналіз;
- багатоваріантність;
- моделювання процесів СОНП з метою визначення послідовності робіт і скорочення тривалості розробки і впровадження виробу.

- В системі СОНП 30...50% часу займають блоки 1–4.
- Досить часто виріб ще до появи на ринку є морально застарілим. В нашій державі цей час становить 5 і більше років. В США – 3–4 роки. В Японії цей термін менший. Вчасна розробка, виробництво і впровадження товару на ринок дає змогу багатьом розвинутим фірмам утримувати свої позиції на світовому ринку.
- Загальноприйнятий в ринкових умовах процес розробки продукту зображено на рисунку 2.

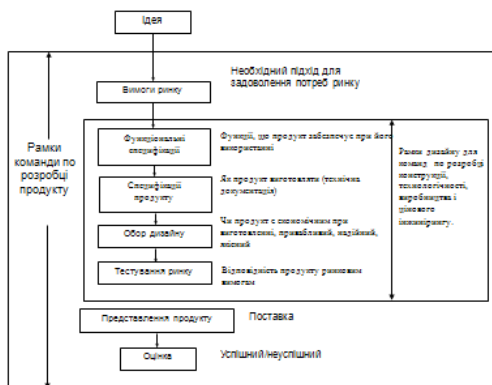


Рис. 2. Стратегія розробки продукту

- Якщо розглядати ідею, то лише 1 з 1750 ідей завершується успішним товаром чи сервісом. Лише 1 з 25 представлених на ринок товарів є повністю успішним. Ідеї по створенню нових товарів досить часто виникають на базі відкриттів, винаходів, раціоналізаторських пропозицій, що виникають при проведенні фундаментальних, пошукових, прикладних науково-дослідних робіт, а також при проведенні проектно-конструкторських робіт чи безпосередньому виробництві старих моделей типових виробів.

- Досить часто ідеї важко втілити в життя через парадигму, яка існує у винахідників, що працюють в певній галузі. Часто ідеї виникають у нефахівців, яким легше подолати певну парадигму чи в яких вона взагалі відсутня. Наприклад, в Японії в 1976 році розробили компакт-диск великого діаметру (діаметр грампластинки), час роботи якого сягав 16 годин, а орієнтовна ціна, при цьому, становила 200\$. Довго ця ідея залишалась невітленою, бо такої кількості записів було непотрібно слухачам. Лише згодом представники компанії "Філіпс", які також працювали в даній області, дізнались про розробку японців. Відкупивши в них права на ідею, компанія "Філіпс" випустила компакт-диски значно меншого діаметру від грампластинок, що дозволило значно скоротити тривалість записаної музики і зробити компакт-диски потрібними і доступними для споживачів.

- Лідери світової індустрії значну увагу надають проведенню наукових досліджень. Для цього створюють і фінансують роботу відповідних науково-дослідних центрів, що займаються перспективними дослідженнями у відповідних галузях. Це забезпечує таким фірмам лідерство і високу конкурентоздатність, а також отримання великої кількості винаходів, що патентуються.

- **Винахід** – це технічне рішення в будь-якій області народного господарства, якому властиві новизна та суттєва відмінність, що дає позитивний ефект. До винаходів не відносяться результати творчості, пов'язані з прийняттям управлінських та організаційних рішень. **Патент на винахід** – це охоронний документ, що засвідчує авторство на винахід, пріоритет винаходу та виключне право патентовласника. **Ліцензія** являє собою дозвіл на використання об'єкта угоди, де одна із сторін – ліцензіар (патентовласник) надає другій стороні – ліцензіату права на використання винаходу.

- На стадії вивчення потреб ринку проводять відповідні маркетингові дослідження з метою визначення, чи попит на продукт дійсно існує і які характеристики виробу потрібні ринку. Технологічні поштовхи часто приводять до появи нових продуктів тоді, коли вимоги ринку не визначені. В такому випадку основний нахил робиться на технічну можливість створити новий продукт чи на нові можливості уже існуючого. Як правило, для задоволення потреб ринку компанії йдуть двома шляхами: модернізація існуючих товарів та створення суттєво нових продуктів.

- Для задоволення вимог ринку західні фірми розглядають і оцінюють відносну вагу наступних критеріїв проектування виробу: вартість; економічність експлуатації; якість, в т. ч. міцність, термін служби, надійність в експлуатації; потужність; вимоги до обслуговування, його простоту; універсальність використання; безпека експлуатації; елементи розкоші та інше.

При проведенні конструкторських робіт проводиться вибір в таких сферах: розмір та форма виробу; матеріали; співвідношення стандартних та специфічних елементів; додаткові компоненти для покращення дизайну, підвищення надійності; елементи безпеки та інше.

На якість виробу найбільший вплив мають наступні аспекти:

- відповідність обладнання (технологій) підприємства забезпечити запроєктовану якість при виготовленні і складанні компонентів;
- кількість компонентів.
- Таким чином, проектувати виріб потрібно так, щоб він мав мінімум компонентів (деталей) і вимагав мінімально можливе число стадій технологічного процесу, допуски на виготовлення деталей мусять задовольняти можливості обладнання, а всі покупні комплектуючі повинні закуповуватись у відповідності до специфікації і проходити якісний контроль.

- Існують різноманітні моделі відбору. Одна з них передбачає проведення генерації ідей і створення бази даних шляхом синтезу нових виробів. Далі проведення вибору шляхом пошуку найефективнішого виробу з певної групи, що призначена для виконання відповідних функціональних операцій, шляхом максимізації очікуваних позитивів із загальної сукупності альтернативних варіантів за формулою:

$$A_n = \frac{k_{\text{еаз}1} \cdot k_{\text{еаз}2} + k_{\text{еаз}1} \cdot k_{\text{еаз}3} + k_{\text{еаз}2} \cdot k_{\text{еаз}3}}{k_{\text{еаз}1} + k_{\text{еаз}2} + k_{\text{еаз}3}}$$

- де $k_{\text{еаз}1}, k_{\text{еаз}2}, k_{\text{еаз}3}$ – відповідно ваги показників сумарної собівартості, продуктивності та якості виконання процесу, що враховують їх важливість і пріоритетність, $k_{\text{еаз}} = 1 \dots 10$.

- Експертна оцінка у кожному окремому випадку проводиться за цінними та нецінними факторами.
- До цінних факторів (вартісних показників) відноситься собівартість виготовлення, експлуатації та витрати на ТО та ремонт. Їх оцінка проводиться за коефіцієнтом зведеної собівартості:

$$k_{\text{соб}} = \frac{C_n}{C_{\text{макс.сп}}}$$

- де: $C_{\text{макс.сп}}$ – максимальна сумарна собівартість певної групи виробів;
- C_n – сумарна собівартість виготовлення, експлуатації і ТО та ремонту n-ого виробу з групи синтезованих.

- Сумарна собівартість виготовлення визначається по формулі:

$$C_n = (C_{\text{ГК1}} + C_{\text{ГК2}} + C_{\text{ГК3}})$$

- де $C_{\text{ГК1}}$ - собівартість виготовлення виробу, грн.; $C_{\text{ГК2}}$ - експлуатаційні витрати при використанні виробу за весь термін, грн.; $C_{\text{ГК3}}$ - витрати на ТО і ремонт виробу за весь термін експлуатації, грн.
- В залежності від величини сумарної собівартості кожна конструкція виробу відноситиметься до певної групи: М – дешевої; N – середньої вартості; L - дорогої.

- Розрахунок виробничої собівартості виробу напряму пов'язаний із типом виробництва, технологією виготовлення і матеріальними витратами на їх виготовлення, і орієнтовно може бути визначений за формулою:

$$C_{ГХ1} = \sum_{j=1}^i (k_{сер} \cdot k_{скл} \cdot ((k_{мр-з} \cdot k_{дм} \cdot (\sum_{z=1}^i n_z \cdot U_z + \sum_{j=1}^q m_j \cdot U_j - \sum_{j=1}^q m_{ej} \cdot U_{ej})) + (k_{допл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} + k_{зе}) \cdot (c_1 \cdot \sum_{e=1}^w T_e + c_2 \cdot T_r) + k_{ен} \cdot \sum_{j=1}^q m_j \cdot U_j)) + k_{допл} \cdot k_{дод} \cdot k_{нар} \cdot c_3 \cdot T_h$$

- i – кількість конструктивних елементів (КЕ), що входять до конструкції виробу;
 $k_{сер}$ – коефіцієнт серійності; $k_{скл}$ – коефіцієнт конструктивної складності виготовлення КЕ;
 $k_{мр-з}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати; $k_{дм}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на додаткові матеріали;
 l – кількість видів комплектуючих, які використовуються для виготовлення КЕ;
 n_z – кількість комплектуючих z -го виду, які використовуються для виготовлення КЕ;
 U_z – ціна комплектуючої z -го виду, грн.;

- q – кількість матеріалів, які використовуються для виготовлення КЕ; m_j – маса матеріалу j -го виду, який використовується для виготовлення КЕ, кг; U_j – ціна матеріалу j -го виду, який використовується для виготовлення КЕ, грн.; m_{ej} – маса відходів матеріалу j -го виду, кг; U_{ej} – ціна відходів матеріалу j -го виду, грн.; $k_{допл}$ – коефіцієнт доплат; $k_{дод}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати основних робітників; $k_{нар}$ – коефіцієнт відрахування на соціальне страхування; $k_{зе}$ – коефіцієнт, що враховує загальновиробничі витрати при виготовленні КЕ;

- c_1, c_2 – середньозважена погодинна тарифна ставка основних робітників, які, відповідно, зайняті виготовленням деталей для КЕ і його складанням, грн.; w – кількість видів деталей, які виготовляються для КЕ; T_e – трудомісткість механічної обробки e -го виду деталей КЕ, нормо/год.; T_r – трудомісткість складання і налагодження КЕ, нормо/год.; $k_{ен}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на енергію для технологічних цілей при виготовленні КЕ;
 c_3 – середньозважена погодинна тарифна ставка основних робітників, які зайняті складанням виробу, грн.; T_h – трудомісткість складання і налагодження виробу, нормо/год.

- Експлуатаційні витрати при використанні виробу за весь термін складатимуться із 4-х видів витрат: енергетичних, пов'язаних із роботою приводів під час виконання технологічних процесів; на основну і допоміжну заробітну плату операторів і нарахування на них; пов'язаних із пошкодженням (травмуванням) частини продукції під час виконання технологічних процесів; на монтаж-демонтаж.

- Усі зазначені види експлуатаційних витрат для об'єктивності розрахунків (враховуючи фактор зміни коштів у часі) доцільно звести за весь період до 1-го року. Експлуатаційні витрати укрупнено визначаються за формулою:

$$C_{ГХ2} = \sum_{t=0}^x (k_{ам} \cdot k_{за} \cdot k_{ном} \cdot P_{ест} \cdot U_{ен} \cdot \Phi_{ефр} + k_{ам} \cdot k_{за} \cdot c_4 \cdot N_{оп} \cdot k_{ам} \cdot k_{ном} \cdot k_{нар} \cdot \Phi_{ефр} + k_{ам} \cdot k_{за} \cdot P_{пошк} \cdot m_{вант} \cdot U_{ва} \cdot \Phi_{ефр} + N_{оп} \cdot c_4 \cdot k_{ам} \cdot k_{ном} \cdot k_{нар} \cdot (N_{оп} \cdot T_h + N_{оп} \cdot T_r)) \cdot (1+u)^t$$

- t – номер року використання; x – термін експлуатації, роки; $k_{ам}$ – коефіцієнт використання за зміну протягом року;
 $k_{за}$ – кількість змін використання;
 $k_{ном}$ – коефіцієнт використання приводів по потужності; $P_{ест}$ – сумарна потужність энергообладнання, кВт; $U_{ен}$ – ціна одиниці енергетичних ресурсів, грн./кВт.; $\Phi_{ефр}$ – ефективний фонд часу роботи на плановий період протягом зміни, год. ($\Phi_{ефр} = 1970$ год.);

- c_4 – середньозважена погодинна тарифна ставка операторів, що зайняті у виробничому процесі з використанням виробу, грн.; $N_{оп}$ – кількість операторів, чол.; $\Phi_{ефр}$ – ефективний фонд робочого часу одного оператора, год. ($\Phi_{ефр} = 1860$ год.); $P_{пошк}$ – імовірність пошкодження частини продукції під час виконання технологічних процесів; $m_{вант}$ – маса технологічно переробленого вантажу протягом однієї години, кг;

- $C_{ен}$ – вартість вантажу, грн./кг; $N_{скл}$ – кількість працівників, що зайняті у процесі монтажу-демонтажу, чол.; c_4 – середньозважена погодинна тарифна ставка працівників, які зайняті процесом монтажу-демонтажу, грн.; N_m, N_d – відповідно кількість монтажів і демонтажів протягом року; T_b, T_d – відповідно трудомісткість одного монтажу і демонтажу, нормо/год.; u – ставка дисконтування, $u = 0,2 \dots 0,4$.

- Витрати на ТО і ремонт виробу за весь термін експлуатації укрупнено визначаються по формулі:

$$C_{ГКЗ} = \sum_{t=0}^x (C_{ГК1} \cdot k_{нс} \cdot k_{нод} \cdot k_{нр}) / (1+u)^t,$$

- де $k_{нс}$ – коефіцієнт переведу виробничої собівартості у повну (враховує величину адміністративних і поза виробничих витрат);
- $k_{нод}$ – коефіцієнт, який враховує величину податку на добавлену вартість;
- $k_{нр}$ – коефіцієнт річного відрахування на ТО і поточний ремонт.

- До нецінових факторів відноситься оцінка продуктивності та якості виконання процесу.
- Оцінка продуктивності проводиться за коефіцієнтом продуктивності по формулі:

$$k_{np} = \frac{Q_n}{Q_{max\ ep}},$$

- де Q_n – продуктивність n-ого виробу з групи синтезованих;
- $Q_{max\ ep}$ – максимальна продуктивність певної групи виробів.
- Також коефіцієнт продуктивності можна визначити за експертною оцінкою, як процентне співвідношення продуктивності n-ої конструкції до максимальної продуктивності представника групи, показник якого приймається за 100%.

- До якісних показників відноситься точність, термін придатності, габаритні розміри та інші специфічні показники. Окрім їх показники з метою порівняння альтернативних конструкцій можна визначити кількісно. Їх оцінка проводиться за коефіцієнтом якості по формулі:

$$k_{ак} = \frac{P_n}{1000},$$

- де:

$$P_n = \sum_{i=1}^m Z_m \cdot \Phi_{mi},$$

- де Z_m – значення фактора; Φ_{mi} – факторний рахунок для i-того фактора в n-ого виробу; m – кількість факторів.

- Проводиться оцінка показників характеристик якості виробу (основних оптимізаційних параметрів) в таблиці 1. Бална шкала оцінки якісних факторів виробу визначатиметься наступним чином: відмінно – 10; дуже добре – 8; добре – 6; задовільно – 4; погано – 2. При проведенні оцінки до якісних факторів відносяться лише визначальні для певної групи виробів, призначеної для виконання відповідних функціональних операцій

- Таблиця 1. Приклад оцінки показників характеристик якості виробу

Значення фактора (сумарне · 100)	№ фактори оцінки якісних характеристик виробу
60..100	Однорідність при виконанні процесу
60..100	Точність виконання процесу
1..100	Втраги (пошкодження)
20..100	Супинь очищення
30..100	Належність до фракції
40..100	Рівномірність
70..100	Тиск
3..100	Швидкість проомивання
70..100	Надійність фігування
5..100	Дов. запас транспортування
5..100	Транспортер транспортування
5..100	Мобільність ліній транспортерів транспортування
5..100	Транспортобельність
5..100	Складність монтажу-демонтажу
10..100	Ведьма при експлуатації
5..100	Складність завантаження
5..100	Складність розвантаження
10..100	Термін придатності
20..100	Величезність (надійність)
3..100	Габаритні розміри
5..100	Максимальність
5..100	Вітергопність

Проектуванням виробів на підприємствах займаються конструкторські бюро. Стадії розробки конструкторської документації, які регламентуються державним стандартом ЄСКД, наступні:

- Технічне завдання.
- Технічна пропозиція.
- Ескізний проект.
- Технічний проект.
- Розробка робочої документації.

- **В технічне завдання входять вимоги до продукції, ціль, експлуатаційні та функціональне призначення продукції, технічні вимоги до неї та інше.**

- **Технічна пропозиція** – це сукупність конструкторської документації на виріб, яка містить техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки виробу, що отримане на основі аналізу технічного завдання та проробки варіантів технічних рішень.

- **Ескізний проект** – вид конструкторської документації на виріб, який містить принципові конструктивні рішення, дає уявлення про конструкцію та принципи роботи виробу, дані, що визначають його відповідність призначенню.

- **Технічний проект** – це вид проектної документації на виріб, що містить закінчене технічне рішення, яке дає певну уяву про розроблювану конструкцію і необхідні дані для розробки робочої документації.

- **Робоча конструкторська документація** являє собою сукупність конструкторських документів, призначених для виготовлення, контролю, приймання, поставки, експлуатації та ремонту техніки, що проектується.

- При проведенні конструкторських робіт проводиться вибір в таких сферах:
- Розмір та форма виробу.
- Матеріали.
- Співвідношення стандартних та специфічних елементів.
- Додаткові компоненти для покращення дизайну, підвищення надійності та інше.
- Елементи безпеки.

- У процесі розробки відпрацьовуються конструкції виробу на технологічність.
- Відпрацювання конструкції виробів на технологічність спрямоване на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на проектування, ТПВ, виготовлення технологічного устаткування і ремонт виробів при забезпеченні необхідної якості.

- *Технологічність* – це властивість конкретної продукції, яка характеризує її пристосованість до виготовлення, транспортування, зберігання і експлуатації з мінімальними витратами трудових і матеріальних ресурсів. На практиці технологічність виражається в нормах витрат праці, матеріалів, палива, енергії та фондів на одиницю виготовлюваної продукції; тобто вона характеризується через рівень економічності продукції.

- Під *технологічністю конструкції* розуміють сукупність властивостей конструкції виробу (можливість оптимальних затрат праці, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації) порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів такого самого призначення у разі забезпечення встановлених показників якості, прийнятих умов виготовлення, експлуатації та ремонту.

За значимістю показники технологічності поділяються на основні і додаткові.

До основних показників належать трудомісткість виробу (T_B) та технологічна собівартість (C_T), а також рівень технологічності за трудомісткістю ($K_{p,T}$) та рівень технологічності за технологічною собівартістю ($K_{p,C}$). Перші два показники абсолютні, всі інші відносні:

$$T_B = \sum t_i; \quad C_T = B_M + B_3 + B_{Ц};$$
$$K_{p,T} = T_B / T_{BE}; \quad K_{p,C} = C_T / C_{TE} ,$$

- де t_i – трудомісткість операцій щодо виготовлення виробу, (нормо-годин);
- B_M – матеріальні витрати, грн.;
- B_3 – витрати заробітної плати на виріб, включаючи і нарахування на заробітну плату, грн.;
- $B_{Ц}$ – цехові витрати (визначаються як процент від основної зарплати), грн.;
- T_B, T_{BE} – відповідно трудомісткість оцінюваного (проектного), та базового варіантів (нормо-годин);
- C_T, C_{TE} – відповідно технологічна собівартість оцінюваного і базового варіантів, грн.

- До нетехнологічних слід відносити конструкції, виготовлення яких відомими в даний момент засобами або неможливе, або викликає суттєві не виправдані ускладнення технологічних операцій та збільшення їх трудоемкості, а також збільшення матеріалоємності виробу.

Склад виробу при проектуванні визначається по формулі:

$$Z = Ш_{ст} + Ш_3 + Ш_y + Ш_{ор} + O_{ст} + O_3 + O_y + O_{ор},$$

- де $Ш_{ст}, O_{ст}$ – стандартні деталі і складальні одиниці; $Ш_3, O_3$ – запозичені деталі і складальні одиниці; $Ш_y, O_y$ – уніфіковані деталі і складальні одиниці; $Ш_{ор}, O_{ор}$ – оригінальні деталі і складальні одиниці.

- Чим нижча частка оригінальних деталей і складальних одиниць в складі виробу, тим легше його виготовляти. Наприклад Тойота, Нісан, Боїнг використовують у своїх виробках більше 75% купованих елементів. Для виготовлення одного боїнга потрібно 6 мільйонів запчастин.

- Після проведення конструкторських робіт ведеться технологічна підготовка, яка складається з 4 етапів:
- 1. Розробка технологічних процесів виготовлення виробів.
- 2. Проектування технологічної оснастки та нестандартного обладнання з розробкою технологічних процесів їх виготовлення.

- 3. Виготовлення технологічної оснастки і нестандартного обладнання.
- 4. Наладка запроектованої технології обробки в умовах сталого серійного чи масового виробництва.

- При технологічній підготовці проводиться вибір способів одержання заготовок, розрахунок припусків, встановлення структури процесу, вибір обладнання і пристосувань, вибір ріжучих і вимірних інструментів та пристосіблень...

- Така структура розробки товару є загальноприйнята, але для більш ефективної діяльності доцільно створювати команди розробки технологічності і команди цінового інжинірингу, що отримали широке застосування в Японії. Японський підхід до команди – це не поділ організації на відділи розробки і досліджень, створення обладнання, виробництва та інше. Для японського стилю характерний груповий підхід і роботу в команді об'єднують в одній організації.

В таблиці 2 показано різницю в розробці автомобілів розвинутих країн світу.

Таблиця 2

Показники	Японські виробники	Європейські виробники	Американські виробники
Середня кількість інженерних розробок на нову машину, млн.	1,7	2,9	3,1
Середній час розробки нової машини, міс.	46,2	57,3	60,4
Число зайнятих в команді проєктантів, чол.	485	904	908
Число типів конструкцій на нову машину	2,3	2,7	1,7
Середня доля уніфікованих частин, %	18	26	38
Час з початку виробництва до першої продажі, міс.	1	2	4
Повернення до нормальної продуктивності після випуску першої машини, міс.	4	12	5

2. Вартісний аналіз

Вартісний аналіз – це пошук можливого скорочення витрат на виготовлення існуючого виробу чи послуги, при яких не проходить зниження цінності продукту. **Ціновий (вартісний) інжиніринг** базується на тих же принципах, але застосовується до стадії розробки нового виробу.

Одними з основних характеристик нового виробу є якість і надійність. Основними вимогами до якості нового товару є: забезпечення високого технічного рівня на усіх стадіях розробки; перевірка виробу на патентоспроможність та патентну чистоту; забезпечення високих ергономічних характеристик; врахування естетичних вимог; конструктивна наслідуваність тощо. Тому при розробці нових виробів проводять їх вартісний інжиніринг.

Групи по розробці товару і цінового інжинірингу працюють над наступними проблемами:

- зменшення складності товару;
- збільшення частки уніфікованих частин;
- покращення функціональних аспектів виробу;
- покращення дизайну;
- покращення безпеки;
- зменшення витрат на утримання і обслуговування;
- створення якісної та надійної конструкції.

Основними вимогами до якості нового товару є:

- забезпечення високого технічного рівня на всіх стадіях розробки;
- перевірка виробу на патентоспроможність та патентну чистоту;
- забезпечення високих ергономічних характеристик;
- врахування естетичних вимог;
- конструктивна наслідуваність...

Економічна оцінка конструкції виробу передбачає пошук шляхів:

- зменшення собівартості виробу;
- скорочення витрат на експлуатацію;
- підвищення експлуатаційної готовності;
- зменшення габаритів і ваги;
- забезпечення простоти обслуговування...

На якість виробу найбільший вплив мають наступні аспекти:

- відповідність обладнання (технологій) підприємства забезпечити запроєктовану якість при виготовленні і складанні компонентів;
- кількість компонентів.

- Таким чином, проектувати виріб потрібно так, щоб він мав мінімум компонентів (деталей) і вимагав мінімально можливе число стадій технологічного процесу, допуски на виготовлення деталей мусять задовольняти можливості обладнання, а всі покупні комплектуючі повинні закуповуватись у відповідності до специфікації і проходити якісний контроль.

Особливе місце в конструкторській підготовці виробів займає *функціонально-вартісний аналіз (ФВА)* конструкції - метод системного дослідження об'єкта (конструкції, виробу), спрямований на підвищення ефективності використання матеріальних і трудових ресурсів при створенні та експлуатації виробів.

- *Завдання ФВА* - пошук нових, найбільш економічних варіантів конструкції виробів для виконання заданих функцій. Це досягається за рахунок встановлення оптимального співвідношення між споживчою вартістю виробу і затратами на його створення.

- Зниження затрат на одиницю корисного ефекту (споживчої вартості) може бути забезпечене шляхом виміру співвідношення між затратами на створення виробу та їх корисністю. Тут необхідно виділити такі фактори: скорочення затрат при одночасному підвищенні споживчих властивостей; підвищення рівня якості при збереженні розміру затрат; зменшення затрат при збереженні рівня якості; зменшення затрат при обґрунтованому зниженні технічних параметрів (споживчої вартості) до їх функціонально необхідного рівня; підвищення якості при економічно обґрунтованому збільшенні затрат.

- Метод ФВА ґрунтується на тому, що затрати на виготовлення будь-якої промислової продукції, крім мінімальних затрат, абсолютно необхідних для виготовлення продукції, яка виконує задані для неї функції, містять у собі і «додаткові», або «зайві» затрати, які не мають прямого відношення до призначення продукції і пов'язані з недосконалістю конструкції і технології, неефективними методами її виготовлення, неправильним добором матеріалів тощо. Метод ФВА може бути образно сформульований у вигляді запитань «Що це таке?», «Що воно робить?», «Скільки це коштує?», «Скільки повинно (або може) коштувати?».

- За допомогою ФВА можуть бути вирішені такі завдання: досягнення найкращого співвідношення між споживчою вартістю виробів («корисністю») і затратами на їх розробку, виготовлення, експлуатацію; відносне (а іноді абсолютне) зниження собівартості виробів при підвищенні їхньої якості; зниження транспортних (при реалізації) і експлуатаційних витрат; зниження ресурсомісткості (трудо-, матеріало-, фондо-, енергомісткості) виробів; скорочення або ліквідація браку; усунення «вузьких місць» і диспропорцій.

Досвід засвідчує, що найхарактерніші причини зайвих витрат (наділення виробу непотрібними функціями) такі: необґрунтоване завищення технічних параметрів і характеристик (точності, чутливості, запасу міцності, технічного ресурсу, надійності тощо); надмірна поспішність при конструюванні і технічній підготовці, яка призводить до неповного аналізу всіх можливих варіантів та до низької якості проектування; відсутність або нестача інформації про затрати у виробництві та експлуатації, надійність, ремонтпридатність та інші характеристики, про якість конкуруючих виробів, нових матеріалів, технологічних процесів; недостатня кваліфікація і досвідченість розробників; неузгодженість у роботі окремих груп конструкторів, які спеціалізуються на складальних одиницях виробу, а також неузгодженість і відсутність взаєморозуміння між конструкторами, технологами та економістами; інерція мислення, непередумане повторення звичайних технічних рішень, нестача нових ідей; прагнення до надмірної уніфікації виробів (без достатнього економічного обґрунтування); фіксація уваги на першому варіанті рішення та інше.

ФВА здійснюється у декілька послідовних етапів (табл. 3).

Таблиця 3 - Загальна схема етапів здійснення ФВА

Етап	Уміст роботи
Підготовчий	Вибір виробу для аналізу. Частковий аналіз складових на виробничій ФВА за функціональними ознаками: визначення функцій і груп складових елементів.
Інформаційний	Відрізок аналізу. Визначення інформації про конструкцію, технологію, експлуатацію, економіку виробу. Об'єкт аналізу. Відрізок аналізу. Функціональні ознаки і властивості виробу. Формування аналітичних функцій. Визначення умов аналізу і реалізації. Визначення функцій, які виконують функції виробу, що жодяк не виконують функцій виробу. Визначення умов аналізу і реалізації. Визначення функцій, які виконують функції виробу, що жодяк не виконують функцій виробу.
Ізотипний	Усунення зайвих конструктивних елементів, об'єктів і груп аналізу. Реалізація виробу. Визначення умов аналізу і реалізації. Визначення функцій, які виконують функції виробу, що жодяк не виконують функцій виробу.
Дослідчий	Організація виробничого аналізу. Організація аналізу і реалізації виробу. Організація аналізу і реалізації виробу. Організація аналізу і реалізації виробу.
Результативний	Формування результатів аналізу. Формування результатів аналізу. Формування результатів аналізу.
Виробничий	Реалізація виробу. Реалізація виробу. Реалізація виробу.

- Вартісний аналіз в загальному проводять в 12 етапів:
- 1. Вибір продукту. Вибираються продукти, що можуть принести найбільший прибуток, а також найбільш складні, які можна спростити; продукти, що користуються найбільшим попитом у виробництві, скорочення яких дасть суттєву економію; застарілі зразки, що допускають покращення за рахунок примінення нових технологій.

- 2. Підрахунок витрат. Потрібно точно визначити величину граничних витрат, оскільки їх скорочення є суттю вартісного аналізу.
- 3. Складання списку всіх компонентів.
- 4. Складання списку всіх функцій. В цьому потрібна участь всієї команди. Ціль – визначити функції, які можуть бути потрібними споживачам, а не функції, які вважає потрібними виробник.

- 5. Оцінка поточного і майбутнього попиту.
- 6. Визначення головної функції.
- 7. Визначення інших способів виконання головної функції.
- 8. Визначення затрат альтернативних варіантів по забезпеченню головної функції.

- 9. Вибір трьох найдешевших альтернатив.
- 10. Вибір найкращого варіанту і продовження його розробки.
- 11. Визначення додаткових функцій, які потрібно включити. Якщо потрібно, провести роботу по складанню детального проекту.
- 12. Впровадження нового продукту.

• Існуючі потужності, технології, обладнання та інше, можуть бути недостатніми для виготовлення нового продукту. В даному випадку команда розробників повинна переконати вище керівництво в доцільності реалізації нового проекту шляхом використання кошторису собівартості, розрахунків зниження витрат, планів впровадження...

• Значну роль в проектуванні виробів відіграють технології комп'ютерного проектування. Такі системи, як САПР, CAD, CAM дозволяють інженерам визначати різні типи інженерних даних, а також впевнитись, що частини підходять одна до одної і виріб буде нормально працювати після складання. Також ці системи використовуються для проектування технологічних процесів виготовлення окремих деталей виробів, використовуючи при цьому уніфіковані технологічні процеси: типізація технологічних процесів та групова обробка деталей.

Ефективно працюючий операційний менеджер направляє зусилля до зниження витрат і покращенню вкладів в ті вироби, які показують кращі перспективи. Використовується принцип Парето. Ресурси слід інвестувати на декілька самих важливих виробів, а не на велику кількість тривіальних. Аналіз товарів по цінності передбачає складання списку товарів в зменшувальній послідовності їх вкладу в грошовому виразі по кожному товару.

При цьому аналізі також складається список загального річного вкладу в грошовому вираженні по кожному товару. Даний аналіз показує напрямки руху інвестицій чи надання більшої уваги товарам, що мають більшу частку в грошовому вираженні, а також фокусує увагу менеджерів на стратегічних можливостях для кожного товару.

3. Розробка послуги

При проектуванні послуг слід пам'ятати, що:

- Існує високий рівень взаємодії з клієнтом (більшість персоналу банку, лікарні, ресторану контактує з клієнтом на відміну від персоналу промислової фірми).
- Існує необхідність індивідуалізації послуг.

У зв'язку з тим, що виробництво продукту планується наперед, менеджери усувають можливі вузькі місця завчасно, ефективно розподіляючи виробничі потужності. У сфері послуг це часто зробити завчасно не вдається. Тому коротко розглянемо окремі принципи обслуговування.

Обслуговування, як стверджує Норман (1984), складається з дій і взаємодій, що перебувають у соціальному контакті. Обслуговування – це більше ніж виробництво дечого неосяжного, це соціальна взаємодія між виробником і споживачем. Тому споживач, а не товар, в обслуговуванні висувається на перший план.

Модель обслуговування складається з чотирьох основних елементів:

- Стратегія обслуговування;
- Розробка продукту обслуговування;
- Розробка системи надання послуг;
- Вимірювання.

Спочатку розглядається модель обслуговування, потім дається визначення (проводиться розробка) продукту обслуговування, далі визначається система надання послуг і нарешті робиться вимірювання послуг. Стратегія обслуговування визначає, в якому бізнесі знаходиться Ваша організація і дає нам бачення того, який вид і тип послуг вона повинна забезпечувати. Стратегія визначає те, як клієнти і службовці компанії уявляють собі відповідний бізнес.

Другий крок у цій моделі повинен визначити продукт обслуговування (сервіс). Більшість продуктів обслуговування знаходяться (реалізуються) з допомогою фізичних засобів (товарів). Поїздка в таксі – перевезення від одного пункту до другого – складає обслуговування. Однак даний вид сервісу надається з використанням відповідного засобу, в даному випадку автомашини. Аналогічно телефонні компанії теж використовують товари – телефони, кабелі і устаткування. Це відноситься до більшості інших операцій обслуговування.

- Сасен, Ольсен, Вікоф (1978) визначили продукт обслуговування як такий, що складається з наступного пакету товарів і послуг:
- Фізичні предмети або засоби надання послуг.
- Чуттєва користь або визначені послуги.
- Психологічна користь або невизначені послуги.

- У випадку ресторану фізичними предметами є різні засоби праці із обладнанням, їжа, напої, серветки тощо. Чуттєва користь – це смак, ситість, обслуговування офіціантом, запах їжі, звуки. Психологічна користь включає до себе комфорт, відчуття певного статусу, відчуття добробуту.

- Ключем до розробки продуктів обслуговування є відповідне визначення предметів у пакеті послуг. Повинна забезпечуватись доречна суміш кожного з цих трьох компонентів. При розробці послуг керівництво повинно уважно визначити сподівання клієнта. Слід шукати необхідне співвідношення між обсягом обслуговування, оформленням середовища і фізичними предметами (виробничими потужностями) в залежності від потреб клієнта.

- Третім кроком в управлінні обслуговуванням є розробка процесу обслуговування. Чейз (1978) відмічав, що ключовим елементом у виборі процесу служить кількість контактів з клієнтом. Якщо рівень контактів низький, процес може бути ізолюваний від клієнта та інших зовнішніх впливів. У цьому випадку можливість того, що клієнт перерве процес виробництва послуги (сервіс), потенційно невелика. Низький рівень контактування з клієнтом відповідає виробничому типу процесу, при цьому ефективність висока. З іншого боку, якщо рівень контактування з клієнтом високий, клієнт може перервати сервісний процес, вимагаючи деяких типів послуг або особливого відношення до себе. Такі процеси будуть втрачати ефективність.

В ринковій економіці ці важливі аспекти формують специфіку проектування операційних систем сфери послуг, яка полягає в наступному:

- розташування організації визначається, в основному, розташування клієнта;
- високий рівень диференціації послуг, для утримання клієнтів;
- потреба клієнтів у відносно невеликих обсягах послуг;

- визначення пропускнуєї спроможності за піковими навантаженнями (попитом);
- залежність календарного планування від поведінки споживачів;
- проблематичність, а часто і неможливість створення запасів продукту в періоди низького попиту для їх використання в майбутньому;
- складність виявлення параметрів якості та розробки моделей і методів їх оцінки;

- необхідність володіння персоналом добрими навиками роботи з клієнтурою;
- наявність проблем щодо виміру ефективності роботи персоналу;
- часте поєднання маркетингової та операційної функцій;
- наявність місцевих регуляторів і обмежень, що мають вплив на ті чи інші послуги;
- швидка адаптація операційної системи до змін зовнішнього середовища (коригування цілей та завдань організації в залежності від різноманітних зовнішніх факторів).

Тема 4. Стратегія процесів

1. Вибір процесу

2. Вибір місця розташування і масштабу підприємства

3. Виробнича потужність

4. Аналіз критичної точки і оцінка ефективності капітальних вкладень

5. Основні види компонування обладнання, технологій та процесів

1. Вибір процесу

- Визначивши і розробивши продукт, наступний крок, який повинна зробити організація, це визначити засоби і процеси його створення. Стратегія процесу – це підхід, який використовує організація для перетворення ресурсів в товари і послуги.

- Об'єктом стратегії процесу являється пошук шляхів виробництва товарів, які задовольняють потреби споживачів і специфіці виробництва по ціні та іншим критеріям. Відібраний процес буде мати довготривалий ефект по критеріях гнучкості, ціні і якості вироблених продуктів. Рішення про вибір процесу в значній мірі визначається продукцією.

- В світі розрізняють три типи процесів (таблиця 1.):
- Сфокусовані на процесі (одиничне виробництво);
- Сфокусовані на продукті (масове виробництво);
- Повторювані процеси (серійне виробництво).

Таблиця 1. Порівняльні характеристики процесів

Сфокусовані на процесі Мала кількість і велика різноманітність товарів	Повторювані процеси Стандартизовані товари з вибором того що буде вироблятися з модулів	Сфокусовані на продукті Велика кількість і мала різноманітність товарів
Використання універсального обладнання	Спеціальне обладнання та оснащення з певним числом функцій	Спеціальне обладнання з обмеженим числом функцій
Завантажені обладнання від 5% до 25%	Завантажені обладнання від 20% до 75%	Завантажені обладнання від 70% до 80%
Використовується праця робітників високої кваліфікації	Використовується праця робітників середньої кваліфікації	Використовується праця робітників низької кваліфікації
Запаси матеріалів високі по відношенню до об'єму виробництва	Техніка "точно-вчасно" використовується для слідування за запасами	Запаси матеріалів низькі по відношенню до об'єму виробництва
Великі об'єми незавершеного виробництва	Техніка "точно-вчасно" використовується для слідування за виробництвом	Незавершене виробництво мале по відношенню до виходу
Повільне просування продукції в процесі виробництва	Рух виробів в процесі виробництва вимірюється в годинах і днях	Швидке переміщення предметів праці

- В ЄС 75% виробництв виконуються в дуже малих об'ємах чи партіях, це так звані "замовлення на виготовлення". Підприємства, що працюють за таким виробництвом (одиничне, мілкосерійне), використовують стратегію, сфокусовану на процесі. Це так звана технологічна спеціалізація, яка передбачає використання універсального обладнання і розташування його за групами (виконуваними операціями).

- Високий об'єм виробництва і малі різновидності процесів характеризують процеси, сфокусовані на продукті. Ці процеси на заході також називаються "неперервними" процесами. Вони мають дуже довгий період виробництва одного і того ж товару. Ці процеси передбачають створення предметної спеціалізації, при якій створюються предметно-замкнуті дільниці чи потокові лінії, на яких обладнання розташовується за ходом виробничого процесу (масовий, крупносерійний тип виробництва).

- Повторювані процеси передбачають виробництво, яке часто повторюється. До них відносять складальні лінії, процеси виробництва їжі в ресторанах швидкого харчування...
- Ці процеси використовують модулі, тобто набір частин і компонентів, які попередньо виготовлені з допомогою інших процесів. При потребі з цих компонентів виготовляють необхідний той чи інший продукт (піца з сиром, піца з шинкою...).
- Стратегії перемінних процесів (сфокусовані на процесі) використовуються в порівнянні з іншими найчастіше. Вони придатні як для виробництва, так і для сервісу.

- Як і при проектуванні виробу, розробник, при проектуванні виробничого процесу, повинен визначити вплив наступних факторів:
 1. Виробнича потужність.
 2. Економічна ефективність.
 3. Гнучкість виробничої системи.
 4. Продуктивність.
 5. Надійність.
 6. Ремонтопридатність.
 7. Стандартизація та стабільність результатів.
 8. Безпека та промислова санітарія.
 9. Задоволення життєвих потреб персоналу.

- Для приведення процесу до потрібних результатів слід визначити і вибрати:
 1. Тип переробної системи.
 2. Власне виробництво чи придбання деяких комплектуючих.
 3. Виконання робіт власними силами або передача їх субпідрядникам.
 4. Методи перетворення.
 5. Рівень механізації та автоматизації.
 6. Рівень спеціалізації обладнання.
 7. Рівень кваліфікації кадрів.

2. Вибір місця розташування і масштабу підприємства

Важливим кроком в створенні ОС є прийняття рішень по місце розташування, розміру виробничих потужностей і проектуванню матеріально-технічних об'єктів організації (матеріально-технічні об'єкти - це досить широкий термін, який включає заводи, фабрики, склади, магазини, готелі, установи...).

- При вирішенні питання про місцезнаходження підприємства, практично завжди йдуть від загального до часткового. Наприклад, виробник електроапаратури вирішує питання про місце розташування заводу з виготовлення кишенькових аудіоплеєрів. При прийнятті рішення будуть розглядатись наступні питання: на якому континенті будувати завод, в якій країні, в якій провінції (області), в якому місті, на якій площадці чи в існуючій будівлі. Але не завжди розглядаються такі питання. Наприклад, якщо податковій міліції міста Тернополя потрібен офіс, то цілком зрозуміло, що його збудують чи винаймуть під цю потребу будівлю не в Києві чи Луганську, а в Тернополі, та ще й в центральній частині міста.

- При розгляді питання про місцезнаходження організації виділяють два рівні рішень: макрорівень - тобто рішення про континент, країну, провінцію, місто; мікрорівень - вибір конкретної площадки чи будівлі для організації. Фактори, які враховуються при прийнятті рішень на кожному з цих рівнів, будуть різними.

Основні чинники макрорівня:

1. Демографічні і економічні, які впливають на розмір і розвиток основних ринків збуту продукції ОС.
2. Джерела і транспортні витрати по доставці сировини, матеріалів, комплектуючих, обладнання і оснащення, які вимагаються для ефективного функціонування ОС.
3. Кількість і якість (професійна підготовка) трудових ресурсів, рівень безробіття та рівень оплати праці в країні чи регіоні.
4. Наявність достатньої кількості енергетичних і водних ресурсів, а також розташування в кліматичному поясі.
5. Політична стабільність, розвиток демократії в країні, рівень корупції.
6. Фінансовий і економічний розвиток та стабільність в країні.
7. Податкова політика і стимулювання економічного розвитку.
8. Питання захисту навколишнього середовища.
9. Вартість земельної ділянки і будівництва.
10. Умови проживання і відпочинку (клімат, система освіти, медичне обслуговування, культура, відпочинок, злочинність...).

Основні чинники мікрорівня:

1. Місце розташування споживачів.
2. Місце розташування конкурентів.
3. Обмежуючі норми на розвиток промислової зони, сумісність розташування організації із сумісними об'єктами.
4. Зовнішній вигляд, розмір, конфігурація та інші технічні аспекти площадки чи будівлі (архітектурний вигляд, розташування приміщень і їх величина, дизайн, особливості рельєфу, підземні води, болотистість, роза вітрів...), який може відповідати чи не відповідати характеру (особливостям) підприємства.
5. Наявність переважних видів транспорту спрямованих до об'єкта (можливість під'їздів і перевезень в потрібних об'ємах).
6. Наявність і вартість енергопостачання та інших послуг, в тому числі пожежної охорони, видалення відходів, охорони об'єкту...
7. Близькість до житлових масивів та інших об'єктів, необхідних для працівників (транспортна доставка працівників).

Часто буває, що для багатьох організацій при вирішенні питання про місцезнаходження, домінуючим виявляється який-небудь один фактор. Наприклад, підприємства легкої промисловості розташовують в місцях скупчення відносно дешевої робочої сили (Китай, Туреччина, Україна). Заводи кольорової і чорної металургії знаходяться поблизу місць видобування руди. Станції технічного обслуговування, автозаправні станції розташовують поблизу максимального автомобільного руху, в легкодоступних місцях. Фірми по переробці харчових продуктів розташовують поблизу їх виробництва, а потім в переробленому виді вони поступають на віддалені ринки збуту, або навпаки (какао, боби, чай, кавові зерна...).

- При виборі місця розташування альтернативи аналізують за цінovими і неціновими факторами. Цінові фактори оцінюються по окремих чинниках, що вимірюються в грошовому виразі. Нецінові фактори можна оцінити по шкалі, за якою окремим чинникам присвоюються певні значення.

- Приклад. Проводиться вибір місця розташування гуртового складу будівельних матеріалів. Розглядаються дві альтернативи: м. Тернопіль, вул. Промислова 6; с. Підгороднє, Тернопільського району. Провести аналіз нецінових факторів, зокрема: наявність переважних видів транспорту; близькість до житлових масивів; місце розташування конкурентів; наявність і вартість трудових ресурсів.
- Бальна шкала оцінюється наступним чином: відмінно – 10; дуже добре – 8; добре – 6; задовільно – 4; погано – 2.

Рішення.

Значення	Фактори	м. Тернопіль	с. Підгороднє
40	Наявність переважних видів транспорту	10	4
30	Наявність і вартість трудових ресурсів	8	10
20	Близькість до житла	10	4
100	10 Місцерозташування конкурентів	2	6

- Визначення кращої альтернативи проводиться за формулою:

$$P_j = \sum_{s=1}^m Z_i \cdot \Phi_{ij}, \quad j=1 \dots n,$$

- де P_j – загальний рахунок для розміщення J ; Z_i – значення фактора; Φ_{ij} – факторний рахунок для i -того фактора в j -тому розміщенні; n – кількість розміщень (альтернатив); m – кількість факторів.
- $P_1 = 40 \cdot 10 + 30 \cdot 8 + 20 \cdot 10 + 10 \cdot 2 = 860$;
- $P_2 = 40 \cdot 4 + 30 \cdot 10 + 20 \cdot 4 + 10 \cdot 6 = 600$.
- Отже, краща альтернатива по місцю розташування гуртового складу належить приміщенню на вулиці Промисловій 6, м. Тернопіль.

- В багатьох проблемах розміщення об'єктів головною ціллю є мінімізація цін, завдяки транспортним факторам. В даному випадку доцільно скласти шахову відомість вантажопотоків, на базі якої вибрати варіант, що здешевить транспортування.

- Природа ринку, особливо в сфері послуг, часто заставляє проводити розміщення в декількох точках, в місцях найбільш активного попиту. Підприємства сфери послуг максимально повинні бути наближені до споживачів. У виробництві такої проблеми не існує. Тому у виробників товарів є вибір: одне велике підприємство чи декілька малих. В останньому випадку необхідно вирішити, як розділити роботу між об'єктами.

- Можливі наступні варіанти:
- Кожне підприємство може виконувати весь спектр операцій по всій номенклатурі продуктів. Це часто робиться для зняття торгових перешкод в різних країнах.
- Різними підприємствам можна доручити випуск окремих продуктів чи груп продуктів (морозиво на одному заводі, ковбаса на іншому...).
- Різні підприємства можна оснастити різними технологіями, що будуть випускати комплекти до одного продукту.

- Головна перевага централізованого розташування – це ефект масштабу. У порівнянні з будь-яким іншим варіантом розташування в даному випадку потрібна значно менша інфраструктура для підтримання діяльності. Не потрібно дублювати такі функції, як робота з кадрами, закупки, складування, технічне забезпечення та інше. Централізація закупок і поставок дозволяє добитись від постачальників більш вигідних умов.

- Також при централізованому розташуванні нижчі витрати на підготовку виробництва; легше переключити простоювані потужності на виробництво інших продуктів (більша гнучкість; зменшуються витрати на транспортування; полегшуються і стають надійнішими комунікації і координація діяльності та інше).

- Причиною розділення всієї номенклатури продукції по декількох об'єктах часто є вимоги місцевих ринків. Крім цього, меншими об'єктами легше і простіше управляти, їх легше перевести на випуск нової продукції. Децентралізована структура робить організацію менш залежною від політичних, індустріальних і навіть природних сил. Закрити один невеликий завод легше, ніж скоротити випуск на одному великому. Також спрощується задача при випуску товарів окремих продуктивних груп, чи випуску окремих комплектуючих певного виробу.

3. Виробнича потужність

- Потужність – це максимальний вихід системи за певний період. Виробнича потужність підприємства – це його потенційна здатність випускати максимальну кількість продукції за визначений термін з допомогою організаційної сукупності наявних на підприємстві знарядь праці при досягнутому рівні їх досконалості й освоєння.
- В невиробничій сфері виробничі потужності планують по максимальній можливості задоволення попиту. Тому коефіцієнт ефективності використання обладнання є невисоким.

- Проектована виробнича потужність – це максимум потужності, який може бути досягнутий в ідеальних умовах. Насправді очікувана потужність є близькою до 90% від запроєктованої. Це поняття називають ефективністю потужності.
- Виробнича потужність підприємства – це змінна величина, що змінюється в результаті зростання продуктивності праці, впровадження організаційно-технічних заходів.

- Потужність розрізняють вхідну, вихідну та середньорічну, яка визначається по формулі:

$$M_c = M_{вх} + \frac{M_{вв} \cdot t_1}{12} + \frac{M_{орг} \cdot t_2}{12} - \frac{M_{вб} \cdot t_3}{12},$$

- де $M_{вх}$ – вхідна потужність на початок року; $M_{вв}$ – введена потужність на протязі року за рахунок технічного переозброєння, розширення і реконструкції; $M_{орг}$ – збільшення потужності за рахунок організаційно-технічних заходів; $M_{вб}$ – потужність, ліквідована в результаті зняття з виробництва застарілого обладнання, аварій ...; t_1, t_2, t_3 – число місяців від моменту заміни потужності до кінця року.

- Виробничу потужність на кінець року визначають за формулою:

$$M_{вих} = M_{вх} + M_{вв} + M_{орг} - M_{вб},$$

- Відношення річного випуску продукції до середньорічної виробничої потужності називається коефіцієнтом використання виробничої потужності:

$$K_{вп} = \frac{Q}{M_c},$$

- де Q – об'єм виробництва продукції, грн.

- Однак цей показник відображає завантаження тільки ведучого обладнання, пропускну здатність якого визначає виробничу потужність підприємства.

- Приклад балансу використання виробничої потужності подано в таблиці 2.

Таблиця 2. Баланс виробничої потужності підприємства

Показник	Потужн. на кінець року	Зміни потужності в плановому році		Потужність на кінець року	Середньорічна потужність	Випуск продукції	Використання середньорічної потужн.	Режим роботи, прийнятий в розрах. потужн.
		Збільшення	Зменшення					
Бюджетна потужність, тис.кВт.	48700	3500	-	52200	49950	47800	0,957	2-змінний
В тому числі на старі машини і верстати, тис.кВт.	44400	3300	-	47700	46100	44000	0,946	

- Використання виробничих потужностей можна прослідкувати через узагальнюючі та часткові показники використання основних виробничих фондів. До узагальнюючих відносять фондвіддачу та фондомісткість продукції:

$$\Phi_m = \frac{1}{\Phi_o} = \frac{\Phi_{с.р.}}{V_{пр}},$$

- де Φ_m – фондомісткість; Φ_o – фондвіддача; $\Phi_{с.р.}$ - середньорічна повна балансова вартість основних виробничих фондів, грн.; $V_{пр}$ – річний випуск валової (або товарної) продукції, грн.

- Часткові показники характеризують рівень використання основних фондів в залежності від окремих факторів. До них належать:
- коефіцієнт екстенсивного завантаження обладнання:

$$K_{ф.ч.} = \frac{\Phi_{ф.в.}}{\Phi_d},$$

- де $\Phi_{ф.в.}$ – фактично відроблений групою однотипного обладнання час, рік; Φ_d – час можливого використання обладнання (режимний чи дійсний фонд часу), рік;

- коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{K_{заг}},$$

- де Z_1, Z_2, Z_3 – число фактично відроблених машинозмін в 1, 2 і 3 змінах; $K_{заг}$ – загальна кількість машин та обладнання;
- коефіцієнт інтенсивного використання обладнання за потужністю і продуктивністю:

$$K_{н.п.} = \frac{T_{техн.}}{T_{факт.}}$$

- де $T_{техн.}$ – технічно обґрунтована норма часу на одиницю продукції (роботи); $T_{факт.}$ – фактично затрачений час на виготовлення тієї ж одиниці продукції (роботи);

- інтегральний коефіцієнт використання машин та обладнання за потужністю та в часі:

$$K_{\text{інт}} = K_{\text{ф.ч.}} \cdot K_{\text{п.п.}}$$

- Фондоозброєність – це показник кількості основних виробничих фондів в розрахунку на одного працюючого на підприємстві:

$$\Phi_{\text{ос}} = \frac{\Phi_{\text{с.р.}}}{P_{\text{ч}}},$$

- де $P_{\text{ч}}$ – середньорічна кількість працюючих на підприємстві.

- Для вивчення факторів, що впливають на величину виробничої потужності підприємства, необхідний аналіз і класифікація їх відповідно до оновлених елементів процесу виробництва - засобів праці, предметів праці і самої праці. При класифікації вони можуть бути розділені на дві групи: фактори, які впливають на розширення фронту роботи, і фактори, які позначаються на підвищенні продуктивності технологічного устаткування і робочих місць.

- Розширення фронту роботи залежить насамперед від кількості технологічного устаткування і виробничих площ. Їх збільшення створює умови для розширення виробництва в просторі. Устаткування і робочі місця потрібно добирати так, щоб їхня структура відповідала структурі машиномісткості (трудомісткості) виробів, які виготовляються, тобто щоб був досягнутий максимальний рівень узгодженості продуктивності устаткування і пропускної здатності різних робочих місць. Певне співвідношення повинно існувати між виробничими потужностями дільниць і цехів підприємства.

- Отже, виробнича потужність не відображає сумарної енергетичної потужності підприємства і не складається із сум потужностей окремих робочих машин. Вона залежить від рівня пропорційності, який визначається відповідністю структури устаткування і робочих місць структури машиномісткості (трудомісткості) виробів, що виготовляються. Тому однією із найважливіших умов виробництва, яке здійснюється системою машин, є дотримання норм і пропорцій між їх кількістю, розмірами і робочими швидкостями. Порушення принципу пропорційності в побудові системи машин призводить до зменшення масштабу виробництва порівняно з тим, який міг би бути при тій кількості машин і робочих місць, а також до зниження ефективності використання виробничого апарату підприємства.

- Сучасні підприємства оснащені взаємно узгодженими високопродуктивними системами машин. Однак зміна об'єктів виробництва, удосконалення технології, розширення масштабів механізації й автоматизації, оновлення і модернізація устаткування призводять до порушення рівня узгодженості пропускної здатності устаткування, робочих місць і виробничих потужностей підрозділів.

- Вплив пропорційності на величину виробничої потужності підприємства зумовлюється і тим, що процес виготовлення продукції багатостадійний і здійснюється шляхом комбінування різнорідних машин, робочих місць, дільниць та цехів.
- Отже, визначаючи виробничу потужність, систему машин потрібно розглядати як сукупний механізм, побудований на основі принципу пропорційності.

- Фактори підвищення продуктивності машин (робочих місць) пов'язані, головним чином, з поліпшенням якісного складу технологічного устаткування. Продуктивність машин і устаткування також залежить від якості предметів праці. Чим вища якість заготовок, напівфабрикатів, тим менше потрібно часу на для їх обробки, тим більше зможе підприємство виготовити продукції, а отже, тим вища його виробнича потужність.

- Значний вплив на збільшення продуктивності машин має удосконалення технологічного процесу. Впровадження прогресивної технології дає змогу інтенсифікувати виробничий процес, тобто скоротити як машинний, так і загальний час виготовлення виробу. Збільшення продуктивності машин залежить також від рівня досконалості конструкції виробів, які виготовляються. Чим простіша конструктивна схема виробів і окремих вузлів та вища їх технологічність у виробництві, тим нижча машиномісткість (трудомісткість) продукції і вища продуктивність машин.

- Кваліфікація працівників також впливає на продуктивність машин. Систематичне підвищення загальної і технічної освіти, удосконалення виробничих навичок працівників підприємства і на цій основі підвищення рівня їхньої кваліфікації створює сприятливі соціальні передумови для збільшення продуктивності засобів праці. Укомплектування підприємств кваліфікованими працівниками прискорює освоєння сучасної техніки, дає змогу максимально використовувати її потенційні можливості, ширше впроваджувати прогресивні технологічні процеси і таким чином систематично збільшувати виробничі потужності підприємств. Тому, фактори виробничої потужності підприємства пов'язані з усіма основними елементами процесу виробництва. Із засобами праці цей зв'язок виявляється в кількісному і якісному аспектах, з предметом праці та самою працею - тільки в якісному (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація факторів, які позначаються на величині виробничої потужності підприємства

- Цілковито іншу природу мають фактори, які впливають на використання виробничих потужностей. Заходи, пов'язані з ними, спрямовані в основному на використання резервів, мають організаційний характер і не вимагають великих капітальних вкладень в основне виробництво. Ці фактори можна розділити на соціально-економічні і організаційно-технічні.

- Кількісний вираз факторів, які впливають на поліпшення використання виробничих потужностей, виявляється у співвідношенні часу роботи і часу витрат у плановому періоді. Ці фактори діють у сфері організації функціонування засобів праці в часі. Більш повному використанню виробничих потужностей сприяє скорочення часу непродуктивної роботи устаткування.

- Втрати часу діляться на регламентовані та нерегламентовані. Регламентовані втрати часу (підготовчо-завершальні роботи, ремонт устаткування, обідні перерви, неробочі зміни і дні, а також вихідні дні) передбачені діючими нормативами. Нерегламентовані втрати часу - цілозмінні та внутрішньозмінні простої устаткування. Цілозмінні простої, як правило, зумовлюються впливом соціально-економічних факторів (наприклад, відсутність робітників-верстатників різних професій, знижений режим роботи підприємства, недоліки в організації оплати праці верстатників та стимулюванні використання виробничих потужностей, зменшення ринку збуту продукції або народногосподарської потреби в ній).

- Внутрішньозмінні простої залежать в основному від організаційно-технічних факторів (некомпетентність кооперованих поставок, низький рівень матеріально-технічного постачання робочих місць і концентрація виробництва однорідних виробів, без урахування технологічних можливостей устаткування, недоліки в організації виробництва, праці й управління).
- Аналіз суті і особливостей вияву факторів, що впливають на рівень використання виробничих потужностей підприємств, дає змогу функціонально їх класифікувати на зовнішні та внутрішні (рис. 2).

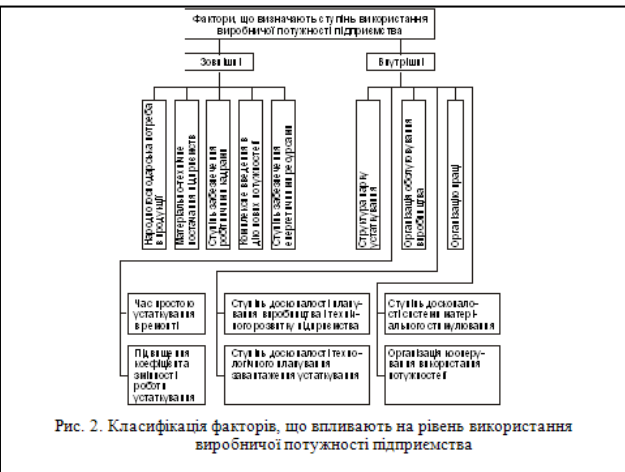


Рис. 2. Класифікація факторів, що впливають на рівень використання виробничої потужності підприємства

- Така заводська класифікація може бути застосована при оцінці внутрішньозаводських резервів використання виробничих потужностей. Керуючись нею, можна виявити резерви в їх сукупності, визначити питому вагу кожного з них, а також дати їм кількісну оцінку.

- Розрахунок виробничої потужності служить для обґрунтування річної виробничої програми виявлення і мобілізації резервів виробництва. Тому в ньому використовуються ті ж вимірники, що і в плані виробництва: натуральні (вироби, комплекти деталей), умовно-натуральні (вироби-представники, тонни), умовні (проценти), вартісні.

- В загальному випадку виробнича потужність обладнання $M_{\text{вир}}$ може бути виражена залежністю:

$$M_{\text{вир}} = \Pi_{\text{об}} \cdot \Phi_{\text{до}};$$

- для багатономенклатурного виробництва:

$$M_{\text{вир}} = \frac{\Phi_{\text{до}}}{\sum_{i=1}^m \tau_i},$$

- де $\Pi_{\text{об}}$ - продуктивність обладнання в одиницю часу, шт./год.; $\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу роботи обладнання в плановому періоді, год.; τ_i - трудомісткість деталей, комплектів, виробів, що виготовляються на даному обладнанні, нормо-год./шт.; m - номенклатура об'єктів виробництва.

- В машинобудуванні розрахунок здійснюється по випуску конкретних видів продукції, а узагальнюючий показник визначається по загальному випуску продукції в порівняльних оптових цінах:

$$M = \sum_{i=1}^n C_{ci} \cdot N_{i \max}$$

- де M - виробнича потужність, тис. грн.; C_{ci} - порівняльна оптова ціна i -того виробу, тис.грн.; $N_{i \max}$ - максимально можливий випуск i -тих виробів (потужність), шт.; n - число номенклатурних позицій в плані виробництва.

- Виробнича потужність в натуральному або умовно-натуральному вираженні визначається як відношення наявного фонду часу Φ до трудомісткості одиниці продукції t :

$$M = \Phi / t$$

- Первинними ланками для розрахунку виробничої потужності найчастіше служать групи взаємозамінного обладнання, а в масовому виробництві - потокові лінії або спеціалізовані робочі місця.

- Потужність виробничого підрозділу визначається по потужності ведучого підрозділу попереднього ступеня. Під ведучим підрозділом розуміють такий, в якому виконуються основні технологічні процеси і операції по виготовленню продукції, зосереджена значна частина основних виробничих фондів і трудовитрат.

- При визначенні наявного фонду часу первинної ланки враховується все наявне обладнання, закріплене за ділянкою і цехом. Ефективний фонд часу одиниці обладнання встановлюється галузевими нормами по групах обладнання виходячи із затвердженого режиму роботи і норм часу на ремонт і технологічні основи.

- В розрахунку виробничої потужності використовуються прогресивні технічні норми часу (виробітки), які визначаються шляхом коректування діючих норм на прогресивний коефіцієнт їх виконання. Останній приймається на рівні, стійко досягнутому за кращий квартал попереднього року робітниками, які складають 20-25% робітників даної професії.

- Таким чином, виробнича потужність групи обладнання, яка обробляє деталі одного виробу, складає:

$$M_j = \Phi_{ej} \cdot c_j / t_{ijpr},$$

- де Φ_{ej} - ефективний річний фонд часу одиниці j-того обладнання; c_j - число одиниць j-того обладнання на ділянці; t_{ijpr} - прогресивна трудомісткість обробки комплексу деталей i-того виробу на j-тому обладнанні.

- Якщо на ділянці обробляються деталі декількох подібних виробів, то розрахунок потужності виконується по типовому виробу-представнику. Тоді в знаменнику приведеної вище формули буде прогресивна трудомісткість обробки деталей виробу-представника, а потужність буде виражатися об'ємом випуску виробів-представників.

- В багатомономенклатурному машинобудівному виробництві при розрахунку потужності наявний фонд часу групи обладнання співставляється з прогресивною трудомісткістю виконання виробничої програми на даній групі обладнання, а виробнича потужність вимірюється в одиницях програми (або в %):

$$K_{mj} = \frac{\Phi_{ej} \cdot c_j}{\sum_{i=1}^n t_{ijpr} \cdot N_i},$$

- де K_{mj} - коефіцієнт потужності по групі j-того обладнання; N_i - план випуску i-тих виробів.

- В результаті розрахунку виробничої потужності первинних ланок виявляються диспропорції (рис.7.3). Ті підрозділи, потужність яких нижча потужності ведучого підрозділу, називаються "вузькими місцями" (на рис. 3 - групи обладнання 1 і 5). При наявності "вузьких місць" потрібно розробити комплекс організаційно-технічних заходів з їх розширки: збільшення змінності роботи, модернізація і заміна обладнання, вдосконалення технології і інтенсифікація режимів різання, наукова організація праці, кооперація. Повинні також бути намічені заходи з використання резервів пропускну здатності обладнання.

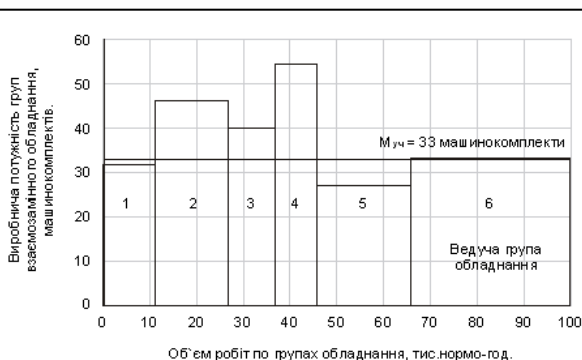


Рис. 3. Визначення виробничої потужності ділянки

Таким чином, укрупнений алгоритм розрахунку виробничої потужності включає наступні етапи:

- Розрахунок виробничої потужності груп взаємозамінного обладнання.
- Вибір ведучої групи обладнання на ділянці і визначення її виробничої потужності.
- Визначення "вузьких місць" на ділянці і розробка заходів з їх ліквідації, а також використання недовантаженого обладнання.
- Вибір ведучої ділянки цеху і визначення виробничої потужності цеху.
- Визначення "вузьких місць" в цеху і розробка заходів з їх ліквідації, а також використання резервної пропускну здатності ділянок.
- Вибір ведучого цеху підприємства і визначення виробничої потужності підприємства.
- Визначення "вузьких місць" підприємства і розробка заходів з їх ліквідації, а також використання резервної пропускну здатності цехів.

4. Аналіз критичної точки і оцінка ефективності капітальних вкладень

Для проектування виробничих потужностей необхідно визначити точку безбитковості і очікуваний попит. В залежності від цих факторів можна приймати рішення про величину виробничого об'єкту. Рішення доцільно приймати на базі використання дерева рішень.

- Об'єктом аналізу критичної точки є знаходження рівня виробництва (в гривнях, штуках, тоннах), при якому витрати рівні прибуткам. При аналізі критичної точки необхідно визначити постійні і змінні витрати.
- Постійні витрати – це затрати, які існують постійно, незалежно від об'ємів випуску продукції чи обслуговування.

- Змінні витрати – це ті, що змінюються від зміни об'єму виробництва в штуках. На графіку (рис. 4) для визначення критичної точки будуються дві криві: лінія прибутку та лінія витрат. Перетин цих кривих утворює критичну точку (точку беззбитковості), по праву сторону від якої розташована область прибутків, а по ліву – збитків.

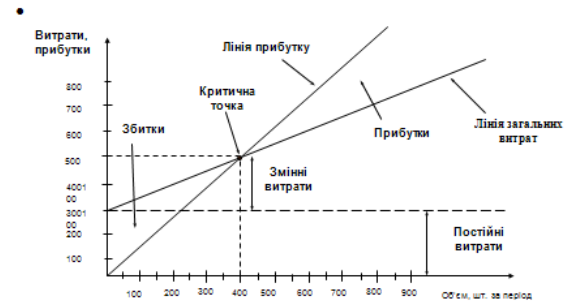


Рис. 4. Графік визначення критичної точки

- Формули для аналізу критичної точки в грошовому вираженні і штуках:

$$\text{Критична точка в штуках (ВЕР}(x)) = \frac{\text{Загальні постійні витрати (F)}}{\text{Ціна (P)} - \text{Змінні витрати (V)}}$$

$$\text{Критична точка в гривнях (ВЕР(грн.))} = \frac{\text{Загальні постійні витрати (F)}}{1 - \frac{\text{Змінні витрати (V)}}{\text{Ціна (P)}}}$$

$$\text{Прибуток} = P \cdot x - (F + V \cdot x) = (P - V) \cdot x - F$$

- Приклад. Фірма несе постійні витрати 10000 грн. на рік. Зарплата складає 1,8 грн. на одиницю продукції, а витрати на матеріали та енергію відповідно становлять: 0,9 грн. та 0,07 грн. на штуку. Ціна рівна 5 грн. за штуку. Визначити, при яких об'ємах виробництва фірма закінчить рік без збитків.

$$\text{ВЕР(грн.)} = \frac{10000}{1 - \frac{1,8 + 0,9 + 0,07}{5}} = 22421,52 \text{ грн.};$$

$$\text{ВЕР(шт.)} = \frac{10000}{5 - (1,8 + 0,9 + 0,07)} = 4484,3 \text{ шт.}$$

- Багато організацій працюють з багатьма товарами, тому, для адекватного відображення процесу критичну точку необхідно визначати за такою формулою:

$$\text{ВЕР(грн.)} = \frac{F}{\sum \left(1 - \frac{V_i}{P_i}\right) \cdot W_i}$$

- де W_i – процент кожного товару в загальному об'ємі продаж в гривнях;
- i – індекс товару.

Приклад. Ціни для ресторану швидкого обслуговування показано нижче. Постійні витрати становлять 3 500 грн. в місяць.

Перелік	Ціна, грн.	Витрати, грн.	Прогноз продаж, шт.
Пельмені	2,95	1,25	7 000
Сік	0,8	0,3	7 000
Чіпси	0,59	0,18	1 000
Картопля фрі	1,55	0,47	5 000
Кава	0,75	0,25	5 000
Деруни	2,95	1,2	2 000
Піцца	1,75	0,55	2 500
Пиво	1,75	0,8	2 000
Салат	2,85	1	3 000

По даних попиту необхідно провести аналіз критичної точки.

Багатопродуктовий аналіз критичної точки з певним вкладом товарів

Перелік j	Ціна, грн.	Змінні витрати, грн.	$\frac{V}{P}$	$1 - \frac{V}{P}$	Прогноз продаж, грн.	Процент від продаж	Зважений вклад (пб-пн')
Пельмені	2,95	1,25	0,42	0,58	20650	0,34	0,197
Сік	0,8	0,3	0,38	0,62	5600	0,092	0,057
Чіпси	0,59	0,18	0,31	0,69	590	0,01	0,007
Картопля фрі	1,55	0,47	0,3	0,7	7750	0,128	0,09
Кава	0,75	0,25	0,33	0,67	3750	0,062	0,042
Деруни	2,95	1,2	0,41	0,59	5900	0,097	0,057
Піцца	1,75	0,55	0,31	0,69	4375	0,072	0,05
Пиво	1,75	0,8	0,46	0,54	3500	0,058	0,031
Салат	2,85	1	0,35	0,65	8550	0,141	0,091
					60665	1	0,622

$$\text{ВЕР(грн.)} = \frac{3500 \cdot 12}{0,622} = 67524$$

Отже, критична точка на день становить:

$$\frac{67524}{360 \text{ днів}} = 187,57 \text{ грн.}$$

- Простий період окупності інвестицій визначається по формулі:

$$PP = \frac{IC}{PN}$$

- де PP – період окупності інвестицій, роки;
- PN – середньорічний додатковий прибуток чи економія коштів отримані в результаті вкладення інвестицій, тис. грн.;
- IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.

- **Індекс прибутковості, що характеризує відношення дисконтованих грошових потоків до величини початкових вкладень (ефективний якщо є більший 1), визначається по формулі:**

$$Pi = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Pt}{(1+i)^t}}{IC}$$

- де Pi – індекс дохідності; Pt – грошовий потік в t -році, грн. (прибуток і амортизація); i – ставка дисконтування; IC – сума капітальних вкладень, грн.; t – номер року; n – кількість років функціонування проекту.

- **Величина чистої теперішньої вартості проекту (для ефективності значення показника повинно бути більше 0) визначається по формулі:**

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Pt}{(1+i)^t} - IC$$

- де NPV – чиста теперішня вартість, тис. грн.; Pt – грошовий потік в t -році, грн.; t – номер року; n – кількість років функціонування проекту; i – ставка дисконтування; IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.

- **Дисконтний період окупності, що враховує фактор часу, визначається по формулі:**

$$PPg = \frac{IC}{\overline{PVg}} = IC / \left(\sum_{t=1}^n \frac{Pt}{(1+i)^t} / n \right)$$

- де PPg – дисконтований період окупності, рік;
- \overline{PVg} – середньорічний дисконтований грошовий потік, тис. грн.; IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.; t – номер року;
- n – кількість років функціонування проекту;
- i – ставка дисконтування; Pt – грошовий потік в t -році, грн.

5. Основні види компонування обладнання, технологій та процесів

Для успішного функціонування організації та використання і розвитку своїх виробничих можливостей, вона повинна правильно спроектувати розміщення обладнання, операцій, технологій та виробничих процесів. Рішення планування обладнання включають розміщення цехів, робочих місць, машин та місця зберігання сировини. Основна мета планування обладнання - розміщення і систематизація індустріальних елементів таким чином, щоб забезпечити плановий процес роботи на фабриках чи заводах, або конкурентну торгівельну модель в різних обслуговуючих організаціях.

- **Передумови (інформація) у вирішенні планування обладнання слідуючі:**

- Визначення цілей організації по випуску і по гнучкості.
- Оцінка попиту продукту чи попиту послуги цієї системи.
- Обробка потреб (операцій) в порядку їх виникнення у цехах, відділах, бюро.
- Вигідне розташування обладнання.

- **Орієнтири хорошого планування у виробництві наступні:**

- Забезпечення принципу прямоочності і розміщення робочих місць відповідно до мінімізації транспортування.
- Ефективне використання виробничого часу.
- Короткий період зберігання матеріальних запасів і заділів на складах і у виробництві при невеликих об'ємах.
- Відкриття всі "загород", для ефективного контролю.
- Контроль буквально усіх дій у процесі.
- Гнучкість і добре пристосування до зміни умов зовнішнього середовища.

- **Орієнтири хорошого планування у сервісі наступні:**

- Добре зрозуміла модель послуг (хід системи сервісу).
- Наявність відповідного обладнання і оснащення (адекватних засобів обслуговування при очікуванні).
- Легка комунікація з партнером.
- Контроль входів і виходів.
- Розташування і "загородження" відділів таким чином, щоб клієнти бачили тільки те, що потрібно щоб вони побачили.
- Короткий термін очікування клієнта.
- Рух клієнта і рух матеріалів зведений до мінімуму.
- Мінімум перешкод, безладдя.

- **При складанні плану розташування обладнання необхідно врахувати наступні фактори та обмеження:**

1. Доступний простір. Перш за все необхідно врахувати обмеження по наявним площам, за рідкістю тих випадків, коли будується нова будівля. Простір потрібно врахувати в трьох напрямках.
2. Безпека. Для роботи і технічного обслуговування об'єкта необхідно передбачити достатнє місце для забезпечення безпеки та охорони праці.

- 3. Доступ. Початкові і кінцеві стадії технологічного процесу повинні бути розміщені поблизу запасу заготовок і готової продукції, а ті, в свою чергу, - поблизу границь і проїздів будівлі. Якщо в процесі приймають участь покупці, точки прийому чи обслуговування повинні знаходитися поблизу виходу.
- 4. Площі. Необхідно визначити площі, потрібні для роботи і обслуговування кожної одиниці обладнання чи робочого місця.

- 5. Організація. Планіровка мусить створювати почуття єднання, при чому це важливо як для стимулювання мотивації робітників, так і для спрощення задач контролю.
- 6. Гнучкість. Виробництву легше відреагувати на змінну попиту чи технології, якщо в планіровку початково будуть закладені можливості для гнучкого переоснащення чи перепланіровки системи.

- **Існують три основні варіанти розміщення:**
- 1. Функціональне (технологічне) розміщення. Використовується в одиничному і серійному виробництві. Разом розташовують обладнання чи відділи, що виконують схожі функції. В процесі оптимізації такої схеми розміщення часто бажають максимізувати використання площ і мінімізувати транспортування виробів чи пересування клієнтів.

- В якості одиниць планування і обліку виступають окремі дільниці (відділи). Контроль якості здійснюється на границі дільниць, перед тим, як допускають вироби до наступних стадій виробничого процесу. Функціональне розміщення допускає гнучкість, щоб працівники могли обслуговувати будь-яке обладнання чи виконувати будь-яку роботу в межах дільниці (відділів).

- 2. Розміщення по видах продуктів (предметне). А в даному типі розміщення обладнання і трудові ресурси забезпечують випуск якогось одного продукту. Як правило, при цьому організується потокова лінія. Робочі місця розташовані за ходом виконання виробничого процесу і часто зближені на стільки, що вистарчає місця лише на міжопераційні заділи між ними.

- Структура управління відображає структуру планіровки: майстри відповідають за окремі лінії, а не за окремі технологічні етапи. Розміщення по видах продукції має низьку гнучкість, оскільки потокова лінія має фіксовану продуктивність для певного продукту. Падіння попиту на нього призводить до недозавантаження потужностей, ріст – до неможливості його задоволення.

- 3. Розміщення по групах операцій (технологій). Часто буває, що при недостатньо великому для предметного розподілу об'ємі випуску можна згрупувати продукти по групах, базуючись на подібності технологічних процесів їх виготовлення. При цьому враховується безпосередня послідовність операцій, які не обов'язково повинні бути ідентичними у кожного виробу в групі, а також тип і функціональні можливості необхідного обладнання. Загальний об'єм випуску по групі може бути достатньо високим для такого варіанту розміщення.

- Розташування обладнання (робочих місць) по групах технологій часто призводить до появи малих замкнутих дільниць в заміні дорогих поточкових ліній, що є досить гнучкими, і може використовуватися при необхідності лише для окремої частини технологічного процесу. Переваги даного розташування включають в себе скорочення часу наладки обладнання, скорочення площ для зберігання запасів, скорочення шляху, по якому виріб проходить і довжини технологічних переходів. Крім цього, тісний зв'язок працівників з невеликими групами виробів веде до підвищення досвіду і компетентності.

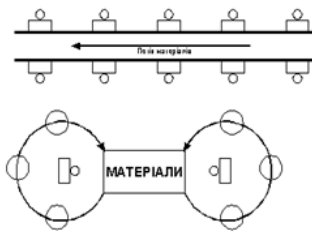
- Ідеальним випадком планування розташування обладнання і робочих місць буде врахування вартісних факторів всіх визначених раніше показників з подальшою оптимізацією витрат. На практиці таке часто неможливе. В загальному спочатку появляються обмеження (розміри приміщення, розташування вхідних та вихідних потоків...). Потім мінімізують витрати від невикористаних площ і витрат часу на транспортування і передачу виробів (потоків).

- Розміщення обладнання (робочих місць) починається з плану приміщень, на якому повинно відображатись всі стіни, колони, вікна, двері... Також слід враховувати товщину підлоги і покриття, для відповідності різним типам обладнання. Потім на схемі проводять моделювання розташування обладнання (робочих місць), проїздів, транспортних засобів, складських площ і т.д.

На рисунках представлено різні варіанти розміщення поточкових ліній. Деякі варіанти не дозволяють збільшувати продуктивність, а деякі дозволяють, що може максимально відповідати потребам попиту.

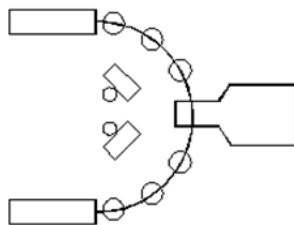


Погано. Ніякої можливості поміняти елементи роботи між робітниками

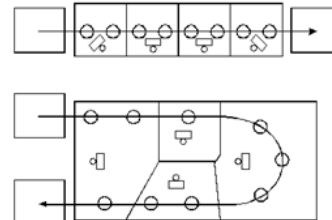


Краще. Оператори можуть мінятися елементами роботи. Можна добувати і знімати операторів. Більш кваліфіковані можуть самостійно балансувати між різними обсягами випуску

Гірше. Оператори як в клітці. Ніякої можливості для збільшення продукції завдяки додатковому оператору



Краще. Оператори можуть допомагати один одному. Можуть збільшити випуск завдяки третьому оператору



Погано. Прямую лінію важко балансувати

Краще. Одна з декількох переваг лінії U-форми – кращий доступ оператора. Тут 5 операторів були скорочені до чотирьох

- Як приклад компоновки обладнання і робочих місць розглянемо поточкову лінію складання.
- На конвеєрній лінії потрібно змонтувати 500 автомобілів за день. Виробничий час-420 хвилин в день, час для виконання операцій складання та порядок їх проведення дано в таблиці. Необхідно зробити розрахунок, що мінімізує кількість робочих місць, зменшує час кругообігу та визначити теоретичний мінімум робочих місць.

Завдання	Час, сек.	Опис процесів	Завдання, що повинні передувати
A	45	Розміщення осі кронштейна і ручне скручування болтів і гайок	-/-
B	11	Встановлення задньої осі	A
C	9	Затяг задньої осі кронштейна гайками та болтами	B
D	50	Встановлення передньої осі кронштейна	-/-
E	15	Затяг цієї осі болтами і гайками	D
F	12	Встановлення заднього колеса 1	C
G	12	-/- 2 -/-	C
H	12	Встановлення переднього колеса 1	E
I	12	-/- 2	E
J	8	Встановлення ролевої салки	F, G, H, I
K	9	Скручування болтів і гайок	J

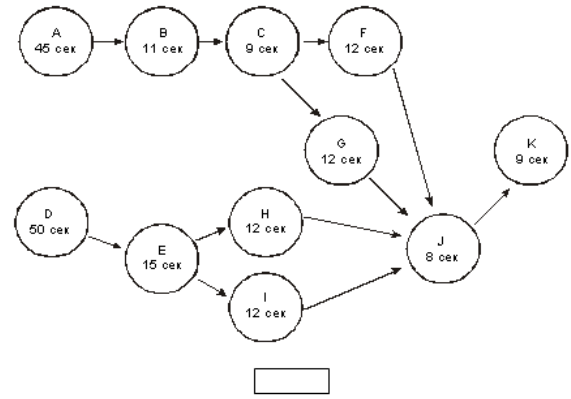
- Визначається такт лінії:

$$r = \frac{420 \cdot 60}{500 \text{ шт}} = 50,4 \text{ сек.}$$

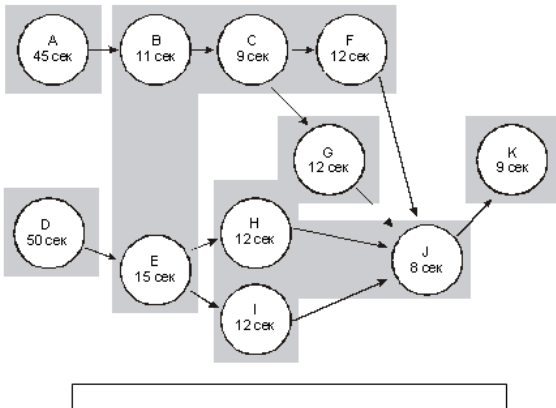
- Визначається теоретичний мінімум кількості робочих місць:

$$B = \frac{\sum T_{\text{шт}_i}}{r} = \frac{195}{50,4} = 3,86$$

По даних таблиці складається діаграма процесу складання



Проводиться розподіл завдань операцій за робочими місцями



- Проводиться розрахунок ефективності лінії (коефіцієнту завантаження):

$$E = \frac{\sum T_{\text{шт}_i}}{B \cdot r} \cdot 100\% = \frac{195}{5 \cdot 50,4} \cdot 100\% = 77\%$$

- Отже при такому плануванні 11 операцій закріплюються за 5 робочими місцями.

- Інший приклад передбачає використання шахової відомості для мінімізації транспортних витрат. Уявімо, що ми хочемо влаштувати вісім відділів фабрики іграшок так, щоб мінімізувати вартість транспортування матеріалів між відділами. Спочатку зробимо спрощення, а саме, відділи мають однакову площу: 40 метрів на 40 метрів і будівля має ширину 80 метрів і довжину 160 метрів. Перше, що необхідно зробити - знати характер потоку між відділами і шлях по якому транспортуються матеріали.

- Нехай весь матеріал транспортується на електрокарі. Уявімо, що вартість транспортування 1 грн. для того, щоб перевезти вантаж між суміжними відділами і 1 грн. для транспортування всередині. Вантажні перевезення між відділами на перший рік зведені в таблицю; розташування відділів на заводі показано на рисунку. Маючи цю інформацію наш перший крок - це ілюстрація міжвідділового потоку моделі. Для нас це буде додаток до схеми розміщення. Другий крок - визначення вартості такого розміщення завдяки добутку вартості транспортних робіт на кількість вантажів, які переводяться між кожним відділом.

- Таблиця першочергової матриці витрат дає цю інформацію, яку ми отримали таким чином: щорічна вартість транспортних робіт між відділами 1 і 2 = 175 грн. (1 грн. x 175 кроків), 60 грн. між відділами 1 і 5 (2 грн. x на 30 кроків), 60 грн. між відділами 1 і 7 (3 грн. на 20 кроків) і т. д. Третій крок - це пошук змін в розташуванні відділів, що скорочуватимуть витрати. На основі графіка і матриці вартостей бажано розмістити відділи 1 і 6 близько один від одного, щоб скоротити витрати на довгі перевезення. Але це вимагає пересування інших відділів.

- Рисунок, на якому зображено переміщення відділів, показує вигляд утвореного розміщення відділу 6 і сумісного відділу (відділ 4 довільно вибирається для цієї мети). Переглянута матриця вартостей із зміненою вартістю рухів (транспортування) дається в таблиці другочергової матриці витрат потоків. Зверніть увагу, що загальна вартість збільшилась на 262 грн. у порівнянні з попереднім рішенням. Зрозуміло, що відстань, яка утворилася між відділами 6 і 7, показує головну причину витрат.

Шахова відомість річних вантажопотоків

	Числа потоків							Відділ	Діяльність	
	1	2	3	4	5	6	7			8
1		175	50	0	30	200	20	25	1	Завантаження сировини
2			0	100	75	90	80	90	2	Виглявка і штамповка
3				17	88	125	99	180	3	Формування металу
4					20	5	0	25	4	Відділ зшиву
5						0	180	187	5	Складання мале
6							374	103	6	Складання велике
7								7	7	Фарбування
8									8	Складання механізмів

Виміри будови та відділи в ній

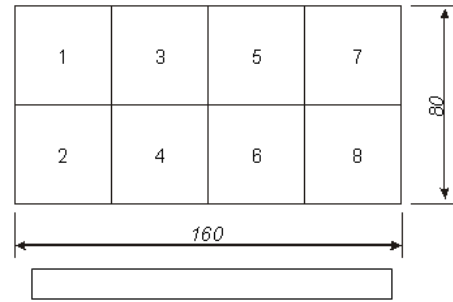
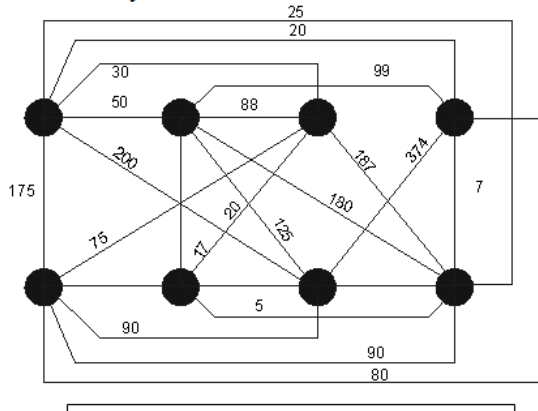


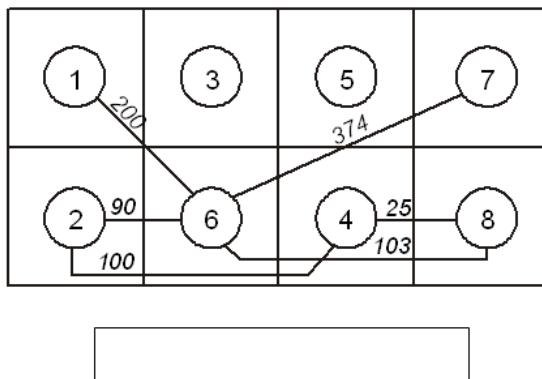
Рисунок міжвідділових потоків



Першопочаткова матриця витрат

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		175	50	0	60	400	60	75
2			0	100	150	180	240	270
3				17	88	125	198	350
4					20	5	0	50
5						0	180	187
6							374	103
7								7
8								

Переміщення відділів



Другочергова матриця витрат потоків

	Другочергова матриця витрат потоків								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1		175	50	0	60	200	60	75	-200
2			0	200	150	90	240	270	+10
3				17	88	125	198	360	
4					20	5	0	25	-25
5						0	180	187	
6						748	206		+374 +103
7							7		
8									+262 Заг. ціна +3736

- Це лише одна зміна серед великої кількості потенційних змін.
- Фактично, для проблеми з 8 відділами існує 8! або 40320 можливих розв'язків.
- Тому процедура, яку ми виконували, має тільки одну можливість досягнення оптимальної комбінації у "розумній" кількості спроб. Для подальшого розв'язку даної задачі доцільно використати ПЕОМ.

Тема 5. Управління трудовими ресурсами

1. Планування та формування персоналу
2. Побудова ефективної мотиваційної системи
3. Організація трудових процесів і робочих місць
4. Аналіз робочого часу

1. Планування та формування персоналу

- Ефективне функціонування персоналу передбачає наявність чітко сформульованої та обґрунтованої кадрової політики.
- Кадрова політика визначає завдання, пов'язані з ставленням організації до зовнішнього оточення (ринок праці, стосунки з державними органами), а також завдання, пов'язані з ставленням до персоналу своєї організації (участь в управлінні, система винагород, вирішення соціальних питань, удосконалення системи професійного навчання).

Кадрове планування повинно дати відповіді на такі запитання:

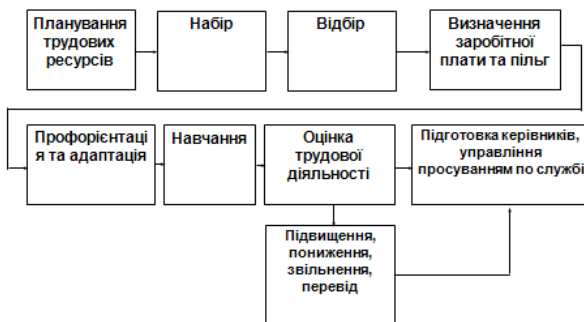
- скільки працівників, якої кваліфікації, коли і де будуть використовуватися в організації;
- як можна залучити потрібний і скоротити зайвий персонал без нанесення соціального збитку;
- як найкраще використовувати персонал відповідно до його здібностей;
- як забезпечити розвиток персоналу для виконання нових робіт і підтримування його знань відповідно із запитами виробництва.

- **Аналіз і проектування робочих місць є попередньою умовою планування потреби в персоналі.**
- **Аналіз робочого місця дозволяє визначити:**
- час, необхідний для виконання основних виробничих операцій;
- операції, які необхідно включити до виробничого процесу;
- організацію робочого місця, яке дозволить підвищити продуктивність праці;
- доцільний режим роботи для виконання виробничої операції;
- використання інформації, отриманої в результаті аналізу робочого місця, для розроблення програми управління персоналом.

Виділяють такі стадії аналізу робочого місця:

- аналіз структури організації і місця кожного робочого процесу в ньому;
- визначення мети аналізу робочого місця і як буде використовуватися інформація про нього;
- вибір типових робочих місць;
- вибір методу аналізу робочих місць і його використання з метою збору необхідних даних;
- опис робочого місця та створення його специфікації;
- використання інформації для проектування робочого місця;
- оцінка та впровадження проекту модифікованого робочого місця.

Схема управління трудовими ресурсами зображена на рис. 1:



Управління трудовими ресурсами включає в себе такі етапи:

- **Планування ресурсів:** розробка плану задоволення майбутніх потреб в людських ресурсах.
- **Набір персоналу:** створення резерву потенційних кандидатів за всіма посадами.
- **Відбір:** оцінка кандидатів на робочі місця та відбір кращих з резерву, створеного під час набору.

- **Визначення заробітної плати та пільг:** розробка структури заробітної плати та пільг з метою залучення, найму та збереження службовців.
- **Профорієнтація та адаптація:** введення найнятих працівників в організацію та її підрозділи, розвиток у працівників розуміння того, що очікує від нього організація і яка праця у ній отримує заслужену оцінку.
- **Навчання:** розробка програм для навчання трудових навиків, що вимагаються для ефективного виконання роботи.

- **Оцінка трудової діяльності:** розробка методик оцінки трудової діяльності і доведення її до робітника.
- **Підвищення, пониження, перевід, звільнення:** розробка методів переміщення працівників на посади з більшою чи меншою відповідальністю, розвиток їх професійного досвіду шляхом переміщення на інші посади чи ділянки роботи, а також процедур розриву контракту про найм.
- **Підготовка керівних кадрів, управління просуванням по службі:** розробка програм, направлених на розвиток здібностей та підвищення ефективності праці керівних кадрів.

2. Побудова ефективної мотиваційної системи

Поведінка людини завжди мотивована, тому одним з основних завдань дирекції персоналу є вироблення ефективної мотиваційної системи (мотиваційного середовища, мотиваційного поля), яка сприятиме активній, ефективній і продуктивній діяльності персоналу для досягнення визначених завдань.

Побудова ефективної системи винагород повинна орієнтуватися на пріоритет стратегічних завдань, таких як зміцнення стратегічного потенціалу фірми за рахунок формування додаткових інвестиційних ресурсів, пошук нових стратегічних зон господарювання, посилення зовнішньої та внутрішньої гнучкості виробничого апарату фірми, розвиток маркетингових досліджень, реалізацію програм підвищення кваліфікації та перепідготовки персоналу тощо. Орієнтація системи стимулів на пріоритет згаданих завдань означає, що дохід працівників, які визначають мету та основні завдання діяльності фірми, виробляють засоби їх досягнення, повинен залежати від ефективності саме цієї діяльності.

Система стимулів для кожної категорії працюючих пов'язується з участю в прибутках, просуванням по службі, наданням різних соціальних пільг тощо. По суті, система винагород є еквівалентом до статусу та офіційного стану конкретних працівників. Слід пам'ятати, що ефективність мотивації залежить від можливостей реалізації індивідуального підходу до формування системи винагород різних категорій працюючих (а також і в межах окремих категорій персоналу).

В умовах ринкової економіки дохід працівника організації охоплює такі елементи:

- 1. Оплата за тарифними ставками та окладами. Тарифні ставки та оклади встановлюються на основі тарифних угод відповідно до складності праці, її відповідальності, рівня цін на предмети споживання, ситуації на ринку праці.

- В Україні розряди по оплаті праці встановлюються на основі тарифних кваліфікаційних довідників. У розвинених країнах світу для цієї мети використовуються аналітичні системи оцінки складності робіт та умов праці. Тарифні коефіцієнти характеризують співвідношення в оплаті працівників даного та першого розрядів, а відношення тарифних ставок першого та останнього розрядів називається діапазоном тарифної сітки.

- 2. Ринкова компонента. Реальні ставки оплати праці, встановлені на основі переговорів між роботодавцем і працівником, можуть суттєво перевищувати ставки тарифної сітки для окремих груп персоналу внаслідок підвищеного попиту на даний вид праці.

- 3. Доплати та компенсації. Призначенням доплат є компенсація додаткових затрат праці через об'єктивні відмінності в умовах і складності праці (несприятливі умови праці, які практично неможливо поліпшити, тощо). Компенсації враховують незалежні від організації чинники, в тому числі зростання цін.

- 4. Надбавки. Цей складник доходу працівника може охоплювати: надбавки за продуктивність, вищу за норму, що до останнього часу мали форму відрядного приробітку, або оплати за роботу з чисельністю персоналу, більшою за нормативну.

- Такі виплати, як правило, не розглядаються як надбавки до тарифу, оскільки традиційно вважається, що надбавки встановлюються адміністрацією. Однак, якщо вважати надбавку відносно постійною частиною заробітку, яка відображає особисті досягнення працівника, то можна стверджувати, що відрядний приробіток - це вид надбавки.

- На практиці зустрічаються такі причини перевиконання норм:
- наявність здібностей у працівника до даної роботи, які перевищують середній рівень;
- використання вдосконалень, які не оформлені як раціоналізаторські пропозиції технічного або організаційного характеру;
- порушення технології та техніки безпеки; надмірна інтенсивність праці;
- помилковість норми.

- 5. Премії. Вони бувають двох видів: за якісне і своєчасне виконання робіт та за особистий творчий внесок працівника в загальний результат діяльності підрозділу.

- Надбавки та премії використовуються для стимулювання добросовісного ставлення до праці, підвищення якості продукції та ефективності виробництва. Різниця між надбавками та преміями полягає у тому, що надбавки виплачуються в однаковому розмірі щомісяця протягом встановленого періоду, а премії можуть бути нерегулярними, і їх величина суттєво змінюється від досягнутих результатів.

- 6. Соціальні виплати. На підприємствах розвинутих країн заробітна плата становить, як правило, лише 40-70% від загальних витрат на утримання персоналу. Решта припадає на преміальні та соціальні виплати: оплата транспортних послуг; медична допомога та лікування; харчування протягом робочого дня; підвищення кваліфікації персоналу; страхування життя працівників фірми та їх сімей, ощадні фонди тощо.

- 7. Дивіденди. Порядок виплати дивідендів за акціями встановлюються спеціальними документами.
- 8. Бонуси. По суті хабарі за надання певних послуг, сприяння у розв'язанні певних питань чи виконання окремих робіт.

- Отже, відповідно до розглянутої структури доходу працівника специфіка системи винагород визначається характером взаємозв'язків тарифної частини заробітку, доплат, компенсацій, надбавок, премій і соціальних виплат. Кожна організація формує свою, адаптовану до умов мікросередовища систему винагород, яка дозволяє ефективно керувати вибором поведінки окремих груп персоналу.

3. Організація трудових процесів і робочих місць

Трудовий процес - це сукупність дій виконавців по здійсненню виробничого процесу, зміст якого визначається технологічним процесом і включає як безпосередній вплив виконавця на предмет праці, так і спостереження за роботою устаткування, управління і контроль за ходом технологічного процесу. Трудові процеси залежно від характеру участі робітника в їх здійсненні поділяються на ручні, ручні механізовані, машинноручні, машинні, автоматизовані та апаратурні. Основним елементом технологічного процесу є операція.

- Розподіл і кооперація праці. Відособлення окремих виробничих процесів і робіт передбачає насамперед розподіл праці. Відомі такі три основні види розподілу праці: загальний, частковий, одиничний. Перші два види належать до розподілу праці всередині суспільства; наступний - до розподілу праці на окремому підприємстві. Внутрішньовиробничий розподіл праці полягає у виділенні різних видів робіт, які є частковими процесами створення продукції і закріплення їх за певними працівниками. На підприємстві існує функціональний, технологічний, кваліфікаційний розподіл праці.

- Функціональний розподіл праці здійснюється на основі виділення виробничих функцій. Він служить основою визначення необхідної професійної спеціалізації працівників. Кожна група підрозділяється за ознакою виконуваних функцій, а вони, своєю чергою, - за професіями. Це, наприклад, робітники - основні і допоміжні, інженерно-технічні працівники та інший персонал.

- Технологічний розподіл праці здійснюється на підставі розчленування виробництва на стадії (заготівельну, обробну, складальну), технологічні процеси та операції. За однорідністю здійснюваних технологічних процесів виділяють різні професії і спеціальності (ливарники, ковалі, токарі та ін.).

- Кваліфікаційний розподіл праці спричинений різною складністю, точністю робіт, різним ступенем відповідальності за їх виконання, різними вимогами, які ставляться до підготовки виконавця.

- Великий вплив на ступінь і форми розподілу праці чинить тип виробництва. Так, особливості розподілу праці в масовому виробництві порівняно з одиничним полягають у значно більшій диференціації операцій, які виконуються основним робітником. Ця обставина суттєво змінює вимоги до кваліфікації працюючих. Інші співвідношення витрат праці основних робітників і тих, які обслуговують їхні місця. В масовому виробництві праця обслуговуючого персоналу більш спеціалізована. Значення праці помічників основних робітників в масовому виробництві зростає.

- Велике значення має встановлення раціональних границь розподілу і кооперування праці. Як економічна границя виступає збільшення сукупного фонду робочого часу або виробничого циклу. Технічна границя розподілу праці залежить від технічних можливостей виробництва. Фізіологічна границя пов'язана з допустимими фізичними і психічними навантаженнями. Соціальну границю визначає мінімально необхідна різноманітність виконуваних функцій, які забезпечують змістовність і привабливість праці.

- Кооперація праці залежить головним чином від організаційних та економічних границь.
- Організаційна границя кооперації праці визначається тим, що, з одного боку, не можна об'єднати для виконання будь-якої роботи менше ніж дві особи, а з іншого - існує норма керованості, перевищення якої призводить до неузгоджених дій і значних втрат робочого часу.

- Економічна границя кооперації праці зумовлена можливістю зниження витрат живої і уречовленої праці на одиницю виготовлюваної продукції.
- Суміщення професій і багатостатне обслуговування. Раціональний внутрішньовиробничий розподіл праці передбачає дотримання таких обов'язкових умов: забезпечення повного завантаження працівників; розширення трудового профілю і зростання кваліфікацій; усунення монотонності праці і підвищення її змістовності. Домогтися цього можна шляхом суміщення професій і функцій, а також багатостатного обслуговування.

- При суміщенні професій один робітник виконує функції і роботи, які стосуються різних професій. Суміщення може бути повним і частковим. В результаті скорочується загальна чисельність робітників професій, які суміщаються.
- Найбільш ефективним є суміщення професій, спеціальностей, які взаємопов'язані ходом технологічного процесу, єдністю оброблюваних предметів праці, виконанням основного і допоміжного процесів.

- Багатоверстатне (багатоагрегатне) обслуговування - це така форма організації праці, при якій один або група робітників (бригада) працюють одночасно на декількох верстатах (агрегатах), виконуючи ручні прийоми на кожному з них у період автоматичної роботи решти верстатів. Можливість багатоверстатного обслуговування сучасних верстатів ґрунтується на тому, що з підвищенням рівня механізації праці на операціях частка машинно-автоматичної роботи зростає і значно перевищує частку часу виконання ручних прийомів.

- Найбільш бажаним є таке поєднання, при якому час машинної роботи одного верстата не менший, ніж час ручної роботи на іншому верстаті. При рівності або кратності часу машинно-автоматичної роботи і виконання ручних прийомів досягається повне завантаження і робітника і верстатів, які ним обслуговуються.

Організація робочих місць, їх класифікація

- Як уже зазначалося, робоче місце - це первинно виробничий осередок, в якому здійснюється процес виробництва матеріальних цінностей. Це закріплена за окремим робітником або групою робітників (бригадою) частина виробничої площі з розташованими на ній засобами праці, призначеними для виконання певної частини виробничого процесу.

- В той же час робоче місце - це зона застосування праці безпосередньо працівником. Кожне робоче місце має свою специфіку, пов'язану з особливостями організації виробничого процесу, різноманітністю форм конкретної праці у виробництві. Вид робочого місця визначається такими факторами, як тип виробництва, рівень розподілу і кооперування праці, ступінь механізації, кількість устаткування на робочому місці та ін. Класифікація робочих місць наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Класифікація робочих місць

Ознака	Вид робочого місця
Тип виробництва	Спеціальне, спеціалізоване, універсальне
Розподіл і кооперація праці	Основного, допоміжного робітника, керівного працівника, інженерно-технічного працівника (за функціями)
Місце виконання роботи	У закритому приміщенні, на повітрі, висоті тощо
Зміст роботи	Індивідуальне, групове (бригадне)
Ступінь механізації та автоматизації	Автоматизоване, механізоване, ручної роботи
Кількість устаткування	Багатомашинне, одномашинне
Рухомість	Стационарне (постійне), пересувне (маршрутне, зональне)
Час функціонування	Постійне, тимчасове
Кількість змін	Однозмінне, двозмінне та ін.

- Організація робочого місця - це створення певного комплексу організаційно-технічних умов для високопродуктивної і безпечної праці.
- При вирішальній ролі знарядь праці вихідним моментом в організації робочого місця є предмет праці. Залежно від характеру (маси, габаритних розмірів, вимог до якості та ін.) проектується технологічний процес із вказівкою на вид і характер знарядь праці (машини, устаткування, інструменту, пристроїв), тобто визначається наперед устаткування та оснащення робочого місця.

- Знаряддя і характер предметів праці, своєю чергою, зумовлюють планування (площі, розміщення елементів робочого місця тощо). Кількість, повторюваність, маса, габаритні розміри предметів праці, особливості знарядь праці також визначають систему і форму обслуговування. У той же час характер і розміщення засобів і предметів праці повинні узгоджуватися з вимогами головної продуктивної сили - людини, з її можливостями проводити в рух і використовувати речові елементи процесу праці без шкоди для організму.

- До основних заходів, які становлять зміст робочих місць, належать: раціональна спеціалізація, правильне освітлення, розташування устаткування, оснащення, предметів праці, заходи щодо обслуговування, створення комфортних умов. Основні вимоги до організації робочих місць такі: на робочому місці постійно повинно знаходитись усе необхідне для безперебійної і високоякісної праці, не має бути нічого зайвого, робітник не повинен почуватися скуто при виконанні будь-якого необхідного трудового руху і в той же час не робити зайвих рухів.

- Планування робочого місця – це просторове розміщення засобів, предметів праці та виконавця з урахуванням антропометричних, біохімічних даних і основних характеристик органів чуття людини. Робоче місце можна розділити на дві зони: зону для праці (основна) і зону підходу (допоміжна). Обидві зони мають однакове значення для організації робочого місця і називаються внутрішнім плануванням. Зовнішнє планування – розташування робочого місця відносно інших місць – визначається характером і кількістю його оснащення, характером виконуваних робіт.

- Загальні вимоги до робочого місця такі: розмір робочої зони повинен давати змогу без перешкод і зручно виконувати роботи; виключення можливості травмування; устаткування має розміщуватися по змові в полі зору робітника і бути доступним для постійного нагляду за ходом технологічного процесу; основне і допоміжне устаткування розташовується так, щоб був вільний доступ при його обслуговуванні; предмети постійного користування повинні перебувати у зручному до користування стані; оснащення та устаткування постійного користування, предмети праці розташовуються з урахуванням антропометричних і фізіологічних даних людини; предмети тимчасового користування розміщуються в спеціально відведених місцях, щоб вони не заважали основній роботі.

- Аналізувати планування робочого місця треба йдучи від загального до часткового і розпочати з загального плану (зовнішнє планування), а потім перейти до деталей. Наочне уявлення розташування устаткування, оснащення допоміжних механізмів і предметів праці дає змогу накреслити план робочого місця. Доцільність планування можна встановити, якщо порівняти її з типовими проектами, з потоками руху деталей і визначити маршрути руху робітника.

4. Аналіз робочого часу

Будь-яка суспільна організація праці потребує встановлення певних пропорцій у витратах виробничих ресурсів у процесі виробництва: самої праці, її знарядь та предметів праці. Це означає, що є потреба у їх нормуванні. Мета та завдання нормування витрат праці визначаються типом її суспільної організації, тобто залежать від об'єктивно існуючих виробничих відносин на кожному історичному етапі розвитку суспільства.

- Норми живої праці необхідні для організації праці як у масштабі всього суспільства, так і на окремих підприємствах. Вони потрібні також при встановленні завдань з економії праці, для зіставлення, аналізу та оцінки фактичних витрат праці порівняно з плановими.

- Найважливішим видом є норми витрат робочого часу на виробництво одиниці продукції. Але тривалість виконання роботи залежить від ступеня організації і технічного оснащення праці, тобто від тих організаційних і технічних умов, за яких вона виконується.

- Норми витрат праці необхідні також для правильної організації її оплати. Мірною кількості праці для кожного працівника виступає норма витрат праці. Нормування праці - необхідна умова і дуже важливий засіб наукової організації праці та виробництва.

- Роботи, які виконуються в промисловості, відзначаються великою різноманітністю, що зумовлює використання при їх нормуванні різних вимірювачів витрат праці. Залежно від одиниці витрат праці розрізняють такі види норм: часу, виробітку, нормованого завдання, обслуговування, чисельності.

- Норма часу - це регламентований час виконання певного обсягу робіт у певних виробничих умовах одним або декількома виконавцями відповідної кваліфікації.

- Норма виробітку - це регламентований обсяг роботи (в штуках, тоннах, метрах тощо), який повинен бути виконаний за одиницю часу (за годину, зміну, місяць) у певних організаційно-технічних умовах одним або декількома виконавцями відповідної кваліфікації. Норма виробітку є величиною, оберненою до норми часу.

- Нормоване завдання - це встановлений склад і обсяг робіт, який повинен бути виконаний одним або групою працівників за певний період часу (зміну, місяць). За своїм змістом ця норма витрат праці близька до норми виробітку. Нормовані завдання дедалі частіше застосовуються при нормуванні праці робітників-погодинників, які виконують операції, що регулярно або періодично повторюються.

- Норма обслуговування - це встановлена кількість об'єктів (одиниць устаткування, виробничих площ, робітників та ін.), які повинні обслуговуватися одним або групою працівників протягом зміни (місяця).

- Для нормування праці керівних працівників вдаються до різновиду норми обслуговування - норми керування. Це оптимальна кількість підпорядкованих працівників або структурних підрозділів, які повинні бути закріплені за керівником.

- Під нормою чисельності розуміють кількість працівників (робітників, ІТП, службовців), необхідних для виконання певного обсягу робіт. Норма чисельності застосовується для нормування праці, яка не має чіткої регламентації, а її обсяг змінюється протягом зміни, доби, місяця (деякі категорії допоміжних робітників та службовців).

- До змісту нормування праці входить: аналіз виробничих можливостей робочого місця; проектування складу і послідовності виконання трудових процесів; технічне, фізіологічне та соціально-економічне обґрунтування можливих варіантів роботи і встановлення та розрахунок норм праці.

Класифікація затрат робочого часу зображена на рисунку 2.

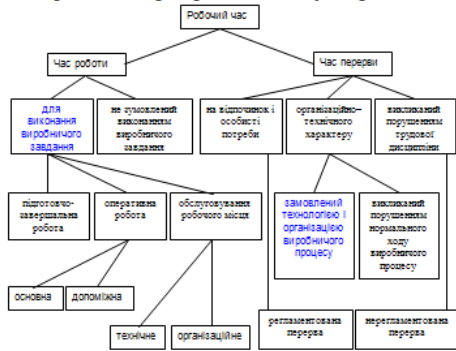


Рис. 2. Класифікація затрат робочого часу

- Робочий час, тобто законодавчо встановлений період часу, протягом якого робітник повинен виконати доручену йому роботу, розподіляється на час роботи і час перерв. До першого належить весь час виконання тієї чи іншої передбаченої виробничим завданням роботи, до другого - час, протягом якого виконавець не зайнятий роботою з різних причин.

- Час роботи включає витрати часу, безпосередньо пов'язані з виконанням виробничого завдання, і витрати часу, не зумовлені виконанням виробничого завдання, які можуть бути усунені (очікування інструменту і заготовок, виправленням браку тощо).

- Час роботи на виконання виробничого завдання складається з підготовчо-завершального часу, оперативного і часу обслуговування робочого місця. Власне, цей час підлягає технічному нормуванню (структура норми часу на одиницю продукції зображена на рисунку 3).

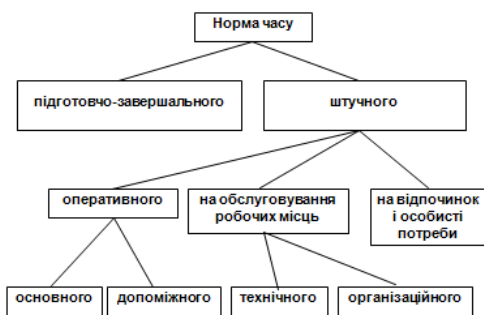


Рис. 3. Структура норми часу

Основний і допоміжний час становить оперативний час:

$$T_{оп} = T_о + T_д,$$

який витрачається на безпосереднє виконання певної операції по кожному окремому предмету праці.

- Основний (технологічний) - час, упродовж якого відбувається основний (технологічний) процес. Характерна ознака основного часу - повторюваність у кожній одиниці виробу. Прикладом основного часу може бути час, який витрачається безпосередньо на різання, зварювання, складання тощо. Розрізняють основний час машинний, машинно-ручний, ручний і апаратурний.

- Машинний час витрачається на зміну предмета праці робочою частиною машини під наглядом робітника (наприклад, зняття стружки з автоматичною подачею).
- Машинно-ручний - час на зміну предмета праці, який витрачається робочою частиною машини при прямій участі робітника (наприклад, зняття стружки з ручною подачею).

- Ручний - час на зміну предмета праці без будь-якої допомоги машини (обпилювання, ручне кування).
- Апаратний - час на зміну фізичних і хімічних властивостей предметів праці, які містяться в апараті, під впливом будь-якої енергії, під наглядом робітника (відпалювання, плавлення, нагрівання, сушіння та ін.).

- Допоміжний - час, упродовж якого здійснюються допоміжні операції, які забезпечують виконання основного прийому (встановлення деталей на верстат, зняття деталі, повороти деталі в процесі обробки, запуск і зупинка верстата та ін.). Допоміжний час може повторюватися або з кожною одиницею оброблюваної продукції (деталі), або через певну їх кількість, але може бути і машинно-ручним (встановлення і зняття деталі за допомогою підімально-транспортних механізмів).

- Час обслуговування робочого місця - це час, який витрачається на догляд за робочим місцем протягом певної роботи або робочої зміни. До часу організаційного обслуговування робочого місця належить час, який витрачається робітником на догляд за робочим місцем упродовж зміни (розкладання і прибирання інструментів, прибирання робочого місця, верстата, змазування і чищення верстата тощо). Час технічного обслуговування робочого місця відводиться для догляду за устаткуванням, пристроєм, інструментом упродовж певної роботи (підладжування, регулювання верстата, зміна інструменту через його затуплення тощо).

- Час перерв може залежати (перерви на відпочинок, запізнення на роботу, заняття сторонньою справою та ін.) або не залежати від робітника (недоліки в організації виробництва, несправність устаткування, несвоєчасне надходження матеріалів, заготовок, креслень, перерви в подачі енергії та ін.).

- Технічна норма часу обчислюється або на одиницю продукції (деталь), або на партію деталей. У першому випадку норма часу називається нормою штучного часу Тшт., в другому - нормою часу на партію Тпар. До складу норми штучного часу входять: оперативний час Топ., який складається з основного То і допоміжного часу Тд; час обслуговування робочого місця Тоб., до складу якого входить час організаційного То.об та технічного обслуговування Тт.об; час перерв Тпер. Отже: $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$.

У практиці технічного нормування застосовуються два основних методи вивчення витрат робочого часу: фотографія робочого часу і хронометраж.

- За допомогою фотографії робочого часу виявляють явні та приховані втрати робочого часу, аналізуються їх причини і розробляються заходи, які забезпечують ліквідацію виявлених витрат; одержують вихідні відомості для розробки нормативів часу, норм обслуговування і нормативів чисельності; обчислюють відсоток виконання діючих норм виробітку (часу) за фактично відпрацьований час; виявляють застарілі та помилкові норми часу; з'ясовують причини, які заважають усім робітникам виконувати встановлені технічно обґрунтовані норми; визначають можливості кооперування операцій, робіт, робочих місць; отримують вихідні матеріали для встановлення укрупнених технічно обґрунтованих норм часу; виявляють фактичне завантаження робітників і устаткування, а також виробничі можливості устаткування; отримують вихідні матеріали для запровадження найбільш раціональної організації праці, робочих місць та їх обслуговування, а також скорочення витрат часу на допоміжні роботи; вивчають досвід використання робочого часу передовими робітниками для поширення його серед інших працівників.

- Залежно від кількості об'єктів спостереження і цільового призначення застосовують індивідуальну, групову і самофотографію робочого дня.
- Індивідуальна фотографія робочого дня використовується для вивчення витрат робочого часу одного робітника, який працює на одному робочому місці.
- Групова фотографія робочого дня допомагає вивчати витрати робочого часу групою робітників, кожний з яких виконує самостійну роботу.

- Самофотографія робочого дня призначається для виявлення витрат робочого часу і виконується самими робітниками. Її суттєва перевага - масовість спостережень.
- Фотографія робочого дня складається з таких етапів: підготовки для проведення спостереження; обробки даних; висновків і розробки конкретних організаційно-технічних заходів; контролю за впровадженням у виробництвом запроваджуваних заходів.

- Готуючись до проведення спостережень, знайомляться з умовами роботи цеху і робочими місцями, на яких виконуватиметься робота, вивчають технологію виробництва, параметри роботи устаткування, організацію робочого місця. Переходячи до спостереження, майстер повинен здійснити спеціальну підготовку: забезпечити своєчасну подачу сировини, заготовок, справність устаткування, налагодити чітке обслуговування робочих місць.

- Фотографується робочий час методом безпосередніх замірів часу шляхом спостереження і замірів тривалості тієї чи іншої роботи. В спостережний лист потрібно вписати назву виконуваної роботи і зазначити у відповідній графі листа рівень витрат робочого часу. Якщо ж робота під час спостереження повторюється декілька разів, то її записують щоразу окремо (табл. 2.), тобто в спостережному листі зазначають час початку і закінчення роботи (елементів роботи). При послідовному виконанні декількох елементів роботи початком кожного наступного з них потрібно вважати закінчення попереднього.

Таблиця 2. Спостережний лист фотографії робочого дня

Вид і послідовність роботи	Час		Індекс
	поточний	тривалість, хв.	
Початок спостереження	8 год 00 хв	-	-
Пришов на робоче місце	8 год 05 хв	5	ПР
Одержав від майстра завдання	8 год 11 хв	6	ПЗ
Готую робоче місце, інструмент	8 год 15 хв	4	ОМ
Оперативна робота	9 год 40 хв	85	ОП
Ходив за заготовками	9 год 50 хв	10	ПН
Оперативна робота	10 год 30 хв	40	ОП
Замінив інструмент	10 год 35 хв	5	ОМ
Розмовляв з товаришем	10 год 40 хв	4	ПР
Оперативна робота	11 год 50 хв	70	ОП
Відпочиває	12 год 03 хв	13	ПР
Оперативна робота	12 год 30 хв	27	ОП
Обідна перерва	13 год 00 хв	-	-
Повернувся з обіду	14 год 00 хв	-	-
Оперативна робота	14 год 11 хв	41	ОП
Ремонт електропроводки	14 год 22 хв	11	ПН
Оперативна робота	14 год 57 хв	35	ОП
Відпочиває	15 год 12 хв	15	ПРН
Оперативна робота	16 год 00 хв	48	ОП
Ремонт інструменту	16 год 05 хв	5	ПН
Оперативна робота	16 год 45 хв	40	ОП
Прибирає робоче місце, інструмент	16 год 54 хв	9	ОМ
Закінчив роботу	17 год 00 хв	6	ПР
Всього	-	480	-

- Оскільки витрати робочого часу заміряються у поточному часі, то обробка спостережного листа розпочинається з розрахунку тривалості окремих видів витрат робочого часу (від показника поточного часу віднімають його значення для попереднього виду витрат робочого часу). Кожному видові витрат робочого часу присвоюють індекс, а потім додають однойменні (за індексами) витрати і фактичний баланс робочого часу (табл. 3).

Таблиця 3. Фактичний баланс робочого часу

Індекс	Затрати часу	Тривалість часу	
		хвилини	у % до часу спостереження
ПЗ	Підготовчо-завершальний	6	1,25
ОП	Оперативний	386	80,42
ОМ	Обслуговування робочого місця	19	3,95
ПМ	Перерви пов'язані з наладкою у виробництві	26	5,42
ПР	Перерви пов'язані з порушенням трудової дисципліни	15	3,42
ПРН	Перерви на відпочинок і особисті потреби	28	5,84
	Всього	480	100

- Здійснюється аналіз витрат та їх причин, а також витрат часу, необхідних для нормальної роботи. На підставі такого аналізу проектується баланс робочого часу, який і використовується для встановлення витрат підготовчо-завершального та оперативного часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби.

- Одним із методів проведення фотографії робочого дня є моментні спостереження. Вони полягають у встановленні витрат робочого часу і використанні устаткування в часі за допомогою застосування методів теорії ймовірності і математичної статистики. В процесі вивчення робочого часу методом моментних спостережень реєструються не абсолютні значення витрат часу, а кількість моментів витрат.

- Моментні спостереження проводяться під час обходу наперед визначеним маршрутом ділянки, де розташовані робочі місця виконавців. Для того щоб уникнути тенденційності в реєстрації витрат робочого часу при моментних спостереженнях (намагання спостерігача зафіксувати найхарактерніші, на його погляд, дії робітників), встановлюються фіксажні пункти. Фіксажними пунктами називаються ті місця маршруту руху спостерігача, підійшовши до яких він повинен зафіксувати, чим зайнятий у цей момент робітник або яка робота в цей момент виконується на устаткуванні.

- Усталеність маршруту і фіксажних пунктів під час проведення моментних спостережень обов'язкова. Швидкість пересування спостерігача під час обходу ділянки не впливає на результати спостережень. Порівнявши з фіксажним пунктом, спостерігач з'ясовує, чим зайнятий робітник у цей момент, і записує результати в листах спостереження. При вивченні витрат часу допоміжних робітників, які не мають постійних робочих місць, фіксажні пункти не встановлюються і витрати часу реєструються в момент зустрічі спостерігача з робітником під час обходу ділянки по наперед визначеному маршруту.

- Щоб забезпечити достовірність результатів вивчення робочого часу методом моментних спостережень, потрібно наперед встановити обсяг спостереження, тобто кількість моментів або замірів, які потрібно зафіксувати. Кількість замірів при моментних спостереженнях визначається за формулами (або таблицями, складеними за цими формулами), які виведені на підставі правил математичної статистики.

- Необхідну кількість спостережень N_n можна визначити за формулою:

$$N_n = \left(\frac{100\sqrt{n-1}}{\frac{n}{\Delta t} - \Delta t} \right)^2,$$

- де n - кількість елементів витрат робочого часу, од; Δt - допустима відносна помилка результатів спостережень, % (встановлюється в межах 1...10%).

- Хронометражуванням називається спостереження і заміри безпосередньо на робочому місці витрат оперативного часу, які повторюються при багаторазовому виконанні певної операції. На відміну від фотографії робочого дня, яка фіксує всі без винятку затрати робочого часу упродовж зміни, хронометраж вивчає тільки основний і допоміжний час, який повторюється в певній послідовності при виготовленні кожної одиниці однакових виробів.

- Призначення хронометражування - дослідити нормовану операцію і визначити фактичні витрати часу на виконання окремих елементів ручної і машинно-ручної роботи для встановлення технічних норм.

- Аналіз робочого часу крім нормування праці включає вивчення методів робіт. Вивчення методів робіт – це системний підхід до організації і покращення способів виконання робіт. Найбільш поширений підхід відомий під аббревіатурою SREDIM (від англійських слів select – вибрати, record – записувати, examine – вивчати, develop – розробляти, install – впроваджувати, maintain - підтримувати), який включає:

- 1. Вибір варіантів. Вибір області для аналізу може бути зумовлено використанням нового процесу чи обладнання, що вимагає переорганізації методів роботи або тягне за собою виникнення різних проблем. Ціль процесу відбору полягає в тому, щоб впевнитись, що проблема дійсно існує і що її можна вирішити в рамках досліджуваних методів.

- 2. Записи спостереження. Ціль – скласти об’єктивну вибірку спостережень про характер виконання задачі, включаючи відхилення в поведінці та різні зовнішні фактори. На базі спостережень складають графіки послідовності виконання операцій і таким чином фіксують весь технологічний процес. Найбільш часто вживані для побудови графіків символи:

- – операції;
- – контроль;
- ▭ – простій;
- ⇒ – транспортування;
- ▽ – зберігання.

- Тип і детальність схеми вибирають від ситуації. Особливо корисні такі графіки в сфері послуг, де можна відобразити контраст між роботою працівника і покупцем. На рис. 4 наведено приклад купівлі книжки.

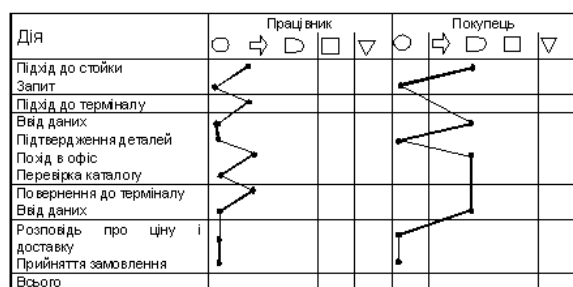


Рис. 4. Схема дії працівника/покупця при замовленні книги

- 3. Вивчення. Записи процедур (графіки) детально вивчаються з метою виявлення ділянок для покращення. В областях втрат, пов’язаних з простоями і транспортуванням, основну увагу потрібно зосереджувати на покращенні виробничих операцій за рахунок їх перепланування. Для цього використовується стандартний перелік питань, що задаються по кожній операції в наступній послідовності:

- Ціль:
- Що робиться? Чому? Які є альтернативи? Що потрібно робити?
- Місце:
- Де це робиться? Чому? Де ще можна? Де краще за все?
- Послідовність:
- Коли це робиться? Чому? Коли ще можна? Коли краще всього?
- Особистість:
- Хто це робить? Чому? Хто ще може це робити? Хто робить краще за всіх?
- Засоби:
- Як це робиться? Чому? Як ще можна це зробити? Як зробити це краще всього?
- Результатом являється критична оцінка всіх аспектів роботи, виявлення варіантів і вибір кращих з них.

- 4. Розробка. Описаний вище процес аналізу напряду веде до розробки нових чи покращення існуючих методів. Будучи складеними і формалізованими, як правило у вигляді графіка техпроцесу, вони піддаються критичній перевірці на предмет здійснення і переваги над використовуваними раніше.

- 5. Впровадження. Покращені методи передаються тим, кого вони безпосередньо стосуються для впровадження. При цьому важливо переконати майстрів (працівників) в тому, що вони є корисними і обґрунтованими.

- 6. Підтримання. Підтримка необхідна для того, щоб справитись з непередбаченими обставинами, які можуть виникнути на етапах розробки і впровадження, а також для здолання виникаючих відхилень в процесі виробництва.

Тема 6. Управління запасами

- 1. Суть управління запасами
- 2. Класичні системи управління запасами
- 3. Використання резервного фонду в управлінні запасами
- 4. Спеціальні моделі в управлінні запасами

1. Суть управління запасами

Управління матеріальними запасами визначається як група функцій управління, що підтримують повний цикл потоку матеріалу від закупки та внутрішнього контролю за перетворенням матеріальних запасів в готовий продукт і контролю в процесі здачі на склад, до доставки та розповсюдження закінченого продукту.

2/3 з того, що купує середній виробник, йде на випуск кінцевого продукту, а це становить 2/3 від вартості товару, який продається. Володіння матеріально-технічними запасами передбачає великі витрати, які у виробників в середньому складають 30...35% від вартості самих запасів.

Наприклад, якщо фірма утримує запаси вартістю 20 млн. грн., то це коштуватиме їй більше 6 млн. грн. на рік. Ці витрати включають зберігання, переміщення, застарівання, страхування, додаткові витрати і т.д. Якщо б загальну кількість запасів можна було зменшити до 10 мільйонів, то фірма заощадила б 3 мільйони на рік.

Тому знання процесів управління матеріальними запасами, знання матеріальних запасів, знання і правильний вибір виробництва та постачальників, дає можливість відділу, який займається закупками, впливати на вартість товару вдвічі більше, ніж на нього впливає відділ виробництва.

Ціль утворення запасів – це створення певного буфера між послідовними поставками матеріалів і виключення необхідності неперервних поставок.

Базова ціль – задовольнити покупця і поставити йому товар з меншими витратами. Це призводить до розходження між витратами на матеріальні засоби та їх зберігання, і витратами на перевезення.

- **Матеріально-технічні запаси** - це запас будь-якого виду ресурсу, що використовується в організації.
- **Система управління запасами** - це набір стратегій та видів контролю, за допомогою яких контролюються рівні запасів, визначається їх необхідний об'єм та точка, в якій має відбуватись поповнення і розмір замовлень

- Система управління запасами забезпечує організаційну структуру і операційні стратегії для підтримання і контролю запасів.
- Система відповідальна за замовлення товарів: хронометраж розміщення замовлень; слідкування за тим, що було замовлено; в якій кількості і від кого. Система має давати відповіді на такі питання: Чи отримав продавець замовлення? Чи воно вже відвантажено? Чи вчасно це зроблено?

- У повному масштабі запаси включають такі входи, як людські та фінансові ресурси, енергію, обладнання, сировину та виходи (деталі, вузли, готову продукцію), а також частково закінчені товари і незавершене виробництво.
- Що саме відносити до матеріально-технічних запасів залежить від організації. У виробничій операції можуть використовуватись такі запаси, як персонал, машини, оборотний капітал, сировина та готова продукція. Наприклад, авіалінія може мати запас сидінь, аптека - запас ліків і т.п.

За загальною згодою до **виробничих запасів відносять** матеріали, що вносять вклад чи є частиною продукту фірми.

Виробничі запаси типово поділяються на такі сегменти:

- сировина;
- готова продукція;
- комплектуючі;
- допоміжні матеріали;
- незавершене виробництво.

- У сфері послуг запаси звичайно включають матеріальні товари, що продаються, та допоміжні матеріали, необхідні для управління (праці).

Основною метою аналізу запасів у виробництві і складському господарстві є встановлення:

- часу замовлення;
- розміру замовлення.

Сучасні тенденції у виробництві модифікували ці прості питання "коли" і "скільки". Багато фірм вступають у довготривалі відносини з продавцями. Це змінює питання "коли" і "скільки замовляти" на "коли" і "скільки постачати".

У виробництві товарів запаси служать для задоволення наступних потреб:

- Підтримання незалежності операцій.
- Задоволення відхилення в попиті на продукт. Якщо попит на товар відомий точно, то є можливість виробляти продукт який би точно задовольняв попит. Але часто попит невідомий і має утримуватись резервний фонд для задоволення відхилень.
- Надання гнучкості плануванню виробництва. Запас послаблює тиск на виробничу систему. Це дозволяє плануванню забезпечувати гладкіше протікання процесів виробництва і сприяє зменшенню витрат на операції.
- Забезпечення гарантії варіанту в постачанні сировини. Коли у продавця з різних причин можуть виникнути затримки: звичайні відхилення в часі постачання; недостача матеріалів на підприємстві продавця; раптовий страйк чи поставка не тих матеріалів чи матеріалів з дефектами.
- Захисту коштів від інфляції. При високому рівні інфляції обігові кошти інвестують в надмірні закупки запасів, тим самим їх зберігаючи.

При прийнятті рішень про розмір запасів мають враховуватись наступні витрати:

- **Витрати на закупку (ціна запасів).**
 - **Витрати на утримання.** Ця категорія включає витрати на складські споруди, управління, страхування, дрібні крадіжки, застарівання, податки, попомки, обезцінення та додаткові витрати капіталу. Очевидно, що високі витрати на утримання сприяють низькому рівню запасів та частому поповненню.
 - **Витрати на переналадку.** Щоб виробляти інший продукт треба забезпечити поставку необхідних матеріалів, організувати переналадку обладнання, заповнити потрібні документи, вивезти попередній запас матеріалів.
 - **Витрати на розміщення замовлення.** Ці витрати включають управлінські і конторські затрати на підготовку покупки, а також транспортні витрати. Вони підрозділяються на три категорії: витрати на доставку (транспортні); витрати на видачу замовлення продавцю; витрати на підрахунок кожного окремого виду товару, що замовляється.
 - **Витрати на недостачу.** Коли запас певного виду товару вичерпаний - потрібен час для поповнення чи відмови від певного виду запасів. Між утримуваним запасом і всіма витратами на недостачу запасів є взаємозв'язок. Цей баланс деколи тяжко забезпечити так, щоб правильно оцінити втрачені прибутки від недостачі запасів.
- Визначення правильної величини замовлення** чи партій для виробничих потужностей фірми включає пошук мінімальних загальних витрат, викликаних групами чотирьох індивідуальних витрат: витрат на утримання, на переналадку, на розміщення замовлення, на недостачу.

2. Класичні системи управління запасами

Система управління запасами по принципу "точно-вчасно"

- Система управління запасами "точно-вчасно" (just-in-time) зародилася в Японії.
- Відносно висока вартість капіталу і площ в Японії, вимушують японські фірми зводити матеріально-технічні запаси до абсолютного мінімуму. Матеріали, деталі і вироби поступають точно в той момент, коли вони необхідні.
- Ця система управління матеріально-технічними запасами в багатьох випадках перевершує класичні системи. Мінімізація матеріально-технічних запасів призводить до виключення витрат на утримання запасів, спрощується ведення обліку товарів, практично зникають витрати на переналадку пов'язані з запасами матеріалів. З іншого боку, зростають транспортні витрати і витрати на розміщення замовлень. Виникає великий ризик появи витрат на недостачу при затримці поступлення запасів.

- Ця система ефективна при високому індустріальному розвитку країни, коли постачання матеріально-технічних запасів проводиться з невіддалених місць, при високому рівні транспортного забезпечення і організації виробництва постачальників.

Залежний і незалежний попит

- В управлінні матеріальними запасами залежний і незалежний попит.
- Залежний попит притаманний виробничій сфері (виробничим процесам), де існує пряма залежність між запасами і об'ємами випуску продукції, а незалежний сфері послуг, коли не існує точної потреби у тих чи інших продуктах чи послугах.

Системи управління запасами по моделях фіксованої величини замовлення та фіксованого періоду часу

- Є два основних типи систем управління запасами: моделі фіксованої величини замовлення (ФВЗ) і моделі фіксованого періоду часу (ФПЧ).
- Основна відмінність між ними полягає в тому, що моделі ФВЗ є "зорієтованими на факт", а моделі ФПЧ "зорієтованими на час". Тобто, модель ФВЗ ініціює замовлення, коли має місце факт досягнення певного рівня повторних замовлень. Цей факт може мати місце будь-коли, залежно від попиту на товар. На противагу цьому, модель ФПЧ обмежує розміщення замовлень до збігу певного попереднього визначеного періоду часу.

- Для використання моделі ФВЗ, яка розміщує замовлення коли залишок запасів сягає певної точки R, потрібно постійно контролювати цей залишок запасів.
- Отже, модель ФВЗ є постійно діючою системою, яка вимагає, щоб кожен раз при поступленні чи вибутті запасів їхня кількість зрівнялась із точкою повторного замовлення R.

- Для моделі ФПЧ головне - період перевірки, на протязі якого не проводяться ніякі підрахунки
- Деякі фірми поєднують особливості обох моделей.

Відмінності між моделями ФВЗ і ФПЧ

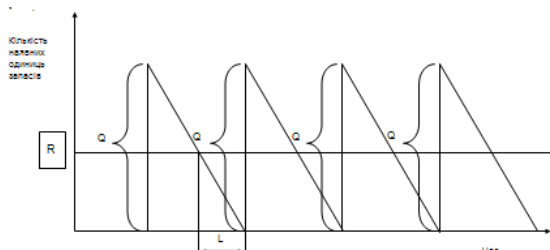
Характеристики	Модель ФВЗ	Модель ФПЧ
Величина замовлення	Q – стала (однакова кількість замовляється кожного разу)	Q – змінна (змінюється кожного разу, коли робиться замовлення)
Коли зробити замовлення	R – коли кількість наявних запасів знизиться до рівня повторного замовлення	T – коли настає період перевірки
Ведення обліку	Кожного разу робиться або відрахування або додавання	Розрахунок – лише в певний період
Величина запасів	Менша, ніж у моделі ФПЧ	Більша, ніж у моделі ФВЗ
Час на роботу моделі	Більший, що зумовлено постійністю ведення обліку	Менший, що зумовлено періодичністю ведення обліку
Тип запасів	Дорогі, дефіцитні чи важливі товари	Запаси дешеві і середньої вартості

Пошук оптимальної величини замовлення

Пошук оптимальної кількості замовлення базуються на наступних характеристиках моделі при системі управління запасами з залежним попитом:

- попит на продукт є сталим і незмінним на протязі всього періоду;
- час постачання (період між замовленням і його одержанням) сталий;
- ціна одиниці продукту стала;
- витрати на утримання запасів базуються на їх середньому рівні;
- витрати на замовлення і переналадку сталі; весь об'єм попиту задовольняється.

Базова модель ФВЗ

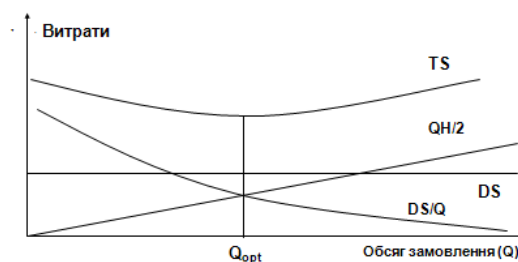


- Ефект "зуба пили" показує, що коли запас зменшується до точки R - робиться повторне замовлення. Це замовлення отримується в кінці періоду часу, який в цій моделі сталий.

Першим кроком у конструюванні моделі управління запасами буде доречним таке рівняння:

- $TC = DC + DS/Q + QH/2$,
- де TC - загальнорічні витрати;
- D - попит (річний);
- C - витрати на одиницю запасів (ціна);
- Q - величина замовлення;
- S - витрати на переналадку чи на розміщення замовлення;
- R - точка повторного замовлення;
- L - час постачання;
- H - річні витрати на утримання і зберігання одиниці запасу.

Відношення між витратами



Наступним кроком є визначення розміру замовлення, при якому загальні витрати мінімальні. З рисунку загальні витрати мінімальні в точці, де похідна по Q дорівнює нулю. Для даної моделі оптимальна величина замовлення визначатиметься:

$$TC' = DC' + DS/Q' + QH/2',$$

Звідки:

$$Q = \sqrt{2DS/H}$$

- В простій моделі попит і час постачання сталі, а тому точка повторного замовлення визначатиметься по формулі:

$$R = dL,$$

- де d - середньоденний попит;
- L - час поставки (в днях).

- Приклад. Визначити рентабельну величину замовлення, точку повторного замовлення і загальні витрати, використовуючи наступні дані:

- D = 1000 одиниць;
- d = 1000/365;
- S=5 гривень на замовлення;
- H = 1,25 гривень на одиницю за рік;
- L = 5 днів;
- C=12,5 гривень.

- Рентабельна величина замовлення становить:

$$Q = \sqrt{2DS/H} = \sqrt{2*1000*5/1,25} = 89,4 \text{ (90)}.$$

- Точка повторного замовлення становить:

$$R = dL = (1000/365) * 5 = 13,7 \text{ (14)}.$$

- Загальні витрати складуть:

$$TC = DC + DS/Q + QH/2 = 1000*12,5 + 1000*5/90 + 90*1,25/2 = 12611,81 \text{ (грн.)}$$

- Формула рентабельної величини замовлення (РВЗ) або Q може бути змінена для того, щоб підходити до багатьох ситуацій. Припустимо, у виробництві управління надає перевагу передачі деякої кількості одиниць Q кількома частинами. Як це змінить рівняння?

- Нехай оброблювана партія Q буде передаватися n партіями. Звідси середній розмір передаточної партії - Q/n. Залишаючись при попередніх умовах, коли витрати базуються на розмірі середньої партії, витрати на утримання запасів складатимуть: (Q/2 · n) · H. Тоді:

$$Q = \sqrt{2nDS/H}; TC = DC + DS/Q + QH/2n$$

- Приклад. Розглянемо наступне завдання: D=10000; S=20 грн.; H=1,5 грн.; C=5 грн. Визначити Q і TC, коли передаточна партія дорівнює 4 (n=4).

Розв'язок:

$$Q = \sqrt{2nDS/H} = \sqrt{2*4*10000*20/1,5} = 1032.$$

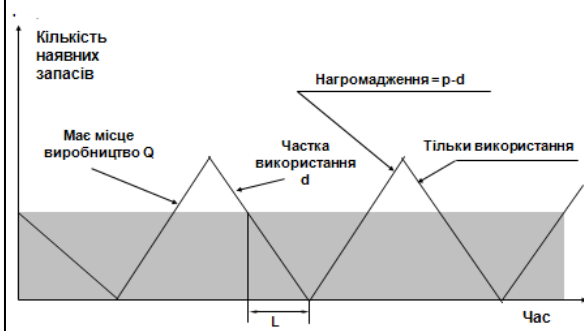
$$TC = DC + DS/Q + QH/2n = 10000*5 + 10000*20/1032 + 1032*1,5/2*4 = 50387,3.$$

Модель ФВЗ з використанням

Ми розглядали, що замовлена кількість одиниць буде одержана однією партією, але часто це не так. У багатьох ситуаціях на практиці виробництво якогось виду запасу і його використання проходять одночасно. Це зокрема відбувається тоді, коли одна частина виробничої системи виступає постачальником для іншої. Наприклад, у той час, коли ще штампуються деталі для виконання замовлення на вікна, ці штамповані деталі обрізаються і збираються до того, як весь об'єм штамповочних робіт завершується.

Багато фірм починають встановлювати довготривалі відносини із продавцями. За такими договорами одне замовлення може покривати потреби на матеріали чи продукти на півроку чи на рік із постачанням щотижня чи навіть частіше. Ця модель відрізняється від попередньої, бо як вона включає частку безперервного використання d.

Модель ФВЗ з використанням



Якщо d означатиме сталу частку попиту на деякий вид запасу, що йде у виробництво, а p - виробництво частки запасу для того процесу, що використовує цей вид запасів, ми можемо вивести таке рівняння загальних витрат:

$$TC = DC + DS/Q + (p-d)QH/2.$$

Диференціюючи це рівняння і прирівнюючи до нуля одержимо:

$$Q = \sqrt{2nDS/H^*(p/(p-d))}.$$

- Приклад. Продукт X - стандартний вид запасів фірми. Кінцеве складання виробу відбувається на складальній лінії, яка функціонує щодня. Один з компонентів виробу X (нехай X1) виробляється в іншому підрозділі фірми. Цей підрозділ фірми випускає 100 виробів X1 на день. Частина ж X1 у використанні лінії складання 40 одиниць на день. Менеджер підрозділу просить повідомляти про потребу в запасі X1 на тиждень наперед. Визначити оптимальний розмір партії виробництва компонента X1.
- Є наступні дані: $d = 40$ од.; $H = 0,5$ грн. на од.; $D = 10000$; $C = 7$ грн.; $p = 100$ од.; $L = 7$ днів; $S = 850$ грн.

- Розв'язок. Оптимальний розмір замовлення і точка повторного замовлення підраховуються наступним чином:

$$Q = \sqrt{2nDS/H^*(p/(p-d))} = \sqrt{2*10000*50/0,5*(100/(100-40))} = 1826;$$

$$R = dL = 40*7 = 280.$$

Отже, коли запас компонентів X1 зменшиться до 280 одиниць має бути замовлено ще 1826 одиниць.

3. Використання резервного фонду в управлінні запасами

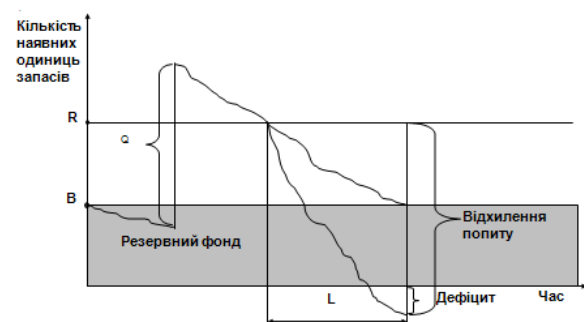
- Попередні моделі припускали, що попит є сталим і відомим. У більшості випадків попит не є сталим і змінюється кожного дня. Отже, має бути сформований резервний фонд для захисту від нестачі. В літературі на тему резервних фондів є два підходи стосовно попиту на запаси, який має бути захищений. Перший передбачає певну ймовірність, що попит перевищить деякий визначений обсяг. Наприклад, ціль може бути такою: "Встановити резервний фонд на такому рівні, щоб була лише 5%-на вірогідність, що попит перевищить 300 одиниць". Другий підхід приділяє увагу очікуваній кількості одиниць, що будуть у дефіциті. Ціль наступна: "Встановити такий рівень запасів, щоб ми могли задовольнити 95% попиту на цей товар".

- Резервний фонд може розглядатись як запаси що утримуються, щоб забезпечити впевненість у досягненні певного рівня обслуговування. Обговорення про рівні обслуговування базується на статистичній концепції, яка відома під назвою очікуваного z або $E(z)$. $E(z)$ - це очікувана кількість недостатніх одиниць запасів на протязі періоду L (часу постачання). Подальші пояснення проведемо в контексті двох основних типів моделей: фіксованої величини замовлення (ФВЗ) і фіксованого періоду часу (ФПЧ).

Модель ФВЗ із визначеним рівнем обслуговування

- Система ФВЗ контролює рівень запасів безперервно і небезпека дефіциту наступає тільки на час постачання, тобто час між замовленням і його отриманням. Як показано на рисунку замовлення робиться, як тільки рівень запасів доходять до точки повторного замовлення R . Протягом часу постачання можливі відхилення попиту. Ці відхилення визначаються або з аналізу минулих даних, або за експертною оцінкою, коли даних немає.

Модель ФВЗ із резервним фондом



- Розмір резервного фонду залежить від бажаного рівня обслуговування. Розмір замовлення Q підраховується з урахуванням попиту і витрат. Точка повторного замовлення має покривати очікуваний попит на протязі часу постачання плюс резервний фонд, визначений бажаним рівнем обслуговування.

- Отже, основна різниця між моделями ФВЗ з визначеним і невизначеним попитом не в підрахунку величини замовлення Q , а в підрахунку точки повторного замовлення, що включає резервний фонд:

$$R = dL + Z\sigma_1,$$

де R - точка повторного замовлення

d - середньоденний попит;

L - час постачання (в днях);

Z - величина стандартних відхилень для певного рівня обслуговування;

σ_1 - стандартне відхилення використання на протязі часу постачання.

$Z\sigma_1$ - це величина резервного фонду. Зауважте, що коли є резервний фонд, то спостерігається ефект скорішого повторного замовлення, тобто R без резервного фонду просто середній попит за період постачання L . І чим більший резервний фонд, тим швидше робиться замовлення.

Підрахунок d , σ_1 , Z

- Попит на протязі часу постачання є оцінкою або прогнозом очікуваного. Це може бути одне число чи сума очікуваних попиту на протязі часу постачання (наприклад, сума середньоденних попиту на протязі 30 днів часу постачання). Денний попит може бути спрогнозований використовуючи будь-яку модель.

- Підрахуємо Z .
- Це зробимо спочатку підрахувавши $E(z)$, а Z знайдемо в таблиці.
- Отже, $E(z)$ визначається за формулою:

$$E(z) = (1-p)Q / \sigma_1,$$

- де P - бажаний рівень обслуговування;
- $(1-P)$ – незадоволений попит;
- σ_1 - стандартне відхилення попиту на протязі часу постачання;
- Q - рентабельна величина замовлення;
- $E(z)$ - очікувана величина недостачі.

Очікувана кількість дефіциту і стандартне відхилення

$E(z)$	z	$E(z)$	z	$E(z)$	z	$E(z)$	z
4,500	-4,50	2,205	-2,20	0,351	0,10	0,003	2,40
4,400	-4,40	2,106	-2,10	0,307	0,20	0,002	2,50
4,300	-4,30	2,008	-2,00	0,267	0,30	0,001	2,60
4,200	-4,20	1,911	-1,90	0,250	0,40	0,001	2,70
4,100	-4,10	1,814	-1,800	0,198	0,50	0,001	2,80
4,000	-4,00	1,718	-1,7	0,165	0,60	0,001	2,90
3,900	-3,90	1,623	-1,60	0,143	0,70	0,000	3,00
3,800	-3,80	1,529	-1,50	0,120	0,80	0,000	3,10
3,700	-3,70	1,437	-1,40	0,100	0,90	0,000	3,20
3,600	-3,60	1,346	-1,30	0,083	1,00	0,000	3,30
3,500	-3,50	1,256	-1,20	0,069	1,10	0,000	3,40
3,400	-3,40	1,165	-1,10	0,056	1,20	0,000	3,50
3,300	-3,30	1,083	-1,00	0,046	1,30	0,000	3,60
3,200	-3,20	1,000	-0,90	0,037	1,40	0,000	3,70
3,100	-3,10	0,920	-0,80	0,029	1,50	0,000	3,80
3,000	-3,00	0,843	-0,70	0,023	1,60	0,000	3,90
2,901	-2,90	0,765	-0,60	0,018	1,70	0,000	4,00
2,801	-2,80	0,688	-0,50	0,014	1,80	0,000	4,10
2,701	-2,70	0,630	-0,40	0,011	1,90	0,000	4,20
2,601	-2,60	0,567	-0,30	0,008	2,00	0,000	4,30
2,502	-2,50	0,507	-0,20	0,006	2,10	0,000	4,40
2,403	-2,40	0,451	-0,10	0,005	2,20	0,000	4,50
2,303	-2,30	0,399	0,00	0,004	2,30		

- Приклад А.** Розглянемо випадок ФВЗ де $D = 1000$ од.; $Q = 200$ од.; $P = 0,95$; $\sigma_1 = 50$; $L = 15$ днів. Визначити точку повторного замовлення R .
Розв'язок:
- У нашому прикладі $d = 4$ (1000/250 роб. днів).
- Щоб знайти z , визначаємо $E(z)$ і z шукаємо в таблиці.
 $E(z) = (1-p)Q / \sigma_1 = (1-0,95)*200/50 = 0,2$.
- З таблиці шляхом інтерполяції визначаємо $z=0,49$.
- Звідси
 $R = 4 \cdot 15 + Z \cdot 50 = 60 + 0,49 \cdot 50 = 84,5$ од.
- Отже, коли запас зменшується до 85 одиниць треба замовити ще 200.

- Приклад Б.** Денний попит на певний продукт є нормально розподіленим із середнім значенням 60 і стандартним відхиленням 7 одиниць. Джерело постачання є надійним і час постачання становить 6 днів. Витрати на замовлення 10 гривень і річні витрати на утримання становлять 0,5 гривні на одиницю. Допустимо, що продаж здійснюється цілий рік. Знайти величину замовлення і точку повторного замовлення при рівні обслуговування 95%.
- Щоб підрахувати точку повторного замовлення необхідно підрахувати кількість одиниць продукту, що використовуються на протязі часу постачання і додати резервний фонд.

Розв'язок:

$$Q = \sqrt{2DS/H} = \sqrt{2 \cdot 60 \cdot 365 \cdot 10 / 0,5} = 936 \text{ од.}$$

- Так як попит кожного дня незалежний, то стандартне відхилення попиту на протязі часу постачання буде становити:

$$\sigma_1 = \sqrt{\sum \sigma_d^2} = \sqrt{6 \cdot 7^2} = 17,2.$$

- Визначасмо $E(z)$ і z :

$$E(z) = (1-p)Q / \sigma_1 = (1-0,95) \cdot 936 / 17,2 = 2,721.$$

- З таблиці $z = -2,72$.
- Отже, точка повторного замовлення становитиме:

$$R = 60 \cdot 6 + (-2,72) \cdot 17,2 = 313,2 \text{ од.}$$

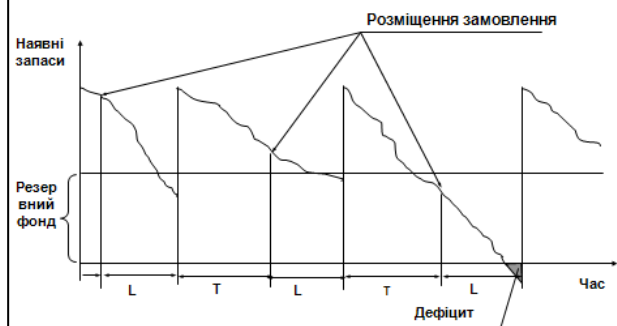
- У цьому випадку нове замовлення на 936 одиниць робиться при зникненні запасу до 313 од.
- Зауважимо, що у цьому випадку резервний фонд від'ємний. Це означає, що коли б точка $R=360$ од. (величина середнього попиту (60×6) на протязі часу постачання). Ви б мали вищий рівень обслуговування, ніж хотіли. Щоб дійти до рівня 95% треба створити дефіцит шляхом менших замовлень.

Модель ФПЧ з визначеним рівнем обслуговування

- У моделі ФПЧ запаси перераховуються тільки в певний час, скажімо раз на тиждень чи раз на місяць. Періодичний підрахунок запасів і періодичне розміщення замовлень бажане в ситуації, коли продавці роблять періодичні візити до споживачів і беруть замовлення на повний набір продуктів, чи коли споживачі хочуть комбінувати замовлення, щоб заощадити на транспортних витратах. Інші фірми використовують модель ФПЧ для полегшення планування обрахунків своїх запасів.

- У моделі ФПЧ величина замовлень час від часу змінюється, залежно від частки використання. Ці моделі вимагають більшого розміру резервного фонду ніж системи ФВЗ. У моделі ФВЗ система передбачає безперервний облік запасів з розміщенням замовлення при досягненні точки повторного замовлення.
- На противагу цьому, система ФПЧ передбачає облік запасів лише у визначений для цього час перевірки. Можливо, що в результаті великого попиту запас зменшиться до нуля зразу ж після одержання замовлення. Це може бути непоміченим аж до наступної перевірки. На отримання замовлення йде час, отже, можливо є ситуація дефіциту на протязі часу між перевіркуми T і часу постачання L . Звідси резервний фонд має забезпечити захист від дефіциту на протязі періоду часу $(T+L)$.

Модель ФПЧ із резервним фондом



- У системі ФПЧ повторні замовлення робляться під час перевірки і резервний фонд становить σ_{T+L} .
 - Рисунок показує систему ФПЧ з циклом між перевіркуми T і фіксованим часом постачання L .
 - Розмір замовлення становить = Середній попит на протязі часу незахищеності + Резервний фонд - Наявні запаси,
- або: $q = d \cdot (T + L) + Z \cdot \sigma_{T+L} - I$,
- де T - кількість днів між перевіркуми;
 L - час постачання;
 σ_{T+L} - стандартне відхилення попиту на час перевірки і постачання;
 Z - стандартне відхилення для певного рівня обслуговування;
 I - рівень наявних запасів.

- У цій моделі попит (d) може бути прогнозованим і перевіраним кожного разу при перевірці, або можуть братись середньорічні значення попиту.
- Величину Z можна знайти в таблиці, в результаті розв'язку наступного рівняння:

$$E(z) = d \cdot (T+L) \cdot (1-p) / \sigma_{T+L}.$$

- Приклад. Денний попит на продукт 10 одиниць із відхиленням 3 од.
- Період між перевіркуми 30 днів.
- Час постачання 14 днів.
- Рівень обслуговування заданий управлінням становить $P=98\%$.
- На початок періоду перевірки в наявності є 150 одиниць запасів.
- Скільки ще треба замовити?

Розв'язок:

- Оскільки кожен день є незалежний, а σ стала, то:

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T+L) \sigma_d^2} = \sqrt{(30+14) \cdot 3^2} = 19,9.$$

- Для знаходження Z спочатку треба знайти $E(z)$:

$$E(z) = d \cdot (T+L) \cdot (1-p) / \sigma_{T+L} = 10 \cdot (30+14) \cdot (1-0,98) / 19,9 = 0,44$$

- З таблиці шляхом інтерполяції визначасмо $Z = -0,098$.

- Величина замовлення становить:

$$q = d \cdot (T+L) + Z \cdot \sigma_{T+L} - I = 10 \cdot (30+14) - 0,098 \cdot 19,9 - 150 = 288$$

4. Спеціальні моделі в управлінні запасами

- Подані вище моделі ФВЗ і ФПЧ є різними, але мають дві основних спільних характеристики: ціна одиниці продукту є сталою для будь-якого розміру замовлення; процес повторних замовлень є довготривалим, тобто замовлення робилось із розрахунку на те, що потреба на певний вид товару збережеться і надалі.
- Якщо ці характеристики не є стабільними, то відповідь на питання управління запасами дають дві моделі:
- перша модель показує вплив розміру замовлення на ціну одиниці товару;
- друга - модель окремого періоду (або статична модель). Останній тип моделі придатний для вирішення шляхом граничного аналізу.

- Приклад. $D = 5\ 000$ од. $S = 49$ грн.; $i = 20\%$ витрат, ($H=i \cdot C$); C - ціна одиниці (згідно розміру замовлення: від 0 до 999 - 5 грн. за одиницю; від 1 000 до 1 999 - 4,8 грн.; 2 000 і більше - 4,75 грн.).
- Замовлення якого розміру має бути зроблене?

Розв'язок:

- Використаємо такі рівняння:
 $TC = DC + DS/Q + QH/2,$
 $Q = \sqrt{2DS/H}.$

- Третій крок – розрахунок загальних витрат для всіх трьох випадків Q :

$$TC_1 = 5000 \cdot 5 + 5000 \cdot 49 / 700 + 700 \cdot (0,2 \cdot 5) / 2 = 25700 \text{ грн.}$$

$$TC_2 = 5000 \cdot 4,8 + 5000 \cdot 49 / 1000 + 1000 \cdot (0,2 \cdot 4,8) / 2 = 25700 \text{ грн.}$$

$$TC_3 = 5000 \cdot 4,75 + 5000 \cdot 49 / 2000 + 2000 \cdot (0,2 \cdot 4,75) / 2 = 24882,5 \text{ грн.}$$

- Отже, оптимальною величиною замовлення являється $Q_3 = 2000$ од.

- Це можна показати так:
 $MP \geq ML,$
- де MP - прибуток з n -ої одиниці, коли вона продана;
 ML - втрати пов'язані з тим, що n -на одиниця не продана.
- Граничний аналіз також доречний, коли ми маємо справу з ймовірностями подій. У цій ситуації ми приділяємо увагу очікуваним прибуткам і втратам. Використовуючи ймовірності, рівняння граничних прибутку і втрат набуде вигляду:
 $P(MP) \geq (1-P)ML,$
- де P - ймовірність продажу;
- $(1-P)$ - ймовірність непродажу.
- Ймовірність становитиме:
 $P \geq ML / (MP + ML)$
- Це рівняння показує, що потрібно збільшувати розмір запасів поки ймовірність продажу останньої одиниці більша чи дорівнює відношенню $ML/(MP+ML)$.

Моделі розриву цін

- Моделі розриву цін мають справу з таким фактом, що в загальному ціна змінюється із зміною величини замовлення. У більшості випадків ця зміна дискретна або ступінчаста, а не одинична. Наприклад, шурупи можуть коштувати – 0,2 грн. за штуку при партії від 1 до 99; 0,16 грн. - при партії більше 100 штук і 0,135 грн. - при партії більше 1000 штук.
- Загальні витрати при рентабельній величині замовлення і при величині замовлення з розривом цін протабульовані, і тому $Qopt$ визначається найнижчими загальними витратами.

- Розв'язавши рівняння для кожного рівня ціни одержимо:

- $C_1 = 5,00$ грн., $Q_1 = 700$ од;
- $C_2 = 4,80$ грн., $Q_2 = 714$ од;
- $C_3 = 4,75$ грн., $Q_3 = 718$ од.

- Другий крок – коректування в сторону збільшення тих значень Q , які нижче допустимого дисконтованого діапазону величини замовлення:

- $Q_1 = 700$; $Q_2 = 1000$; $Q_3 = 2000$.

Моделі окремого періоду (статичні моделі)

- Бувають такі ситуації, коли треба задовольнити попит лише на певний період, або попит на швидкозношувані товари через певні інтервали часу. Ці проблеми можуть бути розв'язані через класичний економічний підхід, шляхом граничного аналізу. Використовуючи граничний аналіз, оптимальне рішення має місце тоді, коли вигоди від утримання наступної одиниці запасів будуть більшими ніж витрати на цю одиницю. Звичайно, вибір питомих вигод і затрат залежить від проблеми, наприклад можна порівнювати граничний прибуток і граничні витрати. Коли наявні види запасів продаються, то оптимальне рішення, при використанні граничного аналізу, буде наступним: забезпечити таку кількість одиниць запасів, щоб прибуток від продажу чи використання останньої одиниці був рівним чи більшим ніж втрати, коли б вона залишилась непроданою.

- Приклад. Продукт продається за ціною 100 грн., а витрати становлять 70 грн. на одиницю. Кожна одиниця продукту має заощаджену вартість 30 грн. Очікувані коливання попиту на даний період становлять від 35 до 40 одиниць, тобто 35 одиниць точно будуть продані, але буде продано не більше 40 одиниць. Ймовірності показані в таблиці.
- $MP = 100 - 70 = 30$ - граничний прибуток - різниця ціни і витрат.
- $ML = 70 - 30 = 40$ - граничні втрати.
- Визначити розмір замовлення.

Попит і кумулятивні ймовірності

Величина попиту, в од.	Ймовірність попиту (p)	Ймовірність продажу одиниці
35	0,1	1,00
36	0,15	0,90
37	0,25	0,75
38	0,25	0,50
39	0,15	0,25
40	0,1	0,10
41	0	0

Розв'язок:

- Оптимальна ймовірність продажу останньої одиниці становить:

$$P \geq ML / (MP + ML) = 0,57.$$
- Згідно таблиці (остання колонка) ймовірність, яка має бути більшою чи рівною 0,57, забезпечує запас 37 одиниць. Ймовірність продажу 37-ої одиниці 0,75. Чиста вигода від наявності в запасі 37-ої одиниці продукту - це різниця граничних прибутку і втрат.
- Чиста вигода становить:

$$P(MP) - (1-P)ML = 0,75(100-70) - (1-0,75)(70-30) = 22,50 - 10,00 = 12,50 \text{ грн.}$$

ABC-планування і класифікація запасів

- Підтримання запасів шляхом підрахунку, розміщення замовлень, отримання і т.д. потребує персоналу, часу та грошей. Коли ці ресурси обмежені, логічно постаратись використати наявні для найкращого контролю запасів. Іншими словами, треба зосередити увагу на найважливіших видах запасів.
- У XVIII ст. Вільфредо Паретто в дослідженні розподілу багатства в Мілані виявив, що 20% людей контролювали 80% багатства. Це логіка, що меншість має велике значення і більшість менше значення була поширена на багато інших ситуацій і визначена як принцип Паретто. Це ж стосується нашого повсякденного життя та систем управління запасами.

- Будь-яка система управління запасами має визначити, коли має бути зроблено замовлення і його розмір для певного виду запасів. У більшості випадків, включаючи контроль запасів, залучено стільки видів запасів чи продуктів, що просто непрактично приділяти скрупульозну увагу кожному з них.
- Щоб вирішити цю проблему схема класифікації ABC поділяє види запасів на три групи: (A) великого грошового об'єму, (B) середнього грошового об'єму, (C) низького грошового об'єму. Грошовий об'єм - це міра важливості.

- Ціллю класифікації є встановлення відповідної ступені контролю над кожним видом запасів. Наприклад, використовуючи цикл запаси класу А можуть бути краще контрольовані із щотижневим їх замовленням, запаси класу В з двотижневим і класу С із замовленням кожних два місяці. Відмітимо, що ціна одиниці запасів не включається у класифікацію. На автозаправній станції бензин буде А - запасом із щоденним контролем, масло може бути запасами класу В, до класу С відносилися б золотники, кришки радіаторів, шланги, масляні чи газові присадки і т.д. С-запаси можуть замовлятися раз у два-три місяці, або зовсім бути відсутніми, так як при їх відсутності не настає серйозних наслідків.

- Якщо щорічне використання запасів по їх видах записується згідно грошового об'єму, видно, що є мала кількість видів запасів з великим грошовим об'ємом і велика кількість з малим грошовим об'ємом.
- Таблиця показує це співвідношення.
- ABC-підхід ділить цей список на три групи: А-види складають приблизно перші 15%; В-види - наступні 35%; С-види - останні 50%.

Приклад ABC-групування видів запасів

Класифікація	Ідентифікаційний номер	Річне використання, грн.	Процент від загалу
A	22,68	170000	72,90%
B	27,03,82	53000	22,70%
C	54,36,19,23,41	10450	4,40%
Всього		233450	100,00%

Тема 7. Управління якістю продукції та послуг

1. Суть управління якістю
2. Системи управління якістю продукції
3. Організація технічного контролю якості
4. Зарубіжний досвід в управлінні якістю продукції

1. Суть управління якістю

- Успіх організації в значній мірі визначається якістю товарів та послуг. Інакше кажучи, для досягнення успіху в своїй діяльності, організація мусить забезпечити конкурентоздатну якість та конкурентоздатну ціну на свої товари та послуги.
- Під якість продукції чи послуги найчастіше розуміють сукупність її властивостей, які зумовлюють рівень здатності задовольняти певні потреби споживачів у відповідності з їх призначенням.

- Якість – це відносний термін, що має різний зміст для різних людей. Якість часто трактують як суб'єктивне поняття. Наприклад, Ф. Кросбі визначає його як "відповідність вимогам". У. Демінг вважає, що "управління якістю не означає досягнення досконалості, воно означає отримання такого рівня якості, на який розраховує ринок". Дж. М. Джуран визначає якість як "відповідність призначенню". А. В. Фегенбаум називає якість "сукупністю складних ринкових, технічних, виробничих та експлуатаційних характеристик, завдяки яким виріб (або послуга) відповідає очікуванням споживача". Дж. Х. Харингтон визначає якість як "задоволення або перевищення вимог споживача за прийнятною для нього ціною".

Ланцюг поняття якості (рис. 1) відображає три важливих аспекти якості. На етапі 1 якість означає ту степінь, в якій послуги чи товари організації відповідають її технічним умовам. Цей аспект якості називають якістю відповідності технічним умовам виробництва. На етапі 2 оцінюється якість конструкції.

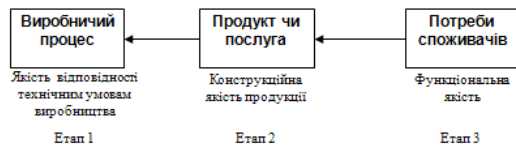


Рис. 1. Ланцюг поняття якості

- Іншими словами, якість може відповідати технічним вимогам фірми на технологію виготовлення виробу, але сама конструкція може бути як високої, так і низької якості. На етапі 3 якість означає ту степінь, в якій робота чи функціонування послуг чи товарів організації задовольняють потреби споживача. Цей аспект якості називається функціональною якістю (якістю роботи, експлуатації). Таким чином, послуги чи товари організації можуть відповідати внутрішнім технічним умовам виробництва (етап 1), сама конструкція товару може бути відмінною (етап 2), але послуга чи виріб може не задовольняти потреби споживача (етап 3). Наприклад, підприємство може випустити підручник з математики для учнів 10 класу, в обкладинку якого вмонтовано мікрокалькулятор. І хоч якість у відповідності до технічних умов виробництва і якість конструкції виробу відмінні, учням все ж необхідно мати недорогий підручник з математики, та окремо мікрокалькулятор, який можна використати на інших уроках. Тобто, в даному випадку рейтинг фірми-виробника з точки зору функціональної якості буде низьким. Всі три аспекти однаково важливі, тому недоопрацювання в будь-якому з них може створити великі проблеми для фірми.

- **Управління якістю** – це система заходів і дій, які забезпечують визначення та підтримання необхідного рівня якості продукції при її проектуванні, виготовленні, експлуатації і споживанні.
- **Якість продукції** – це сукупність властивостей, що зумовлюють її придатність задовольняти певні потреби споживачів відповідно до призначення.
- **Рівень якості** – це кількісна характеристика міри придатності продукції задовольняти конкретний попит на неї у порівнянні з відповідними базовими показниками за фіксованих умов споживання.

- Стосовно кожного виду продукції обирається відповідний перелік показників, що найточніше і найповніше відображають її якість. **Виділяють наступні показники якості продукції:**
- **одиничні** – характеризують якусь одну властивість продукції (потужність, швидкість...);
 - **комплексні** – враховують сукупність об'єднаних властивостей (надійність);
 - **визначальні** – оціночні показники, по яких приймається рішення;
 - **інтегральні** – виражають економічні показники, тобто рівні відношення сумарного корисного ефекту до сумарних затрат на створення та експлуатацію продукції (або споживання);
 - **призначення** – продуктивність, швидкість, потужність...;
 - **надійності** – безвідмовність (ймовірність безвідмовної роботи), довговічність (ресурс, термін служби), ремонтпридатність (середня тривалість поточного ремонту, технічного огляду...);
 - **економічні** – відображають міру економічної вигоди виготовлення продукції товаровиробником і придбання її споживачем;

- **ергономічні** – які враховують гігієнічні, фізіологічні, антропометричні та психологічні властивості людини;
- **естетичні** – враховують стиль, колір, моду, оздоблення...;
- **технологічні** – трудомісткість і собівартість виготовлення, питома вартість ремонтів...;
- **стандартизація та уніфікація** – кількість стандартизованих, нормалізованих та уніфікованих деталей в загальній кількості деталей у виробі;
- **придатності до транспортування** – середня тривалість і трудомісткість підготовки продукції до транспортування, середня тривалість встановлення на засоби пересування...;
- **патентно-правові** – патентний захист і чистота, територіальне розповсюдження;
- **екологічні** – вміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище, імовірність забруднення навколишнього середовища шкідливими відходами при зберіганні, транспортуванні та експлуатації;
- **безпеки** – показники спрацювання захисних пристроїв, електрична міцність ізоляції...

- **Якість продукції є важливим чинником конкурентоздатності**, тому кожна організація повинна розробляти та впроваджувати ефективні системи управління якістю. У найбільш загальному розумінні **управління якістю** – це управління тими чинниками та умовами, які найсуттєвіше впливають на рівень якості продукції (послуг). Іншими словами, **забезпечення якості продукції** – діяльність фірми-виробника щодо забезпечення якості, спрямованої на потреби споживача. Якість включає всі чинники, які впливають на вибір фірми-виробника продукції чи послуг споживачем. Це поширене трактування "якості" наближено означає "конкурентоспроможність". Тому, в системі управління якістю приділяється значна увага пошуку та аналізу вказаних чинників якості.

Одним із сучасних підходів до групування за класифікаційними ознаками є так званий "маркетинговий підхід", який охоплює п'ять груп чинників:

- **Стратегія організації.** Системи управління якістю враховують особливості при реалізації різних стратегій, таких як диференціація, цінове лідерство, фокусування.
- **Проектно-конструкторські роботи.** Дослідження доводять, що 70% рівня конкурентоздатності продукції та послуг забезпечується саме на етапі проектування та конструювання.
- **Обладнання.** Технічний стан обладнання, його якісні параметри, віковий склад суттєво впливають на рівень якості продукції.
- **Персонал.** Один з найбільш відомих менеджерів сучасності Лі Якокка писав: "Всі господарські операції можна врешті – решт звести до визначення трьома словами: люди, продукт, прибуток. На першому місці – люди. Якщо у вас немає надійної команди, то з решти факторів мало що вдасться зробити".
- **Матеріально-технічне постачання.** Своєчасність, якість, надійність системи постачання є важливим чинником якості продукції та послуг.

- Питання якості продукції чи послуг на рівні споживача наближається до питання конкурентоспроможності, яке формується на всіх етапах і стадіях виробничого циклу поступово.
- В контексті ринку та потреб споживача **конкурентоспроможність** (рис. 2) – це сума зусиль виробника по забезпеченню якості продукції (послуг) на етапі передвиробничого маркетингу (1), на всіх стадіях виробництва продукції (послуг) (2) і на етапі обслуговування продукції (чи надання послуг) у споживача (3).



Рис 2. Етапи формування конкурентоспроможності продукції

- Блок 1 – передвиробничий маркетинг, включає вивчення організацією причин незадоволення споживача продукцією чи послугою, визначення його потреб стосовно функціональної якості продукції чи послуг і розробку стратегії та тактики усунення цих причин.
- Блок 2 – забезпечення якості продукції на стадіях: постачання (прийому, складування, вхідного кількісного та якісного контролю матеріальних ресурсів і устаткування); забезпечення якості на стадіях виготовлення продукції за рахунок забезпечення якості засобів праці, самої праці при виробленні послуг чи обробці, складанні, налагодженні, контролі і випробуванні продукції; забезпечення якості на стадії реалізації продукції чи послуг за рахунок реклами, розширення зони надання послуг та ринку збуту продукції, а також якісне та вчасне відправлення і транспортування продукції.
- Блок 3 – забезпечення якості продукції чи послуг на етапі їх споживання, спрямоване на зберігання і підвищення конкурентоспроможності організації під час обслуговування, монтажу та ремонту продукції у споживача.

- Забезпечення високої конкурентоздатності через високу якість виконання робіт на цих етапах дає можливість організації досягнути високої продуктивності. Концепція якості, це один з найбільш важливих чинників загальної продуктивності, що вказує на необхідність використання комплексного, системного підходу. Найчастіша помилка керівників при оцінці продуктивності своєї фірми полягає в тому, що вони розглядають лише показники об'єму виробництва. Наприклад, один керівник фірми, який зіткнувся з проблемами продуктивності, кожен день підраховував кількість вироблених фірмою одиниць продукції і закликав робітників збільшити об'єм виробництва. Консультант, який тривалий час слідував за фірмою, запропонував йому розглянути і дати собі відповідь на такі питання: "Яка кількість виробів випущена з відмінною якістю? Як довго вони зберігають експлуатаційні характеристики? Як часто потрібно проводити передчасні (незаплановані) ремонти? Скільки виробів по самих жорстких стандартах можна віднести до абсолютно першокласних виробів? Чи відповідає продукція максимальним потребам споживачів?".
- Справа в тому, що часто ми так зайняті питаннями продуктивності, що повністю нехтуємо питаннями якості. З двох чинників, які впливають на продуктивність, тобто прибутки і витрати, ми схильні концентрувати увагу в основному на прибутках і витратах в прямому розумінні. Але досвід організації, що добиваються успіху, а вони завжди є і найбільш прибутковими, показує, що якість вважається важливим елементом витрат.

- Приказка, що "успіх породжує успіх" вірна і для ефективності організації. Висока якість пропорційно знижує витрати за рахунок збільшення долі продажу продукції, зменшення рекламаций, а також за рахунок зменшення об'ємів гарантійного ремонту. В результаті підприємство отримує більше коштів, які воно може витратити на міроприємства по підвищенню конкурентоспроможності. Це підтверджує необхідність високої якості нової продукції чи послуг, яка дає можливість збільшити об'єми продажу. Прикладом є фірма "IBM", яка менш ніж за два роки вийшла на перше місце у виробництві персональних комп'ютерів і захопила більше 30% цього ринку. Немає ніякого сумніву в тому, що були ще декілька виробників ПЕОМ, які випускали такі ж, а можливо навіть кращі комп'ютери, не менш надійні і меншої вартості. Але стабільною якістю "IBM" вкладала в свідомість покупців, що її символ – це якість і надійність обслуговування, коли воно вам потрібне. На складному ринку комп'ютерної техніки на початку 80-х років, коли навіть передові компанії типу "Осборн" терпіли поразки, покупці були готові платити додатково 30% лише за те відчуття гарантії, яке вони мали, купуючи в "IBM". В результаті ця фірма не тільки реалізувала велику кількість продукції, але, безперечно, отримала і самий високий процент прибутку з кожного комп'ютера.

- Якість може мати як внутрішній так і зовнішній компонент. Внутрішні компоненти якості – це технічні характеристики продукції. Для виробів – це термін служби, відсутність дефектів, технічні властивості, дизайн, рівень виконання. До внутрішніх характеристик якості послуг відносять надійність, високі стандарти і швидкість обслуговування, доступність і низьку ціну. Як і все, що пов'язане з організацією, якість залежить від зовнішніх факторів, які знаходяться поза організацією.
- Велике значення має те, в якій мірі товар відповідає потребам споживача (функціональна придатність). Це залежить від взаємодії багатьох сил. Два найбільш важливих і очевидних чинники: хто є споживачем і як буде використовуватись продукт чи послуга. Якщо технічні характеристики послуг чи виробів фірми, їх якість та ціна відповідають функціональним потребам споживачів, то продуктивність і конкурентоздатність фірми буде дуже висока.

2. Системи управління якістю продукції

- Система контролю якості продукції - це сукупність методів і засобів контролю й регулювання компонентів, що визначають рівень якості продукції на стадіях стратегічного маркетингу, наукових, дослідно-конструкторських робіт та виробництва, а також технічного контролю на всіх стадіях виробничого процесу.

- **Управління якістю продукції вимагає реалізації комплексного, системного підходу. Система управління якістю функціонує одночасно з усіма іншими видами діяльності, які впливають на якість продукції (послуг) та взаємодіє з ними. Її вплив розповсюджується на всі етапи від вивчення ринку і до кінцевого задоволення вимог та потреб споживача.**

Ці види діяльності (функції) охоплюють наступні сфери (рис. 3):

- Маркетинг (пошук і вивчення ринку).
- Проектування і розробка продукту.
- Матеріально–технічне постачання.
- Підготовка та розробка виробничих процесів.
- Виробництво.
- Контроль, проведення випробувань і обстежень.
- Пакування та зберігання.
- Реалізація та розподіл продукції.
- Монтаж та експлуатація.
- Технічне обслуговування.
- Утилізація після використання.



Рис 3. "Петля якості"

- Менеджери систематично займаються виробленням і впровадженням програм управління якістю. Основою цих програм є орієнтація на високоєфективну світову практику управління якістю продукції. Більшість програм по забезпеченні (підвищенні) якості продукції розробляється у такій послідовності:
- Визначення бажаних для споживача характеристик якості продукції (аналіз ринкової ситуації, вивчення продукції конкурентів тощо).
- Визначення стандартів якості (стандарти є відправною точкою при порівнянні того, що вважається еталоном, з тим, що отримано в результаті діяльності).
- Розроблення програми перевірки якості (процес перевірки повинен бути чітко формалізований і передбачати: перелік методів перевірки якості продукції, на якому етапі технологічного процесу контролюється параметр і хто здійснює цю функцію; коли здійснюється контроль; як проводиться аналіз результатів).
- Розроблення мотиваційної системи (створення умов для обов'язкового забезпечення якості продукції, вдосконалення професійних навиків тощо).
- Розроблення системи документації (якісні характеристики сировини, напівфабрикатів, виробничого процесу, кінцевої продукції).

- Вітчизняна практика управління якістю продукції досить багата. Підприємства колишнього СРСР, починаючи з 70-тих років, на основі використання передового зарубіжного досвіду, розробляли та впроваджували заходи та рекомендації, по комплексному, систематичному підходу до управління якістю продукції. Найбільш відпрацьованою у методичному та практичному плані була комплексна система управління якістю продукції (КС УЯП).

- **Комплексна система управління якістю продукції є сукупність взаємоузгоджених організаційно–технічних, економічних і соціальних заходів, нормативів, методів і засобів управління, що забезпечують комплексність та ефективність управління на всіх стадіях життєвого циклу продукції. Вона базується на таких положеннях:**
- управління якістю має здійснюватися на всіх стадіях життєвого циклу, високий рівень повинен закладатися на стадіях розробки, на основі бездефектної праці досягатись на стадії виробництва, підтримуватися на стадії експлуатації на основі регламентованих умов і форм обслуговування;
- система будується на основі принципів загальної теорії управління, є замкненим контуром, який включає блоки планування, оцінки та порівняння рівня якості з нормативним рівнем;
- основним регламентуючим елементом системи стає комплекс стандартів підприємства.

- **Тотальна система управління якістю – це цілеспрямована і належно скоординована діяльність, яка охоплює всі ланки підприємства в сукупності з відповідними функціями, процесами та ресурсами на всіх етапах життєвого циклу продукції і направлена на постійне досягнення більш високого рівня якості.**

- **Ця система, побудована на принципах запобігання появи неякісної продукції, включає:**

- Контроль в процесі розробки нової продукції.
- Вхідний контроль матеріалів.
- Сумісну роботу із постачальниками щодо забезпечення якості.
- Контроль якості виробничого процесу.
- Контроль апаратури та інструментів, за допомогою яких отримується інформація про якість продукції.
- Навчання та постійне підвищення кваліфікації працівників щодо забезпечення якості.
- Активізація людського фактора шляхом сприяння зацікавленості всіх працівників у підсумковому результаті, зокрема шляхом матеріального та морального стимулювання.
- Контроль готової продукції.
- Гарантії обслуговування.
- Оцінювання (сертифікацію) якості продукції.
- Оцінювання (сертифікацію) якості виробничого процесу.
- Збирання та оцінку інформації про якість продукції.
- Розробку критеріїв відповідальності за якість для всіх рівнів керівництва.
- Розробку державної політики в галузі якості – стандартів тощо відповідно до міжнародних вимог.

Загальнофірмова система управління якістю (TQM).

- Система TQM є комплексною системою орієнтованою на постійне покращення якості, мінімізацію виробничих затрат постачання точно в термін.
- Основна філософія TQM базується на принципі – покращенню нема межі. Стосовно до якості діє ціла установка – прагнення до 0 дефектів, до затрат – 0 невиробничих затрат, до поставок - точно в термін. При цьому усвідомлюється, що досягнути цих границь неможливо. Але до цього потрібно постійно прагнути і не зупинятися на досягнутих результатах. Ця філософія має спеціальний термін – "постійне покращення якості" (quality improvement).
- В системі TQM використовуються адекватні цілям методи управління. Однією з ключових особливостей системи являється використання колективних форм і методів пошуку, аналізу і рішення проблеми.

- Сучасна епоха світового технічного розвитку визначається бурхливим розвитком міжнародної торгівлі. За останні десятиліття були прийняті заходи для усунення перешкод у торгівлі, пов'язаних із митними правилами та тарифами, умовами поставок продукції тощо. На перший план висунуваються так звані технічні бар'єри в торгівлі між країнами, тобто бар'єри, що виникають внаслідок відмінностей у національних стандартах, в правилах приймання продукції, її випробування тощо. Ось чому особливої ваги набуває діяльність міжнародних організацій, що встановлюють міжнародні стандарти та єдині вимоги до продукції, методів її випробувань, зберігання, транспортування.

- Промислові, торговельні та інші організації виробляють продукцію або надають послуги в розрахунок на задоволення потреб споживачів. Ці вимоги, як правило, входять до технічних умов. Проте, самі по собі технічні умови не є гарантом того, що потреби споживачів будуть дійсно задоволені, оскільки в технічні умови або в організаційну систему, яка охоплює проектування та реалізацію продукції або послуг, можуть потрапити невідповідності. Це привело до необхідності розвитку стандартів і керівних документів по системах якості, які доповнюють вимоги до продукції та послуг, що встановлені в технічних умовах.

- **Стандартизація – система встановлення і застосування єдиних правил з метою впорядкування принципів, методів і форм забезпечення якості.**

- Серія стандартів ISO 9000–ISO 9004 (*International Standard Organization*) раціоналізує досвід, нагромаджений національними організаціями у цій галузі. У багатьох країнах (Австрія, Великобританія, Фінляндія, ФРН, Франція, Швеція, Швейцарія та ін.) дані стандарти прийняті як національні. У зарубіжній практиці стандарти ISO серії 9000 знаходять все більше використання при укладенні контрактів між фірмами, як моделі для оцінки системи забезпечення якості продукції у постачальника. При цьому відповідність такої системи вимогам стандартів ISO розглядається як гарантія того, що постачальник здатний виконати вимоги контракту та забезпечити стабільну якість продукції. Розуміючи прогресивний характер стандартів ISO серії 9000 та їх регулюючу роль при виході на міжнародний ринок, окремі вітчизняні підприємства розробляють і вдосконалюють системи управління якістю продукції.

- Всі результати впровадження стандартизації відображаються у спеціальній нормативно-технічній документації;
- - міжнародних стандартах, розроблених Міжнародною організацією стандартизації (ISO) – стандартах ISO серії 9000 – їх використовують для оцінки якості продукції, призначеної, в першу чергу, для експорту. Стандарти ISO в Україні отримали статус загальнонаціональних;
- - державних стандартах, які розроблені на технічні вироби загального застосування; на продукцію міжгалузевого призначення; на товари для населення; на організаційно-методичні об'єкти (науково-технічна термінологія, технічна документація і т.д.); елементи народногосподарських об'єктів державного значення (транспорт, зв'язок, банківсько-фінансова система та ін.); методи випробувань;
- - галузевих стандартах, які розробляються у випадку, коли бракує державних стандартів або коли їх потрібно доповнити;
- - технічних умовах, що регулюють відносини між замовником і виробником; встановлюють вимоги до якості у разі розробки нових виробів на період їх освоєння і т.д.;
- - стандартах підприємств, які розробляються для внутрішньозаводського застосування з ініціативи самих підприємств.

- **Стандарти і ТУ** – динамічні документи, які постійно переглядаються і уточнюються з урахуванням інноваційних процесів та вимог споживачів.
- **Сертифікація** – це надання потенційному споживачеві достовірної інформації про якість товару.
- **Сертифікація продукції** – це процес випробувань товару на відповідність певним стандартним вимогам.
- **Сертифікат якості** – це документ, який засвідчує, що система управління якістю фірми задовольняє міжнародним стандартам. Сертифікат підтверджує визнання якості продукції авторитетними незалежними організаціями та забезпечує конкурентоспроможність продукції у міжнародній торгівлі.

- **Сертифікація системи якості** – це дії, які проводяться з метою її оцінки на відповідність вимогам міжнародних стандартів і здійснюється спеціальними міжнародно визнаними фірмами.
- Отримання підприємством сертифікатів міжнародного зразка дає йому право на реалізацію продукції майже у 100 країнах світу, що є членами ISO.

- Система управління якістю однієї організації відрізняється від системи управління якістю іншої організації, оскільки її формування залежить від цілей, що стоять перед організацією, її специфіки, видів продукції, що виробляється, властивого їй практичного досвіду тощо. Тому міжнародний стандарт ISO 9000 "Загальне управління якістю і стандарти забезпечення якості" (per. №9000–87) має за мету:
- визначити відмінності та взаємозв'язки між основними поняттями в галузі якості;
- дати рекомендації для вибору і використання серії стандартів ISO в системах якості, які можуть служити для внутрішнього використання на підприємстві при вирішенні завдань загального керівництва якістю (ISO 9004) і для використання у зовнішніх стосунках щодо питань забезпечення якості (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003).

- Згідно із стандартом ISO 9000 в галузі управління якістю перед організацією повинні стояти такі три завдання:
- організація повинна досягати та підтримувати якість продукції на рівні, який забезпечує постійне задоволення встановлених або передбачених вимог споживача;
- організація повинна забезпечити впевненість своєму керівництву у тому, що запланована якість досягається та підтримується на заданому рівні;
- організація повинна забезпечити впевненість споживачеві у тому, що запланована якість продукції досягається або буде досягнута. Якщо це передбачено контрактом, забезпечення впевненості може означати взаємоузгоджені вимоги подання доказів.

- Міжнародний стандарт ISO 9001 "Модель забезпечення якості при проектуванні і (або) розробці, виробництві, монтажі та обслуговуванні" (per. №9001–87) визначає вимоги до системи якості у випадку, коли контракт, який укладений між двома сторонами, вимагає, щоб була доведена здатність постачальника спроектувати та забезпечити постачання певної продукції. Вимоги стандарту спрямовані насамперед на попередження будь-якої невідповідності продукції на всіх стадіях (від проектування до обслуговування). Постачальник повинен розробити та підтримувати в робочому стані документально оформлену систему якості як засіб, що забезпечує відповідність продукції встановленим вимогам. Це передбачає:
- підготовку документально оформлених процедур та інструкцій, що стосуються системи якості, відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 9001;
- ефективне використання задокументованих процедур та інструкцій системи якості.

- Міжнародний стандарт ISO 9002 "Система якості. Модель для забезпечення якості при виробництві та монтажі" (per. №9002–87) визначає вимоги до системи якості у випадку, коли контракт, який укладений між двома сторонами, вимагає, щоб була доведена здатність постачальника керувати процесами, які визначають придатність продукції. Вимоги даного стандарту спрямовані, насамперед, на попередження будь-яких невідповідностей у процесі виробництва, монтажу, а також попередження повторного виникнення невідповідностей.

- Стандарт ISO 9002–87 встановлює такі обов'язки виготовлювача продукції:
- постачальник повинен розробити і підтримувати у робочому стані документально оформлену систему якості як засіб, що забезпечує відповідність продукції встановленим вимогам;
- постачальник повинен забезпечити умови, за яких вхідна продукція не використовувалася б і не запускала у виробництво до того, як вона буде піддана контролю; в іншому разі вона повинна маркуватися;
- постачальник зобов'язаний встановлювати відповідність продукції певним вимогам за допомогою методів регулювання технологічних процесів та управління;
- постачальник повинен виявляти причини, що знижують якість, вводити корегуючі впливи, які запобігали б появі дефектів, реєструвати динаміку даних про якість.

- Міжнародний стандарт ISO 9003 "Модель забезпечення якості при остаточному контролі та випробуванні" (per. №9003–87) визначає вимоги до системи якості у випадку, коли контракт, укладений між двома сторонами, вимагає, щоб була доведена здатність постачальника виявляти і слідувати за вилучення будь-якої невідповідної продукції в процесі остаточного контролю та проведення випробувань.

- Міжнародний стандарт ISO 9004 "Загальне управління якістю та елементи системи якості" (per. №9004–87) характеризує основні елементи, які забезпечують вироблення та впровадження системи загального управління якістю продукції. Вибір елементів, встановлених даним стандартом, і ступінь їх використання залежить від умов попиту, виду продукції, характеру виробництва тощо. Система загального управління якістю повинна відповідати двом вимогам:
- потребам та інтересам компанії. Потрібно досягати та підтримувати необхідний рівень якості при оптимальних витратах. Виконання цього завдання пов'язане із запланованим ефективним використанням технічних, людських і матеріальних ресурсів.
- потребам і вимогам споживача. Споживач повинен бути впевнений у можливостях компанії постачати продукцію або надавати послуги необхідного рівня якості та підтримувати досягнутий рівень якості.

- Кожна з зазначених вище вимог до системи загального управління якістю передбачає надання об'єктивних даних про якість системи та якість продукції.
- Всі види діяльності, які безпосередньо чи побічно впливають на якість, повинні бути встановлені документально. Документація передбачає чітке визначення загальної конкретної відповідальності у галузі якості, попереджувальний характер заходів щодо підвищення якості і має бути систематизовано оформлена у вигляді "Керівництва по якості".
- Поточна робота по керівництву якістю, що визначається у стандартах ISO, включає оперативне планування та розподіл ресурсів, а систематичні дії у галузі якості містять: її планування, проведення робіт по забезпеченню якості та оцінку рівня якості.

- Виріб, що пройшов сертифікаційні випробування на відповідність стандартам ISO або Міжнародній електричній комісії (МЕК), визнається покупцями у всіх країнах. Взаємне визнання країнами виданих національними органами сертифікатів досягається шляхом спеціальних угод. У світі діють понад 300 багатосторонніх та 100 двосторонніх угод по сертифікації у межах МЕК, Економічної комісії ООН, Європейського економічного співтовариства. Наприклад, у 1987 р. між Французькою асоціацією із стандартизації та Німецьким товариством із сертифікації систем якості підписано угоду про взаємне визнання сертифікатів та систем якості. Аналогічні угоди підписані і між іншими країнами Європи.

- В Україні для сертифікації створена державна система сертифікації – УкрСЕПРО. Ця організація спеціальними державними знаками відповідності інформує споживача про те, що:
 - а) продукція підприємства пройшла випробування з усіх обов'язкових вимог до неї - трилисник у колі (рис. 4 а);
 - б) продукція підприємства відповідає всім вимогам нормативних документів - трилисник у квадраті (рис. 4 б);
 - в) продукція підприємства відповідає лише окремим вимогам споживачів – трилисник (рис. 4 в).



- а) б) в)

• Рис. 4 – Українські державні знаки відповідності продукції

3. Організація технічного контролю якості

- На будь-якому підприємстві однією з основних функцій організації виробництва є **технічний контроль якості продукції** - перевірка дотримання технічних умов і вимог, що ставляться до якості продукції на всіх стадіях її виготовлення, а також виробничих умов і факторів, які забезпечують необхідну якість.

- **Технічний контроль** – це частина виробничого процесу, яка має за мету перевірку відповідності продукції встановленим вимогам.
- **Головне завдання технічного контролю** – попередження можливих неполадок і відхилень, які можуть призвести до випуску бракованої продукції.
- **Система технічного контролю** – обов'язкова частина виробничого процесу, яка передбачена в процесі розробки технології виробництва, а також включає об'єкти контролю, контрольні операції, технічне оснащення, методи та засоби механізації та автоматизації контрольних операцій.

Загальні принципи раціональної організації технічного контролю:

- - технічний контроль повинен охоплювати всі елементи і стадії виробничого процесу;
- - техніка, методи й організаційні форми контролю мають повністю відповідати особливостям техніки, технології та організації виробництва;
- - ефективність раціональної організації технічного контролю слід обґрунтовувати відповідним економічним розрахунком;
- - система контролю має чітко й виважено розподіляти обов'язки і відповідальність між окремими виконавцями та різними підрозділами підприємства;
- - система контролю має базуватися на ефективних методах статистичного контролю якості.

- Організація технічного контролю на підприємстві здійснюється відповідно до "Типового положення про відділ технічного контролю (ВТК) промислового підприємства", яке встановлює **головні завдання ВТК**: запобігання випуску (поставці) підприємством продукції, яка не відповідає вимогам стандартів та технічним умовам, затвердженим зразкам, проектно-конструкторській та технологічній документації, умовам поставки та договорів, а також зміцненню виробничої дисципліни і підвищенню відповідальності всіх ланок виробництва за якість виготовлюваної продукції.

- На якість виготовлення продукції впливають різні фактори: якість праці, технологічних процесів, предметів і засобів праці, нормативно-технічної документації та здійснюваного технічного контролю.
- Зміст технічного контролю полягає в отриманні первинної інформації про фактичний стан об'єкта контролю та зіставлення її з вимогами, встановленими у документації.
- При відхиленні виробляється рішення щодо управління з метою мінімізації відхилень. Відмінності фактичних параметрів виробу від зазначених у нормативно-технічній документації встановлюються за наявності дефектів та бракованої продукції.

- Правила контролю встановлюють його розпорядок (регламент, графік), а метод контролю визначає правила його здійснення: технологію проведення контролю, число контрольованих параметрів і точність. Характеристика об'єкта, який піддається контролю, називається контрольованою ознакою.
- За етапами процесу виробництва розрізняють вхідний, операційний та приймальний контроль, а за повнотою охоплення – суцільний, вибірковий, безперервний, періодичний та летучий види контролю.

- **Вхідний контроль** – контроль продукції постачальника, що надійшла до споживача чи замовника і призначена для виготовлення, ремонту та експлуатації продукції. За допомогою вхідного контролю споживач перевіряє відповідність показників якості сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та готової продукції, що надходить до підприємств по кооперації.

- **Операційний контроль** – проводять з метою запобігання потрапляння дефектних виробів на наступні технологічні операції. При цьому виявляють характер та причини відхилень від вимог конструкторської і нормативно-технічної документації, після чого розробляють заходи щодо забезпечення стабільності технології та засобів виробництва. Операційний контроль проводять під час виконання окремих операцій та після завершення окремих етапів створення виробів. Наприклад, операційному контролю послідовно піддається печатна плата після її виготовлення, модуль – після паяння радіоелектронних елементів, функціональний блок після збирання печатних плат і т. д.

- Після завершення всіх технологічних операцій проводять **приймальний контроль** готової продукції. За результатами приймального контролю приймається рішення про її придатність до поставки або використання.

- Залежно від міри охоплення продукції перевіркою вхідний, операційний та приймальний контроль може бути **суцільним або вибірковим**. **Суцільний контроль** виключає відправлення споживачеві продукції з дефектами, але в умовах масового і великосерійного виробництва його проведення вимагає значних витрат. Тому економічно вигідно застосовувати **вбірковий контроль**, при якому з кожної контрольованої партії відбирається певна кількість одиниць продукції.

- **Суцільний контроль** застосовується за умов високих вимог до рівня якості виробів, у яких абсолютно неприпустиме пропускання дефектів у подальше виробництво чи експлуатацію, а **вбірковий** – для виробів, що мають велику трудомісткість контролю та руйнуються при контролі якості.
- **Безперервний контроль** технологічних процесів виконують при їх нестабільності, як правило, автоматичними або напівавтоматичними засобами контролю, а періодичний навпаки, при виробництві, що вже встановилося.
- **Летучий контроль** проводиться у спеціальних випадках, визначених у стандартах підприємства.

- В організаційне забезпечення технічного контролю входить розміщення контрольних пунктів та розрахунок чисельності контролерів. Якщо відома трудомісткість контролю, то чисельність контролерів визначається за формулою

$$Ч_1 = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \cdot n_i \cdot d_i \cdot t_i}{60 \cdot F} \cdot (1 + \alpha)$$

- де m – число найменувань деталей;
- N_i – число деталей i –го найменування, шт.;
- t_i – норма часу виконання однієї контрольної операції, хв.;
- F – фонд часу роботи одного контролера за рік, год.;
- α – коефіцієнт, що враховує додаткові затрати часу контролерів на оформлення нарядів;
- n_i – число контрольних операцій по одному об'єкту;
- d_i – число вибіркової контролю ($d_i \leq 1$).

- У вирішенні проблеми підвищення якості продукції і ефективності виробництва, важлива роль належить **статистичним методам** управління якістю. До статистичних методів відносять контроль якості продукції або стану технологічного процесу (ТП), який проводиться на основі використання теорії імовірності і математичної статистики.
- **Статистичний приймальний контроль** – це вибірковий контроль якості продукції, при якому для обґрунтування плану контролю використовуються методи математичної статистики.
- **План контролю** – це сукупність правил, за якими виконується вибірка із партії виготовлених виробів або деталей і на основі їх якості робиться висновок про якість цілої партії продукції.

- Методи статистичного контролю використовуються для вхідного контролю матеріалів, сировини і комплектуючих виробів, при операційному контролі і при контролі готової продукції.
- На практиці використовуються одноступінчатий (одиночних вибірок), двохступінчатий (подвійних вибірок) і послідовний методи контролю. Одноступінчатий контроль дозволяє робити висновки про якість продукції по одній вибірці. Двохступінчатий контроль пропонує приймати рішення про якість продукції по результатах не більше двох вибірок, при чому відбір другої вибірки залежить від результату перевірки першої вибірки.

- При методі одиночних вибірок, якщо у вибірці рівній n об'єктів із всієї партії N , число бракованих I буде меншим або рівним певній величині C , то вся партія об'єктів приймається. При $I > C$ - партія бракується і піддається суцільному контролю (відбираються придатні об'єкти, виправний та невиправний брак). Величина вибірки n і число бракованих в ній об'єктів I (при яких партія N рахується придатною і не піддається суцільному контролю), визначається з таких умов:
 - ризик замовника не повинен перевищувати певної величини;
 - загальне середнє число екземплярів, які підлягають контролю як в придатних так і в непридатних партіях, повинно бути мінімальним.

- При застосуванні методу двійних вибірок, якщо в першій вибірці об'ємом n_1 число бракованих екземплярів I_1 буде меншим або рівним деякій величині C_1 , то вся партія об'єктів приймається і друга вибірка не проводиться. Якщо в першій вибірці $I_1 > C_1$, але менше або рівне C_2 , проводиться друга вибірка об'ємом n_2 . Якщо сума бракованих екземплярів в першій і другій вибірці $(I_1 + I_2)$ буде меншою або рівною C_2 , то вся партія приймається, а при $I_1 + I_2 > C_2$ - бракується і піддається суцільному контролю. Порядок визначення I_1 , I_2 , C_1 , C_2 - аналогічний як і для методу одиночних вибірок.

- Статистичний попереджувальний контроль процесу виконується безпосередньо в процесі виробництва продукції з метою надання вчасної інформації про відповідність якості виконання окремих операцій та стан предметів праці, що знаходяться у стадії перетворення, встановленим технічним вимогам, а також з метою виявлення відхилень і передачі сигналів для динамічного регулювання ходу виробничого процесу. Це досягається проведенням спеціального вибіркового всебічного контролю виробничого процесу на кожній його операції та коригуванням його ходу ще до появи надмірних відхилень і браку продукції.

- На практиці статистичний попереджувальний контроль здійснюється шляхом перевірки періодично відібраних проб (вибірок). По результатах перевірки визначається стан процесу обробки і можливість появи браку.
- *Пробою (вибіркою)* називають частину екземплярів, які взяті із підконтрольної партії в ході їх виготовлення (або поступлення) за певний короткий проміжок часу.

- При цьому передбачається, що на процес обробки і якість деталей впливає ряд систематичних і випадкових факторів.
- *Систематично діючі фактори* залишаються постійними або змінюються закономірно при переході від обробки однієї деталі до іншої. Сюди відносять поступове зношування інструменту, нагрів і деформацію оброблювальних предметів та інструменту і т.д.
- *Випадкові фактори* різні для окремих деталей однієї і тієї ж партії. До них відносять неточність інструментів та верстатів, коливання режимів різання, неоднорідність матеріалу, помилки робітника.

- Застосування статистичних методів попереджувального контролю базується на умові, що всі похибки, які виникають в результаті впливу на процес обробки великого числа факторів, підпорядковуються закону нормального розподілу.
- Методів статистичного попереджувального контролю існує багато, проте найбільш теоретично обґрунтовані і найчастіше застосовуються на практиці три з них:
 - - метод середніх арифметичних значень та розмахів;
 - - метод медіан та індивідуальних значень.
 - - метод індивідуальних значень.

Метод середніх арифметичних значень і розмахів

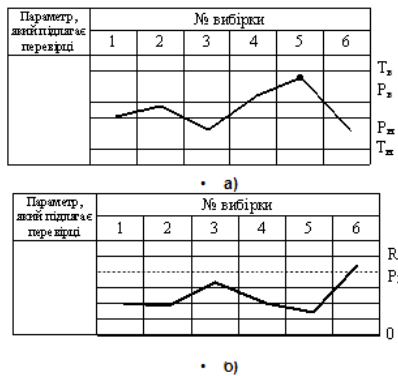
- Застосовується у випадку, коли відхилення від заданого параметру якості відповідає закону нормального розподілу Гауса. При цьому методі основними статистичними характеристиками є середнє арифметичне значення параметру і розмах значень кожної вибірки.
- Метод передбачає, що в процесі виробництва періодично із підконтрольної партії деталей береться вибірка, проводяться її детальні обміри, визначається середнє значення контрольного розміру та розмах, які наносяться на контрольну карту (рис. 5).

- Середнє арифметичне значення визначається за формулою
- $$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$
- де x_i - значення i -го заміру контрольованого параметру;
- n – кількість замірів у вибірці.
- Розмах вибірки R визначається як різниця між найбільшим x_{max} і найменшим x_{min} значеннями контрольованого параметру у вибірці
- $$R = x_{max} - x_{min}$$

- Контрольна карта будується на спеціальному бланку з сіткою з вертикальних і горизонтальних ліній. По вертикалі відкладаються значення контрольованого параметра, по горизонталі – дата, зміна, порядковий номер вибірки.
- Карта складається з двох частин: верхньої – для контролю середніх значень, і нижньої – розмахів.

- З метою аналізу на карту наносяться лінії, які масштабно відображають значення допустимого відхилення контрольованого параметру від номіналу, а також лінії границь регулювання, які використовуються для аналізу стійкості технологічного процесу.
- На карту контролю середніх значень наносяться лінії верхнього T_v і нижнього T_n значення допуску відхилення контрольованого параметру від номінального розміру (межі поля допуску), а також лінії верхньої P_v і нижньої P_n границь регулювання цього параметру.

- На карту контролю розмахів наносяться лінія R допустимого розмаху та лінія границі регулювання розмаху P_R (верхня межа регулювання розмаху). Знизу діаграма розмахів обмежується нульовою лінією, оскільки у вибірці мінімальне значення $R = 0$ – за умови, що всі проконтрольовані вироби однакового розміру.



• Рис. 5 - Контрольна карта: а) середніх значень; б) розмахів

Значення границь регулювання розраховуються за формулами

- $$P_v = T_v - A \cdot \frac{\delta}{2}; P_n = T_n + A \cdot \frac{\delta}{2}; P_R = B \cdot \frac{\delta}{2}$$
- де A і B – коефіцієнти, які залежать від кількості виробів у вибірці (наприклад, при $n=5$ – $A=0,53$ та $B=1,63$);
- δ - допустиме відхилення контрольованого параметру (поле допуску):
$$\delta = T_v - T_n$$

- Техніка контролю зводиться до наступного: контролер у встановлений момент часу відбирає вибірку встановленого розміру, виконує необхідні вимірювання контрольованого параметра, вираховує для даної вибірки середнє арифметичне значення і розмах та наносить їх точками на бланк контрольної карти. Розташування нанесених точок відносно границь регулювання свідчить про якість протікання технологічного процесу: якщо точки не виходять за встановлені границі регулювання – процес задовольняє вимоги щодо якості, якщо ж хоча б одна з них виходить за ту чи іншу границю регулювання – необхідне термінове коригування процесу. Інколи навіть розташування точок всередині границь регулювання може свідчити про тенденцію до порушення технологічного процесу – наприклад, систематичне одностороннє зміщення сигналізує про певну негативну тенденцію: неправильне налагодження обладнання, затуплення інструменту і т.д.

Метод медіан та індивідуальних значень

- При цьому методі контрольна карта має шість границь (рис. 6):
- - дві крайні, які обмежують верхню і нижню границю поля допуску (T_v і T_n);
- - чотири попереджувальні: дві границі – верхня і нижня для медіан (P_v і P_n); дві інших є границями крайніх значень контрольованого параметру в даній вибірці ($P_{вр}$ і $P_{нр}$).

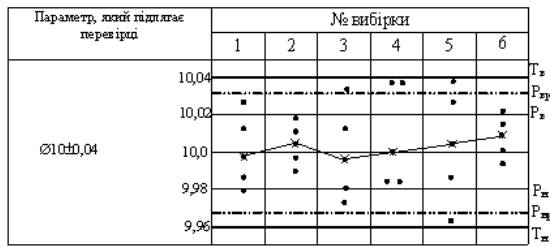


Рис. 6 - Контрольна карта методу медіан та індивідуальних значень

- Процес контролю проходить наступним чином: контролер через рівні проміжки часу відбирає вибірку (наприклад, обсягом $n=5$ одиниць) та виконує необхідні вимірювання контрольованого параметра кожного виробу. Результати всіх вимірів наносять точками на карту. Одну із точок, яку називають медіаною, позначають хрестиком (медіаною в математичній статистиці називають число, яке знаходиться посередині впорядкованого за зростанням або спаданням ряду чисел).

- Якщо значення медіани не виходить за попереджувальні границі P_8 і P_n , а крайні (максимальне і мінімальне) значення контрольованого параметру решти деталей вибірки – за границі P_{ep} і P_{np} , то технологічний процес протікає задовільно. Якщо ж є виходи медіан і крайніх значень за попереджувальні границі, то процес протікає незадовільно (можлива поява браку). В такі моменти вивчаються і усуваються причини, які викликали порушення нормального ходу технологічного процесу, а продукція в даний час піддається суцільному контролю.

Розташування на контрольній карті попереджувальних границь розраховуються за формулами

$$P_8 = T_8 - 0,8 \cdot A \cdot \frac{\delta}{2}; \quad P_n = T_n + 0,8 \cdot A \cdot \frac{\delta}{2};$$

$$P_{ep} = T_8 - B \cdot \frac{\delta}{2}; \quad P_{en} = T_n + B \cdot \frac{\delta}{2};$$

- де 0,8 – поправочний коефіцієнт;
- A і B – коефіцієнти, величини яких залежать від кількості виробів у вибірці (наприклад, при $n=5$ – $A=0,53$ та $B=1,63$);
- δ – величина поля допуску.

Метод індивідуальних значень

- Даний метод є самим простим і наглядним. Він використовується при досить стабільних технологічних процесах. На контрольну карту (рис. 7) наносяться всі індивідуальні значення результатів замірів вибірки.
- Контрольна карта містить верхню і нижню границю поля допуску (T_8 і T_n) та верхню і нижню загороджувальні зони. Контрольні границі загороджувальних зон відкладаються на віддалі $I_1=0,07\delta$ та $I_2=0,21\delta$ від границь поля допуску.
- При розмірі вибірки $n=5$ на контрольну карту наносяться всі п'ять значень контрольованого параметра. При цьому, якщо всередину однієї з контрольних зон потрапляє дві або більше точок, то процес вважається розрегульованим (виникає можливість появи браку) і потребує виявлення та усунення факторів, які це викликали.

- У методі індивідуальних значень одна із загороджувальних зон значно ширша від іншої. При цьому більшою може бути або верхня, або нижня зона. Ширшою вибирається та зона, зміщення у бік якої контрольованого параметра в перспективі приведе до появи невірної браку. Наприклад, якщо на рис. 6.3 зображено процес контролю розміру вала, то вихід параметру за нижню границю 9,96 виправити буде неможливо, а вихід вище за розмір 10,04 буде виправним. Якщо ж побудувати аналогічну діаграму для отвору такого самого розміру, то ширшою буде верхня контрольна зона.

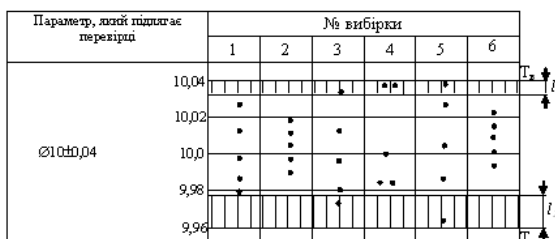


Рис. 7 - Контрольна карта методу індивідуальних значень

4. Зарубіжний досвід в управлінні якістю продукції

В розвинутих країнах (США, Франція, ФРН та інші) впроваджують систему тотального забезпечення якості (ТЗЯ), яка пройшла експериментальну перевірку в Японії. Основна мета системи ТЗЯ – посилення конкурентоспроможності товарів, що досягається практичною реалізацією комплексу таких принципів:

- Забезпечення постійної відповідності продукції запитам споживача.
- Зосередження зусиль на запобіганні проблемам, а не на їх усуненні (у японських фірмах в середньому 60% витрат на забезпечення якості спрямовується на запобіжні заходи, 30% – на здійснення контролю якості, 7% – на усунення браку з внутрішніх причин, 3% – на усунення браку, викликаного зовнішніми причинами).
- Ринкові переваги продукції за рахунок її особливої якості та упаковки.
- Оцінка діяльності всіх підрозділів та служб підприємства за критеріями якості.
- Персональна відповідальність та самоконтроль кожного працівника з урахуванням колективних оцінок і думок.

- У цих країнах організація гуртків контролю якості (ГКЯ) розглядається як обов'язкова складова ТЗЯ. Цей організаційний резерв зростання якості являє собою форму низового громадського контролю працівниками одного підрозділу якості продукції та факторів, які її формують. ГКЯ, як правило, включають 5–10 чоловік, а керівником групи здебільшого призначається керівник підрозділу. Члени гуртка самостійно обирають тему розробок, а вище керівництво виступає перед членами ГКЯ з проблемними доповідями. Робота груп якості висвітлюється на спеціальних стендах. Найбільш вдалі розробки преміюються, премія розподіляється між членами ГКЯ.

- Розробки, що проводяться у гуртках, спрямовані на поліпшення умов праці, підвищення кваліфікації працівників, раціоналізацію технологічних процесів, удосконалення стилю керівництва. Менеджери багатьох фірм вважають, що ГКЯ допомагають створити на підприємствах атмосферу співдружності.
- Економічний ефект, отримуваний від реалізації пропозицій членів ГКЯ, приблизно в тричі перевищує витрати, пов'язані з їх діяльністю. Організація ГКЯ вимагає високого рівня керівництва ними, наявності конкретних річних планів розробок і певних цілей. Слід відзначити, що в нашій країні існує деякий досвід роботи ГКЯ, але можна з певністю стверджувати, що цей метод підвищення якості використовується не повною мірою.

- Багато з того, що розглянуто вище, передбачено принципами організації вітчизняних систем управління якістю продукції (Львівською та ін.), високо оцінено за кордоном і реалізовано у міжнародних стандартах, однак широке застосування цих систем у промисловості не завдало потрібного впливу на зростання якості продукції, оскільки прогресивні організаційні принципи впроваджувалися формально і не були підкріплені достатніми матеріальними стимулами.

- “За якість не платять.” Концепція, розроблена консультантом Філіпом Кросбі, вибирає за ціль відповідність вимог, профілактику, відношення організації до питань якості і питань її вартісної оцінки. Концепція базується на тому, що за якість не платять, гроші потрібно платити за відсутність і не достатність якості, що мусить бути предметом контролю.

- Система Шінго. Співзасновник системи ТОЙОТИ “точно – вчасно” Чейдж Шінго відомий в Японії як “містер вдосконалення”. Його теорія присвячена запобіганню дефектам на етапі їх виникнення, тобто використання системи управління якістю технологічних процесів. Шлях до запобігання дефектів, що з'являються на виході технологічного процесу, полягає у здійсненні контролю під час процесу. Згідно з підходом Шінго існує різниця між помилками та дефектами. Дефекти виникають тому, що люди роблять помилки. Навіть коли помилки є неминучими, вони не стануть дефектами, якщо зворотній зв'язок призведе до відповідних дій по їх виправленню ще на стадії здійснення помилки.

- Підхід Демінга. У. Едвардс Демінг був консультантом із світовим ім'ям, який отримав найбільше визнання за своєї роботи в японській промисловості. В Японії приз Демінга кожного року присуджують фірмі, яка добивається найбільших успіхів в забезпеченні якості. Демінг підкреслював значення проведення постійної, всебічної програми підвищення якості, в якій мусять об'єднувати свої зусилля постачальники, інвестори і споживачі.

14 пунктів Демінга

- Доктор Демінг вніс великий вклад в зміну свідомості керівників японської промисловості, японських підприємців, управлінців і інженерів. Він вчив їх таким принципам і методам виробництва товарів і послуг, які дозволяли б якісно змінити стратегію поведінки фірм: замість топтання на місці нежиттєздатних суб'єктів на вузькому сегменті ринку, вести захоплюючу боротьбу найкращих і економічних шляхів задоволення Споживача, і на цій основі досягати процвітання всього суспільства.
- Японці, які не тільки сприйняли, але і суттєво розвинули ці методи, залишили в результаті далеко позаду все, що могла запропонувати західна система управління і ведення бізнесу. Вони змінили світ створили нову економічну епоху.

- 14 пунктів – це програма дій, запропонована Демінгом для керівників, які хотіли б вести діло, користуючись наукою і здоровим глуздом. Ця програма дій для підприємств, які ставлять перед собою цілі добитися виживання і процвітання на багато років.
- Всі пункти пропонуються і повинні усвідомлюватися, як «Система». Якщо дивитися на них окремо, деякі принципи можуть здатися парадоксальними, незрозумілими і неприйнятними. В результаті буде втрачений шанс відкрити для себе те, що якраз і складає основу будь - якої успішної діяльності – вміння побачити ситуацію, проблему з якісно нової сторони, роздивитися можливості для прориву саме там, де до того бачилися одні перешкоди, отримати додаткові можливості для руху, маневру в таких площинах, використати такі важелі наявності яких раніше не усвідомлювалася.

1. Постійність цілі

- Поставити перед собою ціль і бути незмінно твердими і постійними в досягненні поставленої цілі безперервного покращення продукції і послуг, розподіляючи ресурси таким чином, щоб забезпечувались довгострокові цілі і потреби, а не тільки миттєву прибутковість, для досягнення конкурентоздатності, збереження підприємства і забезпечення людей роботою.

2. Нова філософія

- Прийміть нову філософію. Ми знаходимося в новій економічній ері, яка почалась в Японії. Ми не можемо більше вживатись з звичайно прийнятим рівнем затримок, помилок, дефектів в матеріалах, браку в роботі. Це досконало нова філософія. Це не просто декілька керівних принципів, ідей, правил чи методик, які можна було б додати до тих, якими ми вже давно користуємось.
- Ми повинні підтримувати постійний, безперервний рух в правильному напрямку: кожен день повинен наближати нас до стану, коли вся компанія виявиться в процесі покращення якості всіх систем і видів діяльності.

3. Покінчіть із залежністю від масового контролю

- Знищуйте залежність в масових провірках та інспекціях як способі досягнення якості, перш за все шляхом “вбудовування” якості в продукцію. Вимагайте статистичних свідчень “вбудованої” якості як в процесі виробництва, так і при виконанні закупівельних функцій.

4. Покінчіть з практикою закупок по самій дешевій ціні

- Покінчіть з практикою оцінки і вибору ваших постачальників тільки на основі ціни на їх продукцію. Поряд з ціною, вимагайте серйозних підтверджень її якості. Зменшіть число постачальників одного і того ж продукту шляхом відмовлень від послуг тих із них, хто не зможе статистично підтвердити його якості. Прагніть до того, щоб отримати всі поставки даного компоненту тільки від одного виробника, на основі встановлення довготривалих відносин взаємної лояльності і довіри. Ціллю в цьому випадку є мінімізація загальних затрат, а не тільки початкових. В віділах комплектації і постачання в результаті з'являться нові обов'язки, які вони повинні добре вивчити.

5. Покращуйте кожен процес

- Покращуйте постійно, сьогодні і завжди всі процеси планування, виробництва і надання послуг. Постійно вишукуйте проблеми для того, щоб покращувати всі види діяльності і функції в компанії, підвищувати якість та продуктивність і, таким чином, постійно зменшувати витрати.
- Неперервне покращення системи, яка включає в себе розробку і проектування, поставку комплектуючих і матеріалів, обслуговування і покращення роботи обладнання, методів управління і організації, підготовку і перепідготовку кадрів – є найпершим обов'язком керівництва.

6. Введіть в практику підготовку і перепідготовку кадрів

- Введіть в практику своєчасні підходи до підготовки і перепідготовки для всіх робітників включаючи керівників і управлінців, з тим, щоб краще використовувати можливості кожного з них. Для того, щоб встигати за змінами в матеріалах, методах, конструкції виробу, обладнанні, технології, функціях і методах обслуговування, потрібні нові навички і вміння.

7. Запровадьте “Лідерство”

- Засвойте і введіть в практику лідерство як метод роботи, який має за ціль допомогу робітникам в виконанні їх роботи найкращим чином. Керівники і управлінці повинні забезпечувати прийняття негайних мір при отриманні сигналів про дефекти, які з'явилися, несправне обладнання, погані інструменти, нечіткі робочі інструкції і інші фактори, якіносять збитки якості. Потрібно створити середовище, в якому в працівників є справжня зацікавленість в їх роботі, а менеджери допомагають добре її виконувати.

8. Виганяйте страхи

- Заохочуйте ефективні двохсторонні зв'язки і використовуйте інші засоби для викорінення страхів, небезпек і ворожості всередині організації з тим, щоб кожен міг працювати більш ефективно і продуктивно на користь компанії.
- Любий працівник, який відчуває страх перед своїм вищестоячим керівництвом, не може належним чином співпрацювати з ним. Найкраще, чого можна очікувати в таких випадках - ображена покірність. Однак, таке положення речей ніколи не приводить до хороших результатів. Справжнє співробітництво дозволяє досягнути набагато більшого, ніж ізольовані індивідуальні зусилля.

9. Зруйнують бар'єри

- Зруйнують бар'єри між підрозділами, службами, відділами. Люди з різних функціональних підрозділів: дослідники, розробники, виробничники, представники комерційних і адміністративних служб – повинні працювати в командах (бригадах) з тим, щоб ліквідувати проблеми, які можуть виникнути з продукцією або послугами.

10. Відмовтеся від порожніх лозунгів і закликів

- Відмовтеся від використання плакатів, лозунгів і закликів, які вимагають від робітників бездефектної роботи, нового рівня продуктивності і т.п., але нічого не говорять про методи досягнення цих цілей. Такі заклики визивають тільки вороже відношення, бо основна маса проблем низької якості і продуктивності пов'язана з ситемою і, таким чином, їх вирішення знаходиться за межами можливостей рядових робітників.

11. Усуньте довільні кількісні норми і завдання

- Усуньте робочі інструкції і стандарти, які встановлюють виробничі норми, квоти для робітників і кількісні завдання для керівників. Замініть їх підтримкою і допомогою із сторони вищестоячих керівників з тим, щоб досягнути безперервного покращення в якості і продуктивності.

12. Дайте робітникам можливість пишатися своєю працею

- Ліквідуйте бар'єри, які обкрадають робітників і керівників, позбавляючи їх можливості пишатися своєю працею. Це передбачає, окрім всього іншого, відмову від щорічних атестацій (оцінок діяльності робітників) і методів управління по цілях. І знову: обов'язки менеджерів, контролерів, майстрів повинні бути перенесенні з досягнення чисто кількісних показників на досягнення якості.

13. Заохочуйте прагнення до освіти

- Запровадьте енергійну програму освіти і підтримки самовдосконалення для всіх робітників. Організації потрібні не просто люди, їй потрібні робітники, які вдосконалюються в процесі освіти. Джерелом успішного просування в досягненні конкурентоздатності є знання. Навчання методам роботи в руслі того, як ця робота виконується, в теперішній час істотно. В сучасному світі все швидко міняється. Тому більш широка освіта – це значний вклад в майбутнє.

14. Прихильність справі підвищення якості і дієвість вищого керівництва

- Ясно визначіть непохитну прихильність вищого керівництва до постійного покращення якості і продуктивності і їх зобов'язання приводити в життя всі розглядувані вище принципи. Мало того, що вище керівництво відверто продекларує свою вічну прихильність якості і продуктивності, воно повинно ще знати, чому вони прихильні, тобто що вони повинні робити. Утворіть структуру в вищому керівництві, яка буде щоденно давати імпульс до просування до вищерозглянутих принципів, і дійте, щоб здійснити перетворення. Підтримки тут недостатньо, потрібні конкретні справи.

Тема 8. Інструменти прийняття рішень в операційному менеджменті

1. Процес прийняття рішень
2. Моделі прийняття рішень
3. Теорія прийняття рішень

1. Процес прийняття рішень

Процес управління реалізовується через управлінські рішення, підготовку та прийняття яких умовно можна назвати технологією розробки (прийняття) рішень. Вона являє собою сукупність дій, що послідовно повторюються, що складаються з окремих етапів, процедур, операцій.

Тому робота операційних менеджерів в значній мірі складається з розробки та прийняття управлінських рішень. В чому ж полягає різниця між “добрими” і “поганими” рішеннями, від яких в значній мірі залежить успіх організації?

“Добре” рішення використовує аналітичну роботу в процесі його прийняття, базується на логіці, розглядає всі можливі дані, альтернативні варіанти і передбачає наступні шість кроків:

- Визначення проблеми і факторів, які впливають на неї. Це означає необхідність встановлення проблеми чітко та обдуманно.
- Становлення критерію рішення та цілей. Менеджери повинні розробити специфічні змінні цілі. Більшість організацій мають більше як одну ціль максимізації прибутку.

- Формулювання моделей і зв'язків між цілями та змінними. Розробляється формалізоване представлення ситуації – модель. Більшість моделей мають одну і більше змінних. Змінна – це кількість що вимірюється, яка може змінюватися.
- Визначення та оцінка альтернатив. Цей крок означає генерацію найбільшої кількості шляхів вирішення проблеми.

- Вибір найкращої альтернативи. Це рішення, яке найкращим чином задовольняє і найбільше відповідає встановленим цілям.
- Впровадження рішення. Виконання дій у відповідності з вибраною альтернативою.

Необхідно відмітити, що досить часто ці кроки повторюються, утворюючи цикли, щоб досягти кінцевої мети прийняття “доброго” рішення.

Традиційна схема розробки і реалізації управлінських рішень:

- ***Виявлення проблемної ситуації і постановка цілей*** (визначення цілі рішення, критеріїв оцінки результатів рішення).
- ***Збір інформації та виявлення обмежень*** (вивчення існуючого питання, умов для ефективного рішення).

- ***Розробка альтернативних варіантів рішення та вибір оптимального*** (підходи до вирішення проблеми для досягнення цілей і визначення економічного ефекту).
- ***Організація виконання прийнятого рішення*** (оформлення наказу чи розпорядження, розробка плану та термінів реалізації, призначення відповідальних осіб і проведення інструктажу).
- ***Контроль виконання рішення*** (контроль ходу виконання, етапів, виконавців і коректування відхилень).

Психологами пропонується ряд популярних рекомендацій по прийняттю якісних управлінських рішень:

1. Перш ніж вникати в деталі, постарайся краще представити проблему загалом.
2. Не приймай рішення, поки не розглянеш можливі варіанти.

3. Сумнівайся. Навіть загальновизнані істини повинні викликати сумнів.

4. Старайся поглянути на стоячу перед тобою проблему з самих різних точок зору, навіть якщо шанси на успіх здаються мінімальними.

5. Шукай модель або аналогію, яка допоможе тобі краще зрозуміти суть проблеми, що вирішується. Це може бути математична формула, графічна модель (схема, діаграма), словесна модель, репродукція і т.д.

6. Задавай як можна більше питань. Правильно задане питання може радикально змінити зміст відповіді.

7. Не задовольняйся першим рішенням, яке прийде тобі в голову. Пошукай інші. Знайди в обох рішеннях слабкі місця, порівняй їх один з одним, вибери оптимальне.

8. Перед прийняттям остаточного рішення поговори з ким-небудь про свої проблеми. Завжди варто послухати, що говорять інші. Вони нерідко бачать те, що може вислизнути від твоїх очей.

9. Не нехтуй своїми почуттями. Не можна зменшувати значення почуттів, переживань і інтуїції. Як правило, вони не обманюють.

10. Пам'ятай: кожна людина дивиться на життя і виникаючі проблеми зі своєї, особливої точки зору.

2. Моделі прийняття рішень

Керівники в своїй діяльності при прийнятті рішень досить часто покладаються на власний досвід, інтуїцію та почуття. Відомий спеціаліст по менеджменту Н. Енкельман говорив що: “в конфлікті почуття і розуму завжди перемагає почуття”.

В даному контексті почуття, що базується на конкретних умовах про об'єкт управління, виражає відношення до рішення, що приймається. Залишатись незалежним від почуттів менеджеру заважає внутрішнє середовище та особисті якості.

Крім того, для прийняття раціональних рішень потрібно вдосконалості володіти математичним апаратом і проводити математичне моделювання розвитку об'єкта.

Формальна (математизована) теорія прийняття рішень в рамках нормативного підходу аналізує, як повинні прийматися рішення, при яких умовах вони будуть найбільш раціональними.

З вищевказаного виходить, що менеджер повинен володіти різносторонніми теоретичними знаннями (теорії менеджменту, теорії організації, психології, соціології, інформатики, математики, інших наук) та практичними навичками, досвідом розробки управлінських рішень, щоб забезпечити їх високу якість і ефективність.

Досить часто при прийнятті складних рішень простої логіки не вистачає. Тому в даних випадках використовують моделювання розвитку ситуації з допомогою моделей та кількісного аналізу.

Суворі формалізація соціально-економічних процесів функціонування підприємства практично неможлива. Тому **всі моделі є спрощеним зображенням реальної системи**, але якщо це спрощення виконано коректно, то отримане наближене відображення реальної ситуації дає змогу отримати достатньо точні характеристики досліджуваного об'єкта.

Математичні моделі мають як переваги, так і недоліки, і використовуються з наступних причин:

- моделі дешевші і вимагають менше витрат часу, ніж експериментування з реальними системами;

- дозволяють менеджерам змодельовати велику кількість альтернатив;
- дозволяють вводити дані, якими можна маніпулювати на нижчому рівні;

- дозволяють застосовувати системний підхід до аналізу проблеми;
- вимагають введення обмежень по факторах, які мають невеликий вплив на проблему.

Основні обмеження при використанні моделей:

- моделі можуть бути дорогими і вимагають значних витрат часу на їх розробку і тестування;
- можуть не використовуватися через математичну складність;

- вони зменшують роль та значення факторів, що математично не відображаються;
- досить часто занадто спрощують реальність.

Позитивними характеристиками моделювання також є:

- застосування більш довершеної технології розрахунку в порівнянні з іншими методами;
- висока міра обґрунтованості рішень;
- скорочення термінів розробки рішень;
- можливість виконання зворотної операції.

Існує значна кількість моделей.
Найбільш вживані:

- Алгебраїчні моделі. Алгебра – це основний математичний інструмент, який може бути використаний для вирішення загальних операційних проблем, таких як аналіз критичної точки і аналіз затрати-прибуток.

- Статистичні моделі. Оскільки багато рішень включають невизначеність, дуже важливо використати імовірність розподілу та статистичну теорію. До цих моделей відносять: прогнозування (процес створення проєкцій на майбутнє таких змінних як продажі, витрати); контроль якості – допомагає виміряти і регулювати степінь відповідності продукту чи сервісу специфічним вимогам; теорія рішень – реалізується через дерево рішень та таблиці рішень для вирішення проблеми в умовах рішень.

- Моделі лінійного та математичного програмування. Ці моделі широко застосовуються при розробці продуктів, аналізі розміщення, планування виробництва, розподілу робочої сили та інших сфер операційної діяльності.

- Моделі теорії черг. Аналіз черг допомагає оцінити системи сервісу шляхом визначення таких факторів, як довжина черги, час очікування і коефіцієнт використання.

- Імітаційні моделі. Виконуються з допомогою комп'ютерної імітації реальних систем для аналізу систем сервісу, політики обслуговування обладнання та інвестиційного вибору.

- Моделі управління матеріально-технічним постачанням. Моделі управління запасами використовуються для видачі рекомендацій по оптимальних величинах замовлень і часу їх видачі.

- Сіткові моделі. Допомагають виконувати проекти з оптимізацією термінів та вартості їх виконання.

Для кращого уявлень про математичне моделювання його умовно розділяють на декілька окремих і взаємозв'язаних етапів:

- постановка задачі;
- розробка формалізованої схеми;
- формалізація задачі в загальному вигляді;
- чисельне представлення моделі;
- розв'язування задачі на ЕОМ та післяоптимізаційний аналіз отриманих розрахунків.

При постановці задачі виявляються закономірності процесу в теоретичному і практичному планах, його структура, умови і фактори формування.

Формалізована схема розробляється на основі вищезгаданих даних. Вона менш суворо, ніж математична модель, описує процес, що моделюється (явище). У схемі називаються конкретні показники, що відносяться до характеристики об'єкта управління. Це можуть бути шукані величини, параметри процесу, фактори і умови, які неодмінно враховуються при виконанні розрахунків.

У загальному вигляді задача представляється на основі формалізованої схеми. Однак існуючі залежності конкретизуються. Далі елементи моделі набувають кількісного вираження, модель перевіряється та у разі необхідності уточнюється. На базі використання обчислювальної техніки прораховується ефективність варіантів, що є по заданому критерію оцінки, і на цій основі визначається оптимальний варіант рішення задачі.

При побудові математичної моделі виконуються такі види робіт, як:

- складання переліку всіх елементів системи, що впливають на ефективність її функціонування;
- розгляд міри впливу кожного з елементів переліку на функціонування організації при різних варіантах рішень;

- елементи, що не впливають на вибір варіантів рішень або вплив яких незначний, виключаються з переліку і не враховуються при побудові моделі;
- щоб спростити модель потрібно заздалегідь, по можливості, згрупувати деякі взаємопов'язані елементи (наприклад, витрати по оренді, вмісту приміщень тощо і об'єднати їх в умовно-постійні витрати);

- після уточнення переліку елементів визначається їх постійний або змінний характер впливу на систему. У складі змінних елементів встановлюються, в свою чергу, піделементи системи, що впливають на їх величину. Наприклад, транспортні витрати залежать від обсягу переміщених товарів, відстані, вартості пального та інше;
- за кожним піделементом закріплюється певний символ і далі складається рівняння або система рівнянь.

3. Теорія прийняття рішень

Теорія прийняття рішень – це аналітичний підхід для вибору альтернативи чи напрямку дії. Вона використовується в широкому діапазоні операційних ситуацій: аналіз нових товарів, вибір обладнання і планування його розміщення, планування...

Існують три типи моделей рішень в теорії прийняття рішень, що залежить від ступеня визначеності можливих виходів чи наслідків:

1. Прийняття рішень в умовах визначеності. При прийнятті даного типу рішень існує 100% імовірність наслідків прийнятих рішень.

2. Прийняття рішень в умовах ризику.

В даних рішеннях існує певна ймовірність появи результату чи наслідків для кожної альтернативи.

3. Прийняття рішень в умовах невизначеності. При прийнятті рішення не існує певної імовірності появи результату кожної альтернативи.

Не залежачи від складності всі рішення мають альтернативи і стан природи. Альтернатива – це напрямок дії чи стратегія, яка може бути вибрана. Стан природи - ситуація, на яку не можливо впливати.

При прийнятті рішень в умовах визначеності операційний менеджер знає кінцевий результат кожної альтернативи і приймає те рішення, що максимізує його прибутки чи призведе до найкращого результату.

Перевага подібної ситуації: усі перемінні для розрахунків вводяться самим суб'єктом керування при тому самому стані об'єктивних умов (об'єкта). Відкривається можливість широкого використання кількісних методів і ЕОМ. Керівник з достатнім ступенем точності визначає результат кожної з наявних альтернатив рішень.

Прикладом може бути можливість вкладення засобів в банк, придбання державних цінних паперів, коли відомий дохід, що буде одержаний у результаті цих дій (наприклад, процентної ставки банку), впровадження нової технології, яка дає зниження собівартості продукції.

При цьому операційними менеджерами використовуються певні формули, які відповідають тим чи іншим рішенням:

1. Прогнозований річний економічний ефект

від впровадження нововведень
визначається по формулах:

$$1.1: E = \Pi n - \Pi \partial,$$

де E – прогнозований річний економічний ефект, грн.; Πn – річний прибуток після впровадження нововведень, грн.; $\Pi \partial$ – річний прибуток до впровадження нововведень, грн.

$$1.2: E = ЧП - КП * Ккз,$$

де $ЧП$ - чистий прибуток, грн.;
 $КП$ - сума капітальних затрат, грн.;
 $Ккз$ - коефіцієнт ефективності капітальних затрат (0,15).

2. Зменшення собівартості продукції при впровадженні нововведень визначається по формулі:

$$З = C_2 - C_1,$$

де $З$ – зниження собівартості, грн.;
 C_1 – собівартість до впровадження нововведень, грн.;
 C_2 – собівартість після впровадження нововведень, грн.

3. Рентабельність продукції визначається по формулі:

$$P = \frac{\Pi}{C} * 100\%$$

де P – рентабельність продукції, грн.;
 Π – прибуток від реалізації продукції, грн.;
 C – собівартість продукції, грн.

4. Простий період окупності інвестицій визначається по формулі:

$$PP = \frac{IC}{PN},$$

де PP – період окупності інвестицій, роки;
 PN – середньорічний додатковий прибуток чи економія коштів отримані в результаті вкладення інвестицій, тис. грн.;
 IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.

5. Індекс прибутковості, що характеризує відношення дисконтованих грошових потоків до величини початкових вкладень (ефективний якщо є більший 1), визначається по формулі:

$$Pi = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Pt}{(1+i)^t}}{IC},$$

де Pi – індекс дохідності; Pt – грошовий потік в t -році, грн. (прибуток і амортизація); i – ставка дисконтування; IC – сума капітальних вкладень, грн.; t – номер року; n – кількість років функціонування проекту.

6. Величина чистої теперішньої вартості проекту (для ефективності значення показника повинно бути більше 0) визначається по формулі:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Pt}{(1+i)^t} - IC,$$

де NPV – чиста теперішня вартість, тис. грн.;
 Pt – грошовий потік в t -році, грн.; t – номер року;
 n – кількість років функціонування проекту; i – ставка дисконтування; IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.

7. Дисконтний період окупності, що враховує фактор часу, визначається по формулі:

$$PPg = \frac{IC}{PVg} = IC / \left(\sum_{t=1}^n \frac{Pt}{(1+i)^t} / n \right),$$

де PPg – дисконтований період окупності, рік;
 $\frac{IC}{PVg}$ – середньорічний дисконтований грошовий потік, тис. грн.; IC – величина капітальних вкладень (інвестицій), тис. грн.;
 t – номер року; n – кількість років функціонування проекту; i – ставка дисконтування; Pt – грошовий потік в t -році, грн.

Ефективність запропонованих проектів слід порівняти з розміщенням коштів на депозиті у банку.**8. Прості відсотки визначаються по формулі:**

$$Pn = P \cdot (1 + n \cdot r),$$

де P – інвестований капітал, грн.; n – кількість років, на які розміщені кошти на депозиті;
 r – процентна ставка (норма) доходу по коштах, розміщених на депозиті.

9. Складні відсотки визначаються по формулі:

$$Pc = P \cdot (1 + r)^n.$$

В умовах ризику менеджер буде старатися максимізувати очікувані позитиви. Ризикові рішення є найпоширенішими. В цих рішеннях вибирає альтернативу з декількох станів природи, кожному з яких відповідатиме задана ймовірність. Найбільш популярні рішення – це вибір варіанту, який принесе максимальний прибуток.

Ризик – це можлива небезпека, дія наугад, що вимагає: з однієї сторони - сміливості в надії на щасливе завершення, а з іншої – врахування матеріального обґрунтування степеня ризику (відсутність 100% впевненості).

Якщо рішення приймається в умовах ризику (вимірної невизначеності), то за допомогою введення імовірнісних оцінок невизначеність значною мірою зменшується. Коливання змінних, що характеризують стан об'єктивних умов, можуть бути передбачені (на основі визначення імовірності). Ризик полягає в можливих помилках при оцінці ступеня імовірності настання умов (подій). Тому покладаються не тільки на розрахунки, а використовуються також досвід, інтуїція та мистецтво керівника.

Такий варіант визначається через очікувану грошову віддачу (ОГВ), тобто суму можливих поступлень (віддач) варіанту, яка зважена на ймовірність появи віддачі.
 $ОГВ (\text{Варіанти } i) = (\text{Віддача по 1-му стану природи}) \times (\text{Ймовірність 1-го стану природи}) + (\text{Віддача по 2-му стану природи}) \times (\text{Ймовірність 2-го стану природи}) + \dots + (\text{Віддача по } n\text{-му стану природи}) \times (\text{Ймовірність } n\text{-го стану природи}).$

Приклад. Операційний менеджер очікує, що ймовірність прибуткового ринку така ж як і неприбуткового, тобто кожен стан природи має ймовірність 0,5. Якщо впровадити високопродуктивну лінію вартістю 180 тис. грн., то прибуток при сприятливому ринку очікується в межах 200 тис. грн. (збитки 180 тис. грн. при несприятливому ринку).

При купівлі і запуску низькопродуктивної лінії вартістю 20 тис. грн. прибутки і збитки в залежності від прибутковості ринку складуть відповідно 100 тис. грн. і 20 тис. грн. Вибрати один із варіантів.
 $ОГВ1 = 0,5 \cdot 200000 + 0,5 \cdot (-180000) = 10000 \text{ тис. грн.}$
 $ОГВ2 = 0,5 \cdot 100000 + 0,5 \cdot (-20000) = 40000 \text{ тис. грн.}$
 $ОГВ3 = 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 = 0 \text{ тис. грн.}$

Максимальна ОГВ є у другому варіанті, тобто рішення слід приймати по запуску низькопродуктивної лінії.

Якщо існує повна невизначеність того, яка ймовірність очікуваного результату, то необхідно звертатись до трьох критеріїв для прийняття рішень в умовах невизначеності:

- **MAX і MAX** – це критерій вибору альтернативи, яка максимізує максимальний вихід для кожної альтернативи. Спочатку знаходиться максимальний вихід всередині кожної альтернативи, а потім вибирається альтернатива з максимальним значенням. Оскільки цей критерій ґрунтується на альтернативі з найвищим можливим результатом, його можна назвати “оптимістичним”.

- **MAX і MIN** – цей критерій вишукує альтернативи, які максимізують мінімальний вихід чи наслідок для кожної альтернативи. Тобто спочатку знаходиться мінімальний вихід всередині кожної альтернативи, а потім вибирається альтернатива з максимальним значенням. Цей критерій передбачає вибір альтернативи з найменшими втратами і тому називають його “песимістичним”.

- **Рівноймовірний критерій** – цей критерій рішення знаходить альтернативу з найвищим середнім виходом. Спочатку розраховується середній вихід для кожної альтернативи, який є сумою всіх наслідків, поділеною на їх кількість. Потім проводиться вибір альтернативи з максимальним значенням. Цей підхід передбачає, що ймовірності появи станів природи рівні і тому кожен стан природи рівноймовірний.

Наприклад, для розглядуваного вище прикладу по критеріях: **MAX і MAX** рішення буде запускати високопродуктивну лінію. **MAX і MIN** нічого не запускати. **Рівноймовірний** – запускати низькопродуктивну лінію.

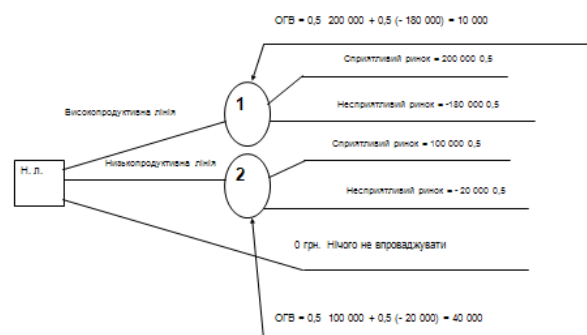
При використанні дерев рішень для прийняття рішень у невизначених ситуаціях необхідно використовувати символи:

- - вузол рішення, з якого може бути вибрана одна або декілька альтернатив;
- - вузол стану природи, з якого може з'явитися один стан природи.

Дерево рішень – це графічне відображення процесу, яке визначає альтернативні рішення, стан природи і їх відповідні ймовірності віддачі для кожної комбінації альтернатив і стану природи. Аналіз проблеми з використанням дерева цілей включає в себе 5 кроків:

1. Визначення проблеми.
2. Структуризувати чи намалювати дерево цілей.
3. Визначити ймовірності до станів природи.
4. Оцінити віддачу для кожної можливої комбінації альтернатив та станів природи.
5. Вирішити проблему, визначивши очікувану віддачу в грошовому вираженні для кожного вузла, і стану природи.

Для прикладу, приведеного вище, дерево рішень матиме вигляд:



Сутність **невизначеності** виявляється в тім, що при наявності необмеженої кількості станів об'єктивних умов оцінка імовірності (P_j) настання кожного з цих станів неможлива через відсутність способів оцінки P_j . Критерій вибору рішень у цих обставинах визначається схильностями і суб'єктивними оцінками менеджера.

Задача зводиться до зменшення невизначеності шляхом зведення її до умов ризику. Визначену роль при цьому грає постановка таких питань:

1. Наскільки велика існуюча невизначеність?
2. Що варто зробити, щоб її зменшити?
2. Які витрати на її зменшення?
4. Яка ступінь невизначеності в ході здійснення деякого курсу?

Вирішальне слово залишається за керівником, хоча не виключається обговорення проблем з колегами, експертами, представниками суспільних органів. Важлива при цьому роль евристичних здібностей менеджера. Часто такі рішення приходиться приймати в швидкозмінній (екстремальній) обстановці, Найбільш характерні вони для соціально-економічних систем, політичного та наукомісткого середовища.

Тема 9. Прогнозування в операційному менеджменті

1. Суть і потреба в прогнозуванні для організацій
2. Методи прогнозування
3. Методи часових серій
4. Методи регресійного і кореляційного аналізу

1. Суть і потреба в прогнозуванні для організацій

- **Прогнозування** – це мистецтво і наука передбачення майбутніх подій. **Прогнозування** – це методи, в яких використовується як накопичений досвід, так і текучі припущення стосовно майбутнього з метою його визначення. Якщо прогнозування виконане якісно, то результатом стане картина майбутнього, яку можна використати як основу для планування.

- Для підприємств прогнозування є необхідним як база для планування. Виконуючи прогнози майбутніх потреб на ринку операційні менеджери мають можливість планувати використання виробничих потужностей, трудових ресурсів, скласти енергобаланси, визначити потреби у необхідних обсягах закупівлі сировини і комплектуючих тощо. Тобто розробляти план функціонування операційної системи.

- За часом упередження прогнози бувають:
- 1. Короткострокові прогнози. Такі прогнози охоплюють період до одного року, але розробляються, як правило, до трьох місяців. Використовуються для планування закупок, робіт, використання трудових ресурсів, розподілу робіт і об'єму виробництва.

- 2. Середньострокові прогнози. Розраховані до трьох років. Використовуються в плануванні виробництва, збуту, розподілу бюджету та інше.
- 3. Довгострокові прогнози. Охоплюють період більше трьох років. Використовуються для планування нових товарів, витрат по основних фондах, у визначенні місця розташування підприємства та інше.

- При розгляді життєвого циклу товару до стадій розробки і росту, як правило, застосовують довгострокові прогнози, а до інших стадій – середньострокові та короткострокові.

2. Методи прогнозування

Методи прогнозування – це сукупність прийомів та способів мислення, які дозволяють на основі ретроспективних даних екзогенних та ендогенних зв'язків об'єкта і їх змін вивести судження певної достовірності відносно розвитку об'єкта в майбутньому. В основному поділ методів проходить на якісні і кількісні.

- До якісних методів відносяться методи письмової та усної інформації, промислового шпіонажу, а також різні методи експертних оцінок:
- Метод вербальної (усної) інформації базується на зборі усної інформації, що отримується через радіо, телебачення, розмови, телефонограми... Така інформація зачіпає всі основні фактори зовнішнього середовища і являє інтерес для організації. Вона має дуже перемінний характер, легко отримується і досить часто менеджери прогнозуючи наступні події повністю на неї покладаються.

- Джерелами для методу письмової інформації є газети, журнали, бюлетні, звіти... Часто ця інформація є неповною і застарілою.
- Прогнозування за результатами промислового шпіонажу базується на викрадені інформації у конкурентів.
- Метод колективної експертної оцінки. Цей метод базується на опитуванні групи експертів, часто в поєднанні з статистичними моделями, результатом чого з'являється групова оцінка попиту.

- Метод продаж. В цьому методі кожна особа, що продає товар, оцінює, які продажі будуть в його регіоні; прогнози потім розглядаються, щоб гарантувати їх реальність.
- Огляд ринку покупців. Це метод отримання даних від покупців чи потенційних покупців, що розглядають майбутні плани своїх покупок.

- Метод Дельфі. Цей інтегральний груповий процес дозволяє експертам, які можуть займати різні позиції, створювати прогнози. Метод здійснюється за декілька циклів, протягом кожного з яких проводиться опитування анонімних експертів, по завершенню чого їх відповіді табулюються і повертаються їм назад із статистичним значенням середнього арифметичного та стандартного відхилення. Процес повторюється від 3 до 6 разів, поки не буде досягнута узгодженість по питаннях, що і буде використане як прогнозування.

- До кількісних методів відносять моделі часових серій та причинні моделі.
- Моделі часових серій прогнозують майбутнє на базі припущення, що воно буде функцією минулого.
- Причинні моделі працюють за принципом “причина – наслідок” між попитом та іншими змінними.

- Вісім кроків системи прогнозування:
- 1. Визначення користі прогнозу, тобто які об'єкти розглядаються.
- 2. Відбір об'єктів, які будуть прогнозуватись.
- 3. Визначення часових горизонтів прогнозу (короткостроковий, середньостроковий, довгостроковий).

- 4. Відбір моделі (моделей) прогнозування.
- 5. Збір даних, необхідних для прогнозування.
- 6. Обґрунтування моделі прогнозування.
- 7. Виконання прогнозу.
- 8. Аналіз результатів.
- При багатократному складанні прогнозів з певної проблеми дані потрібно систематизувати для полегшення виконання прогнозів в наступний період.

3. Методи часових серій

Часові проміжки (серії) базуються на послідовності рівних проміжків (тиждень, місяць, квартал, рік) між точками даних. Аналіз часових серій ведеться через розбивку минулих даних на компоненти і потім проектуванням їх вперед.

- Часові серії в загальному мають чотири компоненти: тренд, сезонність, цикли і випадкові варіації.
- 1. Тренд (Т) являється градацією підвищення чи пониження даних за період (нахил).

- 2. Сезонність (С) є моделлю даних, які повторюються через визначені проміжки (на протязі року).
- 3. Цикл (Ц) – це моделі даних, які зустрічаються кожні декілька років.
- 4. Випадкові варіації (В) – це випадкові дані, пов'язані з випадковими і незвичайними ситуаціями. Вони не можуть використовуватись для моделей.

- Наївний метод прогнозу передбачає, що попит в наступному періоді еквівалентний попиту в більшості минулих періодів. Наприклад, якщо попит в минулому періоді був 98 од. продукції, то в наступному прогнозується попит на рівні 98 од. продукції.

- Метод змінного середнього є успішним, якщо попит на продукт стабільний. Математично проста змінна середня визначається за формулою:

$$\text{Змінна середня} = \frac{\sum \text{Попит в минулих } n \text{ періодах}}{n}$$

- де n - число періодів в змінній середній.

- Приклад. Попит на продукт і визначення змінної середньої за три періоди подано в таблиці.

Місяць	Поточні продажі	Змінна середня за три періоди
Січень	10	
Лютий	11	
Березень	12	
Квітень	12	$(10+11+12) / 3 = 11$
Травень	15	$(11+12+12) / 3 = 11,7$
Червень	14	$(12+12+15) / 3 = 13$
Липень	19	$(12+15+14) / 3 = 13,7$
Серпень	21	$(15+14+19) / 3 = 16$
Вересень		$(14+19+21) / 3 = 18$

- Зважена змінна середня. Цей метод використовує ваги для надання більшого значення поточним даним. Вибір вагів частіше всього проводиться довільно. Зважена змінна середня може бути визначена математично:

$$\text{Зважена змінна середня} = \frac{\sum (\text{Ваги для періоду } n) \cdot (\text{Попит в періоді } n)}{\sum \text{Ваги}}$$

- Приклад. Ваги для трьох періодів розподілені таким чином: 1,2,3. Сума вагів рівна 6.

Місяць	Поточні продажі	Зважена змінна середня за три періоди
Січень	10	
Лютий	11	
Березень	12	
Квітень	12	$((10 \cdot 1) + (11 \cdot 2) + (12 \cdot 3)) / 6 \approx 11,3$
Травень	15	$((11 \cdot 1) + (12 \cdot 2) + (15 \cdot 3)) / 6 \approx 11,8$
Червень		$((12 \cdot 1) + (15 \cdot 2) + (15 \cdot 3)) / 6 \approx 13,5$

- Експоненціальне згладжування – це метод прогнозування, який використовує константу згладжування і визначається за формулою:

- Новий прогноз = Прогноз минулого періоду + $\alpha \cdot$ (Поточний попит минулого періоду - Прогноз минулого періоду),

- де α - вага, чи константа згладжування, яка розташована між 0 і 1.

- Математично рівняння зображується наступним чином:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

- де F_t – новий прогноз; F_{t-1} – минулий прогноз;
- α - константа згладжування ($0 \leq \alpha \leq 1$);
- A_{t-1} – поточний попит минулого періоду.

- При виборі константи згладжування визначається помилка прогнозу:

$$\text{Помилка прогнозу} = \text{Попит} - \text{Прогноз}$$

- Зміна всіх помилок прогнозів для моделі є середнім абсолютним відхиленням, яке визначається сумуванням абсолютних значень індивідуальних помилок прогнозів поділених на число періодів даних n :

$$C_{AB} = \frac{\sum |\text{Помилки прогнозу}|}{n}$$

- Приклад.

Кв артал	Поточний попит	Прогноз попиту з використанням константи $\alpha=0,1$	САВ при $\alpha=0,1$	Прогноз при $\alpha=0,5$	САВ при $\alpha=0,5$
1	180	175	5	175	5
2	168	$175 + 0,1(180 - 175) = 176$	8	178	10
3	159	$176 + 0,1(168 - 176) = 175$	16	173	14
4	175	173	2	166	9
5	190	173	17	170	20
6	205	175	30	180	25
7	180	178	2	193	13
8	185	178	4	188	4
9	?	179		185	

$$\sum |\text{Помилки прогнозу}| = 84 \quad - 100$$

$$C_{AB} = \frac{\sum |\text{Помилки прогнозу}|}{n} = 10,5 \quad - 12,5$$

Так, як константа згладжування $\alpha=0,1$ має менше середнє абсолютне відхилення порівняно з $\alpha=0,5$, то її доцільніше використовувати при прогнозуванні майбутніх продаж відносно вказаних даних.

- **Трендове прогнозування.** Даний метод використовується для складання довго- та середньострокових прогнозів. Для лінійного тренду використовують метод найменших квадратів, з допомогою якого можна одержати пряму лінію, яку можна відобразити у вигляді формули:

$$y = a + bx$$

- де y – розрахункове значення передбачуваної змінної (залежної змінної); a – відрізок, що відсікається прямою на осі y ; b – нахил лінії регресії (або коефіцієнт зміни значення y по відношенню до зміни значення x); x – незалежна змінна (в даному випадку час).

- Нахил лінії регресії знаходиться по формулі:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

- де \bar{x} - середнє значення x та y ; n – число точок даних чи спостережень.

- Відрізок a визначається по формулі:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

- Приклад. Попит на автомобілі в автомагазині за останні 7 років поданий в таблиці. Потрібно визначити з допомогою тренду прогноз на 2002 рік.

Рік	Період часу	Попит на авто	X^2	XY
1995	1	74	1	74
1996	2	79	4	158
1997	3	80	9	240
1998	4	90	16	360
1999	5	105	25	525
2000	6	142	36	852
2001	7	152	49	1064
	$\sum x = 28$	$\sum y = 722$	$\sum x^2 = 140$	$\sum xy = 3273$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4; \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{722}{7} = 103,14;$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{3273 - 7 \cdot 4 \cdot 103,14}{140 - 7 \cdot 16} = \frac{385,08}{28} = 13,75;$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 103,14 - 13,75 \cdot 4 = 48,14$$

Рівняння тренду:

$$y = 48,14 + 13,75 \cdot x$$

• На 2002 рік прогноз попиту складатиме:

$$y = 48,14 + 13,75 \cdot 8 = 158,14$$

• Тобто 158 автомобілів.

- Методи прогнозування сезонних коливань використовуються при існуванні певної закономірності зміни попиту в залежності від пори року. При цьому визначається середньомісячний попит і сезонний індекс.

- Приклад. Місячні продажі спінінгів в маркеті представлено в таблиці. Здійснити прогноз попиту по місяцях 2002 року.

Місяць	Продажі		Середній попит за 2000-2001 рр.	Середньомісячний попит	Сезонний індекс
	2000р.	2001р.			
Січень	80	100	90	94,42	0,953
Лютий	75	85	80	94,42	0,847
Березень	80	90	85	94,42	0,900
Квітень	90	110	100	94,42	1,059
Травень	115	131	123	94,42	1,303
Червень	110	120	115	94,42	1,218
Липень	100	110	105	94,42	1,112
Серпень	90	110	100	94,42	1,059
Вересень	85	95	90	94,42	0,953
Жовтень	75	85	80	94,42	0,847
Листопад	75	85	80	94,42	0,847
Грудень	80	90	85	94,42	0,900

- Загальний середній попит = 1133;
- Середньомісячний попит = 94,42;

$$\text{Сезонний індекс} = \frac{\text{Середній попит за 2000 - 2001 р}}{\text{Середньомісячний попит}}$$

- Враховуючи, що в 2002 році попит становитиме 1200 од., спрогнозуємо місячні попити.

Місяць	Попит	Місяць	Попит	Місяць	Попит
Січень	(1200/12) · 0,953=95	Травень	130	Вересень	95
Лютий	85	Червень	122	Жовтень	85
Березень	90	Липень	111	Листопад	85
Квітень	106	Серпень	106	Грудень	90

4. Методи регресійного і кореляційного аналізу

Ці методи використовуються як причинні моделі для складання прогнозів. В даних моделях визначаються основні фактори, що мають вплив на прогнозоване явище. Потім ці фактори і їх зміни використовуються для прогнозування.

- Одним з найбільш вживаних методів є регресія. Для регресійного методу перед збором даних і проведенням аналізу повинна бути означена модель. Найпростішим випадком є лінійна модель з однією змінною:

$$y = a + bx$$

- де y - значення залежної змінної (як правило прогнозований об'єм продаж);
- a – відрізок, що відсікається на осі y ;
- b – нахил лінії регресії;
- x – незалежна змінна (в даному випадку не час).

- Рівняння багатфакторної регресії матиме вигляд:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n,$$

- де b_1, b_2, \dots, b_n – коефіцієнти регресії; x_1, x_2, \dots, x_n – значення незалежних факторів.
- У випадку нелінійної форми залежності рівняння необхідно привести до вигляду, що буде зручним для розв'язку.

- Степеневе рівняння:

$$y = a + x_1^{b_1} + x_2^{b_2} + \dots + x_n^{b_n}$$

- Його приводять шляхом логарифмування до лінійного вигляду:

$$y' = a' + b_1x_1' + b_2x_2' + \dots + b_nx_n',$$

- де $y' = \ln y$, $a' = \ln a$, $x_1' = \ln x_1$... $x_n' = \ln x_n$.

- Рівняння регресії – це один із шляхів встановлення природи взаємозв'язку між двома змінними.
- Рівняння показує, як одна змінна відображається на значенні і зміні другої змінної.
- Інший шлях встановлення взаємовідносин між двома змінними полягає в розрахунку коефіцієнтів кореляції. Цей вимірник тісноти зв'язку показує степінь лінійного взаємозв'язку між факторами і змінюється від -1 до $+1$:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

- Також існує коефіцієнт детермінації r^2 , який змінюється в межах 0 і 1 і являється процентним вимірником змін, що залежать від вибраних факторів.
- Для визначення точності регресійних оцінок визначається стандартна помилка прогнозу $S_{y,x}$ (стандартне відхилення рівняння регресії):

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a \cdot \sum y - b \sum xy}{n - 2}}$$

- Приклад. Організація займається здачею складів в оренду. Необхідно визначити залежність зданих складів від розміщених рекламних оголошень на місцевому телебаченні при наступних даних.

Реклама, x	Задача, y	Реклама, x	Задача, y
15	6	25	13
9	4	25	9
40	16	15	10
20	6	35	16

- Розв'язок.

Реклама, x	Задача, y	x^2	xy	y^2
15	6	225	90	36
9	4	81	36	16
40	16	1600	640	256
20	6	400	120	36
25	13	625	325	169
25	9	625	225	81
15	10	225	150	100
35	16	1225	560	256
$\sum x = 184$	$\sum y = 80$	$\sum x^2 = 5006$	$\sum xy = 2146$	$\sum y^2 = 950$

$$\bar{x} = \frac{184}{8} = 23 \quad \bar{y} = \frac{80}{8} = 10 \quad b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{2146 - 8 \cdot 23 \cdot 10}{5006 - 8 \cdot 23^2} = 0,395;$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 10 - 0,395 \cdot 23 = 0,91 \quad y = 0,91 + 0,395 \cdot x$$

- Отже, якщо на місяць буде 30 оголошень, то прогнозований попит на склади складатиме:

$$0,91 + 0,395 \cdot 30 = 13 \text{ шт.}$$

- Стандартне відхилення рівняння регресії:

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{950 - 0,91 \cdot 80 - 0,395 \cdot 2146}{8 - 2}} = 2,2 \text{ шт.}$$

- Коефіцієнт кореляції $r = 0,9$ означає, що існує тісний зв'язок між здачею складів і рекламою на телебаченні:

$$r = \frac{8 \cdot 2146 - 184 \cdot 80}{\sqrt{(8 \cdot 5006 - 184^2)(8 \cdot 950 - 80^2)}} = 0,9$$

Тема 10. Теорія черг

1. Принципи обслуговування
2. Загальні положення лінійних систем очікування
3. Різноманітність моделей черг

1. Принципи обслуговування

- Теорія черг виникла на базі теоретичних схем опису черг, які існують в повсякденному житті. Потреба в розвитку такої теорії викликана оптимізацією прибутків в різних організаціях. Черги виникають а магазинах, лікарнях, банках, в транспорті, а також черги на розвантаження, заправку, підключення абонентів до поступаючих дзвінків, в роботі комп'ютера по обробці інформації чи запуску тої чи іншої програми з пріоритетним значенням та інше.

- Операційним менеджерам необхідно відслідковувати і аналізувати черги для того, щоб знати місце між витратами, необхідними для доброго сервісу, та витратами часу на обслуговування клієнтів чи машин. Менеджери хочуть мати черги настільки короткими, щоб клієнти знаходились в них мінімум часу.

- З іншої сторони, при нестабільному поступленні клієнтів в операційну систему менеджери стараються мінімізувати витрати від надлишкових потужностей, що використовуються не в повній мірі. Тому визначення загальних витрат і розрахункових витрат, які є сумою розрахункових сервісних витрат і розрахункових витрат очікування, є найважливішим моментом в теорії черг для операційних менеджерів (рис. 1).

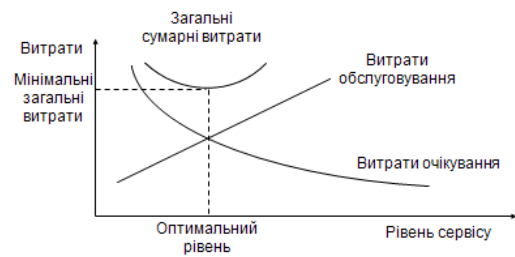


Рис 1. Співвідношення між витратами очікування і сервісними витратами

- Сервісні витрати досить часто можна збільшити, тобто збільшити виробничу потужність (пропускну здатність) підсистеми перетворення операційної системи, чи розширити вузьке місце. Це можливо через залучення додаткових ресурсів або переміщення ресурсів з широких місць на вузькі місця. Наприклад, при різко зростаючому попиті на якийсь вид товару у відділ, де він реалізується, направляється продавець з іншого відділу.

- Також слід зазначити, що теорія черг в операційному менеджменті найбільше відноситься до сфери послуг, тобто сервісу. У зв'язку з тим, що виробництво продукту планується наперед, менеджери усувають можливі вузькі місця завчасно, ефективно розподіляючи виробничі потужності. У сфері послуг це часто зробити завчасно не вдається.

2. Загальні положення лінійних систем очікування

- Лінійні системи очікування мають три аспекти:
 1. Прибуття або входи системи.
 2. Дисципліна черги (система очікування).
 3. Сервісне обладнання.

- Ці три компоненти мають певні характеристики. Вхідне джерело, яке генерує прибуття чи клієнтів сервісної системи, має три головні характеристики: розмір джерела прибуття, моделі прибуття в систему черг і поведінку прибуття. Під прибуттям тут слід розуміти клієнтів, машини та інше, які прибувають до операційної системи для отримання відповідних послуг.

- Розмір джерела прибуття розглядають як безкінечний (необмежений) і не безкінечний (обмежений). Якщо число клієнтів чи прибуттів в будь-який момент проходить лише малими порціями від числа потенційних прибуттів, джерело розглядається як безкінечне (прибуття автомобілів на автозаправки, покупців в магазини, студентів в університет...).

- І навпаки, якщо можливе прибуття одночасно великої частини із загальної величини, то таке джерело вважається обмеженим. Наприклад, якщо на ділянці є сім свердильних верстатів і вони через замикання чи помилку одночасно виходять з ладу, вимагаючи ремонту, то таке прибуття буде з обмеженого джерела.

- Модель прибуття в систему може бути стабільною та випадковою. Випадкові прибуття є незалежними один від одного і їх появу неможливо точно передбачити. Часто в теорії черг число прибуттів за одиницю часу можна визначити з допомогою розподілу ймовірності, відомого як розподіл Пуассона.

- Для будь-якої заданої кількості прибуттів дискретний розподіл Пуассона може бути визначений за формулою:

$$P(x) = \frac{e^{-a} \cdot a^x}{x!}, \text{ для } x=0,1,2,3,4,5,6,\dots$$

- де $P(x)$ – ймовірність x прибуттів;
- x – число прибуттів за одиницю часу;
- a – середнє число прибуттів;
- e – основа натурального логарифму (2,7183).

Більшість моделей черг приймають, що прибулі клієнти (машини, інформація...) є "терпеливими". Терпеливі клієнти – це люди чи машини, які очікують своєї черги до тих пір, поки їх не обслужать. В житті клієнти є нетерпеливими і часто не займають чи завчасно покидають чергу через її велику довжину.

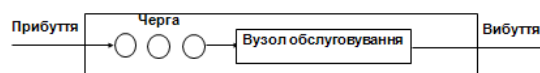
Сама по собі черга (система очікування) – це другий компонент в системі черг. Довжина черги може бути обмеженою і необмеженою. Обмеженою вважається та черга, яка по закону чи фізичним обмеженням не може зростати до безкінечності і навпаки. Інша характеристика черги відноситься до її дисципліни (правила черговості отримання сервісу клієнтом).

Більшість систем використовують правило "перший прийшов - перший пішов" (FIFO). Досить часто деякі клієнти мають перевагу над іншими, наприклад, коли вони замовляли послугу наперед на відповідний час. Таке правило називають FIFS, а інша дисципліна черги LIFS ("останній прийшов - перший пішов") використовується тоді, коли матеріали складені так, що достати їх можна лише послідовно зверху.

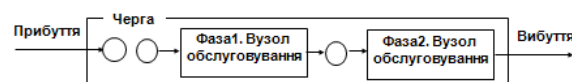
- Третій компонент теорії черг – це вузол обслуговування, який має дві основні характеристики:
- конфігурація системи обслуговування;
- модель часу обслуговування.

Системи обслуговування часто класифікують по числу каналів, що виконують однотипні функції і числу фаз (операцій) обслуговування, які необхідно пройти. Поділ проводять на одно- і багатоканальні, а також одно- і багатофазні системи (рис. 2).

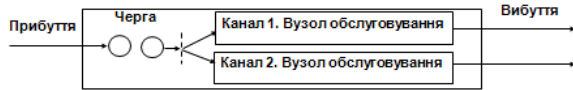
- 1. Одноканальна, однофазна система



- 2. Одноканальна, багатофазна система



- 3. Багатоканальна, однофазна система



- 4. Багатоканальна, багатофазна система



- Моделі обслуговування подібні на моделі прибуття в тому понятті, що вони можуть бути або постійними в часі обслуговування, або випадковими, якщо сервіс може змінюватись і не є стандартним.

3. Різноманітність моделей черг

Широка різноманітність моделей черг може бути використана в операційному менеджменті. Розглянемо три найбільш широко вживаних моделі.

- Модель А. Одноканальна модель черги з пуассоновим розподілом прибуттів і експоненціальним часом обслуговування. Найбільш загальний випадок теорії черг – це одноканальна (односервісна) система. В даному випадку прибуття формують просту чергу. При цьому накладаються певні обмеження:

- Прибуття обслуговуються за правилом “Перший прийшов – перший пішов” (FIFO) і кожне прибуття очікує обслуговування в залежності від довжини черги.
- Прибуття є незалежними одні від одних, але середнє число їх не змінюється в часі.
- Прибуття описуються пуассоновим розподілом ймовірності і поступають із необмеженого джерела.
- Час обслуговування змінюється від одного клієнта до іншого; ці відрізки часу незалежні один від одного, але їх середній час відомий.
- Час обслуговування менший часу між прибуттями.

- Формули для моделі А.
- Середнє число одиниць (клієнтів) в системі:
- $$L_s = \frac{l}{m-l}$$
- де l – середнє число прибуттів за період часу;
- m – середнє число обслугованих за період часу.

- Середній час, проведений одиницею (клієнтом) в системі (час очікування + час обслуговування):

$$W_s = \frac{1}{m-l}$$

Середнє число одиниць в черзі:

$$L_q = \frac{l^2}{m(m-l)}$$

- Середній час, проведений одиницею в черзі на сервіс:

$$W_q = \frac{l}{m(m-l)}$$

- Коефіцієнт використання системи:

$$r = \frac{l}{m}$$

- Ймовірність відсутності споживачів у системі:

$$P_0 = 1 - \frac{l}{m}$$

- Ймовірність більше ніж k одиниць у системі:

$$P_n > k = \left(\frac{l}{m}\right)^{k+1}$$

- Приклад. Майстер майстерні по балансуванні та ремонту коліс може відремонтувати та збалансувати три колеса в годину. Загалом даний вид послуг потребують двоє клієнтів на годину. Провести аналіз черги і надати рекомендації, якщо втрати від зіпсованого настрою клієнтів при очікуванні 1 години в черзі становлять 2 грн., а оплата праці механіка –2 грн. за годину.

$L_s = 2$; $W_s = 1$; $L_q = 1.33$; $W_q = 40$ хв.; $r = 66.6\%$ часу механік зайнятий; $P_0 = 0.33$ (33 % часу – це ймовірність 0 клієнтів у системі).

- Отже, час очікування в черзі – 40 хв.
- Кількість наданих послуг в день – $2 \cdot 8 = 16$.
- Втрати від поганого настрою клієнтів при очікуванні:

$$\left(\frac{40}{60} \cdot 16\right) \cdot 2 = 21,33 \text{ грн.}$$

- Витрати на оплату праці механіка $-2 \cdot 8 = 16$ грн.
- Отже, загальні витрати складають 37,33 грн.

- Модель В. Багатоканальна модель черги.
- Вихідні обмеження ті ж, що й для моделі А.
- Ймовірність, що “0” клієнтів в системі, для $M \cdot m > l$, визначається по формулі:

$$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \cdot \left(\frac{l}{m}\right)^n\right) + \frac{1}{M!} \left(\frac{l}{m}\right)^M \cdot \frac{M \cdot m}{M \cdot m - l}}$$

- де M – число відкритих каналів; l – середня швидкість прибуттів; m – середня швидкість обслуговування для кожного каналу; $n = M - 1$.

- Середнє число клієнтів в системі:

$$L_s = \frac{l \cdot m \left(\frac{l}{m}\right)^M}{(M-1)!(M \cdot m - l)^2} P_0 + \frac{1}{m}$$

- Середній час очікування і обслуговування (в системі):

$$W_s = \frac{m \left(\frac{l}{m}\right)^M}{(M-1)!(M \cdot m - l)^2} P_0 + \frac{1}{m} = \frac{L_s}{l}$$

- Середнє число клієнтів в черзі на обслуговування:

$$L_q = L_s - \frac{l}{m}$$

- Середній час, проведений клієнтом в черзі:

$$W_q = W_s - \frac{1}{m} = \frac{L_q}{l}$$

- Приклад. Визначити доцільність найму ще одного механіка, використовуючи дані попередньої задачі.
- $P_0 = 0.5$; $L_s = 0.75$; $W_s = 22.5$ хв.; $L_q = 0.083$; $W_q = 2.5$ хв.

- Отже, час очікування в черзі скоротився з 40 хв. до 2,5 хв.

- Тоді: $21.33 > \left(16 + \left(\frac{2.5}{60} \cdot 16\right) \cdot 2\right)$

- Це дозволяє при наймі другого механіка збільшити прибуток на 4 грн. за день.

- Модель С з постійним часом обслуговування. Такі моделі мають постійний час обслуговування на протилежність моделям з експоненціальним розподілом часу обслуговування.

- Середня довжина черги:

$$L_q = \frac{l^2}{2m(m-l)}$$

- Середній час очікування в черзі:

$$W_q = \frac{l}{2m(m-l)}$$

- Середнє число каналів в системі:

$$L_s = L_q + \frac{l}{m}$$

- Середній час, проведений в системі:

$$W_s = W_q + \frac{1}{m}$$

- Приклад. На підприємстві стараються скоротити витрати на розвантаження автомобілів, які очікують на розвантаження в середньому по 15 хв. Витрати від простою складають 6 грн./год. Новий розвантажувач розвантажує 12 авто за годину (5 хв. на авто). Автомобілі появляються згідно розподілу Пуассона зі швидкістю 8 авто за год. Витрати на амортизацію одного розвантаження, якщо використати новий розвантажувач, складатимуть 0,8 грн. Чи доцільно його купувати.

- Витрати на очікування при існуючому розвантаженні:

- $\frac{15}{60} \cdot 6 = 1,5$ грн.

- Середній час очікування в черзі при використанні нового розвантажувача:

- $W_q = \frac{8}{2(12) \cdot (12 - 8)} = \frac{1}{12}$ год.

- Витрати на очікування при використанні нового розвантажувача:

- $\frac{1}{12} \cdot 6 = 0,5$ грн.

- Чиста економія при використанні нового розвантажувача на один рейс авто складе
- $1,5 - 0,5 - 0,8 = 0,2$ грн.
- На зміну це становитиме 12,7 грн.
- Отже, новий розвантажувач доцільно купувати.

Тема 11. Агрегатне планування

1. Планування виробничих процесів

2. Зміст і стратегії агрегатного планування

3. Методи агрегатного планування

1. Планування виробничих процесів

- Планування виробництва передбачає прийняття рішення про експлуатацію операційної системи з врахуванням змін сукупного попиту. Головною ціллю є мінімізація витрат на протязі запланованого часу.
- Планування, як правило, проводиться на базі прогнозних даних попиту. Його прийнято поділяти на довгострокове (стратегічне), середньострокове (тактичне) і короткострокове (оперативне).

- **Довгострокові прогнози**, які допомагають менеджерам вирішувати питання виробничих потужностей і визначати стратегії випуску продукції, являються прерогативою вищих рівнів менеджменту. При цьому вирішуються такі питання, як розширення і розміщення виробництва, впровадження нових виробів і науковий пошук, а також визначаються періоди і об'єми необхідних інвестицій на декілька років вперед.

- **Середньострокове планування** розпочинається з пошуку рішень розвитку виробничої потужності на тривалий період (більше року). Це функція операційного менеджера, який відповідальний за вирішення тактичних задач. План тактичних рішень складається із місячного і квартального планування, в яких враховується коливання попиту. Всі ці плани повинні відповідати довгостроковій стратегії менеджменту високого рівня і знаходити своє рішення в рамках виділених раніше для цих цілей ресурсів при прийнятті стратегічних рішень.

- **Короткострокове планування** охоплює період часу до року, але це, як правило, планування менше ніж на три місяці. За цей план також відповідає операційний персонал, який разом з плановиками та начальниками цехів "деагрегатують" (розшифровують) середньостроковий план в тижневий, денний, годинний (плани-графіки). Тактичні задачі, що розглядаються в короткотерміновому плануванні, розглядають питання завантаження, послідовності запуску, пропускну здатності на рівні "вузьких місць", диспетчерування і ряд інших.

2. Зміст і стратегії агрегатного планування

- **Агрегатне планування** пов'язане з визначенням кількості і часу виробництва в середньострокові періоди, в основному, від трьох до вісімнадцяти місяців. Операційні менеджери прагнуть визначити найкращий шлях, щоб зустріти прогнозований попит, регулюючи швидкості виробництва, рівень трудових затрат, рівні запасів, понаднормову роботу, швидкості субпідрядних робіт і ряд інших змінних. Термін "агрегатування", що застосовується до агрегатного плану, означає об'єднання (укрупнення) відповідних ресурсів в загальний, який об'єднує всі назви.

Існує ряд питань, на які дає відповідь операційний менеджер при розробці агрегатного плану:

- Чи повинні використовуватись запаси (заділи), щоб відреагувати на зміни попиту на протязі планового періоду?
- Чи зміна попиту повинна супроводжуватись змінами чисельності працівників?
- Чи повинна використовуватись понаднормова робота, чи навпаки, в період спаду попиту допустимі простої працівників та обладнання?
- Чи доцільно використовувати субпідрядників в період зміни попиту для того, щоб зберегти без зміни основну чисельність працівників?
- Чи ціни або інші фактори повинні бути змінені, щоб повпливати на попит?

- **Всі ці питання відображаються в стратегіях планування обсягу виробництва. Вони включають маніпулювання запасами, темпом виробництва, рівнем використання праці, потужністю та іншими змінними. Коли в часі змінюється лише одна змінна – то це чиста стратегія. В загальному використовують набір стратегій, для досягнення виконання плану виробництва.**

Чисті стратегії:

- **1. Управління рівнем запасів (заділів).** Менеджери можуть збільшувати незавершене виробництво і запаси в періоди зниження попиту, щоб зустріти високий попит в майбутньому. Якщо прийняти цю стратегію, то витрати на зберігання, страхування, старіння, дрібні крадіжки та інше збільшаться (як правило в межах 5...50% на штуку щорічно). З іншої сторони, коли фірма входить в період підвищеного попиту, нехватка продукції веде до втрат продаж в результаті незадоволеного попиту покупців на протязі тривалого часу.

- **2. Зміна чисельності працівників шляхом найму і звільнення.** Один з шляхів відслідковування і задоволення попиту – це найм і звільнення працівників, для вирівнювання темпу виробництва. Але часто нові працівники потребують навчання і оволодіння навиками роботи, тому середня продуктивність тимчасово падає. Звільнення понижує моральний дух працівників і вимагає значних витрат коштів на компенсацію втраченої роботи (фонд зайнятості...).

- **3. Вирівнювання темпів виробництва шляхом використання понаднормового часу або часу простою.** Деколи можливо зберегти постійну кількість працівників, змінюючи тривалість робочого часу. Коли ж попит зростає дуже швидко і значно, можливість управляти темпами виробництва з допомогою понаднормової роботи зменшується. Витрати на оплату понадурочних робіт зростають, робітники втомлюються і т.д.

- **4. Субпідряд.** Фірма також може використовувати додаткові тимчасові потужності (ресурси), заключаючи угоди на виконання окремих робіт в пікові періоди попиту. Але це дорого, є ризик втратити клієнта переманюванням конкурентами (підрядниками) і дуже важко знайти підрядників, що виконуватимуть роботу якісно.

- **5. Використання тимчасово найнятих працівників.** Тимчасові працівники можуть задовольняти потреби лише в некваліфікованій праці.
- **6. Вплив на попит.** Коли попит низький, компанія впливає на нього через рекламу, прийомами просування товарів, збільшуючи персональні продажі і зменшуючи ціну.

- **7. Затримка виконання замовлення в період високого попиту.** Затримані замовлення – це замовлення, які приймаються фірмою, але не можуть бути виконанні в даний момент. Якщо покупець згоден чекати, не змінюючи свого ставлення до фірми і не знімаючи замовлення, то така стратегія (формування портфеля замовлень) може бути використана.
- **8. Виробництво різносезонних виробів.** Прикладами є компанії, які виготовляють і обігрівальні печі, і кондиціонери.

- Перші п'ять стратегій є пасивними, бо вони не передбачають впливу на попит і реагують на його зміну, керуючи внутрішніми ресурсами. Три наступні являються активними стратегіями. Слід відмітити, що досить часто організації використовують комбінацію кількох вище наведених стратегій, для отримання найбільш реального виробничого плану.

Інший погляд на стратегію планування виробництва визначає три основні стратегії:

- 1. Постійний обсяг виробництва при постійній чисельності робочої сили. Цей варіант стратегії передбачає стабільність обсягів виробництва продукції незалежно від коливань попиту. В цій ситуації кількість працівників залишається незмінною. Різницю між обсягом сукупного попиту та обсягом виробництва компенсують збільшенням або зменшенням запасів готової продукції чи портфеля відкладеного попиту клієнтів. Такий принцип найчастіше використовують в капіталомістких виробництвах з відносно низькими питомими затратами на зберігання продукції або створення портфеля відкладених замовлень (рис. 1).

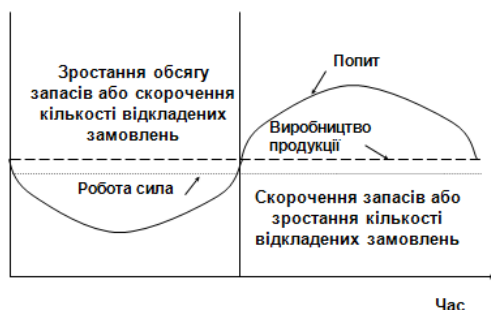


Рис. 1. Стратегія планування обсягу виробництва “постійний обсяг виробництва при постійній чисельності робочої сили”

- 2. Змінний обсяг виробництва при постійній чисельності робочої сили. При такому варіанті планування обсяги виробництва змінюються залежно від попиту, але чисельність робочої сили залишається стабільною. Диспропорції між обсягом виробництва та чисельністю робочої сили регулюють організацією понадурочної роботи, наданням відгулів або передачею частини обсягу робіт субпідрядникам. Цей варіант стратегії реалізується у трудомістких галузях, де використовується висококваліфікована робоча сила, а створення запасів готової продукції або портфеля відкладених замовлень обходиться дорого чи зовсім неможливо (рис 2).

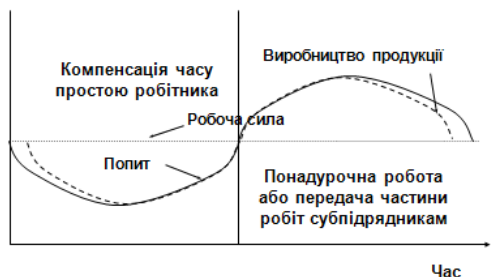


Рис. 2. Стратегія планування “змінний обсяг виробництва при постійній чисельності робочої сили”

- 3. Змінний обсяг виробництва при змінній чисельності робочої сили. Цей варіант планування передбачає найм та звільнення робітників залежно від зміни обсягів виробництва. Така стратегія здійснюється у трудомістких виробництвах, які не потребують висококваліфікованої праці, а також у випадках, коли існують сезонні роботи (рис 3).

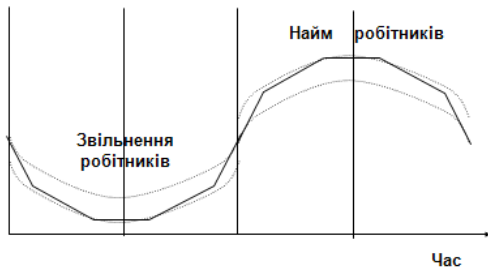


Рис. 3. Стратегія планування "змінний обсяг виробництва при змінній чисельності робочої сили"

- Японські виробники розробили стратегію планування рівня потужності, суть якої полягає в тому, що денні потужності з місяця в місяць однакові. В результаті фірми, такі як "Тойота" і "Нісан", підтримують виробничі системи на однакових нормативних рівнях. Вони можуть збільшувати чи зменшувати запаси готової продукції в залежності від попиту чи надавати працівникам іншу роботу в середині фірми. Їх філософія наступна: постійна зайнятість забезпечує потрібну якість, зменшує число невходів на роботу, текучість кадрів...

3. Методи агрегатного планування

Методи агрегатного планування поділяються наступним чином:

- інтуїтивний підхід;
- графічний чи табличний метод;
- математичні підходи: лінійне програмування; лінійні правила прийняття рішень; модель управляючих коефіцієнтів; комп'ютерне моделювання.

- **Інтуїтивний підхід.** Це найпростіший підхід, що використовується для планування, яке здійснюється на базі інтуїції того, хто його розробляє. В цілому ряді компаній, які не користуються формалізацією процесу агрегатного планування, управління використовує один і той самий план з року в рік, коректуючи його збільшенням або зменшенням об'ємів виробництва по окремих укрупнених позиціях номенклатури для адекватної відповіді на зміни попиту. Якщо старий план не оптимальний, то фірма шукає рішення до тих пір, поки не буде задоволене керівництво економічними показниками.

- **Графічний чи табличний метод.** Графічна і таблична техніка поширена через її легкість розуміння і використання. В основі цих методів знаходиться розгляд кількох змінних одночасно, що дозволяє планувальнику порівнювати заплановану потужність з існуючою. Такий метод називають методом "проб і помилок". Він не гарантує отримання оптимального плану, але характеризується обмеженим числом кроків (рішень) і може розглядатися як інструмент в прийнятті рішень.

- **П'ять кроків, які в загальному представляють графічний метод:**
 - Визначення попиту для кожного планового періоду.
 - Визначення підприємств, які забезпечують необхідну в кожному періоді потужність за рахунок: використання робочого часу; використання понаднормової праці; закриття субпідряду.
 - Визначення вартості праці, витрат на прийом і звільнення, на зберігання запасів.
 - Розгляд політик компанії, направлених або на зміну чисельності працівників, або на збільшення запасів готової продукції.
 - Складення альтернативних планів (включаючи всі змінні параметри) і аналіз загальних витрат.

- **Приклад.** Фірма, яка займається виробництвом паркету, розробила місячні прогнози потреб на період січень-червень (табл. 1). Щоб проілюструвати зміст проблеми агрегатного планування фірма використовує побудову гістограми (рис. 4), яка показує денний попит в кожному місяці.

Таблиця 1

Місяць	Очікуваний попит	Кількість робочих днів в місяці	Середній за місяць денний попит
Січень	900	22	41
Лютий	700	18	39
Березень	800	21	38
Квітень	1200	21	57
Травень	1500	22	68
Червень	1100	20	55
Всього:	6200	124	

Необхідний середньодобовий випуск = $\frac{\text{Загальний очікуваний попит}}{\text{Число робочих днів}} = \frac{6200}{124} = 50 \text{ од./день}$

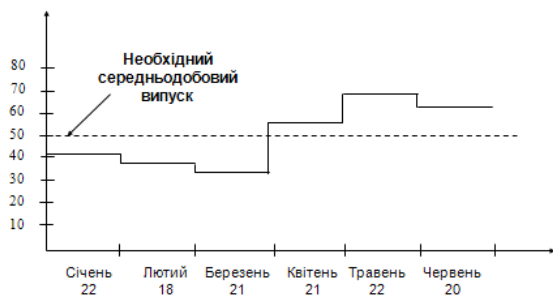


Рис. 4. Гістограма очікуваного попиту

- Гістограма (рис. 4) ілюструє відхилення попиту по місяцях року від середнього значення. Фірма може прийняти рішення, що дозволяє персоналу підтримувати темп виробництва, орієнтований на середній попит. Вона може підтримувати постійний темп, скажемо 30 одиниць, і заключити субконтракт, щоб задовільнити зростаючий попит. Третій план може передбачати об'єднання понаднормової роботи і субконтракту. Одна із можливих стратегій (нехай план 1) – підтримувати постійну чисельність робітників на протязі всього періоду. Другий план (план 2) – підтримувати чисельність робітників на рівні, необхідному для задоволення самого низького попиту в березні, а в інші місяці використовувати субконтракти. План 3 зводиться до зміни чисельності працівників шляхом прийому і звільнення у відповідності до попиту.

Необхідна для аналізу інформація про витрати

Поточні витрати на збереження (запаси): 5 грн. за од. в міс.

Витрати за субконтрактом (граничні витрати на одиницю поверх власних виробничих витрат на одиницю): 10 грн. за од.

Середня заробітна плата: 5 грн. за год. (40 грн. за день)

Оплата понаднормової роботи: 7 грн. (поверх 8 год.)

Трудомісткість одиниці: 1,6 год./од.

Витрати на підвищення темпів виробництва (навчання і найм нових робітників): 10 грн./од.

Витрати на зменшення темпу виробництва (звільнення робітників): 15 грн./од.

- Аналіз плану 1. Аналізуючи цей підхід, який передбачає випуск 50 одиниць в день, слід зазначити, що він базується на використанні постійної чисельності працівників, в ньому відсутній понаднормовий час і не використовуються простої, не використовуються робота субпідрядників. Фірма накопичує запаси готової продукції в період спаду попиту з січня по березень і вичерпує їх в період високого попиту з квітня по червень. Приймаємо початкові і кінцеві запаси рівними нулю (табл. 2).

Таблиця 2

Місяць	Прогноз попиту	Виробництво 50 од./день	Місячні зміни запасів	Зміни запасів
Січень	900	1100	+200	200
Лютий	700	900	+200	400
Березень	800	1050	+250	650
Квітень	1200	1050	-150	500
Травень	1500	1100	-4050	100
Червень	1100	1000	-100	0
Всього:	6200			1850

- Загальний об'єм зберігання поточних запасів від січня по травень – 1850 одиниць.**
- Число робітників, необхідних для виробництва 50 од./ день, рівне 10 працівникам (оскільки кожна одиниця вимагає для її виробництва 1,6 робочих годин, кожен робітник може виробити 5 одиниць за зміну).**

Проводимо підрахунок витрат по першому плану:

Поточні витрати на зберігання: $1850 \cdot 5 = 9250$ грн.

Витрати на зарплату: $10 \cdot 40 \cdot 124 = 496000$ грн.

Інші витрати (найм, субконтракт...): 0 грн.

Загальні витрати: 58 850 грн.

- Постійна чисельність робітників зберігається на рівні задоволення самого низького попиту (план 2). Щоб виробити 38 од./день, фірма має потребу у 7,6 робітників (можна прийняти 7 робітників на повний робочий день, а одного на неповний). Решта попиту задовольняється по субконтракту. Оскільки на плановий період потрібно 6 200 одиниць продукції, то попит буде задоволено наступним чином:
- виробництво на фірмі: $38 \cdot 124 = 4712$ од.;
- виробництво по субконтракту: $6200 - 4712 = 1488$ од.

Калькуляція витрат за планом 2

Оплата праці працівникам: $7,6 \cdot 40 \cdot 124 = 37\,696$ грн.

Витрати по субконтракту: $1488 \cdot 10 = 14880$ грн.

Сумарні витрати: 52576 грн.

Аналізуючи план 3 (звільнення і найм робітників)

розрахунок сумарних витрат представимо в таблиці 3

Місяць	Прогноз попиту	Базові витрати (попит \times 1,6 год./од. \times 5 грн./год.), грн.	Витрати на найм, грн.	Витрати на звільнення, грн.	Загальні витрати, грн.
Січень	900	7200	-	-	7200
Лютий	700	5600	-	200 \cdot 15=3000	8600
Березень	800	6400	100 \cdot 10=1000	-	7400
Квітень	1200	9600	400 \cdot 10=4000	-	13600
Травень	1500	12000	300 \cdot 10=3000	-	15000
Червень	1100	8800	-	400 \cdot 15=6000	14800
Всього:		49600	8000	9000	66600

Порівняння трьох планів

Витрати	План 1	План 2	План 3
1. Поточні витрати на зберігання, грн.	9 250	0	0
2. Зарплата за нормальну тривалість зміни, грн.	49600	37696	49600
3. Понаднормова робота, грн.	0	0	0
4. Найм, грн.	0	0	8000
5. Звільнення, грн.	0	0	9000
6. Субконтракт, грн.	0	14800	0
Сумарні витрати, грн.	58850	52576	66600

Характеристики методів агрегатного планування

Метод	Суть методу	Основні аспекти
Графічний метод	Проб і помилок	Простий для розуміння і використання. Велика різноманітність рішень. Вибране рішення не обов'язково оптимальне
Лінійного програмування	Оптимізаційний	Забезпечений програмним продуктом. Допускає ввід нових обмежень і аналіз. Може бути нереалістичним
Лінійні правила прийняття рішень	Оптимізаційний	Модель розглядає період від одного до трьох місяців. Складні функції затрат не завжди приводять до рішень
Управлюючих коефіцієнтів	Евристичний	Простий; імітує процес прийняття рішення; використовує регресію; суб'єктивний
Комп'ютерного моделювання	Проб і помилок	Комп'ютеризований; здатний протестувати велику кількість зв'язків між змінними; вимагає витрат; може працювати з будь-якими функціями витрат
Правила пошуку рішень	Евристичний	Широко використовується; допускає використання будь-яких функцій витрат; оцінює рішення по альтернативах

Тема 12. Планування потреби в матеріалах і ресурсах

1. Модель потреби залежних запасів

2. Планування виробничих ресурсів

3. Система “точно - вчасно”

1. Модель потреби залежних запасів

- Моделі управління запасами, які розглядалися в попередній темі, передбачали, що попит на товар (одиниці запасів) не залежить від попиту на інший товар (виріб). Наприклад, попит на холодильники може бути незалежним від попиту на пральні машини. Але деколи попит на певні види запасів є залежним, тобто таким, який впливає на попит іншого товару. Наприклад, попит на колеса при виготовленні автомобілів залежить від об'ємів випуску останніх. Тому, попит на певні види запасів вважають залежним, якщо зв'язки між ними є визначеними. Якщо менеджер може спрогнозувати попит на кінцевий продукт, то кількість всіх необхідних компонентів, що входять до нього, може бути підрахована та визначена завчасно (залежний попит).

Операційний менеджер Боінг Аіркразфт, наприклад, плануючи виробництво одного літака в тиждень, знає всю потребу в комплектуючих безпосередньо аж до заклепки. Для будь-якого товару всі компоненти, що входять до нього, представляють компоненти залежного попиту. Можна зробити висновок, що для компонента будь-якого товару потрібно скласти план, який використовує залежність використання кількості цього компонента у виробі

Коли використовуються методи залежного попиту у виробничій сфері, то їх називають плануванням потреби в матеріалах, деталях і вузлах (планування матеріального забезпечення – ПМЗ), а коли використовуються методи залежного попиту в сфері обслуговування, то їх називають плануванням розподілу ресурсів (планування ресурсного розподілення – ПРР).

Ефективне використання моделей залежних запасів вимагає від операційного менеджера знання:

- виробничого графіка (що повинно бути зроблено і коли);
- специфікації, чи відомості використовуваних матеріалів (компонентів, з яких виробляють продукт);
- наявність матеріалів на складі (що на складі є);
- матеріали в заявках (що замовлено);
- час виготовлення (скільки його потрібно для виготовлення компонентів і виробу в цілому).

В спрощеному вигляді процедура ПМЗ працює наступним чином. Основний план виробництва співставляється із специфікаціями матеріалів, на базі чого складається графік замовлень на необхідні матеріали і визначаються дані попиту для агрегатного планування.

Планування потреб в матеріалах (компонентах), як правило проводиться з допомогою програмного забезпечення на комп'ютерах. Ціль такого планування – вчасно забезпечити матеріалами виробництво товарів у відповідності до плану за мінімальних витрат на компоненти (матеріали). Система планування є дуже складна і в теорії покликана скоротити розміри запасів до мінімального значення.

Розглянемо дану модель детальніше.

- Виробничий графік. Для реалізації планів розробляють виробничі графіки. Виробничий графік визначає, що повинно бути зроблено і коли. Графік повинен бути співставлений з виробничим планом (формується на методах, що використовуються в агрегатному плануванні). Він говорить нам, що необхідно, щоб задовольнити попит і виконати план.

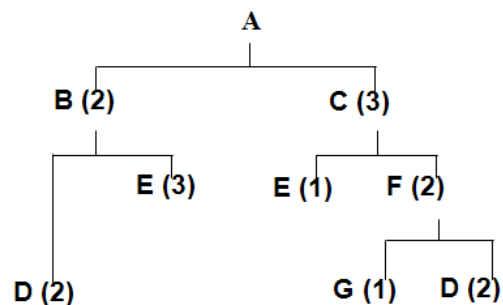
- Багато організацій створюють виробничі графіки і потім "фіксують" короткі відрізки плану, які об'єднані виконанням близьких взаємопов'язаних послідовних робіт плану. Тобто, графік створюється шляхом деталізації частини плану. Наприклад, фіксований семитижневий план складається з доповнюючих один одного тижневих планів, які виконують послідовно певні виробничі завдання. У виробничих графіках вказуються вузли і деталі які потрібно виготовити. Приклад графіку представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Виробничий графік для виробу А

Тиждень	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість	50	-	100	47	60	-	110	75	-

Специфікації, чи відомості використовуваних матеріалів. В даному випадку потрібно точно визначити склад елементів (деталей, вузлів...), що входять у виріб, їх кількість і конструкторську та технологічну документацію на виготовлення. Відомість складу виробу визначає структуру виробу.

- Приклад 1. Попит на товар А складає 50 од. Кожен виріб А потребує 2 одиниці В і три одиниці С. В склад одиниці В входять дві одиниці D і три одиниці Е. В склад С входять: Е – 1 од.; F – 2 од. В склад F входять: G – 1 од.; D – 2 од. Маючи таку інформацію можна сконструювати структуру виробу і визначити потреби на різні види запасів.



- Потреби в частинах:
- $B = 2 \cdot 50 = 100$;
- $C = 3 \cdot 50 = 150$;
- $E = 2 \cdot 3 \cdot 50 + 3 \cdot 1 \cdot 50 = 450$;
- $F = 3 \cdot 2 \cdot 50 = 300$;
- $D = 2 \cdot 2 \cdot 50 + 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 50 = 800$;
- $G = 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 50 = 300$.

- Наступний крок - визначення кількості матеріалів на складі (у відомості замовлення). При цьому доцільно комплектуючі згрупувати в модулі (комплекти). Наприклад, фірма може виготовляти 138 000 різних кінцевих виробів, але мати лише 40 модулів, які можна підібрати в різних комбінаціях таким чином, щоб забезпечити виготовлення цих виробів.

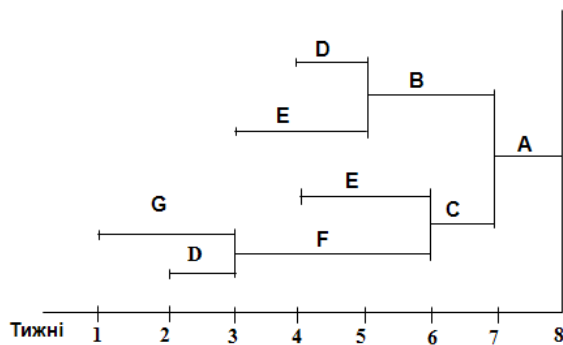
Час виготовлення компонентів.

- Служба менеджменту повинна визначити, коли вироби потрібні. Лише тоді можна визначити, коли купувати, виготовляти деталі і збирати вироби. Це означає, що виробничий персонал визначає час очікування, руху, черговості, час переналадки і час виготовлення кожного компонента.

Приклад 2. Час виготовлення компонентів, які входять у виріб А (приклад 1), представлено в таблиці 2.

Компоненти	Час виготовлення, тижні
A	1
B	2
C	1
D	1
E	2
F	3
G	2

Графічно це можна зобразити наступним чином



Наступний крок – це розробка повного плану потреби матеріалів (всіх видів інгредієнтів, комплектуючих, складальних одиниць..., необхідних для виготовлення виробу).

Приклад 3. Розробити план повної потреби комплектуючих для виготовлення виробу А (приклад 2). Виготовлення виробу і планування потреби в комплектуючих на кожен з восьми наданих для цього тижнів потрібно вести з кінцевих операцій (кінцеве складання А) до початкових (табл. 3).

Таблиця 3. Повний план потреби матеріалів для виробництва 50-ти виробів А

Термін випуску і запуску	Тижні								Час виготовлення, тиж.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A Дата випуску								50	1
A Дата запуску								50	
B Дата випуску							100		2
B Дата запуску						100			
C Дата випуску							150		1
C Дата запуску						150			
D Дата випуску			600		200				1
D Дата запуску			600		200				
E Дата випуску					300	150			2
E Дата запуску					300	150			
F Дата випуску						300			3
F Дата запуску						300			
G Дата випуску							300		2
G Дата запуску	300						300		

- Приклад 4. Вихідні дані аналогічні прикладу 3. Але приймається, що організація володіє певною частиною запасів (заділів) (табл. 4). Потрібно скласти план чистої потреби матеріалів, який включає повну потребу, запаси (заділи), чисту потребу, планові терміни початку і закінчення виготовлення кожного елемента. Представлена нижче карта (табл. 5) є планом чистої потреби виробу А.

Таблиця 4. Об'єми запасів елементів

Одиниця	Запас	Одиниця	Запас
A	10	E	10
B	15	F	5
C	20	G	0
D	10		

- Необхідно пам'ятати, що план потреби в матеріалах не є постійним. Після розробки відомості складу виробу і плану потреби матеріалів появляються зміни в дизайні, виробничих процесах і виробничих графіках. Це часто призводить до зміщення термінів виробництва виробів і їх компонентів, технологій їх виготовлення та інше, що веде до змін у відомостях складу виробу і плану потреби матеріалів. Міняється ПМЗ і виробничий графік. Тому модель ПМЗ повинна володіти властивостями змінюватись, тобто реагувати на різні впливи.

- Для цього виробничий план повинен містити всі зміни, що відбулись по відношенню до конструкцій виробів, їх кількості та технології отримання. Зміни в ПМЗ є дуже громіздкими і їх в ручну важко виконати, і тому, як правило, використовують для цього комп'ютер (пакети прикладних програм). Кожна зміна вносить невизначеність і нервозність в систему.

- Операційний персонал має два додаткових інструменти понизити їх. Перший – це встановлення часового бар'єру. Часовий бар'єр дозволяє сегмент (частину) виробничого графіка визначити як "не підлягаючий реплануванню" (не підлягаючий змінам). Другий доступний інструмент – це закріплення. Закріплення означає встановлення зв'язку між компонентом і виробом.

Відслідковуючи зв'язок і просуваючись вгору і вниз в структурі відомості складу виробу (ВСВ), тобто специфікації, планувальник може визначити причину виниклої потреби і змінювати рішення про необхідність внесення змін в план.

Таблиця 5. План чистої потреби елементів для виробу А

Код елемента, партія	Час виготовлення (години)	Запас (заділ)	Термін початку (дні)	Термін закінчення (дні)	Одиниць	План								
						1	2	3	4	5	6	7	8	
Партія за партією	1	10	0	A	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення									50
Партія за партією	2	15	1	B	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								40	10
Партія за партією	1	20	1	C	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								65	10
Партія за партією	2	10	2	E	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								100	100
Партія за партією	3	5	2	F	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								100	100
Партія за партією	1	10	3	B	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								155	100
Партія за партією	2	0	3	G	Повна потреба Чиста потреба Планові терміни виготовлення								155	100

- В техніці ПМЗ використовується термін "партія за партією", що означає кількість одиниць, які виробляються. Ціллю системи ПМЗ є виробництво такої кількості, яка є необхідною без зберігання на складі і без очікування подальших замовлень. Така процедура спирається на невеликі обсяги, часті замовлення, невеликі рівні заділів по принципу "точно вчасно" і залежний попит. Але в тих випадках, коли витрати значні, чи коли не можна використати філософію "точно вчасно", "партія за партією" стає головною технікою планування.

- Приклад 5 використовує критерій “партія за партією”. Компанія бажає розрахувати свої витрати на замовлення і поточні запаси по критерію “партія за партією”, при цьому визначили, що для виробництва деталі витрати на переналадку складають 100 грн. і витрати зберігання – 1 грн. за період. Виробничий графік, який відображає чисту потребу в деталях, представлено нижче (табл. 6). Запас на перший тиждень склав 35 одиниць.

Таблиця 6. Техніка ПМЗ: “партія за партією”

Назва	Тижні									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Повна потреба	35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Плановий заділ	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чиста потреба	0	30	40	0	10	40	30	0	30	35
Планові терміни випуску		30	40		10	40	30		30	55
Планові терміни запуску	30	40		10	40	30		30	55	

- Повна середня потреба в тиждень – 27 шт.; час виготовлення – 1 тиждень.
- При такій техніці витрати на зберігання запасів рівні нулю, а сім окремих переналадок представляють сумарні витрати рівні 700 грн.

- Приклад 6. При розрахунку оптимального рівня замовлення в техніці ПМЗ, використовуючи дані попереднього прикладу, оптимальний рівень виробництва, при: D (річних потребах) = 1404 шт.; S (витрати на переналадку) = 100 грн.; H (витратах на зберігання одиниць продукції = 1.52 тижні) = 52 грн. становить

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 1404}{52}} = 73 \text{ шт.}$$

Таблиця 7. Техніка ПМЗ: оптимальна величина виробництва

Назва	Тижні									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Повна потреба	35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Плановий заділ	35	0	43	3	3	66	26	69	69	39
Чиста потреба	0	30	0	0	7	0	4	0	0	16
Планові терміни випуску		73			73		73			73
Планові терміни запуску	73			73		73			73	

- Отже, загальні витрати при використанні оптимальних величин виробництва наступні:
- витрати на переналадки: $4 \cdot 100 = 400$ грн.;
- витрати на зберігання: $(43+3+3+66+26+69+69+39) \cdot 1 = 318$ грн.;
- Разом витрати: $400+318 = 718$ грн.

- Послідовне балансування по окремих періодах розвиває поняття про окремий економічний період (ОЕП), в якій вимірюється відношенням затрат на переналадку до затрат на зберігання. Послідовне балансування по окремих періодах в техніці ПМЗ передбачає вибір такого варіанту виробництва і зберігання продукції, який призведе до мінімальних витрат.
- Приклад 7. Розглянемо даний варіант, використовуючи дані попереднього прикладу (табл. 8).

Таблиця 8. Калькуляція по методу ОЕП

Об'єднаний період	Оцімований об'єм (загальна потреба)	Чистові періоди	Витрати, грн		
			на переналадку	на зберігання	загальні
2	30	0			
2, 3	70	40-1=40			
2, 3, 4	70	40			
2, 3, 4, 5	80	40-1+10-3=70	100	70	170
2, 3, 4, 5, 6	120	40-1+10-3+40-4=90			
Отже, доцільно об'єднати періоди 2-5, що призведе до витрат на зберігання в межах 70 грн. При включенні до них періоду 6, витрати зростуть до 230 грн.					
6	40	0			
6, 7	70	30			
6, 7, 8	70	30			
6, 7, 8, 9	100	30-1+30-3=120	100	120	220
6, 7, 8, 9, 10	155	30-1+30-3+55-4=90			
Отже, доцільно об'єднати періоди від 6 по 9, при цьому витрати на зберігання склали б 120 грн. При включенні до цього періоду 10 тижня, витрати зростуть до 340 грн., що не доцільно.					
10	55	0	100	0	100
$300 + 150 = 450$					

План матеріального забезпечення матиме вигляд, зображений в таблиці 9.

Таблиця 9. Техніка ПМЗ: окремий економічний період

Назва	Тижні									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Повна потреба	35	30	40	0	10	40	30	0	30	55
Плановий заділ	35	0	50	10	10	0	60	30	30	0
Чиста потреба	0	30	0	0	0	40	30	0	0	55
Планові терміни випуску		80				100				55
Планові терміни запуску	80				100				55	

- Отже, розглянувши різні методи планування матеріального забезпечення (ПМЗ) при залежному попиті (у виробництві), можна зазначити, що техніка окремого економічного періоду в даному разі матиме перевагу.
- Окремий економічний період (приклад 7) – 490 грн.
- Оптимальний рівень виробництва (замовлення) (приклад 6) – 718 грн.
- Техніка “партія за партією” (приклад 5) – 700 грн.

- Але незважаючи на перевагу в даному випадку методу ОЕП, це не повинно підштовхувати операційний персонал до поспішних висновків відносно переваг даної техніки. По-перше, витрати можуть змінюватись внаслідок зміни планової потреби. По-друге, у відповідності з теорією ПМЗ новий розмір партії повинен перераховуватись з кожною зміною, що виникає в ієрархії ПМЗ. На практиці це призводить до нестабільності і є небажаним. Тому кінцевий вивід – це використання техніки “партія за партією”, яка в загальному для ПМЗ є найкращою і дає найвищі економічні результати.

2. Планування виробничих ресурсів

Головний недолік ПМЗ в тому, що система не пов'язана з виробничими потужностями. Це може не мати великого значення, якщо основний виробничий план точно відповідає наявному обладнанню, але програму ПМЗ часто видає агрегатний план, який з потужностями організації не співпадає. Ця проблема вирішена в системі планування виробничих ресурсів (ПВР). Загальна схема роботи ПВР представлена на рисунку 1.

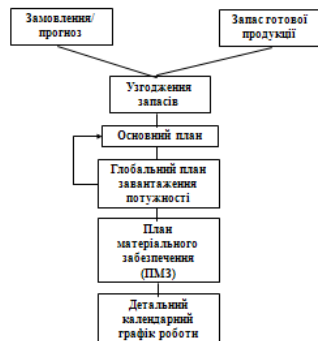


Рис. 1. Планування виробничих ресурсів

- Результатом роботи системи є детальний план завантаження обладнання (виробничих потужностей) плюс все те, що видає система ПМЗ; таким чином, в систему ефективно включенні етапи агрегатного і календарного планування.

Як б складна система не використовувалась, вона не приведе до успішного виробництва, якщо плани не будуть ефективно доведені до цехів. З іншої сторони для забезпечення контролю необхідний налагоджений зворотній зв'язок з виробничим процесом. В найпростішій ручній системі по кожній партії чи роботі ведеться супроводжуюча документація, в якій вказується номер партії, продукт і, якщо партія виробляється не в запас, номер замовлення; також перечисляються всі стадії технологічного процесу з вказанням відповідної кількості і планових термінів. По завершенні чергової стадії час і фактична кількість заготовок фіксується у супроводжуючій накладній, і партія разом з документацією переходить в міжопераційний запас, а звітти поступає на наступну операцію. Накладна визначає партію та графік її виготовлення, і служить документом, що дає допуск для початку виконання чергової стадії.

Супроводжуюча накладна не забезпечує зворотного зв'язку і тому супроводиться набором робочих карточок, по одній на кожну стадію техпроцесу, а також бланками заявок на матеріали та компоненти зі складу. В карточці міститься практично та ж інформація, що і в накладних; також в них відводиться місце, в яке оператор вписує фактичну кількість і час. Коли партія передається на наступну стадію, заповнена карточка повертається диспетчеру, тим самим створюючи зворотній зв'язок планування з виробничим процесом.

Ця система може бути доопрацьована. Карточки можуть відправлятися в планово-розрахунковий відділ для калькуляції собівартості і розрахунку зарплати, якщо використовується відрядна форма оплати праці.

Для покращення збору даних з цехів (карточки неправильно заповнюються, не в тій послідовності, губляться...) використовують засоби автоматизації (штрих-коди і сканери). Кожній партії, стадії і оператору присвоюється унікальний штрих-код і коли партія приходить і відходить, в термінал робочого місяця чи секції автоматично заноситься інформація. Оператор лише вводить значення змінних величин. Така система є дорогою, але забезпечує високу точність і швидкий зворотній зв'язок.

- Планування ресурсного розподілення (ПРР) – це календарний план поповнення запасів на всіх рівнях розподільчої сітки. Його процедура і логіка аналогічна ПМЗ. ПРР вирішує наступні питання:
- загальні потреби, які рівні об'ємам попиту чи прогнозам продаж;
- мінімальні рівні запасів, необхідні для задоволення певного рівня обслуговування;
- точний час виконання, або тривалість виконання;
- визначення структури розподілення.

- При використанні ПРР виходять з того, що загальні потреби визначаються на основі передбачуваного попиту. Чисті потреби визначаються шляхом виявлення наявних запасів і зменшення в результаті цього величини загальних потреб. Процедура ПРР починається з прогнозу на рівні різних продавців (або з більш віддаленої точки розподільної сітки, з якої починається постачання). Всі інші рівні розраховуються з допомогою комп'ютера. Як і у випадку ПМЗ, запаси проглядаються з метою оцінки їх наявності для задоволення попиту. В цих умовах запас буде поповнюватись тоді, коли в цьому буде необхідність і чиста потреба буде задоволена на протязі необхідного для цього часу виконання.

Традиційне календарне планування в загальному прагне до максимізації завантаження обладнання. Рахується, що при цьому зводяться до мінімуму витрати і з допомогою планування фіксованої тривалості циклу та найбільш економічного розміру партії, при допомозі запасів, забезпечується неперервна робота обладнання.

Оптимізація технології виробництва (ОТВ) – це система календарного планування, яка базується на принципі, що максимізація продуктивності, а відповідно і прибутку, є найбільш коректним способом максимізації прибутку. Традиційний спосіб максимізації завантаження хоч і скорочує витрати, але не обов'язково призводить до прибутків. По суті, ОТВ представляє собою подальшу розробку принципу розширки вузьких місць.

В традиційних методах враховуються всі витрати часу на наладку обладнання, або витрату часу на самій тривалій налагоджувальній операції в техпроцесі. В ОТВ рахується, що час втрачається лише у вузьких місцях, оскільки інші операції мають надлишкові потужності. При цьому розміри партій розраховують з врахуванням затрат на наладку якраз вузьких місць. Але, враховуючи те, що такі розміри партій не завжди задовольняють інші операції, рух заготовок часто залежить від розмірів передаточних партій, розмір яких визначається графіком виробництва. Як наслідок, партія вже не проходить через весь техпроцес як єдине ціле, і після вузьких місць створюють запаси незавершеної продукції.

3. Система “точно - вчасно”

Існуючі система ПМЗ, ПРР, ОТВ та інші, які використовуються для управління запасами у виробництві, повинні були б старатись скоротити запаси, але на практиці це буває рідко. За такими підходами часто стоїть бажання підвищити завантаження обладнання і тим самим знизити собівартість продукції. Але в результаті витрати на зберігання виростають настільки, що собівартість навпаки зростає, а здатність до реагування, викликана інертністю системи, може призвести до втрати конкурентних переваг.

До 1950-х років в розвинутих країнах попит значно переважав пропозицію, тому запаси обходились досить дешево, але з тих пір позиції змінилися. В Японії післявоєнні підприємства не могли дозволити собі ні запаси, ні технології. Результатом з'явився абсолютно прагматичний підхід, який отримав назву "точно-вчасно" (Т-В). Існують розбіжності відносно того, чи являється техніка Т-В системою матеріального постачання, чи системою календарного планування, чи виробничою філософією. Але цю техніку цілком ефективно використовують в усіх перелічених сферах. Сам підхід виник після війни на заводах "Тойота". Ціль системи Т-В – неперервне виробництво (або обслуговування) з мінімальними витратами. Система Т-В передбачає зменшення розміру партії, зменшення заділів, практичну ліквідацію незавершеного виробництва, зведення до мінімуму об'ємів запасів.

В компанії "Тойота" методи, які використовуються для пристосування виробництва до постійних змін попиту, називаються вирівнюванням виробництва. Замість того, щоб виробляти єдиний вид продукції великими партіями, виробляється широкий спектр модифікованої продукції у відповідності з вимогами споживачів. Тому виробництво відповідає вимогам сьогодення, а складські запаси зведені до мінімуму.

В даному методі виділяють дві стадії. На першій проводять пристосування виробництва до місячного попиту, а на другій – пристосування до щоденних коливань попиту на протязі місяця. Проводячи оперативне планування виробництва основну роль відіграє система "Канбан" (картка), з допомогою якої функціонує система "витягування" комплектуючих з попередніх операцій. Система "Канбан" є інформаційною системою, яка дозволяє здійснити виробництво необхідної продукції в потрібній кількості і в потрібний час на кожному етапі виробництва як на заводах фірми, так і на заводах фірм-постачальників.

В основному використовують два види карток: картка відбору і картка виробничого замовлення. В картках відбору вказується вид і кількість виробів, які повинні поступити з попередньої операції; в картці виробничого замовлення – вид і кількість продукції, яка повинна була бути виготовлена на попередній операції.

Приклад. Водій автотранспорту прибуває до місця зберігання деталей на попередній ділянці. У нього є необхідна кількість карток відбору і пусті контейнери. Він направляє на склад тільки в тому випадку, якщо на його пункті відбору назбиралась встановлена кількість карток, присланих через диспетчера, або наступив встановлений час поїздки.

- Коли водій забирає деталі, він знімає картки замовлення, які були прикріплені до кожного контейнера, і залишає їх на пункті збору карточок даного виробництва. Привезені пусті контейнери він також залишає.
- Коли водій знімає картки замовлення, він прикріплює на їх місце картки відбору. При цьому картки повинні відповідати одна одній.

- Коли починається обробка доставлених з попередньої ділянки виробів, картки відбору з контейнерів, що починають звільнятися, повинні бути доставлені на пункт збору карток відбору даної ділянки.

- На попередній ділянці привезені водієм картки замовлення забираються з приймального пункту в строго визначений час і залишаються на пункті збору карток замовлення даної ділянки в тій же послідовності, в якій їх знімав водій з контейнерів з готовою продукцією на місці складування.

- Виробництво деталей на попередній дільниці ведеться у відповідності з послідовністю отриманих карток замовлення. Картки "Канбан" супроводжують виготовлювані на попередній дільниці вироби на всіх технологічних стадіях даної дільниці. Коли деталь (виріб) готова, її разом з картокою замовлення поміщають на місце складування, щоб водій автотранспорту з попередньої дільниці знову міг би забрати її в будь-який час.

- Такий рух карток "Канбан" повинен бути неперервний на всіх стадіях. В результаті кожна дільниця (операція) буде отримувати всі необхідні деталі в потрібний час в потрібній кількості, і таким чином буде забезпечений ідеальний варіант системи Т-В.

- Картка є дозволом на наступну партію (її отримання або/і виробництво). Система в сучасних умовах модифікована у велику кількість методик таким чином, що хоч їх називають "Канбан", але картки в них не використовуються. В деяких випадках пусті позиції на підлозі, а в деяких вивішені бірки чи прапорці вказують, що необхідна наступна кількість напівфабрикатів, при цьому не використовуючи карток.

- До переваг даної системи також слід віднести високу якість продукції. Система не допускає передачу браку на наступні технологічні операції. За якість відповідають безпосередні виконавці, які в разі появи браку самостійно його виявляють і усувають. Тому на японських заводах значно менше контролерів ніж на інших.

Тема 13. Оперативно-календарне планування виробництва

1. Тактика короткострокового планування
2. Завантаження цехів (робочих центрів)
3. Встановлення послідовності робіт
4. Оперативно-виробниче планування дискретного виробництва
5. Виштовхуюча система оперативно-виробничого планування серійного виробництва

1. Тактика короткострокового планування

- Для того, щоб планування приносило користь, тобто було реальним, воно повинно закінчуватись конкретними вказівками: хто і коли повинен виконувати відповідні виробничі операції. Такий вид планування називають календарним плануванням. В загальному процес планування зображено на рис. 1.

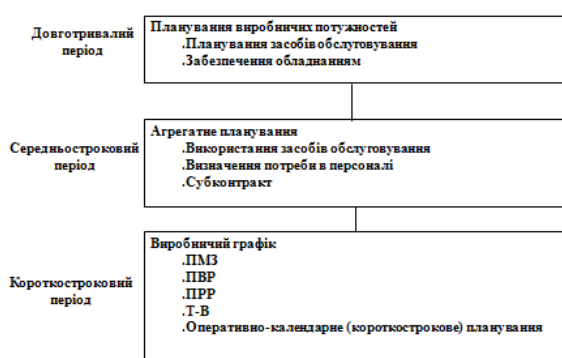


Рис. 1. Зв'язок короткострокового (оперативного) планування з агрегатним та стратегічним

Розглянемо як розробляється оперативне планування в одиничному виробництві. Менеджер одиничного виробництва старастся керувати виробництвом в збалансованій і ефективній формі, для досягнення чого використовує системи планування і контролю, які повинні:

- скласти список поступаючих замовлень без порушення обмеження потужності індивідуальних робочих центрів;
- визначити наявність і потреби в інструментах та матеріалах;
- визначити час і терміни виконання кожної роботи;
- контролювати процес виконання робіт;
- забезпечувати зворотній зв'язок у використанні обладнання і виробничих процесів;
- визначити терміни виконання робіт (нормування) операторами для розподілу трудових ресурсів.

Для ефективного планування менеджер повинен володіти інформацією про продукцію, зокрема про терміни і об'єми випуску, трудомісткість виготовлення (купівлі) і складання компонентів, маршрути обробки компонентів та інше, а також про потужності системи, склад і можливості обладнання і оснащення, запас інструментів, графіки проведення ремонтних робіт, трудові ресурси та інше.

2. Завантаження цехів (робочих центрів)

- **Завантаження** означає призначення робіт, які повинні бути виконані конкретними робочими центрами (дільницями, цехами, відділами...). **Завантаження центрів представлено двома формами. Перша орієнтована на потужність центру, друга – на призначення специфічних робіт.** Спочатку перевіряється завантаження центру, виходячи із перспектив потужності, використовуючи для цього метод під назвою "контроль "вхід-вихід". Потім розглядаються два підходи, що використовуються при завантаженні – завантажувальні графіки Ганта і метод призначення.

Контроль "вхід-вихід"

- Багато фірм мають складності при складанні планів через перезавантаження виробничих процесів. Недостатні знання про потужності і стан центру є причиною зниження швидкості протікання матеріального потоку. Контроль "вхід-вихід" є технікою (методом), яка дозволяє гнучко керувати протіканням процесів в центрі через відповідні засоби:
 1. Коректування представлень про стан центрів.
 2. Збільшення розмірів і кількості обладнання.
 3. Збільшення чи зменшення входів робочого центру, для чого:
 - а) строго розписати (маршрутувати) роботу в центрі;
 - б) збільшити чи зменшити субконтракти;
 - в) виробляти більше або менше.

Графіки Ганта

Графіки Ганта є видимою (наглядною) допомогою, яка корисна при завантаженні і складанні планів робіт в цеху (робочому центрі). Їх назва пішла від імені Генрі Ганта, який розробив концепцію побудови даних графіків в кінці 1800-х років. Коли їх використовують в цілях завантаження, вони показують час роботи і час простоїв. Це показує відносну робочу зайнятість (завантаження) системи. Наприклад, якщо один із робочих центрів стає перевантаженим, працівники з недовантаженого центру можуть бути тимчасово переведені до перевантаженого, для підвищення виробничої потужності останнього. На рис. 2 представлено зразок графіка.



Рис. 2. Графік Ганта для робіт А, В, С

Як видно з графіку виконання роботи А запізнюється, В завершено, як і було заплановано, а виконання роботи С випереджає терміни на 2 дні.

Метод призначень

Метод призначень представляє спеціальний клас моделей лінійного програмування, в яких розглядаються задачі призначень і робіт в залежності від ресурсів. Одною з важливих характеристик проблем призначень є те, що призначенню підлягає тільки одна робота (один працівник) на одну машину (проект). Кожна задача призначень може бути представлена таблицею, числа в якій будуть грошовими витратами.

Метод призначень включає операції додавання і віднімання відповідних чисел таблиці для того, щоб знайти самі низькі витрати, які відповідають умовам кожного окремого призначення. Він включає наступні чотири кроки:

- Вирахувати найменше число в кожному рядку з кожного числа рядка і потім вирахувати найменше число в кожній колонці із всіх чисел цієї колонки.
- Використовуючи мінімальне число вертикальних і горизонтальних прямих ліній, необхідно закреслити всі нулі в таблиці. Якщо число ліній рівне або числу рядків, або числу стовбців в таблиці, тоді можна робити оптимальне призначення (крок 4). Якщо число ліній менше числа рядків чи стовбців, переходити до кроку 3.

- Вирахувати мінімальне неперекреслене число зі всіх інших неперекреслених чисел. Додати це ж саме число до всіх чисел, що лежать на перетині будь-яких двох ліній. Повернутись до кроку 2 і продовжити процедуру до отримання оптимального призначення.
- Оптимальне призначення завжди буде знаходитись на місцях розміщення нулів в таблиці. Направлений шлях оцінки призначень полягає в початковому відборі рядка і колонки, яка містить лише один нуль. Можна зробити призначення в той квадрат і потім перекреслити лініями відповідний рядок і колонку. Далі можна продовжити розглядувану процедуру, поки не буде призначений кожен працівник (машина) у відповідності до задачі.

Приклад: Знайти мінімальну вартість призначень для виконання роботи на верстатах, при використанні наступних даних.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	11	14	6
S-66	8	10	11
T-05	9	12	7

Крок 1а: Використовуючи дану таблицю, вираховуємо мінімальне число кожного числа ряду.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	5	8	0
S-66	0	2	3
T-05	2	5	0

Крок 1б: Вираховуємо мінімальне число кожної колонки з кожного числа колонки.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	5	6	0
S-66	0	0	3
T-05	2	3	0

Крок 2: Закреслимо мінімальним числом лінії всі нулі.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	5	6	0
S-66	0	0	3
T-05	2	3	0

Крок 3: Вираховуємо мінімальне незакреслене число (2 в цій таблиці) в кожного незакресленого числа і додаємо його до чисел, що знаходяться на перехресті двох ліній.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	3	4	0
S-66	0	0	5
T-05	0	1	0

Повернемося до кроку 2. Знову викреслимо нулі.

Робота	Верстат (вартість роботи, грн.)		
	A	B	C
R-43	5	4	0
S-66	0	0	3
T-05	0	3	0

Оскільки для цього потрібні три лінії, то може бути зроблено оптимальне призначення: R-43 на верстат C, S-66 на верстат B, T-05 на верстат A. При цьому мінімальні витрати складуть: $6 \cdot 10 + 9 = 25$ грн.

3. Встановлення послідовності робіт

Послідовності встановлюють порядок, в якому повинні виконуватись роботи. Правила пріоритетів для поступаючих робіт забезпечують побудову послідовності виконання робіт. Встановлення послідовності здійснюється за правилами: “перший прийшов – перший пішов”; рання робота по даті виконання; найкоротший час виконання; найдовший час виконання. Зокрема останній метод вважається найкращим з огляду мінімізації часу потоку робіт і мінімізує середнє число робіт в системі.

Метод критичного відношення визначає індекс, який надає пріоритет виконання роботам. Індекс визначається відношенням часу, що залишився до терміну закінчення виконання роботи (по плану), на час її виконання.

Приклад: Сьогодні 25-й день виробничого плану. Є певний план виконання робіт. Визначити за правилом критичного відношення пріоритет виконання робіт.

Робота	Дата виконання	Дні виконання
A	30	4
B	28	5
C	27	2

Розрахуємо критичне відношення.

Робота	Критичне відношення	Пріоритетний порядок
A	$(30-25)/4=1,25$	3
B	$(2-25)/5=0,6$	1
C	$(27-25)/2=1$	2

В даному випадку робота B має найбільший пріоритет при виконанні.

Правило Джонсона: розподіл N робіт на два верстата (машини). Наступним кроком, що ускладнює цехові проблеми, є випадок, в якому N робіт повинні бути виконані на двох робочих центрах в однаковому порядку. Це називається проблемою N/2. Правило Джонсона може бути використано для мінімізації загального часу процесу обробки шляхом пошуку послідовності запуску групи робіт через дві одиниці обладнання. Правило Джонсона включає чотири кроки:

- Всі роботи повинні бути визначені (часи виконання робіт).
- Відбирається робота з найкоротшим часом виконання. Якщо найкоротший час припадає на першу машину, робота розписується першою. Якщо найкоротший час припадає на другу машину, її виконання записується останньою. При рівності часів – на основі арбітражного судження.
- Якщо робота розписана, вона виключається з подальшого розгляду.
- Кроки 2 і 3 розповсюджуються на роботи, що залишилися, які просуваються в напрямку середини загального розпису.

Приклад: П'ять робіт повинні бути виконані на двох верстатах (токарний і свердлильний). Час виконання вказано нижче. Знайти ефективний розпис.

Робота	Час виконання процесу, год.	
	Токарна операція	Свердлильна операція
A	5	2
B	3	6
C	8	4
D	10	7
E	7	12

Проводимо розпис робіт. Робота А на свердильному верстаті виконується за мінімальний час 2 год., тому її включасмо в розпис виконання останньою. Робота В на першій (токарній) операції виконується за мінімальний, по відношенню до інших робіт, час 3 год., тому її в розпис заносимо на перше місце...

Час, год.	0		10		20		30	
Токарна операція	В	Е		Д		С	А	
Свердильна операція		В		Е		Д	С	А

Позначення: - Виконання роботи; - простій.

Таким чином, роботи виконуються за 35 годин. Свердильний верстат очікує першу роботу 3 год. і простоює ще одну годину після її завершення.

Розподіл N робіт на три верстати (машини).

Хоча оптимальний розподіл N робіт по трьох машинах є складним, але якщо одна з двох або дві наступні умови виконані, то рішення можливе по правилу Джонсона.

- Операція з найменшою тривалістю, що виконується на машині 1, є настільки великою, як операція з найбільшою тривалістю, яка виконується на машині 2.
- Операція, з найменшою тривалістю, яка виконується на машині 3, настільки велика, як найбільш тривале виконання на машині 2.

Приклад. Розглянемо наступні роботи і часи їх виконання на відповідних машинах.

Робота	Тривалість виконання робіт, год.		
	Машини 1, t_1	Машини 2, t_2	Машини 3, t_3
А	13	5	9
В	5	3	7
С	6	4	5
Д	7	2	6

Використовуємо правило Джонсона, щоб знайти оптимальну послідовність. Оскільки виконані обидві умови, що дозволяють виконати правило Джонсона, спробуємо це зробити. Спочатку побудуємо нову матрицю наступним чином.

Робота	$t_1 + t_2$	$t_2 + t_3$	Робота	$t_1 + t_2$	$t_2 + t_3$
А	18	14	С	10	9
В	8	10	Д	9	8

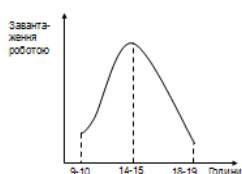
Тепер використовуємо правило Джонсона і отримаємо оптимальну послідовність: В, А, С, Д.

N робіт на M машин. Коли декілька робіт повинні бути виконані на декількох машинах, таку задачу можна вирішити через евристичні процедури розроблені Кемпбелом, Дюдеком і Смітом, які відомі під назвою "CDS-алгоритм". Але не завжди є можливість використати пакети прикладних програм (комп'ютер). Тому при ручному складанні графіків запуску доцільно використати правила: рання робота по даті виконання, або критичні відношення.

Система розподілу в сервісі має певні особливості, які полягають в наступному: у виробництві увага операційного менеджера зайнята на матеріальному потоці, а в сервісі - на персоналі і розподілу між ним робіт; системи сервісу не зберігають замовлення чи послуги; в сервісі праця більш інтенсивна і попит на неї дуже мінливий та випадковий.

Ці фактори впливають на розподіл робіт (персоналу), які плануються за двома правилами: "перший прийшов – перший пішов"; робота з ранньою датою виконання. Перше правило використовується в сфері обслуговування повсякчасно. Друге, в тих сервісних організаціях, де існує більш складна процедура обслуговування, тобто є можливість попереднього узгодження отримання певного виду сервісу у відповідних об'єктах у відповідний період. В цьому випадку планування розподілу трудових ресурсів здійснюється в залежності від попередньо отриманих замовлень, а також сукупного прогнозного попиту.

Як приклад розглянемо планування робіт в одному з відділень банку. На рисунку зображено криву попиту на певні послуги, що виникають на протязі робочого дня. Результати потреби в персоналі також представлено в таблиці. Скласти план роботи персоналу на зміну.



Період часу, год.	Потреба в персоналі, чол.
9-10	14
10-11	25
11-12	26
12-13	38
13-14	55
14-15	60
15-16	51
16-17	29
17-18	14
18-19	9

План формування персоналу з повним робочим днем.

Число працівників	Час початку роботи, год.	Перерва		Завершення роботи	
		Кількість працівників	Час на обід, год.	Кількість працівників	Час завершення роботи, год.
29	9	14	11-12	15	17
		15	12-13	5	18
				9	19

План формування персоналу з неповним робочим днем.

Кількість працівників	Початок роботи, год.	Кількість працівників	Завершення роботи, год.
11	11	9	15
15	12	22	16
5	14		

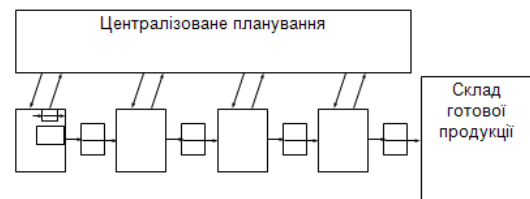
4. Оперативно-виробниче планування дискретного виробництва

Дискретне виробництво характеризується перервністю виробничого процесу на всьому терміні його виконання. В цьому виробництві спостерігається перерви в роботі окремих робочих місць, дільниць, цехів і окремих процесів. Перерви ускладнюють рух матеріального попиту від входу системи до виходу, що виражається в збільшенні тривалості виробничого циклу, збільшенні запасів всіх видів, збільшенні собівартості...

Таке виробництво вимагає постійної уваги і один з інструментів, який забезпечує її ефективність – це система оперативно-виробничого планування (ОВП). Під системою ОВП розуміють методику і техніку планової роботи, що визначається ступінню централізації планової роботи, вибором планово-облікової одиниці, диференціацією планових нормативів, складом і точністю календарно-планових нормативів, а також складом, порядком оформлення і руху планово-облікової документації. При організації руху матеріального потоку в процесі планування можна виділити два підходи:

- системи планування, рух матеріального потоку в яких базується на принципі виштовхування напівфабрикату на всьому шляху виготовлення виробу;
- системи планування, що базуються на принципі витягування готового напівфабрикату з попередньої операції на наступну на всьому шляху виготовлення виробу.

Структура виштовхуючої системи планування на рівні місцевого планування показана на рис. 3.





Позначення:  - виробничий підрозділ (цех, дільниця)
 - проміжні склади

Рис. 3. Вид виштовхуючої системи планування

В даній системі процесом планування охоплено кожен цех. Цех отримує конкретні місячні завдання і звітує про їх виконання центральним органам планування заводу/управління. Готову продукцію цех передає на міжцеховий склад. При такому плануванні цех і центральні органи планування цікавлять тільки терміни і об'єми виконання завдань. Кожен окремий цех, при цьому, існує як би ізольовано. Його не цікавить, що буде з продукцією, яку він направляє на приймальний склад, чи є там залишки продукції з минулого місяця, чи він пустий. Ясно, що у випадку наявності залишків в системі виникає перенакопичення. З іншого боку, у випадку затримки виконання планових заділів можуть виникати перерви. В бувшому СРСР цей вид планування був єдиним.

Структура витягуючої системи планування представлена на рис. 4.

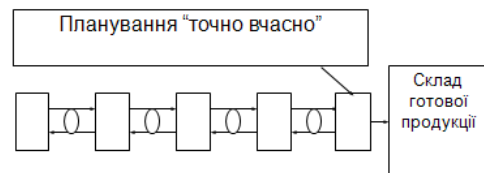


Рис. 4. Вид витягуючої системи планування

Системи планування цього виду передбачають розрахунок і створення на його основі величин оборотних заділів на всіх робочих місцях. Значення цих заділів визначаються середньою потребою в конкретних виробах, виготовлюваних даним підприємством на короткий термін – від місяця до трьох. Процесам виготовлення виробів керує центральний плановий орган, який формує графік складання кінцевих виробів і спускає його на головний складальний конвеєр.

Головний складальний конвеєр відбирає необхідні напівфабрикати у відповідності з графіком складання з найближчих проміжних складів. Вибрані з цих складів напівфабрикати поповнюються цехами-постачальниками напівфабрикатів. В свою чергу, для поповнення вибраного вони забирають напівфабрикати від попередніх виробників і т. д. Процес поширюється в зворотному напрямку руху матеріального потоку (технологічному процесу виготовлення виробів). Це так звана система "точно вчасно" або "Канбан", яку ми розглянули в попередній темі.

5. Виштовхуюча система оперативно-виробничого планування серійного виробництва

Система ОВП серійного виробництва реалізується при централізованому плануванні. В залежності від прийнятих планово-облікових одиниць розрізняють: подетальну; комплекту; позамовну системи планування. Комплектна система поділяється на: комплектно-вузлову систему (комплект складається з деталей, які входять в один вузол або виріб); комплектно-групову систему (в групі об'єднуються деталі різних вузлів, які мають однакові календарно-планові нормативи (випередження випуску, ритми партій). Диференція планових періодів в серійних типах виробництва передбачає планування до години, а в одиничних – до тижня.

ОВП складається з двох етапів. Перший етап – це розробка оперативних планів та графіків виготовлення і випуску продукції; він називається оперативно-календарним плануванням (ОКП). Другий етап пов'язаний з контролем і регулюванням виконання оперативних планів чи ходу виробництва і називається диспетчеруванням.

В серійному виробництві основною особливістю ОКП є необхідність забезпечення строгої повторюваності виготовлення партії деталей, складання вузлів та виробів. Тому міжцехове планування починається з розрахунку календарно-планових нормативів (КПН) на основі використання постійного значення середньорозрахункового ритму r . В серійному виробництві до КПН відносять:

- розміри партій (n) і ритмів (R) запуску-випуску партій деталей;
- тривалість виробничих циклів обробки партій деталей, складання вузлів (T_c);
- випередження запуску (O_z) і випуску (O_v) партії деталей;
- розміри заділів (H).

Інформація з оперативного планування потокового виробництва знаходиться в підручниках з організації виробництва (теми: потокове виробництво; неперервне виробництво; потокові лінії).

Тема 14. Управління проектами

1. Планування проектів
2. Нормативний метод планування (графік Ганта)
3. Сіткове планування та управління

1. Планування проектів

- **Проект** - це сукупність задач чи міроприємств, пов'язаних з досягненням запланованої цілі, яка часто має унікальний характер. Операційні менеджери досить часто здійснюють управління проектами при створенні і запуску у виробництво нових продуктів, при створенні нових виробничих потужностей, технологічних процесів. На підприємствах, що спеціалізуються на виконанні робіт у вигляді проектів, наприклад, в будівельних організаціях, фірмах по розробці програмного забезпечення, управління проектами являє собою основну форму планування і контролю текучої діяльності організації.

- Керівники проектів відповідають за три аспекти реалізації проекту: **терміни, витрати і якість результатів**. У відповідності з загальноприйнятим принципом управління проектами, рахується, що ефективне управління термінами виконання робіт є ключем до успіху по всіх трьох показниках. Якщо терміни виконання робіт суттєво затягуються, то виникає ймовірність значної перевитрати засобів і виникнення серйозних проблем з якістю робіт.

- **Спеціальні проекти**, які здійснюються на протязі місяців чи навіть років, до завершення часто виходять за рамки представлень про управління нормальної виробничої системи. Проектні організації всередині фірми створюються для виконання подібних робіт і дуже часто розпадаються, коли проект закінчено. Управління великими проектами включає три фази: планування, складання розписів і контроль.

Планування проекту:

1. Перелік переваг
2. Визначення складових проекту
3. Визначення потреб для виконання дій
4. Організація складу виконавців

Інструменти:

1. Оцінки часових і грошових витрат
2. Бюджети
3. Графіки грошових поступлень
4. Забезпечення матеріалами

Складання проекту:

1. Визначення ресурсів (люди, гроші, постачальники) для виконання специфічних дій (робіт)
2. Визначення послідовності виконання та зв'язку між діями
3. Перегляд і виправлення календарних термінів виконання дій (робіт)

Інструменти:

1. Графіки Ганта (нормативний метод планування)
2. Сіткові моделі (знаходження критичного шляху)

Контроль виконання проекту:

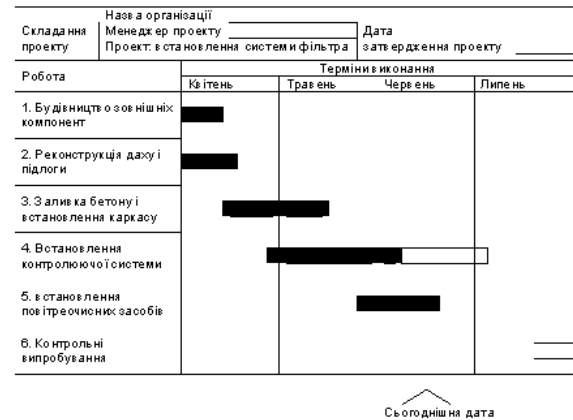
1. Управління ресурсами, витратами, якістю, бюджетами
2. Перегляд і зміна планів
3. Переміщення ресурсів для задоволення витрат і певного рівня якості

Інструменти:

- **Методи оптимізації графіків і моделей**

2. Нормативний метод планування (графік Ганта)

- Одним з найпопулярніших методів складання проекту є графіки Ганта (стрічкові графіки), які відображають часові оцінки і можуть бути легко зрозумілими. **Графіки Ганта** – це недорогі засоби, що дозволяють менеджерам бути впевненими, що всі необхідні роботи ввійшли в план; порядок їх виконання порахований; тривалості виконання робіт встановлені і відслідковано час виконання проекту в цілому. Виконання робіт відмічається по мірі виконання проекту шляхом затушування горизонтальних полос повністю, якщо робота завершена, або частково – у відповідності з об'ємом її виконання.



- Для виконання проектів розробки виробів використовують два типи нормативів: обсягу, тобто нормативи обсягу робіт в натуральному виразі; трудові, тобто нормативи обсягу робіт в нормо-годинах.
- Трудомісткість робіт визначається по етапах як добуток трудових нормативів на обсяг відповідних робіт в натуральному виразі.

- На основі трудомісткості робіт розраховується цикл (тривалість виконання) кожної стадії (роботи):

$$Ц_i = (T_{ст} \cdot K_{дв} \cdot K_p) / (P_{пр} \cdot T_{зм} \cdot K_{вн})$$

- де $T_{ст}$ – трудомісткість етапу, нормо-годин;
- $K_{дв}$ – коефіцієнт додаткових витрат часу на узгодження, затвердження і внесення змін в технічну документацію;
- K_p – коефіцієнт переведення робочих днів в календарі;
- $P_{пр}$ – кількість робітників, що виконують даний етап;
- $T_{зм}$ – тривалість зміни;
- $K_{вн}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість норм.

- Організація робіт по управлінні проектами в операційній системі базується на послідовному або паралельно-послідовному виконанні стадій і етапів.

При послідовному методі тривалість циклу (Цп) становитиме:

$$Цп = K_p \sum_{i=1}^n T_{ст} \cdot K_{дв} / R_{пр} \cdot T_{зм} \cdot K_{вн}$$

де n – число етапів (стадій).

Мінімально можливий цикл при послідовно-паралельному методі розраховується так (Цпп)

$$Цпп = K_p \cdot \sum_{i=1}^n T_{ст} \cdot K_{пар} \cdot K_{дв} / R_{пр} \cdot T_{ам} \cdot K_{вн}$$

- де Kпар – середній коефіцієнт паралельності виконання етапів (робіт).

3. Сіткове планування та управління

Система сіткового планування і управління (СПУ) являє собою комплекс графічних і розрахункових методів, організаційних заходів та контрольних прийомів, які забезпечують моделювання, аналіз і динамічну перебудову плану виконання складних проектів, та визначають мінімальний час виконання всього комплексу робіт при мінімальній вартості продукції.

Сутність СПУ полягає в тому, що для відображення зв'язків між роботами, що плануються, та порядку їх виконання, використовується сітковий графік, який дозволяє оперативно аналізувати та управляти ходом виконання всього комплексу робіт.

- Сіткові моделі були розроблені в 1950-их роках, щоб допомогти менеджерам складати плани, управляти і контролювати великі і складні проекти. Вперше (1957 рік) дані моделі використали при будівництві і ремонті хімічних заводів Дю Пона, а в 1958 році їх почав використовувати військово-морський флот США.

Існують основних шість кроків, за якими здійснюються дані моделі:

- Визначають проект і його всі основні роботи і задачі.
- Встановлюють всі зв'язки між роботами. Визначають, які роботи повинні передувати і які повинні виконуватись за розглядуваними роботами.
- Виконують графічну будову моделі, яка містить всі роботи.
- Визначають часові (грошові) витрати по кожній роботі.
- Визначають найдовший час на графіку від початку виконання проекту до його закінчення.
- Використовують сіткову модель для реалізації плану, розписання виконання робіт, управління і контролю за розвитком проекту.

Сітковий графік (рис. 1) включає два основних елементи: роботу та подію. Робота – це трудовий процес, що вимагає затрат часу і ресурсів, або процес очікування (остигання, сушіння, старіння), який потребує затрат часу. Робота позначається стрілкою. Крім дійсних робіт, які вимагають витрат часу, існують фіктивні роботи. Вони використовуються, щоб показати логічний зв'язок між результатами робіт (подіями) і зображаються пунктирними стрілками. Час, який витрачений на роботу (тривалість), позначають над стрілкою (дні, тижні). Для фіктивних робіт він рівний "0".

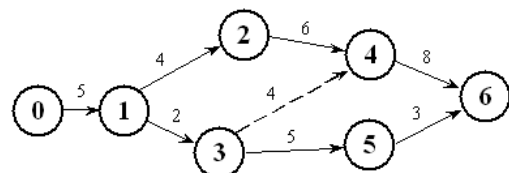


Рис. 1. Сітковий графік

- Подією називають результат виконаної роботи. На відміну від роботи подія – це момент закінчення роботи, тривалість події рівна "0". Розрізняють такі види подій: початкова (вихідна) (i), за якою починається вихідна робота; вхідна (кінцева) (j), якій передують вхідна робота; завершальна (C), за якою не виконуються роботи, і вихідна (I), якій не передують роботи.

При побудові сіткового графіка потрібно дотримуватись певних правил:

- Потік часу у моделі повинен йти зліва направо та зверху вниз.
- Графік повинен мати лише одну вихідну та одну завершальну подію (для одноцільової моделі).
- Графік не повинен мати циклів, тобто шлях не повинен проходити кілька разів через одну й ту ж подію.
- Модель не повинна мати "тупиків", тобто подій, які не мають попередніх чи наступних робіт крім вихідної та завершальної.
- Між двома подіями може бути проведена лише одна робота, якщо необхідно провести дві роботи, то вводять додаткову подію і фіктивну роботу.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу або попередній досвід. У разі їх відсутності звертаються до експертних оцінок по встановленню тривалості кожної роботи.

При трьох оцінках:

$$T_{вс} = (t_{\min} + 4t_{н.й.} + t_{\max}) / 6;$$

при двох оцінках:

$$T_{вс} = (3t_{\min} + 2t_{\max}) / 5,$$

де $T_{вс}$ – очікуване (середнє) значення тривалості виконання роботи;

t_{\min} , $t_{н.й.}$, t_{\max} – відповідно мінімальна, найбільш імовірна і максимальна оцінки тривалості виконання роботи.

Після визначення тривалості окремих робіт починають розрахунок основних часових параметрів графіка, протягом якого встановлюють: тривалість і резерви часу шляхів, ранні і пізні терміни здійснення подій, терміни початку і завершення робіт, резерви часу подій та робіт.

Будь – яка послідовність взаємозв'язаних подій та робіт на графіку називається шляхом.

Довжина шляху – це сума тривалостей всіх робіт, які лежать на цьому шляху. Найбільший шлях називають – критичним, а роботи на ньому – критичні, і вони визначають тривалість виконання всього комплексу робіт за проектом.

Багатоцільовим називається графік, при розробці якого поставлено декілька завершальних подій (цілей).

Ненапружені шляхи – всі інші крім критичного, можуть частково збігатися з критичним. Ненапружені шляхи мають резерви часу, це означає, що затримка до певного моменту у виконанні робіт і здійсненні подій, які не лежать на критичному шляху, не впливають на терміни завершення розробки.

Основні параметри сіткового графіка.

- Резерв часу події – це час, на який може бути затримано здійснення події без порушення терміну виконання розробки в цілому

$$R_i = T_{ni} - T_{pi},$$

- де T_{ni} – пізній термін настання події, перевищення якого викличе аналогічну затримку завершальної події;
- T_{pi} – найбільш ранній термін настання події, тобто час необхідний для виконання всіх робіт, передуючих деякій події.

- **Пізній термін настання і-тої події** визначається по формулі

$$T_{ni}=t(L_{kp})-t(L_{max}(j...c)),$$

де $t(L_{kp})$ – тривалість критичного шляху;

- $t(L_{max}(j...c))$ – максимальний з послідуєчих за даною подією шляхів.
- **Ранній термін настання подій** – це максимальний шлях від вихідної події до даної

$$T_{pi}=t(L_{max}(I...j)).$$

Резерв часу робіт.

- **Повний резерв часу** – максимальний час, на який можна збільшити тривалість даної роботи без зміни тривалості критичного шляху

$$R_{nij}=T_{nj}-T_{pi}-t_{ij}.$$

- **Вільний резерв часу** – максимальний час, на який можна збільшити тривалість роботи не змінюючи ранніх термінів початку послідуєчих робіт

$$R_{vij}=T_{pj}-T_{pi}-t_{ij}.$$

- Події і роботи які лежать на критичному шляху резервів часу не мають.

Після складання і розрахунку параметрів сіткового графіка проводять його аналіз і оптимізацію. Оптимізація здійснюється шляхом послідовного, іноді багаторазового поліпшення первинного варіанту плану та вибору найкращого з отриманих варіантів за допомогою порівняльного розрахунку.

Можливість скорочення критичних робіт залежить від наявності паралельних робіт та величини резерву по них. При цьому можливі два випадки: скорочувана критична робота не має паралельних критичних робіт (її можна ввести в будь – який шлях сіткової моделі і її скорочення на величину Δt призведе до скорочення тривалості критичного шляху на таку ж величину); скорочувана критична робота має паралельні некритичні роботи і скоротивши її можна отримати результат, при якому попередній критичний шлях буде менший ніж шлях раніше некритичний.

Коефіцієнт напруженості робіт визначається по формулі

$$K_{nij}=(t(L_{max})-t''(L_{kp}))/(t(L_{kp})-t''(L_{kp}))$$

- де $t''(L_{kp})$ – величина відрізка шляху, яка співпадає з критичним;
- $t(L_{max})$ – величина максимального шляху, який проходить через дану роботу;
- $t(L_{kp})$ – величина критичного шляху.

Дисперсія (міра розкиду часу) визначається по формулі

$$\sigma_t^2=((t_{max}-t_{min})/6)$$

Розрахунок імовірності настання завершальної події в заданий термін проводиться по формулі

$$P(T_{дир})=\Phi(Z),$$

- де $Z = \frac{(T_{дир} - T_{кр})}{\sqrt{\sum_{i,j} \sigma_{i,крит}^2}}$
- $T_{дир}$ – встановлений термін виконання робіт;
- $T_{кр}$ – критичний шлях;
- n – число робіт, які належать критичному шляху;
- i, j (крит.) – міра розсіювання часу робіт критичного шляху.

- По таблицях математичної статистики по значенню Z знаходять значення функції $P(T_{дир})$. Для величини $P(T_{дир})$ є визначені границі допустимого ризику. Тобто $0,35 < P(T_{дир}) < 0,65$. При $P(T_{дир}) > 0,65$ на роботах критичного шляху є лишні ресурси (чи трудові, чи матеріальні). Тому загальна тривалість робіт може бути скорочена. При $P(T_{дир}) < 0,35$ – завершальна подія в заданий термін може не наступити. В цьому випадку проводиться перепланування робіт.

Таблиця. Значення нормальної функції розподілу ймовірностей

Z	$P_{дир}$	Z	$P_{дир}$	Z	$P_{дир}$	Z	$P_{дир}$
0.0	0,5000	1.6	0,9452	-0.3	0,0013	-1.4	0,0808
0.1	0,5398	1.7	0,9554	-2.9	0,0019	-1.3	0,0968
0.2	0,5793	1.8	0,9641	-2.8	0,0026	-1.2	0,1151
0.3	0,6179	1.9	0,9713	-2.7	0,0035	-1.1	0,1357
0.4	0,6554	2.0	0,9772	-2.6	0,0047	-1.0	0,1587
0.5	0,6915	2.1	0,9821	-2.5	0,0062	-0.9	0,1841
0.6	0,7257	2.2	0,9861	-2.4	0,0082	-0.8	0,2119
0.7	0,7580	2.3	0,9893	-2.3	0,0107	-0.7	0,2420
0.8	0,7881	2.4	0,9918	-2.2	0,0139	-0.6	0,2743
0.9	0,8159	2.5	0,9938	-2.1	0,0179	-0.5	0,3085
1.0	0,8413	2.6	0,9953	-2.0	0,0228	-0.4	0,3446
1.1	0,8643	2.7	0,9965	-1.9	0,0287	-0.3	0,3821
1.2	0,8849	2.8	0,9974	-1.8	0,0359	-0.2	0,4207
1.3	0,9032	2.9	0,9981	-1.7	0,0446	-0.1	0,4602
1.4	0,9192	3.0	0,9987	-1.6	0,0548	-0.1	0,5000
1.5	0,9332			-1.5	0,0668		

- Після аналізу сітки поводитьься оптимізація графіка. Графічний метод оптимізації дозволяє проводити розрахунки в ручну або на обчислювальних машинах. Оптимізація по часу при необмежених ресурсах проводиться шляхом використання на роботах критичного і підкритичного (тобто близьких по тривалості до критичного) шляхів, такої кількості виконавців, яка дозволяє досягнути заданої тривалості виконання проекту.

- При обмежених ресурсах резерви ненапружених шляхів скорочуються і наближаються до нуля, так як при цьому способі оптимізації рекомендується перерозподілити частину ресурсів з робіт ненапружених шляхів, в межах тих ресурсів часу, які є, на роботи критичного шляху.

ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Василенко В.О., Ткаченко Т.І. Виробничий (операційний) менеджмент: Навчальний посібник. За ред. В.О. Василенка. – Київ: ЦУЛ, 2003. – 532 с.
2. Гевко І.Б. Операційний менеджмент: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005 р. – 228 с.
3. Гэлловэй Л. Операционный менеджмент.- СПб: Питер, 2001.- 320 с.
4. Капінос Г.І. Операційний менеджмент [текст] : навч. посіб. – Г. І. Капінос, І. В. Бабій - К.: «Центр учбової літератури», 2013 р. – 352 с.
5. Кіріліна М. А. Операційний менеджмент : методичний посібник для студентів напряму підготовки 6.030601 «Операційний менеджмент» / М. А. Кіріліна. – Одеса: «Одеський національний університет імені І. І. Мечникова», 2015.– 38 с.
6. Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М. Производственный и операционный менеджмент. Учебник. – СПб: “Специальная Литература”, 1998. – 366 с.
7. Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М. Производственный и операционный менеджмент. Практикум. – СПб: “Специальная Литература”, 1998. – 216 с.
8. Лопатенко Л. О. Операційний менеджмент: [Конспект лекцій для студ. напряму підготов. “Менеджмент”]. — К. : МАУП, 2007. — 128 с.
9. Операційний менеджмент. Навчальний посібник / Старченко Г.В., Калінько І.В., Косач І.А. - К.: Кондор-Видавництво, 2014. - 232 с.
10. Основи операційного менеджменту // За заг. ред. Сумець О.М. – К.: ВД «Професіонал», 2008. – 677 с.
11. Соснін О.С., Казарцев В.В. Виробничий і операційний менеджмент: Навч. посібник. – К.: В-во Європ. ун-ту, 2002. – 147 с.
12. Ратушняк О.Г. Операційний менеджмент: електронний навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2016 р. – 243 с.
13. Фатхурдинов Р.А. Производственный менеджмент. Учебник для вузов. - М.: Банки и биржи, 2004. – 499 с.
14. Чейз Ричард, Акьюлано Николас. Производственный (операционный) менеджмент. Бостон, 1992 г., 1062 с.

Допоміжна

1. Гевко І.Б., Оксентюк А.О., Галушак М.П. Організація виробництва: теорія і практика: Підручник. – К.: Кондор, 2008. – 178 с.
2. Гевко Р.М., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павельчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. – Тернопіль:
3. Карпик Я.М. Менеджмент промислового підприємства: навчальний посібник для економічних та інженерно-економічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТАНГ, 2000. – 311 с.
4. Менеджмент систем качества: Учеб. пособие / М. Г. Круглов, С. К. Сергеев, В. А. Токташов и др. — М.: Изд-во стандартов, 2003. - 522с.

5. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. Пер. с англ.- М.: Дело, 1992. – 481 с.
6. Макаренко М.В., Махалина О.М. Производственный менеджмент: Учеб. пособие для вузов.- М.: «Издательство ПРИОР», 1998. – 384с.
7. Основы управления персоналом / Под, ред. Б.М. Генкина. - М.: Высшая школа, 2006. – 519 с.
8. Планування діяльності підприємства: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / М. А. Белов, Н. М. Євдокимова, В. Є. Москалюк та ін. / За заг. ред. В. Є. Москаленка. — К.: КНЕУ, 2002. — 252 с.
9. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб: Питер, 2001. – 384 с.
- 10.Тарнавська Н. П., Пушкар Р. М. Менеджмент: теорія та практика. Підручник для ВНЗ. — Тернопіль: Карт — бланш, 1997. — 494с.
- 11.Adam E.H., Ebert J.R. Production and Operations Management: Concepts, Models and Behavior. 5th ed. – New York, Prentice Hall Englewood Cliffs, 1990.
- 12.Heizer J.H., Render B. Production and Operations Management: Strategies and Tactics. 3th ed. – Boston, Allyn and Bacon, 1993.