

УДК: 519.876.2

І.В. Терещук, А.О. Захарченко

DOI: 10.36919/2312-7812.2.2023.39

## ДЕТЕРМІНОВАНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ БЮДЖЕТУВАННЯ

Стаття присвячена розробці динамічної детермінованої моделі задачі бюджетування як складової частини математичного забезпечення СППР бюджетування об'єктів класу однієї природи (підприємств групи «А»). Такі моделі призначені для прогнозу показників фінансування виробничої програми на кожен день з урахуванням зміни показників протягом місяця.

Дослідження системи бюджетування дозволило виділити три види бюджетів: підсумкові, функціональні, операційні. Система функціональних бюджетів утворює бюджетну структуру підприємства. Відповідно до аналізу характеристик об'єкта управління та класифікації змінних формалізовано структуру бюджетів за допомогою логіко-формальних зв'язків між різними видами бюджетів.

На підставі розробленої логіко-формальної моделі бюджетування сформовано параметричну модель-структуру взаємозв'язку вхідних та вихідних змінних, що представлена системою рівнянь (для витратної та доходної частини бюджетування). Їх параметри показують відмінність даного об'єкта від подібних до нього, що визначається за експериментальними даними. Модель дозволяє прогнозувати бюджетні показники підприємства.

Відповідно до обраного методу моделювання модель задачі управління для кожного з трьох рівнів системи представлена у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь. Представлено ітеративний розрахунок нелінійностей динамічних моделей 3-го та 2-го рівня системи бюджетування у зв'язку з тим, що чисельне рішення систем диференціальних рівнянь здійснюється методом Рунге-Кутти 4-го порядку, що передбачає апроксимацію змінних на попередній ітерації.

Наукова новизна роботи представлена динамічною моделлю прогнозу показників фінансування виробничої програми щодня, яка враховує випадковий характер коливання показників моделі попередніх періодів. Дані моделі можуть бути використані для вирішення задачі оперативного управління на наступну день протягом місяця користувачами системи. Диференціальні рівняння являють собою інструментарій, який може бути реалізований у спеціальному математичному та програмному забезпеченні СППР бюджетування.

Надалі передбачається провести параметричну ідентифікацію моделі, після чого моделі будуть придатні для прогнозу показників.

Ключові слова: детермінована модель, система бюджетування, планування, оперативне управління.

**Abstract.** The article is devoted to the development of a dynamic deterministic model of the budgeting problem as a component of the mathematical support of the SPPR budgeting of objects of the same nature class (enterprises of the "A" group). Such models are intended for forecasting indicators of financing of the production program for each day, taking into account changes in indicators during the month.

The study of the budgeting system made it possible to distinguish three types of budgets: final, functional, and operational. The system of functional budgets forms the budget structure of the enterprise. According to the analysis of the characteristics of the management object and the classification of variables, the structure of budgets was formalized using logical and formal connections between different types of budgets.

On the basis of the developed logical-formal model of budgeting, a parametric model-structure of the relationship of input and output variables, represented by a system of equations (for the expenditure and revenue part of budgeting), was formed. Their parameters show the difference between this object and similar ones, which is determined by experimental data. The model makes it possible to forecast the budgetary indicators of the enterprise.

According to the selected modeling method, the model of the control problem for each of the three levels of the system is presented in the form of a system of coupled nonlinear differential equations.

The iterative calculation of nonlinearities of dynamic models of the 3rd level is presented due to the fact that the numerical solution of systems of differential equations is carried out by the Runge-Kutta method of the 4th order, which involves the approximation of variables at the previous iteration.

The iterative calculation of nonlinearities of dynamic models of the 3rd level is presented due to the fact that the numerical solution of systems of differential equations is carried out by the Runge-Kutta method of the 4th order, which involves the approximation of variables at the previous iteration. In the future, it is planned to carry out a parametric identification of the model, after which the models will be suitable for forecasting indicators.

Keywords: deterministic model, budgeting system, planning, operational management.

**Постановка проблеми.** Сучасна система економічних та соціальних відносин в Україні викликає потребу в розвитку систем підтримки прийняття рішень (СППР) бюджетування багаторівневих виробничих структур класу підприємств групи «А» (виробництво засобів виробництва), як засобів планування та управління діяльністю в умовах нестаціонарного портфеля замовлень і поточного дефіциту оборотних коштів. Прогнозування поведінки системи в різних режимах, зокрема плановому та оперативному, є необхідним фактором для її оптимального функціонування. У зв'язку з цим підвищується актуальність розробки математичного та програмного забезпечення системи бюджетування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми управління сучасними бізнес-процесами досліджували такі зарубіжні науковці, як Ф. Фабоцці та Г. Марковіц [1], Джозеф М. Хілбе [2], S. Peterson [3], G. Gudvin [4] та ін. Серед вітчизняних науковців, які досліджують цю проблему, слід виділити О. Калініну [5], М. Згуровського [6] та ін. У множині наукових досліджень та розробок, а також практичних рекомендацій щодо покращення якості управління та планування подальшої уваги потребує вдосконалення засобів математичного моделювання, призначених для використання при створенні системи бюджетування багаторівневих виробничих структур. Постановка задачі бюджетування для підприємств групи «А» виконана в роботі [7]. Формалізація показників системи бюджетування проведена в роботі [8]. Математичний апарат, який використовується для розробки моделей, викладений в [9], [10].

**Метою статті є** розробка детермінованої моделі системи бюджетування для кожного з трьох рівнів відповідно до проведеної формалізації бюджетної структури, а також класифікації змінних.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідно розробити динамічні моделі задачі бюджетування 3-го рівня для прогнозу показників кожного ЦФО на підставі показників ЦД та ЦР. Кількість рівнянь виду (1) кратне кількості видів продукції  $J$  і кількості ЦФО  $I$ .

Дохід  $g_{ij}(t)$   $i$ -го ЦФ залежить від кількості доходів  $g_{ijk}(t)$   $k$ -го ЦД, тому динаміка доходів ЦФО з кожному виду продукції характеризується рівняннями виду (1):

$$\frac{d g_{ij}(t)}{dt} = \phi_{ij}^g \cdot \mathcal{C}g_{ij}(t) \cdot g_i, \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (1)$$

де  $g_{ij}(t)$  – доходи  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\mathcal{C}g_{ij}(t)$  – частина доходів  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції у доходах  $i$ -го ЦФО,  $g_i(t)$  – доходи  $i$ -го ЦФО,  $\phi_{ij}^g$  – параметр, (1/година).

Динаміка дебіторської заборгованості ЦФО з  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (2):

$$\frac{d \delta_{ij}(t)}{dt} = \phi_{ij}^\delta \cdot \mathcal{C}\delta_{ij} \cdot g_{ij}(t), \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (2)$$

де  $\delta_{ij}(t)$  – дебіторська заборгованість  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\mathcal{C}\delta_{ij}(t)$  – частина дебіторської заборгованості у доходах  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $g_j(t)$  – доход  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\phi_{ijk}^\delta$  – параметр, (1/година).

Надходження  $\rho_{ij}(t)$   $i$ -го ЦФО залежать від кількості доходів і дебіторської заборгованості ЦФО, тому динаміка надходжень ЦФО характеризується рівняннями виду (3):

$$\rho_{ij}(t) = \phi_{ij}^\rho (g_{ij}(t) - \delta_{ij}(t)), \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (3)$$

де  $\rho_{ij}(t)$  – надходження  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $g_j(t)$  – доходи  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\delta_{ij}(t)$  – дебіторська заборгованість  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\phi_{ij}^p$  – параметр оборотності.

Динаміка витрат ЦФО з  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (4):

$$\frac{dr_{ij}(t)}{dt} = \phi_{ij}^r \cdot \mathcal{C}r_{ij}(t) \cdot r_i, \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, w = \overline{1, W}, \quad (4)$$

де  $r_{ij}(t)$  – витрати  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\mathcal{C}r_{ij}(t)$  – частина витрат  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції в витратах  $i$ -го ЦФО,  $r_i(t)$  – витрати  $i$ -го ЦФО,  $\phi_{ij}^r$  – параметр, (1/година).

Динаміка запасів ЦФО з  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (5):

$$\frac{d\gamma_{ij}(t)}{dt} = \phi_{ij}^\gamma \cdot \mathcal{C}\gamma_{ij}(t) \cdot \gamma_i, \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (5)$$

де  $\gamma_{ij}(t)$  – запаси  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\mathcal{C}\gamma_{ij}(t)$  – частина запасів  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції у запасах  $i$ -го ЦФО,  $\gamma_i(t)$  – запаси  $i$ -го ЦФО,  $\phi_{ij}^\gamma$  – параметр, (1/година).

Динаміка кредиторської заборгованості ЦФО по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (6):

$$\frac{d\kappa_{ij}(t)}{dt} = \phi_{ij}^\kappa \cdot \mathcal{C}\kappa_{ij}(t) \cdot \gamma_i, \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (6)$$

де  $\kappa_{ij}(t)$  – кредиторська заборгованість  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\mathcal{C}\kappa_{ij}(t)$  – частина кредиторської заборгованості у витратах  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $r_{ij}(t)$  – витрати  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\phi_{ijw}^\kappa$  – параметр, (1/година).

Виплати  $v_{ij}(t)$   $i$ -го ЦФО залежать від кількості витрат і кредиторській заборгованості ЦФО, тому динаміка виплат ЦФО характеризується рівнянням виду (7):

$$v_{ij}(t) = \phi_{ij}^v (r_{ij}(t) - \kappa_{ij}(t)), \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \quad (7)$$

де  $v_{ij}(t)$  – виплати  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $r_{ij}(t)$  – витрати  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\kappa_{ij}(t)$  – кредиторська заборгованість  $i$ -го ЦФО з  $j$ -му виду продукції,  $\phi_{ij}^v$  – параметр оборотності.

У зв'язку з тим, що чисельне рішення систем диференціальних рівнянь здійснюється методом Рунге-Кутти 4-го порядку, що передбачає апроксимацію змінних на попередній ітерації, необхідно представити *ітеративний розрахунок нелінійностей динамічних моделей 3-го рівня*.

Розрахунок правих частин диференціальних рівнянь (1) характеризується виразами виду (8) для розрахунку частини доходів  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції у доходах  $i$ -го ЦФО та виду (8) для розрахунку доходів  $i$ -го ЦФО:

$$\mathcal{C}g_{ij}(t_n) = \mathcal{C}g_{ij}(t_{n-1}) + \frac{g_{ij}(t_{n-1})}{g_i(t_{n-1})}, \quad (8)$$

$$g_i(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{ijk}(t_n), \quad (9)$$

де  $g_{ij}(t_{n-1})$  – чисельний результат інтегрування рівняння виду (1),  $g_{ijk}(t_n)$  надходять з  $k$ -го ЦД.

Розрахунок правих частин диференціальних рівнянь (2) характеризується виразами виду (10) для розрахунку частини дебіторської заборгованості  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції у доходах  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції:

$$\mathcal{C}\delta_{ij}(t_n) = \mathcal{C}\delta_{ij}(t_{n-1}) + \frac{\delta_{ij}(t_{n-1})}{g_{ij}(t_{n-1})}, \quad (10)$$

де  $\delta_{ij}(t_{n-1}), g_{ij}(t_{n-1})$  – чисельний результат інтегрування рівняння виду (2), (1) відповідно.

Розрахунок правих частин диференціальних рівнянь (4) характеризується виразами виду (11) для розрахунку частини витрат  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції в витратах  $i$ -го ЦФО та виду (12) для розрахунку витрат  $i$ -го ЦФО:

$$\mathcal{C}r_{ij}(t_n) = \mathcal{C}r_{ij}(t_{n-1}) + \frac{r_{ij}(t_{n-1})}{r_i(t_{n-1})}, \quad (11)$$

$$r_i(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{w=1}^W r_{ijw}(t_n), \quad (12)$$

де  $r_{ij}(t_{n-1})$  – чисельний результат інтегрування рівняння виду (4),  $r_{ijw}(t_n)$  надходять з  $W$ -го ЦР.

Розрахунок правих частин диференціальних рівнянь (5) характеризується виразами виду (13) для розрахунку частини запасів  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції у запасах  $i$ -го ЦФО та виду (14) для розрахунку запасів  $i$ -го ЦФО:

$$\mathcal{C}\gamma_{ij}(t_n) = \mathcal{C}\gamma_{ij}(t_{n-1}) + \frac{\gamma_{ij}(t_{n-1})}{\gamma_i(t_{n-1})}, \quad (13)$$

$$\gamma_i(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{w=1}^W \gamma_{ijw}(t_n), \quad (14)$$

де  $\gamma_{ij}(t_{n-1})$  – чисельний результат інтегрування рівняння виду (5),  $\gamma_{ijw}(t_n)$  надходять з  $W$ -го ЦР.

Розрахунок правих частин диференціальних рівнянь (6) характеризується виразами виду (15) для розрахунку частини кредиторської заборгованості  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції в витратах  $i$ -го ЦФО  $j$ -го виду продукції:

$$\mathcal{C}\kappa_{ij}(t_n) = \mathcal{C}\kappa_{ij}(t_{n-1}) + \frac{\kappa_{ij}(t_{n-1})}{r_{ij}(t_{n-1})}, \quad (15)$$

де  $\kappa_{ij}(t_{n-1}), r_{ij}(t_{n-1})$  – чисельний результат інтегрування рівняння виду (6), (4) відповідно.

За експериментальними даними розраховані чисельні значення параметрів динамічних моделей третього рівня (1)-(15). Розраховані показники за отриманими моделями є вихідними змінними третього рівня та дозволяють розрахувати характеристики операційної діяльності з кожного виду продукції, тобто є вхідними для другого рівня.

Динамика доходів операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (16):

$$\frac{dg_j(t)}{dt} = \zeta_j^g \cdot \mathcal{C}g_j(t) \cdot g(t), \quad (16)$$

де  $\mathcal{C}g_j(t)$  – частина доходів  $j$ -го виду в загальній кількості операційних доходів,  $g$  – операційні доходи,  $\zeta_j^g$  – параметр (1/година).

Динаміка дебіторської заборгованості операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (17):

$$\frac{d\delta_j(t)}{dt} = \zeta_j^\delta \cdot \mathcal{C}\delta_j(t) \cdot \delta(t), \quad (17)$$

де  $\mathcal{C}\delta_j(t)$  – частина дебіторської заборгованості  $j$ -го виду в загальній кількості дебіторської заборгованості операційної діяльності,  $\delta$  – дебіторська заборгованість операційної діяльності,  $\zeta_j^\delta$  – параметр (1/година).

Динаміка надходжень операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції, отримані за час  $t$  мають вигляд (18):

$$\frac{d\rho_j(t)}{dt} = \zeta_j^\rho (g_j(t) - \delta_j(t)), \quad j = \overline{1, J}, \quad (18)$$

де  $\rho_j(t)$  – надходження по  $j$ -му виду продукції,  $g_j(t)$  – доходи по  $j$ -му виду продукції,  $\delta_j(t)$  – дебіторська заборгованість по  $j$ -му виду продукції,  $\zeta_j^\rho$  – параметр оборотності (1/година).

Значення  $g_j(t), \delta_j(t)$  - результати чисельного інтегрування рівнянь виду (16), (17) відповідно.

Динаміка витрат операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (19):

$$\frac{dr_j(t)}{dt} = \zeta_j^r \cdot \mathcal{C}r_j(t) \cdot r(t), \quad (19)$$

де  $\mathcal{C}r_j(t)$  – частина витрат  $j$ -го виду в загальній кількості операційних витрат,  $r$  – операційні витрати,  $\zeta_j^r$  – параметр (1/година).

Динаміка запасів операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (20):

$$\frac{d\gamma_j(t)}{dt} = \zeta_j^\gamma \cdot \mathcal{C}\gamma_j(t) \cdot \gamma(t), \quad (20)$$

де  $\mathcal{C}\gamma_j(t)$  – частина запасів  $j$ -ого виду в загальній кількості операційних запасів,  $\gamma$  – операційні запаси,  $\xi_j^\gamma$  – параметр (1/година).

Динаміка кредиторської заборгованості операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції характеризується рівняннями виду (21):

$$\frac{d\kappa_j(t)}{dt} = \xi_j^\kappa \cdot \mathcal{C}\kappa_j(t) \cdot \kappa(t), \quad (21)$$

де  $\mathcal{C}\kappa_j(t)$  – частина кредиторської заборгованості  $j$ -го виду в загальній кількості кредиторської заборгованості операційної діяльності,  $\delta$  – кредиторська заборгованість операційної діяльності,  $\xi_j^\delta$  – параметр (1/година).

Рівняння динаміки виплат операційної діяльності по  $j$ -му виду продукції мають вигляд (22):

$$\frac{dv_j(t)}{dt} = \xi_j^v (r_j(t) - \kappa_j(t)), \quad j = \overline{1, J}, \quad (22)$$

де  $v_j(t)$  – виплати по  $j$ -му виду продукції,  $r_j(t)$  – витрати по  $j$ -му виду продукції,  $\kappa_j(t)$  – кредиторська заборгованість по  $j$ -му виду продукції,  $\xi_j^v$  – параметр оборотності (1/година).

Значення  $r_j(t), \kappa_j(t)$  результати чисельного інтегрування рівнянь виду (19), (21) відповідно.

Сальдо операційної діяльності, отримане за час  $t$ , визначається рівнянням виду (23):

$$S(t) = \varphi_S \left( \sum_{j=1}^J \rho_j(t) - \sum_{j=1}^J v_j(t) \right) \quad (23)$$

де  $\rho_j(t)$  – надходження по  $j$ -му виду продукції,  $v_j(t)$  – виплати по  $j$ -му виду продукції,  $\varphi_S$  – параметр оборотності.

Значення  $\rho_j(t), v_j(t)$  – результати чисельного інтегрування рівнянь виду (18), (22) відповідно.

*Ітеративний розрахунок нелінійності динамічних моделей 2-го рівня.* Розрахунок правих частин диференціального рівняння (16) здійснюється згідно з (24) для



розрахунку частини доходів  $j$ -го виду продукції в операційних доходах  $g(t)$ , (25) – для розрахунку доходів операційної діяльності:

$$\mathcal{C}g_j(t_n) = \mathcal{C}g_j(t_{n-1}) + \frac{g_j(t_{n-1})}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I g_{ij}(t_{n-1})} \quad (24)$$

$$g(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I g_{ij}(t_n), \quad (25)$$

де  $g_j(t_{n-1})$  - результат чисельного інтегрування рівнянь виду (16),  $g_{ij}(t_n)$  передається з третього рівня (1).

Розрахунок правих частин диференціального рівняння (17) характеризується виразами виду (26) до розрахунку частини дебіторську заборгованість  $j$ -го виду продукції в операційній дебіторській заборгованості та виду (27) для розрахунку дебіторської заборгованості операційної діяльності:

$$\mathcal{C}\delta_j(t_n) = \mathcal{C}\delta_j(t_{n-1}) + \frac{\delta_j(t_{n-1})}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \delta_{ij}(t_{n-1})} \quad (26)$$

$$\delta(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \delta_{ij}(t_n), \quad (27)$$

де  $\delta_j(t_{n-1})$  - результати чисельного інтегрування рівнянь виду (17).  $\delta_{ij}(t_n)$  передається з третього рівня (1).

Розрахунок правих частин диференціального рівняння (19) здійснюється згідно з (28) для розрахунку частини витрат  $j$ -го виду продукції в операційних витратах, (29) – для розрахунку витрат операційної діяльності:

$$\mathcal{C}r_j(t_n) = \mathcal{C}r_j(t_{n-1}) + \frac{r_j(t_{n-1})}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I r_{ij}(t_{n-1})} \quad (28)$$

$$r(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I r_{ij}(t_n), \quad (29)$$

де  $r_j(t_{n-1})$  - результати чисельного інтегрування рівнянь виду (17).  $r_{ij}(t_n)$  передається з третього рівня (1).

Розрахунок правих частин диференціального рівняння (20) здійснюється згідно з (30) для розрахунку частини запасів  $j$ -го виду продукції в операційних запасах, (31) – для розрахунку запасів операційної діяльності:

$$\mathcal{C}\gamma_j(t_n) = \mathcal{C}\gamma_j(t_{n-1}) + \frac{\gamma_j(t_{n-1})}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \gamma_{ij}(t_{n-1})} \quad (30)$$

$$\gamma(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \gamma_{ij}(t_n), \quad (31)$$

де  $\gamma_j(t_{n-1})$  - результати чисельного інтегрування рівнянь виду (20).  $\gamma_{ij}(t_n)$  передається з третього рівня (1).

Розрахунок правих частин диференціального рівняння (21) характеризується виразами виду (32) до розрахунку частини кредиторської заборгованості  $j$ -го виду продукції в операційній кредиторській заборгованості та виду (33) для розрахунку кредиторської заборгованості операційної діяльності:

$$\mathcal{C}\kappa_j(t_n) = \mathcal{C}\kappa_j(t_{n-1}) + \frac{\kappa_j(t_{n-1})}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \kappa_{ij}(t_{n-1})} \quad (32)$$

$$\kappa(t_n) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \kappa_{ij}(t_n), \quad (33)$$

де  $\kappa_j(t_{n-1})$  - результати чисельного інтегрування рівнянь виду (21).  $\kappa_{ij}(t_n)$  передається з третього рівня (1).

Динамічна модель другого рівня є основою для побудови моделі першого рівня системи. В подальшому необхідно за експериментальними даними розрахувати чисельні значення параметрів динамічних моделей та показати адекватність моделей на всіх рівнях системи.

**Висновки.** Наукова новизна роботи представлена динамічною моделлю прогнозу показників фінансування виробничої програми щодня, яка враховує випадковий характер коливання показників моделі попередніх періодів. Дані моделі можуть бути використані для вирішення задачі оперативного управління на наступну добу протягом місяця користувачами всіх трьох рівнів системи. Диференціальні рівняння являють собою інструментарій, який може бути реалізований у спеціальному математичному та програмному забезпеченні СППР бюджетування.

1. Fabozzi F.J., Markowitz H.M. The Theory and Practice of Investment Management: Asset Allocation, Valuation, Portfolio Construction, and Strategies. Wiley, 2011. P. 725; 2. Hilbe J.M., Robinson A.P. Methods of Statistical Model Estimation. CRC Press, 2013. P. 245; 3. Peterson S.P.

Investment Theory and Risk Management. Wiley, 2012. P. 463; 4. *Гудвін Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.С.* Проектирование систем управления. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 911 с.; 5. *Калініна О. Н.* Застосування математичного моделювання до процесу формування бюджету підприємства. Вчені записки: Науковий журнал. Харків: XIV, 2005. Вип. № 14. С. 68-76; ; 6. *Згуровський М. З., Панкратова Н. Д.* Основи системного аналізу. К.: Видавнича група BVH, 2000. 543 с.; 7. *Терещук І.В.* Задачі бюджетування в управлінні фінансовою діяльністю підприємства. Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. №2 (976). С. 149–158.; 8. *Tereshchuk I. V.* Formalization of the budgetary structure of the enterprise in the planning system. Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг (ІУС КМ – 2013): матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції. Донецьк: ДонНТУ, 2013. №1. С. 160–163.; 9. *Yiannis N. Moschovakis* Descriptive Set Theory. American Mathematical Society, 2009. P. 516; 10. *Скобелев В. Г.* Локальні алгоритми на графах. Донецьк: ІПММ НАН України, 2003. 217 с.

1. *Fabozzi F.J., Markowitz H.M.* The Theory and Practice of Investment Management: Asset Allocation, Valuation, Portfolio Construction, and Strategies. Wiley, 2011. P. 725; 2. *Hilbe J.M., Robinson A.P.* Methods of Statistical Model Estimation. CRC Press, 2013. P. 245; 3. *Peterson S.P.* Investment Theory and Risk Management. Wiley, 2012. P. 463; 4. *Gudvin G.K., Grebe S.F., Salgado M.Ye.* Proektirovanie sistem upravleniya. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2004. 911 с.; 5. *Kalinina O. N.* Zastosuvannya matematichnogo modelyuvannya do procesu formuvannya byudzhetu pidpriyemstva. Vcheni zapiski: Naukovij zhurnal. Harkiv: HIU, 2005. Vip. № 14. S. 68-76; 6. *Zgurovskij M. Z., Pankratova N. D.* Osnovi sistemnogo analizu. K.: Vidavnicha grupa BVH, 2000. 543 с.; 7. *Tereshchuk I.V.* Zadachi byudzhetuvannya v upravlinni finansovoyu diyalnistyu pidpriyemstva. Sistemnij analiz, upravlinnya ta informacijni tehnologiyi. Harkiv: NTU «HPI», 2013. №2 (976). S. 149–158.; 8. *Tereshchuk I. V.* Formalization of the budgetary structure of the enterprise in the planning system. Info-rmacijni upravlyayuchi sistemi ta komp'yuternij monitoring (IUS KM – 2013): materialy IV Vseukrayinskoyi naukovy-tehnichnoyi konferenciyi. Doneck: DonNTU, 2013. №1. S. 160–163.; 9. *Yiannis N. Moschovakis* Descriptive Set Theory. American Mathematical Society, 2009. P. 516. 10. *Skobelev V. G.* Lokalni algoritmi na grafah. Doneck: IPMM NAN Ukrainy, 2003. 217 с.