

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ВИПУСКУ НОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Останіна А. О., Єршова Н. М., Шибко О. М., Вельмагіна Н. О.

1. Вступ

Життєвий цикл організації – сукупність стадій, які проходить організація за період свого життя: народження, дитинство, юність, зрілість, старіння, відродження [1].

Народження будь-якої організації пов'язане з необхідністю задоволення інтересів нового клієнта, з пошуком та займанням вільної ринкової ніші. Головна мета організації на цій стадії – виживання, що вимагає від керівництва організації таких якостей, як віра в успіх, готовність ризикувати, висока працездатність. Характерною для стадії народження є невелика кількість компаньйонів. Особливе значення на цьому етапі має надаватися всьому новому та незвичайному.

Вирішити питання різкого скорочення термінів розробки і освоєння високоефективної продукції і технології можна за допомогою систем автоматизації проектних робіт. На рис. 1 представлена якісна картина, характерна для традиційної форми проектування виробу [2].

Аналіз графіків підтверджує важливість ретельного та детального початкового пошуку, поглинає лише кілька відсотків загальної вартості проекту, але впливає на всі наступні етапи.

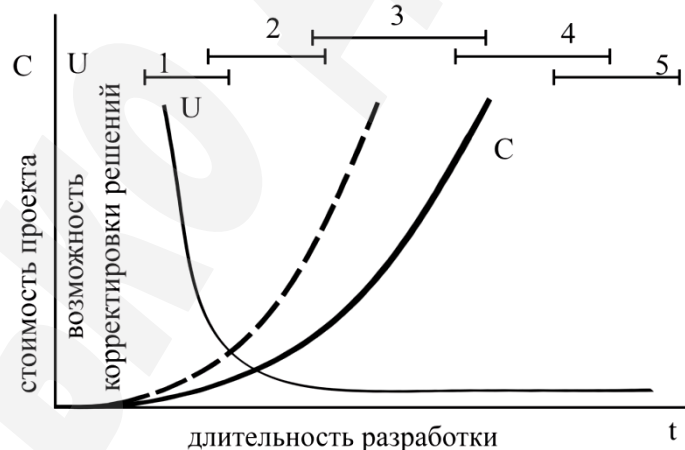


Рис. 1. Якісна схема проектних робіт:

- 1 – пошук проектного рішення; 2 – ескізне проектування;
- 3 – технічне і робоче проектування;
- 4 – виготовлення дослідного зразка; 5 – доведення виробу

На рис. 1 пунктирною лінією зображено тенденція накопичення відомостей про проект по мірі його опрацювання. Видно доцільність

максимального збагачення інформацією початкового моменту зав'язки проекту, поки не прийняті остаточні рішення щодо його реалізації, поки є можливість переглянути та відкинути багато конкуруючі варіанти.

Проектування підприємства здійснюється на першій стадії життєвого циклу, важлива роль повинна відводитись пошуку проектних рішень самого підприємства і продукції, яка випускається. На стадії проектування підприємства для виробництва продукції необхідно:

- вибрати вид нової продукції;
- установити об'єм випуску продукції, яка була б не менше рівня попиту, щоб не втратити потенційно можливий дохід від реалізації продукції, і не більше рівня попиту, інакше підприємство буде нести збитки пов'язані в основному зі зниженням ціни;
- виконати планування цехів підприємства у відповідності з технологією виготовлення продукції і визначення площі земельної ділянки для розміщення підприємства;
- вибрати оптимальне місце для розміщення підприємства по критеріям: відповідність земельної ділянки, можливість набрати з навколишніх районів необхідний персонал, доступ до матеріальних ресурсів та транспорту;
- визначити беззбитковий об'єм продажу і зону безпеки підприємства.

В теперішній час розроблені математичні методи для вирішення деяких задач, але вони виконуються лише в навчальному процесі. Тому дуже актуальною є задача застосування математичних методів при проектуванні підприємств для випуску нової продукції, що дозволяє збудувати конкурентоспроможні підприємства і продукцію.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є методика проектування підприємства для випуску нової продукції, основу якої складають гра з природою і метод аналізу ієрархій. Стійкість проекту визначається точкою беззбитковості.

За допомогою критеріїв гри з природою вирішена задача визначення раціонального об'єму випуску тротуарної плитки. Використані критерії Вальда, Байєса, Лапласа і Севіджа.

Метод аналізу ієрархій використано при визначенні оптимального місця для розміщення підприємства. Критеріями є відповідність земельної ділянки, можливість набрати з навколишніх районів необхідний персонал, доступ до матеріальних ресурсів та транспорту. В якості альтернатив розглянути 3 ділянки в різних районах м. Дніпро, Україна.

Точка беззбитковості визначена аналітичним і графічним методами.

Одним з найбільш проблемних місць є використання тільки двох математичних методів при проектуванні підприємства. Залишається ще багато задач проектування, які можливо вирішити за допомогою сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

Важливо те, що створена методика розширяє сферу використання математичних методів при проектуванні підприємств для випуску нової продукції.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробити методику проектування підприємства для випуску нової тротуарної плитки.

Для досягнення даної мети були сформовані такі задачі:

1. Установити раціональний об'єм випуску тротуарної плитки за допомогою критеріїв гри з природою.
2. Вибрати оптимальне місце для розміщення підприємства по критеріям: відповідність земельної ділянки, можливість набрати з навколишніх районів необхідний персонал, доступ до матеріальних ресурсів та транспорту.
3. Визначити беззбитковий об'єм продажу і зону безпеки підприємства.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Після детального аналізу теорії організації про моделі та методи, які використовуються на стадії проектування виробничих підприємств, дійшли висновку, що підприємства, які розробляють нові товари, стоять перед винятково важкою дилемою. З одного боку, результатом інноваційної діяльності повинні стати досконалі товари, що відповідають реальним ринковим потребам, з іншого – потенційні користувачі інновацій мають зазвичай обмежені можливості визначення своїх потреб і очікуваних способів їх задоволення. В роботі [1] показано, що підприємства, розвиток яких ґрунтується на утриманні високого рівня інноваційності, повинні прикласти великих зусиль задля інкорпорації знань і досвіду покупців у процес розвитку товарів.

Однак на сьогоднішній день існують роботи, в яких наводяться рішення окремих задач:

- рішення задачі визначення об'єму випуску продукції за допомогою гри з природою наведено у роботі [3];
- вибір оптимального місця для розміщення підприємства методом аналізу ієрархії у дослідженні [4, 5];
- методи розрахунку беззбиткового об'єму продажу і зони безпеки підприємства розглянуто у [6];
- задачі перших двох робіт і технології їх реалізації зведено в середовищі електронних таблиць у [2].

В Україні до сьогодні не вирішено такі проблеми [7, 8]:

- не задіяні механізми підтримки інноваційної діяльності, ефективність яких підтверджена досвідом багатьох країн;
- відсутня відповідна фінансово-кредитна, податкова і амортизаційна політика;

– не створені і умови, які б сприяли широкому залученню в інноваційну сферу позабюджетних інвестицій, перш за все з боку українських комерційних структур і банків;

– неврегульована митна політика. Висновки та перспективи подальших досліджень.

На думку автора [9] інновації дуже важливі для розвитку підприємства, оскільки ведуть до підвищення його потенціалу. Проте сьогодні спостерігаються суттєві проблеми в реалізації інновацій на українських підприємствах, тому треба шукати оптимальні рішення.

Авторами [10] надаються приклади використання математичних методів та моделей проектування підприємства та аналіз стадій життєвого його циклу.

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок, що проектування підприємства для випуску нової продукції, основу якої складають сучасні математичні методи. є результатом впровадження підприємницького підходу в діяльність підприємства. Підприємницький підхід в першу чергу передбачає встановлення проактивних відносин з клієнтами, які вже на початкових етапах розробки товару мають можливість впливати на вимоги до нього та вносити зміни в його передбачувані характеристики в результаті випробувань та тестового використання. Таким чином, процес проектування повинен включати в себе визначення важливих потреб споживачів та задоволення цих потреб раніше та краще ніж конкуренти.

5. Методи дослідження

5.1. Встановлення раціонального обсягу випуску тротуарної плитки за допомогою критеріїв гри з природою

Валовий продукт. Функція кожного підприємства – виробляти продукцію в кількості і якості, необхідних споживачам, для забезпечення людей, суспільства матеріальними засобами життя і розвитку. Процеси виробництва здійснюються на робочих місцях. Тут формуються головні економічні результати підприємств, насамперед, випуск продукції і відповідні витрати. Обсяг продукції оцінюється декількома економічними показниками: кількістю реалізованої, товарної, валової продукції. Продукція, продана покупцям (за яку отримано гроші), називається реалізованою продукцією. Продукція, вироблена для продажу, називається товарною продукцією. Сума обсягів продукції, виробленої для продажу, та продукції, призначеної для споживання всередині підприємства (внутрішньозаводський оборот), називається валовою продукцією.

Зазвичай на початковій стадії виробництва нової продукції технологія ще недостатньо відпрацьована і витрати відносно великі. Потім по мірі вдосконалення виробництва витрати поступово знижуються і через деякий час стабілізуються на більш низькому рівні. В одних випадках ця закономірність помітніше, а в інших згладжена. Витрати на виробництво змінюються під впливом обсягів продукції, що виготовляються. Коли обсяги збільшуються, а сума постійних витрат незмінна, то їх величина на одиницю продукції

скорочується в зворотній пропорції (рис. 2).

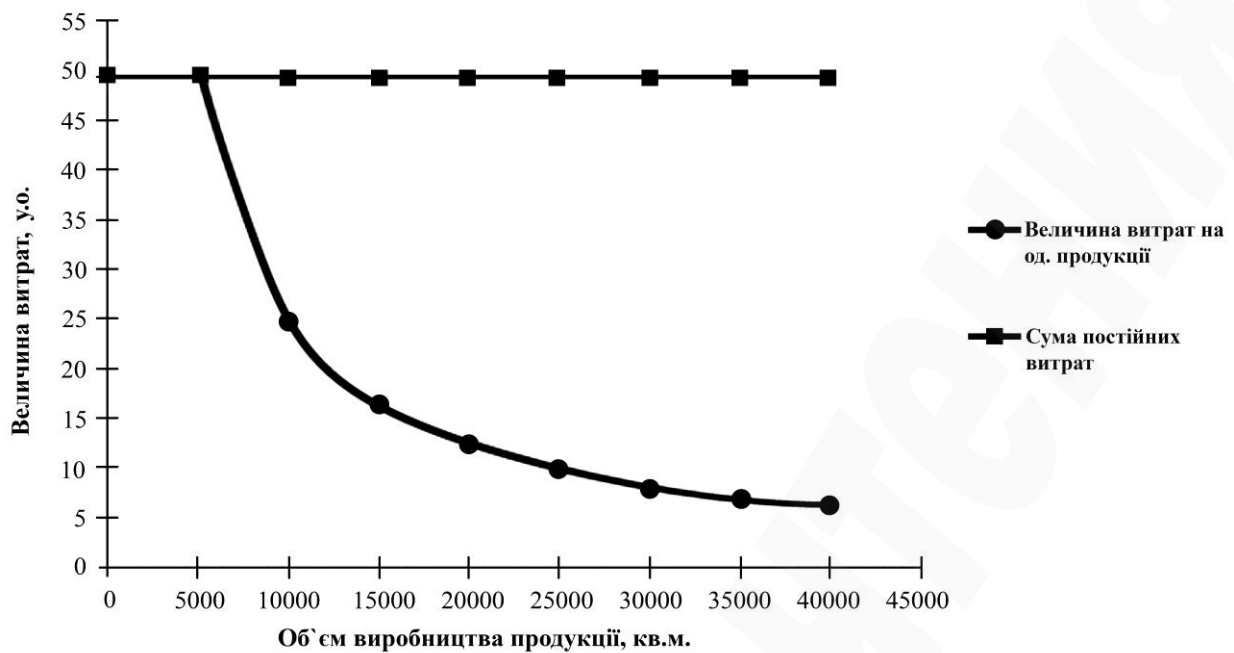


Рис. 2. Залежність постійних витрат від об'єму виробництва продукції

Загальна постановка задачі [3]. У відповідності з попитом на продукцію g -го асортименту в місті планується побудувати підприємство з виробництва цієї продукції. Невизначеність попиту в період t призводить до необхідності розрахунку об'єму продукції V_g . Він повинен бути не менше рівня попиту S_g , щоб не втратити потенційно можливий дохід від реалізації продукції, і не більше рівня попиту, інакше підприємство буде нести збитки, пов'язані з уцінкою. Передбачається, що протягом року (за кварталами) попит на цю продукцію виражається об'ємами a_1, a_2, a_3, a_4 . В такому випадку і маркетингова служба підприємства може прийняти одне з рішень – побудувати підприємство, яке могло б задовольнити попит споживачів a_1, a_2, a_3, a_4 g -ої продукції. З досвіду роботи подібних підприємств відомі витрати d від нереалізованої одиниці продукції і ринкова ціна c .

Елементи платіжної матриці завжди позитивні, тому функцію платежів можна представити у вигляді:

$$L(S_g, V_g) = \begin{cases} f_1(V_g - S_g), & \text{если } V_g > S_g; \\ f_2(S_g - V_g), & \text{если } V_g < S_g. \end{cases}$$

При вивченні роботи аналогічних підприємств маркетингова служба отримала додаткову інформацію, яка знижує невизначеність ситуації:

- відомі ймовірності попиту на дану продукцію по кварталах року;
- попит на продукцію в кожному кварталі рівно ймовірний;
- про ймовірність попиту на дану продукцію по кварталах нічого певного

сказати не можна.

Вимагається:

- надати описаній ситуації ігрову схему;
- скласти платіжну матрицю;
- на основі застосування критеріїв дати обґрунтовані рекомендації на будівництво підприємства, яке могло б забезпечити попит споживачів на g -у продукцію.

Розрахункова формула елементів платіжної матриці:

$$a_{ij} = b_j \cdot c - |a_i - b_j| \cdot d, \quad i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, \quad (1)$$

де a_i, b_j – обсяг пропозиції та попиту; c, d – ринкова ціна і витрати виробництва.

Згідно з критеріями Байєса і Лапласа спочатку потрібно визначити для кожного рядка суму добутоків елементів платіжної матриці на задані ймовірності по кварталах, а потім з отриманих значень вибрати максимальне значення. Так як в критерії Байєса задані ймовірності різні за значенням, то в підсумку отримуємо максимальний середній прибуток.

Таким чином, розрахункові формули мають вигляд:

$$L_i = \sum_{j=1}^4 a_{ij} p_j, \quad i = 1, 2, 3, 4; L = \max_{i=1,2,3,4} L_i. \quad (2)$$

За критерієм Вальда оптимальною є та стратегія, для якої прибуток досягає максимального значення з мінімальних, тобто:

$$L = \max_{j=1,2,3,4} \min_{i=1,2,3,4} a_{ij}. \quad (3)$$

Розрахунок за критерієм Севіджа виконується в наступній послідовності: з платіжної матриці формується матриця ризиків, кожен елемент якої визначається за формулою:

$$r_{ij} = \left| \max_{k=1,2,3,4} a_{ik} - a_{ij} \right|, \quad i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, \quad (4)$$

і до неї застосовується мінімаксий критерій, тобто $R = \min_{i=1,2,3,4} \max_{j=1,2,3,4} r_{ij}$.

Постановка реальної задачі. У відповідності з попитом на тротуарну плитку (бруківку) планується побудувати підприємство по виробництву цієї плитки. Передбачається, що протягом року (за кварталами) попит на плитку виражається обсягами 24, 29, 34, 39 тис. м². З досвіду роботи подібних підприємств відомі витрати 72,02 у. о./м² і ринкова ціна 160 у. о./м². При

вивченні роботи аналогічних підприємств отримана додаткова інформація, яка знижує невизначеність ситуації:

– відомі ймовірності попиту на дану плитку по кварталах року: 0,06; 0,35; 0,47; 0,12;

– попит на дану плитку в кожному кварталі рівновірогідний;

– про ймовірність попиту на дану плитку нічого певного сказати не можна.

Рішення. В якості першого гравця виступає підприємство, другим гравцем є природа.

Стратегії підприємства:

– A_1 – побудувати підприємство по випуску тротуарної плитки в обсязі 24 тис. м²;

– A_2 – побудувати підприємства по випуску тротуарної плитки в обсязі 29 тис. м²;

– A_3 – побудувати підприємства по випуску тротуарної плитки в обсязі 34 тис. м²;

– A_4 – побудувати підприємства по випуску тротуарної плитки в обсязі 39 тис. м².

Стратегії природи:

– B_1 – попит споживачів на тротуарну плитку 24 тис. м²;

– B_2 – попит споживачів на тротуарну плитку 29 тис. м²;

– B_3 – попит споживачів на тротуарну плитку 34 тис. м²;

– B_4 – попит споживачів на тротуарну плитку 39 тис. м².

Рішення виконано в середовищі Excel і наведено на рис. 3.

Із розрахунку видно, що за критерієм Байеса оптимальної в даному випадку є стратегія A_3 , а за критерієм Лапласа оптимальними є стратегії A_2 і A_3 , так як їм відповідають максимальні прибутки 4679,9 тис. у. о. За критерієм Вальда оптимальною вважається стратегія A_1 . Стратегія A_1 забезпечує максимальний прибуток від мінімальних, розмір якої 3840 тис. у. о. Оптимальними за критерієм Севіджа є стратегії A_2 і A_3 . У підсумку в якості оптимального слід прийняти стратегію A_3 – побудувати підприємство для випуску тротуарної плитки в обсязі 34 тис. м² в рік.

Будівництво підприємства для нового виду продукції										
Платіжна матриця		b1	b2	b3	b4	Критерії				
попит		24	29	34	39				Вальда	
пропозиція	R	B1	B2	B3	B4	Байеса	Лапласа	MIN		
a1	24	A1	3840	4279.9	4719.8	5159.7	4565.84	4499.85	3840	
a2	29	A2	3479.9	4640	5079.9	5519.8	4882.72	4679.9	3479.9	
a3	34	A3	3119.8	4279.9	5440	5879.9	4947.54	4679.9	3119.8	
a4	39	A4	2759.7	3919.8	5079.9	6240	4673.87	4499.85	2759.7	
дохід	затрати	MAX	3840	4640	5440	6240	MAX	MAX	MAX	
160	72.02	MIN	3840				4947.54	4679.9	3840	
ймовірність попиту по Байєсу					стратегія A1 по Вальду					
0.06	0.35	0.47	0.12		стратегія A2 і A3 по Лапласу					
ймовірність попиту по Лапласу					стратегія A3 по Бейєсу					
0.25	0.25	0.25	0.25							
матриця ризиків		Розрахунок за критерієм Севіджа					за критерієм Севіджа			
попит		b1	b2	b3	b4	стратегії A2 і A3				
пропозиція	R	B1	B2	B3	B4	MAX				
a1	24	A1	0	360.1	720.2	1080.3	1080.3	висновок стратегія A3		
a2	29	A2	360.1	0	360.1	720.2	720.2			
a3	34	A3	720.2	360.1	0	360.1	720.2			
a4	39	A4	1080.3	720.2	360.1	0	1080.3			
	MIN	MAX	1080.3	720.2	720.2	1080.3	MIN			
	720.2						720.2			

Рис. 3. Розрахунок об'єму випуску тротуарної плитки в середовищі Excel

5.2. Вибір оптимального місця розміщення підприємства на основі метода аналізу ієрархій

В останні роки великі корпорації почали усвідомлювати важливість вибору виробничих приміщень. Однак ця проблема є суттєвою і для малих підприємств, оскільки правильний вибір виробничих приміщень однаково значущий і для клієнтів, і для постачальників, і для власних працівників.

Основні фактори, що впливають на вибір місця розташування виробничих підприємств і товарних складів:

1. *Близькість до споживачів.* Наприклад, японська компанія NatSteel Electronics побудувала два найбільших підприємства в Мексиці та Угорщини – з тим, щоб вони були як можна ближче до основних ринків в США і Європі. Покупці на цих ринках хочуть, щоб товари, які цікавлять їх можна було отримати в гранично стислі терміни. Крім того, близькість виробників до потенційних клієнтів дозволяє при розробці нових продуктів швидше враховувати потреби цих клієнтів.

2. *Загальні витрати.* Метою оптимального розміщення підприємств є вибір місця з найнижчими загальними витратами. Крім виробничих витрат, їх число включають регіональні витрати, а також внутрішні і зовнішні витрати на дистрибуцію. Регіональні витрати складаються з вартості землі, споруд, оплати

робочої сили, податків і енергії. До того ж існують і приховані витрати, які важко піддаються обліку. До їх числа відносяться:

- витрати за рахунок транспортування матеріальних ресурсів на великі відстані між різними посередниками і аж до кінцевого споживача;
- послаблення відповідної реакції споживача у разі віддаленого місцезнаходження ринку споживання.

3. *Інфраструктура.* Життєво необхідно наявність розгалуженої транспортної системи (автомобільного, залізничного, морського і авіаційного транспорту), а також забезпечення потреб в електроенергії і телекомунікаціях.

4. *Якість професійної підготовки робочої сили.* Освітній і професійний рівень робочої сили на місцях повинні відповідати потребам компаній, причому сьогодні навіть важливіше виявляється готовність і здатність потенційних працівників до навчання.

5. *Постачальники.* Наявність високопрофесійної та конкурентоспроможної мережі постачальників – одна з визначальних умов розміщення підприємств. Близькість головних постачальників, крім усього іншого, дозволяє використовувати методи організації бережливого виробництва.

Будемо вибирати оптимальне місце розташування підприємства з 3-х ділянок:

А – Україна, м. Дніпро, вул. Героїв Сталінграда, 31А (Чечелевський район);

В – Україна, м. Дніпро, вул. Гаванського, 18 (Самарський район);

С – Україна, м. Дніпро, вул. Дніпросталевська, 22 (Індустріальний район).

Так як оренда найвигідніший спосіб придбання ділянки, то вона буде взята в оренду з помісячною оплатою.

Для рішення задачі будемо використати метод аналізу ієрархій [11, 12].

Вибираємо оптимальний варіант за наступними критеріями:

1. Відповідність земельної ділянки (ЗД), який має залежність від:

- розміру (РД);
- ціни ділянки (ЦД);
- витрати на освоєння (ВО).

2. Можливість з навколишніх районів набрати необхідний персонал (П), який зв'язаний з:

- потенційною можливістю виконувати необхідну роботу (НС);
- конкуренцією на ринку праці (КР).

3. Доступ до матеріальних ресурсів та транспорту (РТ) визначається:

- транспортною інфраструктурою (ТІ);
- потенційними постачальниками (ПП);
- потенційними клієнтами (ПК).

Ієрархічна модель представлена на рис. 4. В даній задачі місця розташування являють собою альтернативи і утворюють 4-й рівень ієрархії. Критеріями є: земельна ділянка, персонал, доступ до матеріальних ресурсів та транспорту. Критерії складають другий рівень ієрархії. В свою чергу, критерії залежать від підкритеріїв, які утворюють третій рівень ієрархії.

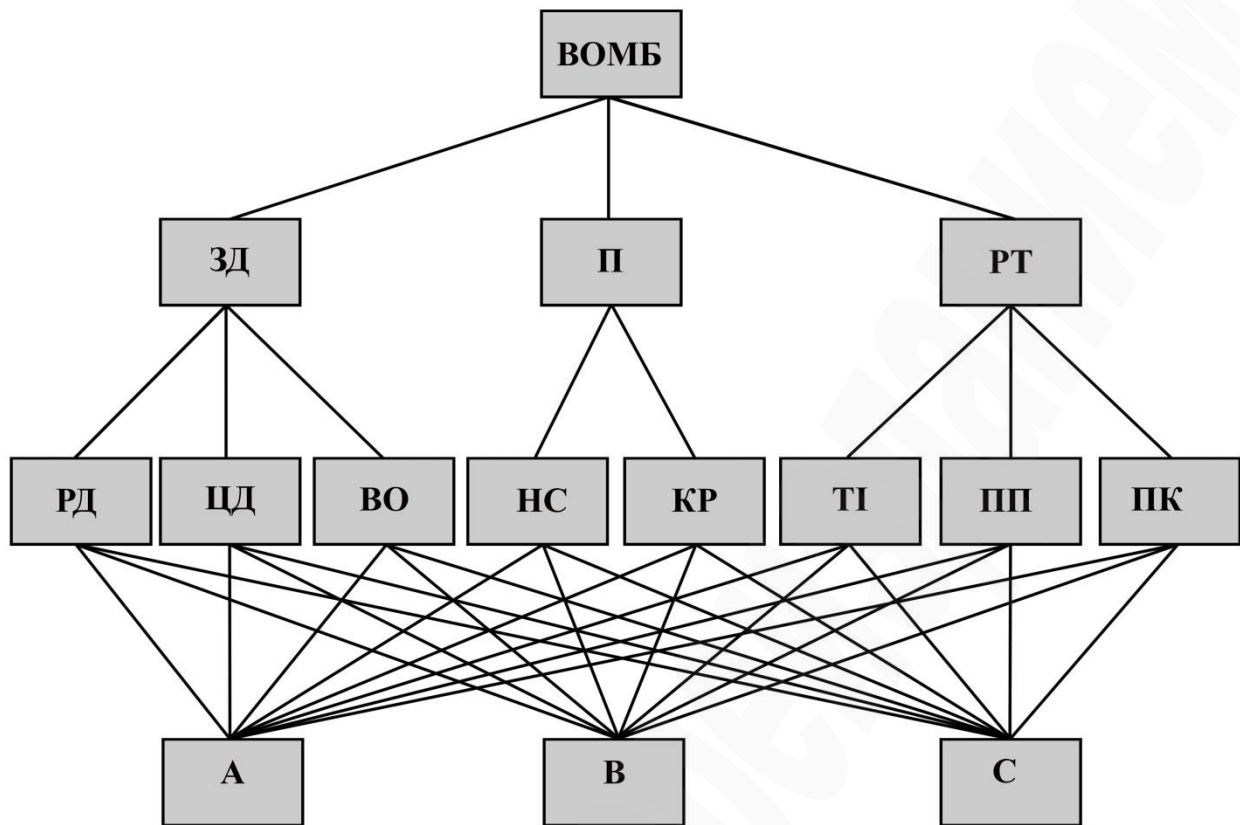


Рис. 4. Ієрархічна модель вибору місця розташування

Вершиною ієрархії є мета – вибрати оптимальне місце для розташування підприємства. Для ієрархії складені 12 матриць парних порівнянь: одна для другого рівня, 3 для третього та 8 для четвертого рівнів. Матриці представлені в виді електронних таблиць (рис. 5–8).

Відношення узгодженості матриці парних порівнянь $B_y \leq 0,1$. Це свідчить про гарну узгодженість вихідної матриці парних порівнянь критеріїв ЗД, П та РТ. Аналіз елементів нормованого власного вектор матриці порівнянь показує, що на вибір оптимального місця розташування підприємства більший вплив надає:

- можливість земельної ділянки ЗД (47,2 %);
- доступ до матеріальних ресурсів та транспорту РТ (31,1 %);
- набір персоналу П (21,7 %).

Результат, представлений на рис. 6, свідчить про гарну узгодженість вихідної матриці парних порівнянь під критеріїв РД, ЦД та ВО, що забезпечує вибір земельної ділянки ЗД. Вибір земельної ділянки залежить від розміру ділянки РД (46,4 %), ціни ділянки ЦД (27,8 %) та витрат на освоєння ВО (25,8 %).

Результат, представлений на рис. 7, свідчить про гарну узгодженість вихідної матриці парних порівнянь під критеріїв НС та КР, що забезпечує набір персоналу з навколишніх районів. Набір персоналу залежить від необхідних спеціалістів НС (66,7 %) та конкуренції на ринку (33,3 %).

ВОМС	ЗД	П	РТ
ЗД	1	2.2	1.5
П	0.455	1	0.7
РТ	0.667	1.42857	1

Власний вектор W

Алгоритм 1

шаг 1 4.7
2.155
3.095
шаг 2 9.950
шаг 3 0.472 контроль
W 0.217 1
0.311

Перевірка узгодженості

14.083
A*W 6.458
9.306
2.996
λ 2.997
3.007
λ max 3.007
n 3
Ic 0.003
M(Iy) 0.58
By 0.006

Рис. 5. Вплив критеріїв на загальну мету в середовищі Excel

ЗД	РД	ЦЗ	ВО
РД	1	2	1.5
ЦЗ	0.5	1	1.2
ВО	0.66667	0.83333	1

Власний вектор W1

Алгоритм 1

шаг 1 4.5
2.700
2.500
шаг 2 9.700
шаг 3 0.464 контроль
W1 0.278 1
0.258

Перевірка узгодженості

13.650
A*W1 7.950
7.750
3.033
λ 2.944
3.100
λ max 3.100
n 3
Ic 0.050
M(Iy) 0.58
By 0.086

Рис. 6. Підкритерії земельної ділянки в середовищі Excel

П	НС	КР
НС	1	2
КР	0.5	1

Власний вектор W2

Алгоритм 1

шаг 1	3	
	1.5	
шаг 2	4.500	
шаг 3	0.667	контроль
W2	0.333	1

Перевірка узгодженості

	6.000
A2*W2	3.000
λ	2.000
	2.000
$\lambda \max$	2.000
n	2
Ic	0.000
M(Iy)	0.58
Vy	0.000

Рис. 7. Вплив під критеріїв на критерій персоналу в середовищі Excel

РД	A	B	C
A	1	3	1.5
B	0.333	1	0.5
C	0.66667	2	1
Власний вектор V1			
Алгоритм 1			
шаг 1	5.5		
	1.833		
	3.667		
шаг 2	11.000		
шаг 3	0.500	контроль	
V1	0.167	1	
	0.333		
Перевірка узгодженості			
	16.500		
A1*V1	5.500		
	11.000		
	3.000		
λ	3.000		
	3.000		
$\lambda \max$	3.000		
n	3		
Ic	0.000		
M(Iy)	0.58		
Vy	0.000		

Рис. 8. Вплив альтернатив на розмір ділянки в середовищі Excel

Дослідження впливу інших під критеріїв і альтернатив виконується аналогічно. Для оцінки впливу альтернатив на під критерії складається матриця В, стовбцями якої є власні вектори під критеріїв (рис. 9).

матриця В							
0.500	0.382	0.391	0.428	0.455	0.351	0.529	0.422
0.167	0.204	0.286	0.357	0.364	0.277	0.176	0.115
0.333	0.414	0.322	0.214	0.182	0.372	0.294	0.463

Рис. 9. Оцінка впливу альтернатив на підкритерії в середовищі Excel

Оцінка впливу альтернатив на критерії виконується по матриці В1 (рис. 10).

матриця В1		
ЗД*W1	П*W2	РТ*W3
0.43928	0.43717	0.423326
0.20787	0.35948	0.206780
0.35286	0.20335	0.369895

Рис. 10. Оцінка впливу альтернатив на критерії в середовищі Excel

Аналіз результатів показує, що пріоритет за критерієм земельна ділянка має першу альтернативу (43,9 %), за можливістю набору персоналу – перша альтернатива (43,7 %) та за доступом до ресурсів і транспорту – перша альтернатива (42,3 %).

Оцінка впливу альтернатив на загальну мету виконується по даним рис. 11.

матриця В2	
В1*W	
0.43386	
0.24036	
0.32578	

Рис. 11. Оцінка впливу альтернатив на загальну ціль в середовищі Excel

Отже, перший пріоритет для вибору ділянки має альтернатива А, тобто потрібно взяті в оренду з помісячною оплатою ділянку А – Україна, м. Дніпро, вул. Героїв Сталінграда, 31А (Чечелевський район).

6. Результати дослідження

Показники граничного рівня характеризують ступінь стійкості проекту по відношенню до можливих змін умов його реалізації. Граничним значенням параметра для t-ого року є таке значення, при якому чистий прибуток від проекту дорівнює нулю [13]. Основним показником цієї групи є точка беззбитковості (Т) – рівень фізичного обсягу продажу протягом розрахункового періоду часу, при якому виручка від реалізації продукції збігається з витратами

виробництва. Проект зазвичай визнається стійким, якщо значення точки беззбитковості не перевищує 75 % від номінального обсягу виробництва.

Визначимо точку беззбитковості по даним табл. 1, які характеризують діяльність підприємства по випуску тротуарної плитки за місяць.

Таблиця 1

Вихідні дані

Показник	Позначення	Значення
Виробнича потужність підприємства в місяць, м ²	–	2860
Ціна виробу, у. о.	Ц	160
Виручка від всіх виробів, у. о.	В	457 600
Постійні витрати, у. о.	А	246 477,2
Змінні витрати на виріб, у. о.	в	3,85
Змінні витрати на всю продукцію, яка виробляється, у. о.	$Z_{пер}$	11 011
Прибуток від реалізації виробу, у. о.	П	200 112,2
Маржинальний дохід, у. о.	$МД = В - Z_{пер}$	446 600
Доля маржинального доходу	$Д_{мд} = \frac{В - Z_{пер}}{В}$	0,97

Обмеження, які повинні дотримуватися при розрахунку точки беззбитковості:

1. Обсяг виробництва дорівнює обсягу продажів.
2. Постійні витрати однакові для будь-якого обсягу виробництва.
3. Змінні витрати змінюються пропорційно обсягу виробництва.
4. Ціна не змінюється протягом періоду, для якого визначається точка беззбитковості.

5. Ціна одиниці продукції і вартість одиниці ресурсів залишаються постійними.

Показник точки беззбитковості варто використовувати при:

- запровадженні у виробництво нового продукту;
- створенні нового підприємства.

Аналітичний метод рішення. Для визначення беззбиткового об'єму продаж (у вартісному виразі) необхідно:

$$T = \frac{A}{ДМД} = \frac{246477,2}{0,97} = 254100,2 \text{ у. о.}$$

Беззбитковий об'єм продажу для одного виду продукції:

$$T = \frac{A}{C} = \frac{A}{C - v} = \frac{246477,2}{160 - 3,85} = 1579 \text{ м}^2.$$

Для розрахунку точки критичної реалізації у відсотках:

$$T = \frac{A}{MD} \cdot 100\% = \frac{246477,2}{446600} \cdot 100\% = 52,8\%$$

Об'єм реалізованої продукції для отримання конкретної величини прибутку:

$$T = \frac{A + \Pi}{Ц - v} = \frac{246477,2 + 200122,2}{160 - 3,85} = 2860 \text{ м}^2.$$

Зона безпеки – це різниця між фактичним і беззбитковим обсягом продажів. Зона безпеки показує, на скільки відсотків фактичний обсяг продажів вищий від критичного, при якому рентабельність дорівнює нулю.

Для визначення зони безпеки за вартісним показником необхідно:

$$ЗБ = \frac{B - T}{B} = \frac{457600 - 254100}{457600} = 0,44 \text{ (44\%)}$$

Графічний метод рішення задачі наведено на рис. 12.

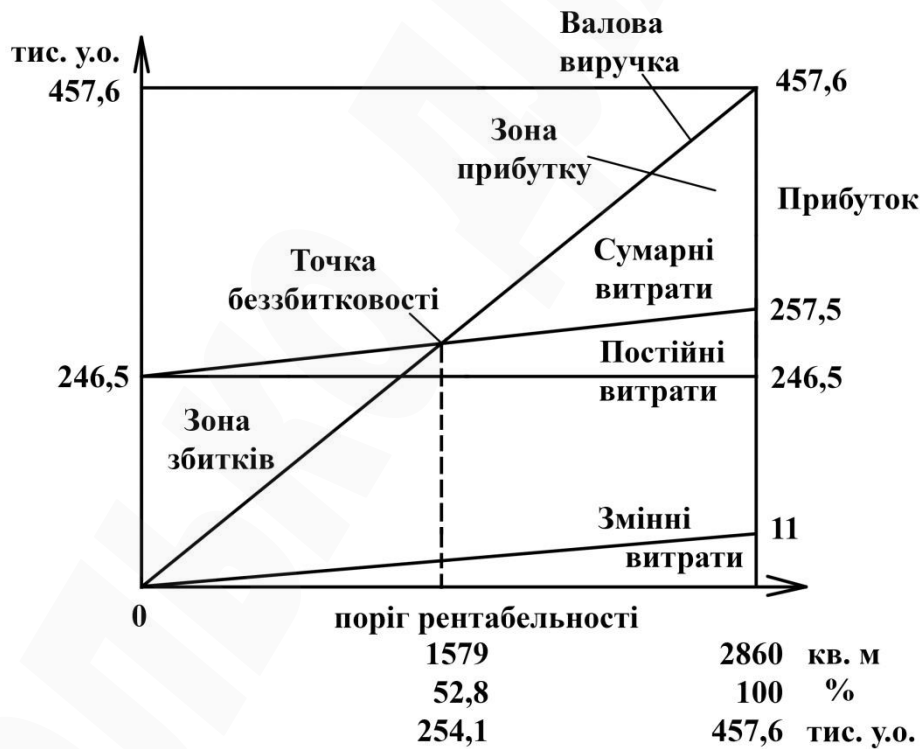


Рис. 12. Визначення точки беззбитковості

По горизонталі показується обсяг реалізації тротуарної плитки у відсотках від виробничої потужності підприємства, по вертикалі – собівартість проданої тротуарної плитки і прибуток, які разом складають виручку від реалізації.

За графіком на рис. 12 можна встановити, при якому обсязі реалізації тротуарної плитки підприємство отримає прибуток, а при якому її не буде. Можна визначити також точку, в якій витрати будуть рівні виручці від реалізації тротуарної плитки. Вона отримала назву точки беззбиткового обсягу реалізації продукції, чи порога рентабельності, або точки окупності витрат, нижче якої виробництво буде збитковим.

У досліджуваному випадку критична точка розташована на рівні 53 % можливого обсягу реалізації тротуарної плитки. Якщо пакет замовлень на виробу підприємства більше 53 % від його виробничої потужності, то буде прибуток. Якщо ж пакет замовлень буде менш 53 % від фактичної виробничої потужності, то підприємство буде збитковим і збанкрутує. Значення точки беззбитковості відповідає 53 % можливого обсягу реалізації тротуарної плитки, тобто проект визнається стійким.

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Шляхом розрахунків і моделювання показано, що на етапі проектування підприємства можливо встановити: оптимальний обсяг випуску продукції; оптимальне місце розташування підприємства і стійкість проекту.

Weaknesses. Слабкі сторони даної методики проектування підприємства пов'язані з тим, що оцінка вхідних параметрів об'єкта відбувається з використанням ймовірнісної природи. Для запобігання зазначеного недоліку при процесі проектування підприємства маркетингової службі необхідно проводити поглиблений аналіз конкурентних підприємств для визначення потреб споживачів.

Opportunities. Залишається ще багато задач проектування, які можливо вирішити за допомогою сучасних математичних методів та інформаційних технологій. Важливо те, що створена методика розширяє сферу використання математичних методів при проектуванні підприємств для випуску нової продукції.

Впровадження методики скоротить час проектування сучасних підприємств і нової продукції.

Threats. Складнощі з впровадженням методики можуть виникнути через те, що фахівці, які приймають рішення з проектування підприємства для випуску нової продукції, можуть не довіряти математичним методам. При цьому головною умовою для реалізації даних задач є коректний опис змінних або просторового стану.

8. Висновки

1. Встановлення об'єму тротуарної плитки було реалізовано за допомогою гри з природою на прикладі підприємства з конкретними вхідними даними. При цьому враховувалось те, що цей об'єм повинен бути не менше рівня попиту, щоб не втратити потенційно можливий дохід від реалізації продукції. А також

не більше рівня попиту, інакше підприємство буде нести збитки пов'язані в основному зі зниженням ціни. У результаті отримано, що раціональний об'єм випуску тротуарної плитки становить 34 тис. м² в рік.

2. На основі метода аналізу ієрархії було вибрано оптимальне місце розміщення підприємства за визначеними критеріями. Вибір місця розташування здійснювався з трьох реальних ділянок, при чому аналіз результатів показав, що пріоритет:

- за критерієм земельна ділянка має перша альтернатива (43,9 %);
- за можливістю набору персоналу – перша альтернатива (43,7 %);
- за доступом до ресурсів і транспорту – перша альтернатива (42,3 %).

3. Проведено дослідження діяльності підприємства по випуску тротуарної плитки за місяць та визначено беззбитковий об'єм продажу і зону безпеки підприємства аналітичним та графічним методами. Зона безпеки становить 44 %. Значення точки беззбитковості відповідає 53 % можливого обсягу реалізації тротуарної плитки, тобто проект визнається стійким.

Література

1. Monastyrskiy H. L. Teoriia orhanizatsii: handbook. Kyiv: Znannia, 2008. 319 p.
2. Yershova N. M. Avtomatyzyrovannaia podhotovka y oformlenye dokumentov: monograph. Dnepropetrovsk: PHASA, 2012. 244 p.
3. Kuznetsov A. V., Sakovich V. A., Kholod N. I. Vysshaya matematika. Matematicheskoe programmirovaniye: handbook. Minsk: Vysshaya shkola, 1994. 286 p.
4. Sutyagina N. I. Metod dinamicheskogo programmirovaniya pri prinyatii mikroekonomicheskogo resheniya // Vesnik NGIEI. 2014. Vol. 2. P. 72–76.
5. Vakulina G. M., Timofeeva G. A. Dinamicheskoe programmirovaniye s ispol'zovaniem nechetkoy logiki v planirovaniy investitsionnykh proektov // Izvestiya Ural'skogo ekonomicheskogo universiteta. 2014. Vol. 2 (52). P. 109–114.
6. Zelosko B., Moshkov M. Yu., Chikalov I. V. Optimizatsiya reshayushhikh pravil, osnovannaya na metodakh dinamicheskogo programmirovaniya // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. 2010. Vol. 6. P. 195–200.
7. Chernyshev S. I. Ob ispol'zovanii metoda dinamicheskogo programmirovaniya R. Bellmana v zadachakh ekonomicheskogo sodержaniya // Biznes Inform. 2013. No. 6. P. 110–119.
8. Grigoriev A. M., Ivanko E. E., Chentsov A. G. Dinamicheskoe programmirovaniye v obobshhennoy zadache kur'era s vnutrennimi rabotami: elementy parallel'noy struktury // Modelirovaniye i analiz informatsionnykh sistem. 2011. Vol. 18, No. 3. P. 101–124.
9. Golovanova N. F., Golovanov A. A. Metod obiektnogo matematicheskogo opisaniya problemy vybora v ramkakh teorii statisticheskikh resheniy: proceedings // Sovremennyye energo- i resursosberegayushhie tekhnologii SETT. 2017. Vol. 6. P. 1479–1482.
10. Popova O. N. Kalendarnoe planirovaniye remontno-stroitel'nykh rabot na osnove tekhnologii poelementnoy ekspluatatsii metodami dinamicheskogo

programirovaniya fizicheskogo iznosa // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. Vol. 1. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12225>

11. Serikov A. V., Bilotserkivskiy O. V. Metod analizu ierarkhii u pryiniatti rishen: handbook. Kharkiv: BURUN KNYHA, 2006. 144 p.

12. Ershova N. M. Modeli i metody teorii prinyatiya resheniy: handbook. Dnipropetrovsk: PGASA, 2016. 248 p.

13. Mazur I. I., Shapiro V. D., Olderogge N. G. Upravlenie proektami: handbook / ed. by Mazur I. I. Moscow: ZAO Izdatel'stvo «Ekonomika», 2001. 574 p.