

УДК 658.01

## ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ЦИКЛІВ І ПРОЦЕСІВ В РАМКАХ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

**ГОНТАРЕВА Ірина Вячеславівна***кандидат економічних наук, доцент*

**П**ід стійкістю розуміється здатність будь-якої системи повертатися в стан рівноваги за певний час або коли система виходить із одного стану рівноваги для переходу до нового стану рівноваги. Процес розвитку саме і є переходом до нових бажаних станів рівноваги. Системи, які не можуть перейти в новий стан, повернутися в колишній стан після дії негативних факторів або коливаються із широкою амплітудою біля якогось одного стану, вважаються нестійкими та некерованими. На практиці соціально-економічна система може досягти тільки динамічної рівноваги, тобто вона безупинно коливається з невеликою амплітудою відносно положення стійкої рівноваги. Звичайно рівноважним (збалансованим, гармонізованим) є такий стан, для підтримки якого потрібні мінімальні витрати трудових, сировинних, енергетичних і інформаційних ресурсів, тобто найбільш ефективний в даній ситуації [7, с. 135–146].

Проблемою пошуків критеріїв стійкого розвитку соціально-економічних систем займалися Нобелівські лауреати Р. Лукас, Р. Солоу і К. Ерроу. Велике значення мають роботи таких вітчизняних вчених, як О. Амоша, В. Геєць, Ю. Лисенко, В. Пономаренко, С. Чимшит та багато інших. Більшість загально визнаних результатів у цій сфері отримані для макро- і мегарівнів, однак нормальне функціонування національних економік без сталого функціонування його основних елементів – підприємств, неможливо.

Мета даної статті – визначення та дослідження складових ефективного розвитку машинобудівних підприємств для досягнення стійкого задоволення домінуючої потреби стейкхолдерів.

В умовах впливу факторів, що негативно впливають на господарську діяльність підприємства, збереженню стійкості може сприяти деякий компенсаційний потенціал. Одним із аналогів його на макрорівні є валютні резерви держави. Під запасом стійкості системи розуміється наявність ресурсів економічної системи, які можуть за певний час з незначними додатковими витратами бути залучені в діяльність. Перевищення втрат над «запасом стійкості» означає неможливість самостійного, без допомоги ззовні, виходу із кризи.

Автор вважає, що для досягнення ефективного розвитку підприємства, тобто стійкого задоволення домінуючої потреби його стейкхолдерів, необхідно: а) певний запас фінансової стійкості – позитивної різниці між фінансовими параметрами режиму роботи підприємства і його точкою беззбитковості; б) певний запас виробничої стійкості – позитивної різниці між проектною потужністю, з урахуванням коефіцієнта готовності, і фактичним навантаженням, що ґрунтується на максимальному попиті на продукцію підприємства; в) певний запас організаційної стійкості – позитивної різниці між реальним задоволенням спільною діяльністю стейкхолдерів та її гарантованими максиміми значеннями. При цьому, згідно з теорією надійності, загальна стійкість системи буде визначатися елементом з найменшим рівнем працездатності.

Фінансова стійкість описується балансовими моделями та пропорціями, що забезпечують пошук станів рівноваги і широко застосовуються в економіці, та знаходить своє відображення у нормативному підході до управління підприємством. Стан фінансової рівноваги, у який економічна система здатна вертатися за рахунок внутрішніх резервів шляхом саморегулювання, називають стійким (високорівневим) станом економічної рівноваги. Він забезпечує стабільно високий результат функціонування. При нестійкому (низькорівневому) стані рівноваги економічна система самостійно не може повернутися в стан рівноваги. Такий стан рівноваги забезпечується стійкістю зовнішнього економічного середовища, у рамках якого функціонує система, та досягається відповідною системою управління та втручанням у функціонування системи ззовні. Таким чином, якщо основний обсяг ресурсів системи починає витрачатися на поточне споживання, то система переходить із високорів-

невої рівноваги в низькорівневу. Така економічна система рано чи пізно припинить своє існування. Недостатній обсяг ресурсів для забезпечення поточних потреб економічної системи призведе до припинення її діяльності в короткостроковому часовому періоді. Виходячи з цих вимог показником фінансової стійкості підприємства може бути економічний прибуток з обмеженням на оборотність оборотних засобів та коефіцієнт фінансової залежності. Більш докладно це обґрунтовано автором у статті «Вплив своєчасності відтворювальних процесів на системну ефективність розвитку підприємства» [3].

У вузькому значенні виробнича стійкість – це працездатність системи, при якій вона і її підсистеми здатні виконувати покладені на них функції. Для кожної підсистеми та соціально-економічної системи в цілому встановлюється набір функціональних параметрів: обсяг, склад і якість необхідних ресурсів; потужність, набір технологічних процесів і устаткування; якість готової продукції, її номенклатура та необхідний рівень окупності і т. д. Сукупність значень цих параметрів визначає працездатність системи, а їх максимально припустимі межі зміни – область стійкості [2].

Складні багатофункціональні виробничі системи володіють інформаційною, часовою і структурною надмірністю і поняття втрати працездатності – відмови, для них є неоднозначним. У теорії надійності в такому випадку під відмовою вважається затримка або невиконання завдання, що стоять перед системою з часовим резервуванням [6, с.13, с.133–145]. У свою чергу, виконання завдання полягає в завершенні в строк певного обсягу робіт з необхідною якістю і з урахуванням обмежень по використанню ресурсів. Завдання можуть надходити за розкладом або за замовленнями у випадкові моменти часу. Відмова може бути частковою, коли завдання виконано із затримкою, незначною втратою якості або економічності. Роботи приймаються замовником, хоча можливо і зі штрафними санкціями. Повною відмовою вважається неможливість виконати або здати роботи замовнику через порушення умов завдання.

Можна виділити п'ять основних джерел появи резервів часу: а) загальний запас виробничих потужностей; б) наявність у структурі елементів однакового призначення або функціонально взаємозамінних, що розширить число можливих варіантів виконання завдання; в) запаси сировини, напівфабрикатів та готової продукції; г) швидкодія суб'єкта управління з організації та координації взаємодії учасників господарської діяльності. Як показав Дж. Ерроу, матеріальні запаси відображають також стійкість процесу встановлення ціни, попиту та пропозиції на ринках готової продукції підприємства [8, с. 434–435].

Виробнича стійкість можна обчислити здійснивши імітаційне моделювання по методу Монте-Карло, а можна з деякою погрішністю використати аналітичну базу теорії масового обслуговування, якщо потік робіт в системі близький до пуассонівського, тобто стаціонарного ординарного без післядії.

Загальна постановка завдання в теорії масового обслуговування полягає в такому. Система має  $j$  обслуговуючих каналів, кожен з яких може одночасно обслуговувати

тільки одну вимогу. У систему надходить найпростіший (пуассонівський) потік однорідних вимог з параметром інтенсивності  $\lambda$ . Якщо в момент надходження чергової вимоги в системі на обслуговуванні вже перебуває не менше  $j$  вимог (тобто всі канали зайняті), то це вимога стає в чергу і чекає початку обслуговування. Час обслуговування кожної вимоги  $t_{обс}$  – випадкова величина, яка підпорядковується експоненціальному закону розподілу.

Найбільш важливими, з точки зору автора статті, відхиленнями даної постановки від реальних завдань, що вирішуються на машинобудівних підприємствах, при розрахунку виробничої стійкості є такі: а) як правило машинобудівне підприємство становить єдиний канал обслуговування зі складною внутрішньою структурою; б) в каналі можуть обслуговуватися відразу декілька замовлень, виходячи з технології виробництва, тобто з точки зору теорії черг – він багатоканальний; в) вимоги не є однорідними відносно їх об'єму та складності.

Структура каналу обслуговування машинобудівного підприємства може бути представлена таким сільовим графіком (рис. 1).

Графік (рис. 1) показує, що замовлення може проходити по трьом різним маршрутам: а) продукція відвантажується замовнику безпосередньо зі складу готової продукції, при наявності усієї номенклатури продукції згідно з замовленням; б) продукція відвантажується замовнику після виготовлення її згідно з технологією виробництва, при наявності в архіві конструкторсько-технологічної документації та матеріалів на складі; в) замовлення проходить повний цикл конструкторської, технологічної і матеріально-технічної підготовки та виробництва. В той же час створення будь-якого запасу пов'язано з проходженням основного, тобто найдовшого маршруту. Використання ж запасів дозволяє знизити середній час обслуговування вимог.

Ефективність одного каналу з чергою визначається ймовірністю того, що канал повністю завантажений, і середнім часом очікування замовленням початку обслуговування [9]. Для врахування того, що в виробництві може обслуговуватися більш ніж одне замовлення, автором пропонується середню кількість замовлень за період співвіднести з об'ємом цього замовлення, виробничою потужністю і середнім часом виконання замовлення. Тоді, нормована інтенсивність замовлення ( $\lambda_n$ ) буде розрахована по формулі:

$$\lambda_n = \frac{\lambda \times L}{M \times t_{обс}}, \quad (1)$$

де  $L$  – кількість однотипних виробів в замовленні, шт.;

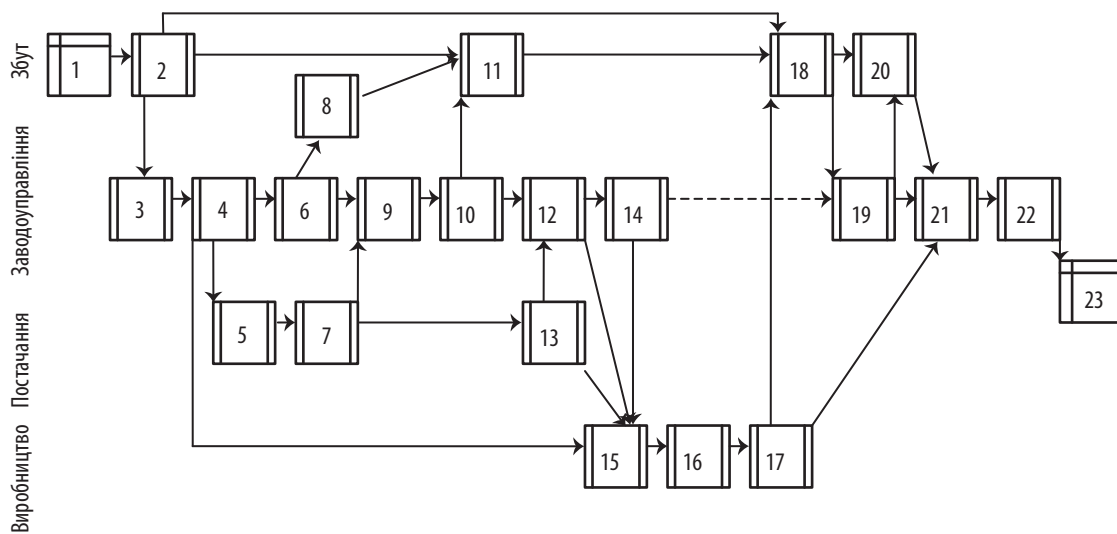
$M$  – виробнича потужність за період, шт./год.

Запас виробничої стійкості визначається як:

$$\begin{cases} 1 - P_k, \text{ якщо система не допускає черги} \\ \frac{t_{отк} - t_{очсп}}{t_{отк}}, \text{ якщо система допускає появу черги} \end{cases} \quad (2)$$

де  $P_k$  – ймовірність того, що обслуговуючий канал зайнятий;

$t_{отк}$  – граничний час очікування виконання замовлення, допустиме замовником;



Умовні позначки:

- 1 – одержання замовлення й реєстрація контракту, оформлення запитального аркуша;
- 2 – перевірка наявності на складі готової продукції;
- 3 – конструкторська підготовка й/або архівна документація;
- 4 – нормування витрат матеріалу;
- 5 – перевірка наявності на складі матеріалів;
- 6 – розробка технологічної документації;
- 7 – розробка плану поставок по обсягах і строках;
- 8 – калькулювання витрат і розрахунки ціни;
- 9 – визначення можливих строків виконання замовлення;
- 10 – визначення пріоритету замовлення та строків його виконання;
- 11 – узгодження ціни й строків виконання із замовником;
- 12 – оперативно-календарне планування виробництва;
- 13 – виконання плану постачання;
- 14 – комплектація конструкторсько-технологічної і кошторисної документації;
- 15 – підготовчі операції;
- 16 – технологічні операції;
- 17 – складські операції;
- 18 – пакування;
- 19 – підготовка рахунку-фактури;
- 20 – доставка замовнику;
- 21 – калькулювання реальних витрат;
- 22 – розрахунки із замовником;
- 23 – розрахунок рентабельності операції.

Рис. 1 Сітьовий графік планування та виконання замовлення споживача

$t_{очр}$  – середній час очікування вимогою початку обслуговування в системі.

Перший критерій буде більш прийнятний для товарних ринків з досконалою конкуренцією, а другий – для монополістичної конкуренції. В разі монополії виробнича стійкість завжди близька до одиниці.

Для забезпечення організаційної стійкості необхідно враховувати інтереси різних груп стейкхолдерів. Як правило, ці інтереси не є антагоністичними (прямопротилежними), оскільки всі групи, так чи інакше, сприяють системній ефективності господарської діяльності підприємства. У теорії ігор стійкість вибору стратегії поведінки учасника спільної діяльності для неантагоністичного конфлікту описується теоремою Дж. Неша [1, с. 134–145]. Відповідно до цієї теореми будь-яка біматрична гра має хоча б одну рів-

новажну ситуацію (точку рівноваги) в змішаних стратегіях. Ситуація рівноваги становлять одну або кілька точок у просторі станів, відхилення від яких не вигідно для будь-якого з гравців, якщо вибір протилежної сторони не зміниться. Передбачається, що інформація про можливу поведінку однієї сторони відсутня в іншій.

Пошук точки рівноваги автором досліджувався при виборі стратегії підвищення продуктивності праці на середньому машинобудівному підприємстві. З боку менеджменту підприємства (гравець М) для оперативного підвищення ефективності функціонування передбачалося або підсилити технологічний і адміністративний контроль (стратегія А – централізація), або підвищити матеріальну та моральну мотивацію персоналу (стратегія В – актуалізація). Відповідно, персонал (гравець П) може відповісти або

згодою з діями менеджменту (стратегія С – узгодженість), або латентним чи відкритим опором (стратегія D – конфліктність).

Для заповнення платіжних матриць проводилося опитування окремо менеджменту підприємства (8 осіб) та окремо персоналу (40 осіб). Задавалися такі питання: а) на скільки відсотків можна максимально підвищити продуктивність праці за рахунок посилення контролю або за рахунок преміальних виплат у розмірі 10% до місячного окладу? б) на скільки відсотків підвищиться задоволеність працею персоналу (і в певній пропорції продуктивність праці) при посиленні контролю або при мотивації? Потім відповіді усереднювалися по кожній групі окремо. Результати відповідей відрізнялися на 15–20 % і тому досліджувалися окремо. Більш докладно вирішення цієї задачі показано автором в статті «Організаційна стійкість та ефективність при неантагоністичних відносинах стейкхолдерів» [4].

З проведеного аналізу були зроблені такі висновки: а) рівноважні стани за Дж. Нешем дуже чутливі до відносно невеликих змін величин платіжних матриць, б) вони не завжди призводять до стратегій оптимальних за найбільш використовуваними на практиці максиміальними критеріями; в) досягнута рівновага не обов'язково буде стійкою як, зокрема, це вийшло в наведеному варіанті розрахунків. Тому головним висновком проведеного аналізу є такий: забезпечення ефективного та стійкого розвитку підприємства пов'язано не тільки з аналізом неантагоністичних відносин стейкхолдерів, а й повинно включати їх можливу кооперацію. У кооперативних іграх дозволені найрізноманітніші форми угод, обмін інформацією та спільний вибір стратегій. Можливий облік побічних платежів, зокрема, інституційних витрат. Однак, кооперативні ігри часто не мають аналітичних рішень і, тому завжди вимагають верифікації на рівновагу.

Л. Шеплі [5, с. 332–333] запропонував знаходження таких розв'язків, які визначаються відповідно певним поняттям розумності або справедливості. Кожній кооперативній грі з  $N$  гравців відповідає вектор  $\varphi(v) = (\varphi_1(v), \dots, \varphi_k(v), \dots, \varphi_N(v))$ , компоненти якого трактуються як частки, що отримують гравці при поділу якогось сумісного виграшу внаслідок угоди або рішення арбітру. Цей вектор задовольняє таким аксіомам Л. Шеплі:

- симетрія – один учасник може зайняти місце іншого у відповідній коаліції без шкоди для решти;
- оптимальність за В. Парето – серед можливих буде визначено безліч не домінуючих один з одним рішень;
- ефективність – учасник, який приєднується до будь-якої коаліції та не приносить їй користі, нічого не виграє;
- агрегація – заради справедливості треба вважати, що за участі гравців у двох іграх їх виграші повинні складатися.

Характеристична функція гри, тобто функція, що може гарантувати учасникам коаліції середній виграш не менше окремих виграшів і для якої виконуються всі аксіоми Л. Шеплі, існує та є єдиною. Компоненти вектора Л. Шеплі можна записати в явному вигляді:

$$\varphi_i(v) = \sum_{\substack{K \subset N \\ i \in K}} \frac{(|K|-1)(n-|K|)!}{n!} [v(K) - v(K \setminus \{i\})], i \in N, \quad (3)$$

де  $|K|$  – кількість гравців у коаліції  $K$ .

Отже, виграш  $i$ -го учасника гри залежить від складу всіх коаліцій, яким він приносить користь своєю присутністю, а також від розмірів цієї користі, яка виражена різницями у квадратних дужках формули. Для розглянутої вище ситуації загальною економічною вигодою буде додана вартість, що отримана при підвищенні продуктивності праці, а груп учасників, що отримують частку при її розподілі, як мінімум три: власники підприємства (арбітри), менеджмент та виробничі робітники.

Таким чином, стійкість процесів розвитку підприємства може бути оцінена з використанням комплексу показників, що включають: а) економічний прибуток з урахуванням обмежень на коефіцієнти оборотності та фінансової незалежності; б) ймовірність повного завантаження каналу обслуговування споживачів і середнім часом очікування виконання замовлення з урахуванням нормування інтенсивності потоку замовлень; в) виконання умов рівноваги вибору стейкхолдерів, розрахованих згідно з теорією і аксіом Дж. Неша та Л. Шеплі.

## Література

- Васин А. А. Теория игр и модели математической экономики / А. А. Васин, В. В. Морозов. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 272 с.
- Гонтарева И. В. Взаимосвязь устойчивости и эффективности функционирования промышленных предприятий / И. В. Гонтарева // Научный информационный журнал «Бизнес Информ». – Харьков: – № 7(1). – 2011. – С. 64–67.
- Гонтарева И. В. Влияние своевременности возвращаемых процессов на системную эффективность развития предприятия / И. В. Гонтарева // Актуальные проблемы экономики: научный экономический журнал. – К.: Национальная академия управления, 2011. – № 2(116). – С. 69–76.
- Гонтарева И. В. Организационная устойчивость и эффективность при неантагонистичных отношениях стейкхолдеров / И. В. Гонтарева // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків: ХНТУ «ХПИ». – 2011. – № 7. – С. 53–62.
- Ларіонов Ю. І. Дослідження операцій: навч. посібн. В 2-х Ч.: Ч. 1 / Ю. І. Ларіонов, Л. С. Марченко, М. А. Хажмурадов. – Х.: ВД «НЖЕК», 2004. – 352 с.
- Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Ред. совет В. С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1988: Т. 5: Проектный анализ надежности / Под ред. В. И. Патрушева, А. И. Рембезы. – 316 с.
- Теория организации / Т. Ю. Иванова, В. И. Приходько. – СПб.: Питер, 2004. – 269 с.
- Эрроу К. Дж. К теории ценового приспособления / К. Дж. Эрроу // Вехи экономической мысли [Текст]. Т. 2: Теория фирмы / Под ред. В. М. Гальперина. – СПб.: Экономическая школа, 2000. – 534 с. – С. 432–447.
- <http://www.resolventa.ru/metod/student/modul/servtheory.pdf>