УДК – 338.45:63

В.Ф. Гамалій, проф., д.ф.-м.н., І.В. Ніколаєв, асист.
Кіровоградський національний технічний університет

СТІЙКІСТЬ ВИРОБНИЧОГО ПЛАНУ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Анотація. У роботі розглядаються основні методи аналізу стійкості автоматичних систем, що можуть бути практично застосовувані для визначення стійкості виробничого плану тваринницького комплексу.

Ключові слова: тваринницький комплекс, виробничо-збутова система, управління, модель, стійкість.

Вступ. Збільшення привабливості сільського господарства України і тваринництва зокрема для інвестицій, призводить до створення великих спеціалізованих тваринницьких комплексів. Сучасні автоматизовані тваринницькі комплекси, являють собою складні промислові підприємства по виробництву тваринницької продукції.

В якості основної загальної мети функціонування промислового підприємства, а отже і тваринницького комплексу, слід обирати одержання максимальних прибутків, тобто – створення свого споживача. Мета “створення споживача” кардинально змінює підхід до планування і управління всіма виробничо-господарськими об’єктами з точки зору виділення цільових пріоритетів. Сучасні умови функціонування промислового підприємства в умовах невизначеності та нестійкості зовнішнього середовища вимагають нових, високоефективних способів та методів управління його господарською діяльністю. Якщо раніше основоположним було припущення про максимальне завантаження всіх виробничих ресурсів, то сьогодні раціональніше розглядати: 1) високий рівень дотримання термінів постачання; 2) невеликі запаси; 3) мінімальний час виробничого циклу [1].

Традиційна концепція організації виробництва найбільш прийнятна для умов “ринку продавця”, у той час як логістична концепція – для умов “ринку

покупця”. Тому, важливе значення для економіки України має розробка та аналіз, нових, більш сучасних, адаптованих до ринкових умов, нетрадиційних підходів до аналізу та стратегічного планування діяльності підприємства. Тобто, мова йде про створення пакета моделей функціонування тваринницького комплексу з позиції стійкості його прогностичного виробничого плану.

Проблемам функціонування промислових підприємств, вивченню якісних сторін планових рішень, приділяють увагу багато як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. Серед них такі, як: Колобов А.О., Омельченко И.Н., Лисенко Ю.Г., Клєбанова Т.С., Полякова О.Ю., Милов А.В. та інші [1, 2].

Так, Колобов А.О. запропонував розглядати промислове підприємство як виробничо-збутову систему (ВЗС), тобто як єдину організаційно-господарську структуру що складається з промислового підприємства, постачальників сировини, матеріалів і комплектуючих виробів, споживачів готової продукції, а також включає до свого складу систему транспортного і складського господарства. Основними взаємозв’язками у ВЗС є взаємозв’язки постачальників з підприємством і підприємства із споживачами [1].

Підприємство в процесі своєї виробничо-господарської діяльності постійно вступає в прямі і непрямі взаємозв’язки з постачальниками, споживачами і конкурентами. Останні, виходячи з мети – створити свого споживача, прагнуть закріпитися на ринку, послабляючи тим самим позиції інших підприємств. Створення споживача для підприємства (тваринницького комплексу) пов’язано з мірою задоволення споживчого попиту в молочних продуктах кожного виду номенклатури за показниками обсягів та якості, часу й місця поставок протягом тривалого періоду. Якщо такий стан підприємством досягнуто, вважатимемо, що його прогностичний виробничий план є стійким.

Тому, метою даної статті, є розгляд основних методів аналізу стійкості автоматичних систем, що можуть бути практично застосовувані для визначення стійкості виробничого плану тваринницького комплексу.

Постановка задачі. Під стійкістю прогностичного виробничого плану розуміється здатність підприємства повертатися в рівноважний стан у випадку,

якщо воно було виведено з нього при постійній зміні ринкової кон'юнктури шляхом удосконалення і цілеспрямованого розвитку його виробничо-технологічної й організаційної структури [3].

У названих вище роботах, наводилась констатація факту необхідності створення свого споживача, важливості стійкості прогностичного виробничого плану промислового підприємства, проте не наводились шляхи досягнення цього та методика дослідження стійкості. Для вирішення цих проблем та формалізації опису процесів функціонування тваринницького комплексу у часі ми пропонуємо використовувати класичний апарат теорії автоматичного управління (ТАУ) лінійних слідкуючих систем з врахуванням імовірнісних аспектів. Такий підхід надасть можливість використовувати для дослідження стійкості прогностичного виробничого плану методи, які добре себе зарекомендували при аналізі стійкості автоматичних систем [4].

Результати. У роботах [5, 6] було доведено, що імітаційна модель тваринницького комплексу із врахуванням всіх прямих і зворотних зв'язків має вигляд наведений на рис.1.

$$\theta_{вх}(p) \longrightarrow \boxed{W_{(1-7)}(p)=\frac{\theta_{вих}(p)}{\theta_{вх}(p)}=\frac{Ap^3+Bp^2}{(a_6p^6+\ldots+a_2p^2+a_1p+a_0)e^{p\tau}+b_4p^4+b_3p^3+b_2p^2}} \longrightarrow \theta_{вих}(p)$$

Рис. 1. Модель ВЗС у вигляді еквівалентного блока

Узагальнена передаточна функція ВЗС представлена виразом (1):

$$W_{(1-7)}(p)=\frac{\theta_{вих}(p)}{\theta_{вх}(p)}=\frac{Ap^3+Bp^2}{(a_6p^6+\ldots+a_2p^2+a_1p+a_0)e^{p\tau}+b_4p^4+b_3p^3+b_2p^2}, \qquad (1)$$

де $\theta_{вх}(p)$ – вхід системи (прогностичний виробничий план);

$\theta_{вих}(p)$ – вихід системи (готова продукція у сфері споживача);

$A, B, a_6, a_5, \ldots, a_0, b_4, b_3, b_2$ – коефіцієнти, що являють собою відповідні сполучення постійних часу T_1, T_2,..., T_7 ланок і коефіцієнтів підсилення K_1, K_2,..., K_7 в ланцюгах прямих і зворотних зв'язків $K^{зз}_{(2-1)},\ldots,K^{зз}_{(7-1)}$;

p – комплексний оператор Лапласа;

τ – час перевезення вантажу;

e – основа натурального логарифму.

Методика визначення параметрів імітаційної моделі була наведена у роботі [7]. Таким чином, визначив імітаційну модель тваринницького комплексу та її коефіцієнти, можна провести дослідження на предмет стійкості одним з відомих методів. Серед їх великого розмаїття, на нашу думку, найбільш прийнятними є:

1) алгебраїчний критерій Гурвіца, який придатний для оцінки стійкості рівнянь вище третього порядку (узагальнена передаточна функція ВЗС має шостий порядок);

2) графоаналітичний критерій стійкості Михайлова, який придатний для оцінки ступеня стійкості та встановлення впливу кожної ланки системи на стійкість процесу в ній.

Розглянемо їх більш детально. Згідно із критерієм Гурвіца, система автоматичного регулювання (у нашому випадку тваринницький комплекс) буде стійкою, тобто корені характеристичного рівняння отриманого з виразу (1)

$$a_6p^6 + a_5p^5 + a_4p^4 + a_3p^3 + a_2p^2 + a_1p + a_0 = 0 \qquad (2)$$

будуть мати від'ємні дійсні частини, якщо визначник Гурвіца та всі діагональні мінори додатні [8]. Складений за правилами визначник Гурвіца 6-го порядку має вигляд:

$$\Delta_6 = \begin{vmatrix} a_5 & a_3 & a_1 & 0 & 0 & 0 \\ a_6 & a_4 & a_2 & a_0 & 0 & 0 \\ 0 & a_5 & a_3 & a_1 & 0 & 0 \\ 0 & a_6 & a_4 & a_2 & a_0 & 0 \\ 0 & 0 & a_5 & a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & 0 & a_6 & a_4 & a_2 & a_0 \end{vmatrix}. \qquad (3)$$

Таким чином, умови стійкості мають вигляд:

$$\Delta_6 > 0; \Delta_5 > 0; \Delta_4 > 0; \Delta_3 > 0; \Delta_2 > 0; \Delta_1 > 0 \qquad (4)$$

Тут треба зазначити, що основне достоїнство алгебраїчного критерію Гурвіца, полягає в тому, що він дозволяє визначити знак коренів

характеристичного рівняння, не вирішуючи самого рівняння. Проте, алгебраїчні критерії дозволяють отримати тільки якісні судження про характер протікання процесів регулювання, тобто встановити, стійкий план або ні. Може виявитись, що план стійкий, але процеси затухають надзвичайно повільно, і такий план виявляється практично непридатним.

На відміну від алгебраїчних критеріїв, графоаналітичний критерій стійкості Михайлова, дозволяє оцінювати стійкість, судити про ступінь стійкості та встановлювати, якщо необхідно, вплив кожної ланки системи на стійкість процесу в ній. В алгебраїчних критеріях вимога від'ємності дійсних частин коренів накладає певні обмеження на коефіцієнти характеристичного рівняння. В графоаналітичних критеріях ця вимога обумовлює особливе розміщення кривої, яка характеризує динамічні властивості системи.

У критерії Михайлова в якості визначаючої використовується крива, яку описує кінець вектору:

$$F(j\omega) = a_6(j\omega)^6 + a_5(j\omega)^5 + a_4(j\omega)^4 + a_3(j\omega)^3 + a_2(j\omega)^2 + a_1 j\omega + a_0$$

при зміні ω від $-\infty$ до $+\infty$.

Критерій стійкості Михайлова формулюється наступним чином: для того щоб лінійна система автоматичного регулювання, що має характеристичне рівняння n-го порядку, була стійкою, необхідно і достатньо, щоб при зміні ω від 0 до ∞ повна зміна аргументу вектору $F(j\omega)$ дорівнювала $n\frac{\pi}{2}$, де n – степінь характеристичного рівняння [8]. В нашому випадку при зміні ω від 0 до ∞ повна зміна аргументу вектору $F(j\omega)$ повинна дорівнювати 3π.

Іншими словами, крива Михайлова повинна бути розміщена так, щоб послідовно перетинати 6 квадрантів. Криву Михайлова для стійкої системи називають правильною, а її вигляд наведено на рисунку 2.

Висновки. У роботі були розглянуті основні методи аналізу стійкості автоматичних систем, які можуть бути практично застосовувані для визначення стійкості виробничого плану тваринницького комплексу. Проаналізувавши два розглянуті критерії (Гурвіца та Михайлова), можна зробити висновок, що

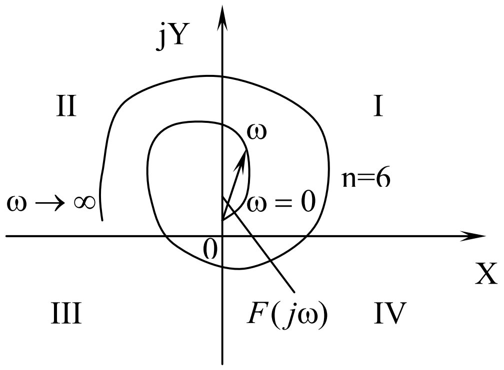

Рис. 2. Крива Михайлова для стійкої системи 6-го порядку

графоаналітичний критерій стійкості Михайлова дає значно більше інформації про стійкість прогностичного виробничого плану. Крім того, він дозволяє встановлювати вплив кожної ланки системи на стійкість процесу в ній, а це видається дуже важливим, зважаючи на кількість ланок ВЗС. У той же час, якщо ставиться задача тільки встановити факт стійкості або нестійкості плану, то найкраще підійде алгебраїчний критерій Гурвіца.

Отже, використання апарату теорії автоматичного управління в економічних системах, відкриває широкі можливості формалізованого опису таких систем та застосування до них критеріїв стійкості. А зважаючи на відносну легкість реалізації зазначених критеріїв (особливо критерію Гурвіца), перспективним є розробка алгоритму дослідження стійкості прогностичного виробничого плану на певних часових проміжках. Це дозволить оперативно вносити зміни в виробничий план, визначати втрачені вигоди у разі нестійкості плану, та у кінцевому рахунку, призведе до досягнення основної загальної мети функціонування тваринницького комплексу – створення свого споживача.

Література

1. Колобов А.А. Логистико-ориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде. – М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 205 с.

2. Полякова О.Ю., Милов А.В. Моделирование системных характеристик экономики: Учебное пособие. – Х.: Издательский Дом «ИНЖЕК», 2004. – 296 с.

3. Моделирование экономической динамики: Учебное пособие /Клебанова

Т.С., Дубровина Н.А., Полякова О.Ю, Раевнева Е.В., Милов А.В., Сергиенко Е.А. – Х.: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2004. – 244 с.

4. Гамалій В.Ф., Ніколаєв І.В. Визначення параметрів імітаційної моделі виробничо-збутової системи //Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету: Економічні науки. – Кіровоград: КНТУ, 2005. Вип. 7. Ч. І. – С. 10–15.

5. Кравчук А.Ф., Ніколаєв І.В. Імітаційна модель молочної ферми //Наукові праці Кіровоградського державного технічного університету. Економічні науки. – 2002. Вип. 3. – С. 148–154.

6. Ніколаєв І.В. До питання адекватної імітаційної моделі тваринницької ферми //Економіка: проблеми теорії та практика. Збірник наукових праць. –Дніпропетровськ: ДНУ, 2003. Вип. 177. Том І. -С.175-179.

7. Гамалій В.Ф., Ніколаєв І.В. Визначення параметрів імітаційної моделі виробничо-збутової системи //Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету: Економічні науки. – Кіровоград: КНТУ, 2005. Вип. 7. Ч. І. – С. 10–15.

8. Основы автоматического управления и регулирования /Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. – К.: Техніка, 1975. – 496 с.