

МОДЕЛЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ РИЗИКУ

© Сорока М.В., 2008

Висвітлено передумови та особливості застосування математичних методів, зокрема апарата теорії ігор, для моделювання інвестиційного розвитку машинобудівного підприємства в умовах ризику. Враховано також істотну невизначеність ринку. Окреслено основні аспекти адаптації ігрових моделей до інвестиційних процесів на підприємстві. Досліджено інвестиційний розвиток ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів” та запропоновано сценарії його інвестиційної поведінки у напрямі реалізації інвестиційної стратегії у 2009 році.

In the article it is described preconditions and particularity of mathematical methods, in particular of the tools of the theory of games for modelling of investment development of the machine-building enterprise in the conditions of risk. The substantial uncertainty of market is taken into account also. It is defined the basic aspects of adaptation of the given theory to economic processes at the enterprise. Investment development of JSC "Drogobych truck crane plant" is investigated and it is offered for it scenarios of investment behavior in the direction of realization of investment strategy in 2009.

Постановка проблеми. Сучасну економічну ситуацію у світі, та в Україні зокрема, не можна вважати стабільною. Про це свідчать збільшення темпів інфляції, зменшення темпів економічного зростання, криза у світовій фінансовій та українській політичній системах тощо. Економіка потребує невідкладного якісного реформування. Водночас непередбачуваність ринкових умов створює передумови до застосування математичного апарата для оцінювання ризиків та прогнозування економічної діяльності, зокрема у напрямку, пов'язаному з інвестиційним розвитком промислового підприємства.

Навіть в умовах стабільного економічного зростання оцінювання ринку, позиції підприємства в конкурентному середовищі і перспектив розвитку є складним, але важливим, оскільки розширює горизонт його діяльності.

Сфера застосування матметодів в економіці сьогодні надзвичайно широка. Методи лінійного, динамічного та опуклого програмування застосовуються для розв'язання екстремальних задач, тобто визначення максимальних і мінімальних значень деяких функцій. Методи динамічного програмування використовуються для розв'язання оптимізаційних задач. Методи кореляційного і регресійного аналізу застосовують для визначення щільності або тісноти зв'язку між показниками, які не знаходяться у функціональній залежності. На промислових підприємствах часто також використовується теорія масового обслуговування та теорія черг [1, 3, 9].

Основна проблема полягає в адаптації математичних методів до прогнозування в ринкових умовах результатів стратегічних дій машинобудівного підприємства, діяльність якого залежить від багатьох факторів (вплив макроіндикаторів; цінові тенденції на ринках сировини (напр., металопрокату); наявність комплектуючих і запчастин у постачальників; зміни в структурі попиту, а також у періодичності споживання тощо). Теорію ігор можна використовувати для вибору оптимальних рішень, наприклад, у разі створення раціональних запасів сировини, матеріалів, напівфабрикатів, в інших ситуаціях (наприклад, вибираючи оптимальну інвестиційну стратегію, формуючи оптимальні запаси інвестиційних ресурсів тощо).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання ефективної взаємодії математики та економіки сьогодні не перестають бути предметом дискусії у наукових колах, а також з точки зору сприйняття практиків.

Найпопулярнішим прикладом застосування математичних методів у поєднанні з обчислювальною технікою при аналізі господарської діяльності є теорія комплексного економічного аналізу, що дає змогу мобілізувати наявний арсенал різноманітних методів (зокрема й математичних), засобів, прийомів та підходів, а також міждисциплінарних знань для вирішення конкретних завдань підвищення ефективності фінансово-господарської діяльності промислових підприємств та об'єднань [5, с.5]

Такі економіко-математичні методи як математичне програмування, ігрові моделі, теорія масового обслуговування безпосередньо й розроблені для вирішення конкретизованих управлінських завдань [5, с.161]. Під економічною інтерпретацією розробленої математичної моделі розуміємо пов'язування між собою виявлених кількісних співвідношень окремих сторін виробничо-господарського процесу за конкретних умов управління факторами, що вивчаються, з метою досягнення бажаних результатів.

В умовах недостатньої інформації щодо наслідків теорія ігор уможливило прийняття, власне, раціональних рішень. Авторами теорії є Д.Ф. Нейман і О. Моргенштерн. Їх дослідження вважається важливим для оцінювання ризикових ситуацій. Монографія „Теорія ігор та економічна поведінка” („The Theory of Games and Economic Behavior”, 1944 р.) [2] є класичною фундаментальною працею з теорії ігор (розділ прикладної математики). Книга „Теорія ігор і економічна поведінка” викликала нечуваний позитивний ефект у середовищі економістів, а головні її ідеї почали швидко розповсюджуватися. Можна стверджувати, що саме з цієї книги розпочався розвиток теорії ігор в економічних науках [3].

Перші роботи з теорії ігор відрізнялися спрощеністю припущень і високим ступенем формальної абстракції, що робило їх непридатними для практичного використання. За останні 10-15 років становище різко змінилося. Бурхливий прогрес у промисловій економіці показав ефективність методів теорії ігор у прикладній сфері. У XXI ст. значення теорії ігор істотно зросло в багатьох сферах економічних і соціальних наук. Найчастіше методи теорії ігор застосовують в економіці, рідше в інших суспільних науках – соціології, політології, психології, етиці та інших.

Варто зазначити, що в економіці теорія ігор застосовується не лише для вирішення загальногосподарських завдань, але й для аналізу стратегічних проблем підприємств, розробок організаційних структур і систем стимулювання [4].

Іншим, не менш важливим (проте спрощеним для розуміння), джерелом для вивчення переваг та недоліків теорії ігор, а також її можливостей в умовах сучасної економіки є дослідження Роберта Гіббонса [6]. Також варті уваги праці Девіда Крепса [7], де без зайвої математизації наводяться усі особливості теорії ігор та перспективи її розвитку в економіці і Джин Тіроль [8], в якій акцент зроблено на теорії галузевих ринків та теорії недосконалої конкуренції.

Отже, на основі джерел [2,6,7,10,11,13,15] можна стверджувати, що теорія ігор є теорією математичних моделей, які відображають прийняття оптимальних рішень в умовах конфлікту. Оскільки сторони конфлікту зацікавлені в тому, щоб приховати від супротивника (конкурента – у цьому випадку на ринку інвестиційних ресурсів) власні наміри, прийняття рішень, зазвичай, відбувається в умовах невизначеності. Варто зазначити, що фактор невизначеності можна інтерпретувати як противника суб'єкта, який приймає рішення (тим самим прийняття рішень в умовах невизначеності можна розуміти як прийняття рішень в умовах конфлікту).

Теорія ігор не лише вивчає те, як двоє чи більше гравців вибирають окремі дії чи стратегії, а й намагається математично зафіксувати поведінку в стратегічних ситуаціях, в яких успіх суб'єкта, що робить вибір, залежить від вибору інших учасників. Проте припускається, що те чи інше рішення реалізовується, враховуючи аналіз можливих дій суперника. Причому суперники постійно вивчають можливі стратегії одне одного.

Складний інструментарій теорії ігор варто використовувати тільки у разі прийняття принципово важливих стратегічних рішень. До числа відомих галузей застосування методів теорії

ігор варто зарахувати також цінову стратегію, створення спільних підприємств, розрахунок часу розроблення нової продукції [4].

Отже, теорія ігор від початку свого розвитку була спрямована на розв'язання задач, які виникають в економіці (а саме: в конкурентній економіці). Більшість понять та ідей, що розробляються нині в теорії ігор, беруть свій початок з праці Неймана і Моргенштерна [2]. Багато напрямків теорії ігор, лише намічені в книзі, не отримали з певних причин подальшого наукового розвитку і до сьогодні виявилися осторонь від традиційної теоретико-ігрової проблематики. Питання залучення уваги до цих проблем, зокрема до моделювання інвестиційного розвитку промислових підприємств у поєднанні з антикризовим управлінням, є недостатньо вивченим, а отже й актуальним.

Формулювання цілей статті. Цілями статті є окреслення широких можливостей застосування математичного апарата теорії ігор в економіці, зокрема у сфері інвестиційного розвитку машинобудівного підприємства, а також розрахунок можливих сценаріїв інвестиційної поведінки конкретного підприємства (моделювання оптимальної інвестиційної стратегії) із урахуванням ризиків.

Викладення основного матеріалу. Аналізуючи конкретні підприємства і розробляючи певні заходи щодо їх подальшої діяльності, потрібно враховувати той факт, що розвиток машинобудівної галузі у найближчій перспективі прогнозується у складних ринкових умовах, які очевидні з незадовільного економічного стану України та світової економіки загалом, особливостей становлення та розвитку великих підприємств (зокрема у формі акціонерного товариства), жорсткої конкурентної боротьби підприємств-виробників продукції кранобудування (сектор вантажопідіймальної техніки).

ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів” (ВАТ „ДЗАК”), для якого й обґрунтуватимемо вибір тієї чи іншої інвестиційної стратегії в контексті моделювання стратегічного розвитку, є лідером у виробництві автомобільних кранів по Україні. Сьогодні особливою гордістю підприємства є модельний ряд автомобільних гідравлічних кранів КТА (торговельна марка "СИЛАЧ"), що містить у собі такі основні моделі автокранів, як КТА-18, КТА-25, КТА-28 та КТА-32 вантажопідіймальністю 18т, 25т, 28т та 32т відповідно (табл.1). Ці моделі кранових установок монтуються на автомобільні шасі КраЗ, КамАЗ, МАЗ. Крім того, підприємство виготовляє також крани-маніпулятори (торговельна марка "ПРАКТИК"), гідроциліндри, запасні частини до автомобільних кранів. Розвинена мережа сервісних центрів на території України та країн СНД дає змогу оперативно виконувати гарантійне та післягарантійне обслуговування техніки. Висока якість та надійність автокранів повною мірою оцінена клієнтами з більш, ніж 30-ти країн Близького і Далекого Зарубіжжя. Підприємство перебуває у постійному пошуку шляхів удосконалення продукції, орієнтуючись на потреби та пропозиції споживачів. Дилерами ВАТ “ДЗАК” є: ЗАТ "Укравтоінвест" (Київ), ЗАТ "Українська торгово-промислова корпорація" (Київ), ЗАТ АТГ „Спецтехніка” (Харків), ТД "КамАЗ" (Київ), ТОВ "Автокрани України" (Київська обл.), ТОВ "АІС-моторс" (Харківська обл.), ТОВ "АЛМІ-центр" (Київ), ТОВ "Атолл-Авто" (Київ), ТОВ "Делкон ЛТД" (Кривий ріг), ТОВ "Дінас-Сервіс" (Харків), ТОВ „Ексімп” (Київ).

Стратегічним планом розвитку підприємства передбачено освоєння нових ринків збуту (можлива також диверсифікація діяльності), розвиток дилерської мережі та мережі сервісного обслуговування, організація виробництва нової перспективної техніки (зокрема для потреб будівельних організацій, що активізували свою діяльність у зв'язку з ЄВРО-2012).

Згідно з концепцією економічного та соціального розвитку ВАТ „ДЗАК” на період 2008–2012 рр. пропонується:

1. Взяти за основу та забезпечити виконання “Плану розвитку ВАТ „ДЗАК” на 2008–2012 рр. в частині маркетингової політики” за основними напрямками: нарощування обсягів виробництва, збільшення обсягів реалізації запасних частин до автокранів і гідроциліндрів, покращання якісних показників продукції, що випускається, освоєння модельного ряду гідрав-

лічних маніпуляторів та мультиліфтів на шасі МАЗ, КамАЗ, виготовлення автомобільних кранів на шасі нових іноземних марок, вивчення ринків та освоєння нових видів продукції.

Таблиця 1

Показники, що характеризують діяльність ВАТ „ДЗАК” протягом 2004–2007 рр.

Рік	КТА-14	КТА- 16	КТА-18	КТА-22,5	КТА-25	КТА-28	КТА-32	Всього кранів
2004 рік	2 шт.	111 шт.	----	65 шт.	3 шт.	34шт.	----	215 шт.
2005 рік	8 шт.	171 шт.	----	43шт.	79шт.	41шт.	----	342 шт.
2006 рік	----	185 шт.	4 шт.	20 шт.	182 шт.	82 шт.	----	473 шт.
2007 рік	----	22 шт.	161 шт.	----	413 шт.	116 шт.	2 шт.	714 шт.

Таблиця 2

Основні показники фінансово-господарської діяльності підприємства ВАТ “ДЗАК” (тис.грн.)

Назва показника	Станом	
	на 01.01.2008 р.	на 01.01.2007 р.
Усього активів	107976,1	69940,6
Основні засоби	34683,2	30675,5
Довгострокові фінансові інвестиції	13472,6	4799,7
Запаси	21694,6	12930,6
Сумарна дебіторська заборгованість	29170,7	9295,1
Грошові кошти та їх еквіваленти	2717,8	585,0
Нерозподілений прибуток	35341,1	1319,2
Власний капітал	88459,4	43871,5
Статутний капітал	15908,3	5408,3
Довгострокові зобов'язання	-	-
Поточні зобов'язання	19516,7	26069,4
Чистий прибуток (збиток)	34087,9	852,7
Середньомісячна кількість акцій (шт.)	9090500	3090500
Чисельність працівників на кінець періоду (осіб)	1898	1542

2. Поетапне забезпечення росту обсягів виробництва, за рахунок збільшення випуску автомобільних кранів, іншої продукції, запасних частин та ремонтів за рахунок виробничих потужностей підприємства, виконання заходів перспективного розвитку підприємства в частині інженерно-технічного забезпечення, а також співпраці із підприємствами, що мають відповідні технологічні можливості.

3. Розроблення нових видів продукції здійснювати з урахуванням нових технологій та використанням прогресивного обладнання.

4. Забезпечувати чіткий, своєчасний економічний та фінансовий аналіз діяльності як структурних підрозділів, так і підприємства загалом.

5. Постійно контролювати здійснення програми кадрового забезпечення підприємства за рахунок співпраці з регіональними центрами зайнятості, навчальними закладами, через засоби масової інформації. Щорічно проводити підвищення кваліфікації працівників згідно з програмою Державного інституту підготовки кадрів Мінпромполітики України. З метою забезпечення матеріальної зацікавленості (мотивації) встановити оплату праці на ВАТ „ДЗАК” не нижчу, ніж на підприємствах відповідного профілю в регіоні. Рівень оплати на підприємстві більшою мірою повинен залежати від кваліфікації працівника.

6. Удосконалення форм оплати праці.

7. Підтримувати систему ротації керівного складу як по горизонталі, так і по вертикалі. До того ж використовуються такі підходи:

– ротацію „вверх” застосовувати, як винагороду у разі добрих і „вниз” – незадовільних результатах праці керівників;

– здійснення ротації пропонує керівник вищого рівня, погодження відбувається в установленому порядку .

8. Удосконалити і запровадити ефективну систему стимулювання працівників, яка б поєднувала в собі різноманітну матеріальну і моральну винагороду за добросовісну і якісну працю.

На основі таких принципів:

– винагорода надається за конкретно остаточний результат;

– винагорода не зменшується у разі поганої роботи, а збільшується – у разі хорошого виконання;

– керівники підрозділів здійснюють стимулювання самостійно в межах доведеного фонду.

9. Впровадити комплексну інформаційну систему управління підприємством, керування логістикою, бухгалтерський та податковий облік, керування персоналом, бюджетування та контроль, керування якістю; а також комплекс апаратно-програмних засобів із забезпеченням інженерних служб можливостями автоматизованого виконання твердотілого моделювання, проектування технологічних процесів та розкрою металу.

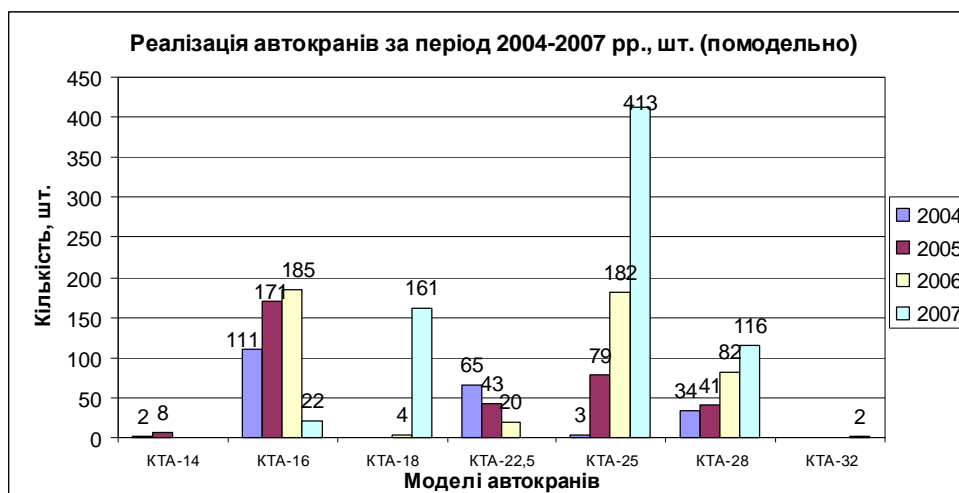


Рис.1. Реалізація автокранів ВАТ ДЗАК протягом 2004–2007 рр. (помодельно)

10. За рахунок впровадження на підприємстві „Комплексної програми енергозбереження 2008–2012 рр.”, ”Заходів щодо вдосконалення управління охороною праці”, „Заходів щодо зниження захворювання на ВАТ „ДЗАК” забезпечити належні умови праці працівників підприємства.

11. На основі розробленої програми забезпечити екологічний стан підприємства відповідно до вимог чинного законодавства.

Без сумніву, своєчасне та ефективне впровадження комплексу заходів і програм на підприємстві забезпечить покращання економічного та соціального розвитку ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів”.

Заходами щодо збільшення прибутковості ВАТ „ДЗАК” на період 2008-2012 рр. передбачено:

- збільшення обсягів виробництва;
- підвищення продуктивності праці;
- зниження затрат на виробництво продукції;
- розвиток інвестиційно-інноваційної діяльності підприємства;
- побудова ефективної системи мотивації і оплати праці.

**Збільшення обсягів виробництва та реалізації автомобільних кранів ВАТ "ДЗАК".
Орієнтовний річний обсяг продаж автокранів на 2008–2012 рр.**

МОДЕЛЬ рік	КТА-50	КТА-40 (5 секц.)	КТА-32 (4 секц.)	КТА-28	КТА-25	КТА-18	Всього за рік
2008	-	-	34	169	560	237	1000
2009	-	2-5	65-70	188-198	592-612	253-265	1100-1150
2010	2	35	80-90	185-195	593-610	255-268	1150-1200
2011	4	50	90-100	786-846		270- 300	1200-1300
2012	10	70	90-100	786-846		270- 300	1246-1326

* Дані наведені на основі попередніх досліджень ринку та за умови впровадження заходів, що перераховані нижче.

* Наприкінці кожного року річний план продажу автокранів на наступний рік буде уточнюватись після досліджень динаміки попиту і пропозиції на ринку в конкретний період.

Щодо розвитку інвестиційно-інноваційної діяльності підприємства, шляхами реалізації цього вектора є інвестиції у матеріальні активи: будівлі, споруди, машини, обладнання; інвестиції у грошові активи: акції, облігації, депозити. Очікуваний економічний ефект – підвищення доходності капіталу; підвищення цінності підприємства, або інакше кажучи – його ринкової вартості.

В умовах ринкової економіки частіше виникають ситуації, коли виробник повинен прийняти рішення в умовах ризику, тобто реальним є непередбачуваний вплив чинників макросередовища. Тоді доцільно для аналізу і прогнозування тенденції розвитку економічної ситуації застосовувати теорію ігор. Математичну теорію ігор використаємо для вибору оптимальної інвестиційної стратегії машинобудівним підприємством у ринкових умовах. Під терміном „інвестиційна стратегія” розумітимемо поєднання двох рівнозначно важливих напрямів інвестиційної діяльності підприємства, а саме залучення інвестиційних ресурсів та здійснення інвестицій. Суб’єктами, які протидіють один одному, можуть бути, з одного боку, підприємство, яке прагне отримати оптимальну прибутковість (доходність), а з іншого, ринок інвестицій, його не завжди передбачувана динаміка в аспекті залучення підприємством ресурсів.

Розглянемо основні положення теорії ігор. Моделі невизначених (конфліктних) ситуацій називають іграми. Кожна гра має мету, яку прагнуть досягти гравці, а також сукупність правил, які визначають:

- інформацію, якою володіє гравець у певний момент часу;
- можливі способи дії гравців;
- ступінь досягнення мети гри після реалізації вибраного способу дії і її імовірність.

Сукупність способів дії визначає стратегію кожного гравця. Отже, стратегія гравця – це план, за яким він здійснює вибір у будь-якій можливій ситуації, керуючись тою чи іншою інформацією. Ігри будуються за певними правилами і відбуваються в результаті певної кількості ходів. Ходом теорії ігор називають вибір однієї з можливих, визначених правилами гри дій і реалізацію цієї дії. Кожному ходові гравців відповідає певний виграш (або програш), який вони одержують (або сплачують). Завдання кожного гравця – знайти оптимальну стратегію, яка за умови багаторазового повторення гри забезпечить йому максимально можливий середній виграш.

Нехай: А і В – два гравці, стратегії гравця А – A_i ($i=1,m$) і В – B_j ($j=1,n$).

Результати (плата) за всіма варіантами гри задаються спеціальними функціями, які залежать від стратегій гравців і вигляді платіжної матриці. Виграш гравця А – $\varphi_1(A_i, B_j)$, виграш гравця В – $\varphi_2(A_i, B_j)$. Розглянемо ігри з нульовою сумою, тобто існує умова

$$\varphi_1(A_i, B_j) + \varphi_2(A_i, B_j) = 0 \text{ або} \\ \varphi_1(A_i, B_j) = -\varphi_2(A_i, B_j) = \varphi(A_i, B_j).$$

Отже, мета гравця А максимізувати $\varphi(A_i, B_j)$, а гравця В – мінімізувати $\varphi(A_i, B_j)$.

Позначимо $\varphi(A_i, B_j) = a_{ij}$ і розглянемо матрицю А.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \text{ де рядки стратегії гравця } A(A_i), \text{ а стовпці – стратегії гравця } B(B_j)$$

Матриця A називається платіжною матрицею, або матрицею гри, кожний елемент якої – це виграш гравця A , якщо він обрав стратегію A_i , а гравець B вибрав стратегію B_j .

Відомо багато критеріїв вибору раціональних варіантів, найпоширеніший є критерій мінімаксу – максимуму (песимістичний).

Суть критерію полягає ось у чому. Нехай гравець A вибрав стратегію A_i , тоді він в найгіршому випадку отримає виграш, що дорівнює $\min a_{ij}$. Якщо навіть гравець B знає його стратегію, гравець A має діяти так, щоб максимізувати свій мінімальний виграш

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}.$$

Таку стратегію гравця називають максимінною, а розмір його гарантованого виграшу – нижньою ціною гри. Гравець B , який програє суми в розмірі елементів платіжної матриці, має обрати таку стратегію, що мінімізує його максимально можливий програш за всіма варіантами дій гравця A . Стратегію гравця B називають мінімаксною. Розмір його програшу – верхня ціна гри:

$$\beta = \max_j \min_i a_{ij}.$$

Оптимальний розв'язок цієї задачі досягається тоді, коли жодній стороні не вигідно змінювати обрану стратегію, оскільки суперник у відповідь обрати іншу стратегію, яка дасть йому кращий результат.

Якщо існує

$$\max_i \min_j a_{ij} = \max_j \min_i a_{ij} = v,$$

то гра називається цілком визначеною, або грою із сідловою точкою.

У такій ситуації стратегії гравців називаються чистими.

Якщо гра не має сідлової точки, тобто $a \neq b$, $a \leq v \leq b$, то стратегії a, b не є оптимальними: кожна із сторін може поліпшити свій результат, обираючи інший підхід. У цьому випадку оптимальний розв'язок гри знаходять, застосовуючи змішані стратегії, який є комбінацією початкових.

Ймовірності або частоти вибору кожної стратегії задаються відповідними векторами. Для гравця A : $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)$, і спостерігається умова $\sum_{i=1}^m x_i = 1$. Для гравця B : $Y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$, і

спостерігається умова $\sum_{i=1}^n y_i = 1$. Очевидно $x_i \geq 0$ ($i = 1, m$), $y_j \geq 0$ ($j = 1, n$).

Часто інтерес становлять ігри без сідлової точки, розв'язок яких зводиться до застосування гравцем змішаних стратегій, тобто гравець випадково повинен застосовувати то одну, то іншу стратегію.

Завдання полягає у знаходженні вектора частот (ймовірностей) для гравців A і B за умови, що задана платіжна матриця A .

Оскільки оптимальні стратегії гравців дозволяють отримати виграш v ($a \leq v \leq b$), то використовуючи оптимальну змішану стратегію

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \geq v, j=1, n \quad (1)$$

гравець A має отримувати виграш не менший, ніж v тоді коли гравець B застосовує будь-яку стратегію.

Відповідно використання оптимальної змішаної стратегії гравцем В має за будь-яких стратегій гравця А забезпечувати програш гравця В, що не перевищує ціни гри v :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j \leq v, \quad i=1, m. \quad (2)$$

Постановка задачі зводиться до задачі лінійного програмування з функцією мети вигляду: $\max z = v$ за умови (1), $x_i \geq 0$. Необхідно визначити вектор з елементами x_i , а також невідому ціну гри.

Запишемо умову (1) у вигляді системи лінійних нерівностей:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{m1}x_m \geq v \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{m2}x_m \geq v \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ a_{1m}x_1 + a_{2m}x_2 + \dots + a_{mm}x_m \geq v \end{cases}$$

Поділивши праву і ліву частини на v , введемо позначення $t_i = x_i/v$, отримаємо

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \dots + a_{m1}t_m \geq 1 \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \dots + a_{m2}t_m \geq 1 \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ a_{1m}t_1 + a_{2m}t_2 + \dots + a_{mm}t_m \geq 1 \end{cases}$$

$x_i = vt_i$. Отже $\sum x_i = \sum vt_i = v \sum t_i$. Звідси $\sum t_i = \frac{\sum x_i}{v} = 1/v$, так як $\sum x_i = 1$.

Отже, цільова функція матиме вигляд $\max v = \min \frac{1}{v} = \min \sum_{i=1}^m t_i$. Розв'язками задачі лінійного програмування буде змішана оптимальна стратегія для гравця А.

Аналогічно для гравця В: $u_j = \frac{y_j}{v}$; $j=1, n$. Умова (2) у вигляді системи нерівностей матиме

вигляд

$$\begin{cases} a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n \leq 1 \\ a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{2n}u_n \leq 1 \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \dots + a_{mn}u_n \leq 1 \end{cases}$$

Задача лінійного програмування для визначення змішаної стратегії для гравця В буде двоїстою до задачі визначення змішаної оптимальної стратегії для гравця А.

Використання інструментарію теорії ігор вимагає певних досліджень. Щоб побудувати платіжну матрицю, кожний елемент якої відобразатиме дохід (виручку) від реалізації продукції конкретного машинобудівного підприємства за різних ситуацій розвитку ринку (тобто у разі різних сценаріїв залучення інвестицій, на які впливають фактори макросередовища), доцільно використати фінансові звіти (зокрема, звіти про рух грошових коштів) конкретних машинобудівних підприємств (табл.4) як статистичну базу. Зазначимо, що показник „чистий рух коштів від інвестиційної діяльності” визначається на основі аналізу змін у статтях розділу балансу "Необоротні активи" та статті "Поточні фінансові інвестиції" і відображає різницю між сумою грошових надходжень та видатків від інвестиційної діяльності, при чому чистий рух грошових коштів від інвестиційної діяльності на ВАТ „ДЗАК” за період 2002–2007 рр. відображав їх вплив (видаток), що свідчить про активність у напрямі інвестування.

Визначення оптимальної інвестиційної стратегії підприємства за критерієм доходності машинобудівного підприємства за різних імовірнісних сценаріях залучення інвестицій подано у вигляді загального алгоритму на рис. 2.

Вихідні дані для обґрунтування оптимальної стратегії залучення інвестиційних коштів ВАТ „ДЗАК”

рік	Чистий рух коштів від інвестиційної діяльності, тис.грн.	Доход (виручка) від реалізації продукції, тис.грн.
2001	637,90	15277,50
2002	199,20	12150,80
2003	3458,30	26204,50
2004	2762,90	63359,70
2005	6491,10	111192,60
2006	5126,10	170880,90
2007	7276,23	377687,40

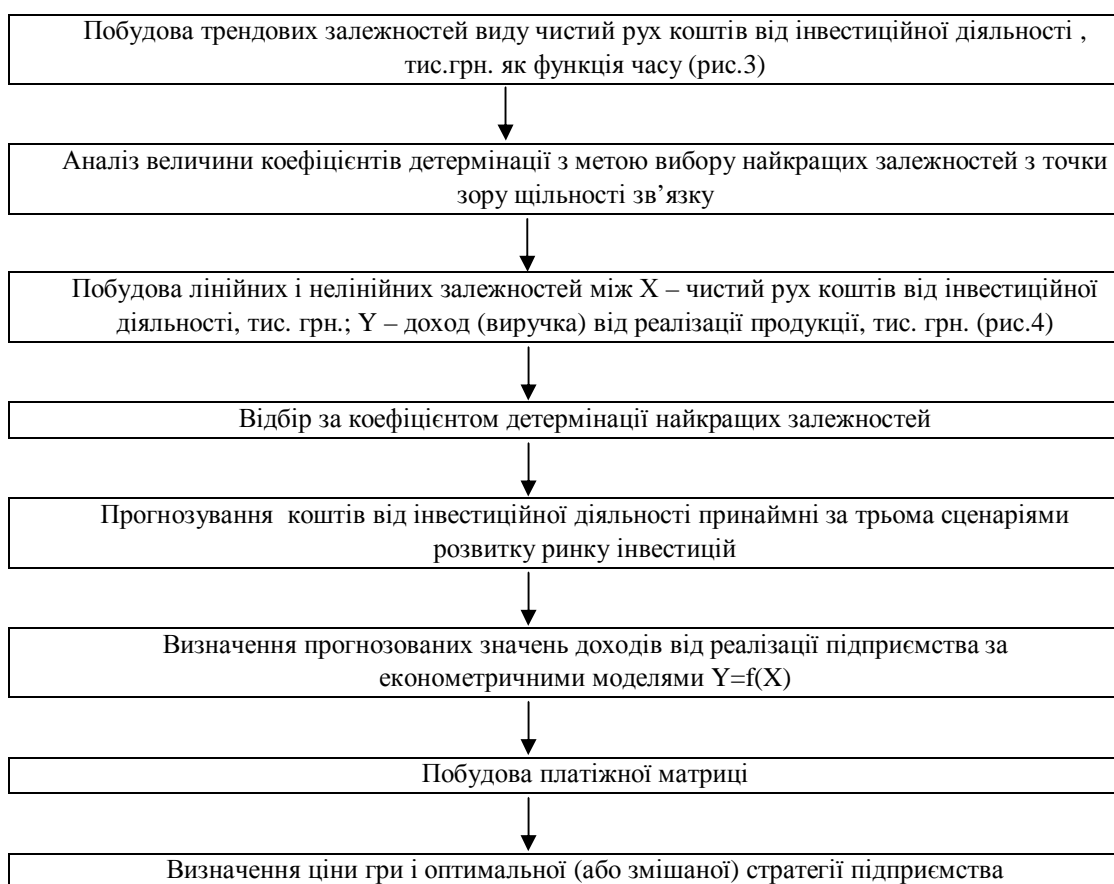


Рис.2. Узагальнена схема підготовки елементів платіжної матриці з використанням статистичної бази за минулі періоди і визначення оптимальної стратегії підприємства з урахуванням ризиків

Проаналізувавши особливості соціально-економічного розвитку ВАТ „ДЗАК”, підготуємо вихідні дані платіжної матриці. Для цього скористаємося даними ВАТ „ДЗАК” за період 2001–2008 рр. і визначимо, чи існує взаємозалежність між показниками „чистий рух коштів від інвестиційної діяльності” і „доход (виручка) від реалізації продукції”. Для ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів” отримали такі залежності з відповідними характеристиками щільності зв'язку R^2 і підтвердженням адекватності моделі статистичним даним генеральної сукупності ($F_{\text{табл}} = 6,61$ при ступенях вільності: $k_1=m=1$; $k_2=n-m-1=7-1-1=5$). Отримані трендові залежності зображено в табл. 5.

Для ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів” отримані економетричні моделі, що описують зв'язок між X – чистий рух коштів від інвестиційної діяльності, тис. грн. і Y – доход (виручка) від реалізації продукції, тис. грн., подані у табл. 6.

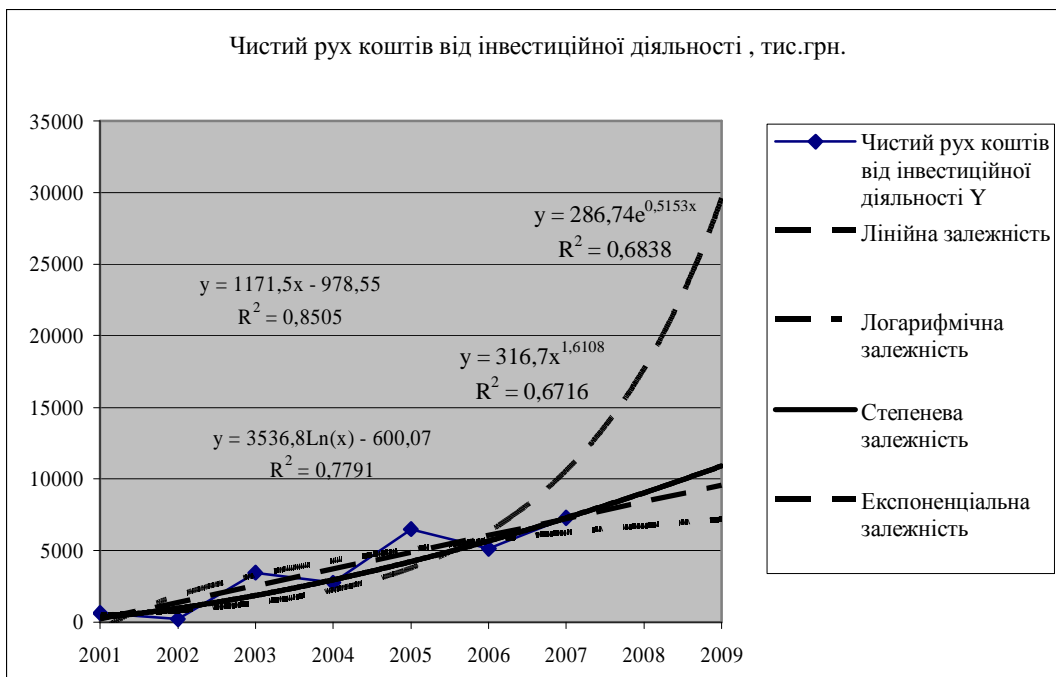


Рис.3. Трендові залежності для прогнозування коштів від інвестиційної діяльності на прикладі ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів”

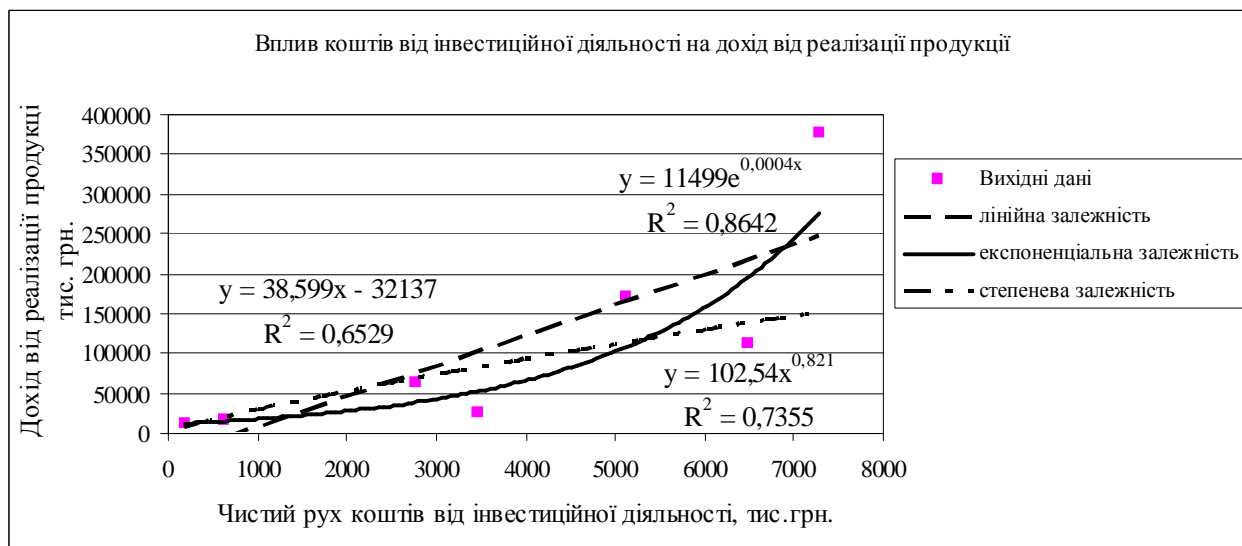


Рис.4. Графічна інтерпретація економетричних залежностей для прогнозування доходу від реалізації продукції на прикладі ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів”

Таблиця 5

Результати статистичного аналізу і побудови трендових залежностей на прикладі ВАТ "Дрогобицький завод автомобільних кранів"

Вид залежності	Специфікація моделі	Коефіцієнт детермінації	Розрахункове значення F	Прогнозований обсяг інвестиційних коштів на 2009 р.
Лінійна	$Y = 1171,5T - 978,55$	0,85	22,01	9564,82
Експоненціальна	$Y = 286,74e^{0,5151T}$	0,684	10,81	28615,88
Логарифмічна	$Y = 3536,8\text{Ln}(T) - 600,07$	0,779	17,63	7171,18
Степенева	$Y = 316,7T^{1,61}$	0,672	10,22	10907,21

Таблиця 6

Зв'язок між чистим рухом коштів від інвестиційної діяльності і доходом (виручкою) від реалізації продукції ВАТ "Дрогобицький завод автомобільних кранів"

Вид залежності	Специфікація моделі	Коефіцієнт детермінації	Розрахункове значення F
Лінійна	$Y = -32137 + 38,599 \times X$	0,653	9,4
Експоненціальна	$Y = 102,54X^{0,821}$	0,735	15,9
Степенева	$Y = 11499e^{0,0004X}$	0,864	31,82

Таблиця 7

Результати прогнозування доходів ВАТ "Дрогобицький завод автомобільних кранів" за різними економетричними моделями і визначення ціни гри

Специфікація моделі взаємозв'язку між інвестиціями і доходами	Прогноз інвестиційних коштів за трендовою моделлю виду:				Min по стрічках	
	ступенева	логіарифмічна	лінійна	експоненціальна		
		10907,21	7171,18	9564,82		28615,88
	Прогноз доходів підприємства при різних значеннях інвестиційних коштів					
лінійна	388871,52	244664,03	337056,44	1072410,68	244664,03	
експоненціальна	1344500,24	263172,77	748264,27	3061794863,7 1	263172,77	
ступенева	211852,00	150141,93	190196,68	467693,58	150141,93	
<i>Max по стовпцях</i>	1344500,24	244664,03	748264,27	3061794863,7 1	244664,03	

Визначимо 9 сценаріїв впливу руху коштів від інвестиційної діяльності на дохід від реалізації продукції (табл.7), побудуємо платіжну матрицю і визначимо ціну гри, тобто визначимо максимальне значення доходу підприємства за будь-якого сценарію розвитку інвестиційної діяльності.

За песимістичним критерієм „максимін” отримали, що ціна гри дорівнює 244664,03 тис. грн., а це означає, що за будь-якого сценарію зростання руху інвестиційних коштів і збереження тенденції розвитку явища підприємство отримає гарантований дохід, що дорівнює ціні гри.

Оскільки специфікація моделі взаємозв'язку між інвестиціями і доходами є лінійна, то проаналізуємо значущість коефіцієнта при факторній ознаці (a_1). Табличне значення $t=2,776$ (ймовірність $P=0,95$; ступінь вільності $k=5$), середньоквадратичне відхилення коефіцієнта $\sigma_{a1}=12,59$, фактичне значення t -статистики дорівнює 3,07, що є більше за табличне. Значущість коефіцієнта моделі підтверджена, то можемо зробити висновок – зростання чистого руху коштів від інвестиційної діяльності на 1 тис. грн. збільшить в середньому доходи від реалізації продукції ВАТ "Дрогобицький завод автомобільних кранів" на 38,599 тис. грн.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Одна з найважливіших змінних, від якої залежить успіх підприємства – це конкурентоспроможність. Очевидно, здатність прогнозувати дії конкурентів означає перевагу для будь-якої організації. Теорія ігор, власне, й уможливує цей прогноз, і є дієвим методом моделювання оцінювання впливу стратегії в конкурентному середовищі. Крім того, теорія ігор дає змогу в умовах підвищеного ризику зниження здатності підприємства до залучення інвестицій (відповідно зниження платоспроможності інвесторів та їх зацікавленості в потенціалі українського бізнесу) та ефективного інвестування спрогнозувати очікувану доходність підприємства у разі оптимальної інвестиційної стратегії. Причому важливо в контексті наміченого курсу стратегічного розвитку підприємства забезпечити зростання його

економічного потенціалу активізацією інвестиційних зусиль та підтримати позитивну динаміку фінансових результатів підприємства.

Варто зазначити, що в умовах стабільності машинобудівному підприємству ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів”, що розташоване у Львівській області, достатньо було інвестувати в розвиток за рахунок власного прибутку. Крім того, специфіка заводу, а саме організація виробничої діяльності за принципом замовлення і коригування річної програми випуску автокранів у напрямі збільшення на стабільних 5–7%, зумовлювала пасивну позицію підприємства на ринку інвестицій. Проте зараз, в умовах нестабільності, потрібно шукати нові (альтернативні) джерела підвищення ефективності управління розвитком підприємства. Так, зміна ринкової ситуації підштовхує до завоювання нових ринків збуту, а отже, до розробки інноваційної продукції (модернізації існуючої продукції), а можливо навіть й диверсифікації напрямів діяльності, і зрештою до активного пошуку інвесторів для фінансування інновацій.

Беручи до уваги інвестиційні можливості (серед них і зростаюча будівельна активність, пов'язана із проведенням чемпіонату „ЄВРО-2012”), у підприємства ВАТ „Дрогобицький завод автомобільних кранів” є резерви щодо нарощення потужностей виробництва та відповідно збільшення доходності. Про це свідчать результати виконаного дослідження. На основі отриманих результатів можемо зробити висновок: враховуючи прагнення досягти максимального значення доходів підприємства у найближчій перспективі, виникає необхідність розроблення конкретних ефективних заходів, інакше кажучи– інвестиційної програми дій як у напрямі залучення інвестиційних коштів, так і вкладання коштів у прибуткові інноваційні проекти.

1. *Дослідження операцій: Підручник: [затвердж. МОН України для студ. ВНЗ] / С. В. Ржевський, В. М. Александрова. – К. : Академвидав, 2006. – 560 с.* 2. *Теория игр и экономическое поведение. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. – М.: Издательство „Наука”, 1970 – 708 с.* 3. *Тимків А.О. Доцільність математичної формалізації економічних процесів // <http://intkonf.org/timkiv-aodotsilnist-matematichnoyi-formalizatsiyi-ekonomichnih-protsesiv/> від 17.10.2008 р.* 4. *Райнер Фелькер. Использование теории игр в практике управления // Из архивов журнала "Проблемы Теории и Практики Управления" http://www.cfin.ru/management /game_theory.shtml від 07.11.2008 р.* 5. *Экономико-математические методы в анализе хозяйственной деятельности предприятий и объединений / Бутник-Сиверский А.Б., Сайфулин Р.С., Рейльян Я.Р. и др. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 200 с.* 6. *Gibbons, Robert. Game Theory for Applied Economists, Princeton University Press, 1992. – p.288.* 7. *Kreps, David. Game Theory and Economic Modelling Clarendon Lectures on Economics, Oxford University Press, 1990.* 8. *Tirole, Jean. The Theory of Industrial Organization. MIT Press, 1988.* 9. *Наумова, Н.В. Повышение эффективности деятельности предприятия при помощи методов математического моделирования / Н.В. Наумова // Математические и инструментальные методы экономического анализа: управление качеством: Сб. науч. тр. / ТГТУ. – Тамбов, 2004. – Вып. 12. – с. 15.* 10. *Экономико-математические модели в системе управления предприятиями // Под ред. Н.П.Федоренко, Н.П. Шубкиной. – М.: Наука, 1983. – 393 с.* 11. *А. А. Васин, В. В. Морозов – Теория игр и модели математической экономики. – М.: Издательство: МАКС Пресс, 2005. – 272 с.* 12. *Теория активных систем: состояние и перспективы/ Бурков В., Новиков Д. – М.: Синтез, 1999. –128 с.* 13. *Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. – М.: Мир, 1964. 838 с.* 14. *Никайдо Х. Выпуклые структуры и математическая экономика. – М.: Мир, 1972. 517 с.* 15. *Петросян Л.А., Зенкевич Н.А. Теория игр: Учебн. пособие. – М.:Книжный дом Университет, 1998.*