УДК 711.25 Л.І. Турчанінова, С.В. Мартиненко-Демянчук

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ СТАЛОГО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

В [1] запропонована модель процесу сталого регіонального розвитку, яка являє собою технологічний ланцюжок переходу виробничих ресурсів $\overline{R}$ регіону від однієї стадії до іншої.

Виникає питання: як узгоджується централізоване управління таким технологічним ланцюжком з виробництвом $\overline{P}$, яке регулюється ринком? Це питання торкається одного з важливих аспектів регіонального управління: проблеми оптимального відродження принципів розвитку вільної ринкової економіки і територіальної організації суспільства (системи «регіон - ринок»), для якого зараз у світі не розроблені універсальні рішення. Однак сьогодні відбувається усвідомлення необхідності переходу до такої моделі економіки, сенс якої можна висловити так: справа бізнесу – використання ресурсів, справа держави – організація їх відтворення. Звідси державною задачею являється створення сучасного суспільного сектора економіки як основного організатора відтворення – суб'єкта сталого регіонального розвитку (СРР). До того ж, процеси відтворення ресурсів (робочої сили, родючості ґрунту і біоресурсів, а також знань) протікають здебільшого за межами ринку.

Необхідність розробки моделі управління запропонованим технологічним ланцюжком диктується також неспроможністю ринку вирішувати принципові проблеми, що виникають на рівні взаємодії економіки та екології. В світі все більш наочною стає необхідність такого централізованого управління обмеженими природними ресурсами, щоб ці ресурси задовольняли інтереси не тільки багатіїв (як держав, так і людей).

Такий підхід значною мірою став продовженням концепції ноосфери, сформульованої академіком В. Вернадським ще в першій половині XX століття. Суть його полягає в обов'язковій узгодженості економічного, екологічного та людського розвитку таким чином, щоб від покоління до покоління не зменшувалися якість і безпека життя людей, не погіршувався стан довкілля й відбувався соціальний прогрес, який визнає потреби кожної людини [5].

<u>Математична постановка задачі оптимізації вихідних параметрів підсистем *P, E, C.*</u>

Технологічний ланцюжок регіонального відтворення має вигляд [1]:

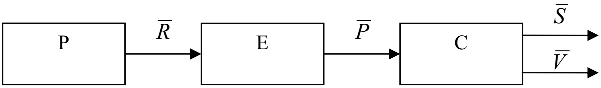

Рис.1. Технологічний ланцюжок, де *P* – ресурсна, *E* – економічна, *C* – суспільна підсистеми.

Будемо вважати, що періодично в підсистемі *C* проводиться оцінка якості життя в регіоні (методологія оцінювання дається, наприклад, в роботах [2,4,5]). Критерієм оптимізації випуску продукції в підсистемі *C* будемо вважати мінімум різниці між потребами в рішенні соціальних проблем (яка визначається параметрами якості життя) і фактичним об'ємом їх розв'язання. Управління проводиться покроково і на кожному кроці управління підсистеми *E* і *C* роблять заявки на поставку відповідно продукції блоків *P, E* до початку даного кроку управління. Задачі оптимізації випуску $\overline{R},\overline{P},\overline{S}$ сформулюємо як задачі лінійного програмування відповідно $Z_{\overline{R}},Z_{\overline{P}},Z_{\overline{S}}$.

Позначимо через n_1,n_2,n_3 число вихідних параметрів відповідно підсистем *P,E,C*, тобто $i=1\div n_1$, $j=1\div n_2$, $k=1\div n_3$. Сукупність ресурсів і послуг (з переліку *i*), яка необхідна для виробництва продукції виду *j* в підсистемі *E*, назвемо набором *j* і позначимо σ_j. Аналогічно, сукупність продукції і послуг (з переліку *j*), яка необхідна для розв'язання виду *k* соціальної проблеми в підсистемі *C*, назвемо набором *k* і позначимо σ_k.

Обмеження задачі $Z_{\overline{R}}$.

Розглянемо систему в період управління *t.* Ресурси, які готуються в підсистемі *P* в період управління *t* повинні забезпечити виконання всього об'єму робіт у галузях підсистеми *E:*

$$\sum_{i\in\sigma_j} a_{ij}\, r_i(t) \ge b_j(t), \quad j=1\div n_2, \tag{1}$$

де a_{ij} - об'єм робіт для виробництва продукції *j*, що забезпечується використанням одиниці ресурса і набору σ_j;

$r_i(t)$ - об'єм ресурсу *i*, що підготовлений за період управління *t* в підсистемі *P*;

$b_j(t)$ - об'єм необхідних робіт для виробництва продукції виду *j* протягом періоду *t* в підсистемі *E*.

Позначимо через ν_1 - загальну кількість видів діяльності підсистеми *P*. Кожному з ν_1 виду діяльності h_1 підсистеми *P* необхідно укластися у фонд корисного часу (що визначається вимогами виробництва продукції за часом у підсистемі *E*) за період t_1:

$$\sum_{i=1}^{n_1} t_{ih_1} \bullet r_i(t) \le \delta_{1h_1}, \quad h_1 = 1\div \nu_1 \tag{2}$$

де t_{ih_1} - норма часу, що необхідний для діяльності виду h_1 для підготовки одиниці ресурсу виду *i*;

δ_{1h_1} - фонд корисного часу підсистеми *P* діяльності виду h_1 за період δ_1.

Очевидно, що для будь-якого *t*

$$r_i(t) \geq 0, \quad i = 1 \div n_1 \qquad (3)$$

Обмеження задачі $Z_{\overline{P}}$.

Створені підсистемою *E* об'єми продукції за період управління *t* повинні забезпечити розв'язок всього необхідного об'єму і переліку проблем:

$$\sum_{j\, c\, \sigma_i} p_j(t) \geq \sum_{j\, c\, \sigma_i} \varphi_{jk}\, s_k(t), \quad k = 1 \div n_3 \qquad (4)$$

де $p_j(t)$ - об'єм продукції виду *j*, створений за період управління *t* у підсистемі *E*;

φ_{jk} - об'єм продукції виду *j*, необхідний для розв'язку одиниці соціальної проблеми *k* (в якості одиниці можуть виступати 1000 учнівських місць або 1000 лікарських ліжок, або комплекс очисних споруд, або 1000т запасу харчів, або сума вкладень у сферу забезпечення безпеки людини і т.п.);

$s_k(t)$ - попит у вирішенні соціальної проблеми *k* за період управління *t*.

Позначимо через ν_2 - загальну кількість видів діяльності підсистеми *E*. Кожному з ν_2 видів діяльності h_2 підсистеми *E* необхідно укластися у фонд корисного часу (що визначається вимогами розв'язку соціальних проблем у визначений термін) за період t_2:

$$\sum t_{jh_2} \bullet p_j(t) \leq \delta_{2h_2}, \quad h_2 = 1 \div \nu_2, \qquad (5)$$

де t_{jh_2} - норма часу, що необхідний для виготовлення одиниці продукції виду *j* з виду діяльності h_2;

δ_{2h_2} - фонд корисного часу підсистеми *E* діяльності виду h_2 за період δ_2.

Дуже важливо, щоб підсистема *E* не допускала під час виробництва p_j забруднення природного середовища вище гранично допустимої концентрації забруднення:

$$\sum_{j=1}^{n_2} x_{jm} \bullet p_j(t) \leq y_m, \quad m = 1 \div l, \qquad (6)$$

де x_{jm} - концентрація забруднення підсистеми *m* природного середовища під час виробництва одиниці продукції виду *j*;

y_m - гранично допустима концентрація забруднення підсистеми *m* природного середовища.

Під час виробництва p_j скорочення регіонального потенціалу розширеного відтворення виробничих ресурсів (запасів природних, матеріальних, фінансових і трудових ресурсів, а також виробничих і невиробничих фондів) не повинно перевищувати гранично допустимого нижнього рівня запасів цих ресурсів:

$$Г_i(t)\cdot\sum_{j=1}^{n_2} b_{\bar{i}j}\bullet p_j(t)\geq \bar{r}_{\bar{i}},\quad \bar{i}=1\div n<n_1, \tag{7}$$

де $b_{\bar{i}j}$ - об'єм вказаних ресурсів виду *і*, що використовується для виробництва одиниці продукції виду *j*;

$\bar{r}_{\bar{i}}$ - гранично допустимий нижній рівень запасів ресурсів виду *і*;

$Г_i(t)$ - запас ресурсів виду *і* до початку періоду *t*.

Утворення продукції *і* фондів виду *j* в підсистемі *E* обмежена наявністю накопичених елементів національного багатства (людського капіталу, основних виробничих фондів і запасів товарно-матеріальних цінностей, природних багатств, науково-технічного потенціалу) на час початку періоду управління *t*:

$$\sum_{j=1}^{n_2}\mu_{ij}\bullet p_j(t)\leq\beta_i(t),\quad i\epsilon\sigma_i, \tag{8}$$

де μ_{ij} - ресурси виду *і*, що вимагаються для виготовлення одиниці виду продукції *j*;

$\beta_i(t)$ - запас ресурсів виду *і* (елементів національного багатства), що знаходиться на вході підсистеми *E* перед початком періоду управління *t*.

Взагалі кажучи, вплив накопичених елементів національного багатства на виробництво ВВП визначається виробничою функцією, яка має наступну залежність:

$$\sum_j p_j(t)+D_t=f(y_i(t-\tau)), \tag{9}$$

де $f(y_i(t-\tau))$ - запаси елементів національного багатства, які безпосередньо впливають на ріст ВВП;

D_t - частина ВВП, що вибуває з відтворюваного кругообігу, включаючи домашнє майно, невиробничі основні фонди, чистий експорт, статичні розходження;

$y_t(t-\tau)$ - запас фактора *і* економічного росту на кінець періоду $(t-\tau)$;

τ - запізнення віддачі факторів економічного росту.

Зрозуміло, що обмеження (8) випливає з (9).

Для будь-якого *t*

$$p_j(t)\geq 0,\quad j=1\div n_2 \tag{10}$$

<u>Обмеження задачі</u> $Z_{\bar{S}}$

Об'єм соціальних проблем виду *k*, що треба розв'язати, обмежений наявністю на початок періоду управління *t* запасом наборів *k*:

$$\sum_{k=1}^{n_3}\varphi_{jk}S_{kf}(t)\le\gamma_j(t),\quad j\epsilon\sigma_k,\ f=1\div F \tag{11}$$

де $S_{kf}(t)$ - об’єм соціальних проблем виду k в галузі f підсистеми C за період управління t;

φ_{jk} - об’єм продукції виду j, що необхідний для розв’язання одиниці соціальної проблеми k;

$\gamma_j(t)$ - об’єм запасу продукції виду j, що є в наявності до початку періоду управління t.

Соціальні проблеми слід розв’язувати у визначені терміни (ввід потрібної кількості учнівських місць до початку навчального року, ввід газопроводу, житла до початку зимового сезону і т.п.):

$$\sum_{k=1}^{n_3}U_{kf}S_{kf}(t)\le\delta_{3f},\quad f=1\div F \tag{12}$$

де U_{kf} - норма часу, що потрібен для розв’язування одиниці соціальної проблеми k в галузі підсистеми C;

σ_{3j} - час, у який треба вкластися за період δ_3, при розв’язанні соціальної проблеми k в галузі підсистеми C.

Для будь-якого t

$$S_{tf}(t)\ge 0,\quad k=1\div n_3,\ f=1\div F. \tag{13}$$

Таким чином, ми маємо припустимі управління для задач

$$Z_{\overline{R}}\to r(t)$$
$$Z_{\overline{P}}\to p(t)$$
$$Z_{\overline{S}}\to s(t),$$

причому *r(t)* задовольняє обмеженням (1)–(3), *p(t)* - обмеженням (4)–(10), *s(t)* - обмеженням (11)-(13).

Визначимо цільові функції для задач $Z_{\overline{R}}, Z_{\overline{P}}, Z_S$. Введемо позначення:

M_k - потреба у розв’язанні об’ємів соціальної проблеми виду k в підсистемі C на кінець звітного періоду;

$\varPhi_k(t)$ - фактичне виконання цих об’ємів на початок періоду управління t.

Нехай $N_k(t)=M_k-\varPhi_k(t)$. Цільова функція для задачі $Z_{\overline{S}}$:

$$\min\sum_{k=1}^{n_3}\left|\left[S_{kf}(t)+S_{kf}(t+1)+S_{kf}(t+2)\right]\cdot N_k(t)\right|,\ f=1\div F \tag{14}$$

Визначимо тепер потребу підсистеми C в наборах k і вважатимемо її як заявку підсистемі E на їх виробництво. Для цього розв’яжемо задачу (14) з системою обмежень (11)-(13). Розв’язок цієї задачі позначимо через S*. Заявки на поставку наборів k в підсистему C до початку періодів $t+1$, $t+2$, будемо вважати різницею між S^* і запасом наборів k на початок періоду t:

$$W_k(t+1) = \max\{0, S_k^*(t) + S_k^*(t+1) - \gamma_j(t)\},$$

$$W_k(t+2) = \max\{0, S_k^*(t) + S_k^*(t+1) + S_k^*(t+2) - \gamma_j(t) + W_k(t+1)\}.$$

Маючи заявки W_k ,визначимо цільову функцію для задачі $Z_{\overline{P}}$, як мінімум різниці між тим, що необхідно виробити, і заявкою:

$$\min \sum_{j \in \sigma_k} \left| P_j(t) + P_j(t+1) - W_k(t+1) - W_k(t+2) \right|. \qquad (15)$$

Розв'язуємо задачу (15) з системою обмежень (4)-(10). Знайдемо аналогічно з Z_S заявку на ресурси (наборів j) на початок періоду $t+1$:

$$W_j(t+1) = \max\{0, p_j^*(t) + p_j^*(t+1) - \beta_i(t)\},$$

де $p_j^*(t),\ p_j^*(t+1)$ - розв'язки задачі (15).

Тим самим встановлюємо завдання як підсистемі P на підготовку ресурсів (наборів j) на початок періоду $t+1$, так і підсистемі E на виробництво наборів k на початок періодів $t+1$ і $t+2$.

Тепер задачі оперативного управління $Z_{\overline{R}}, Z_{\overline{P}}, Z_{\overline{S}}$ сформулюємо таким чином.

Задача $Z_{\overline{R}}$: $\min \sum_{i \in \sigma_j} \left| r_i(t) - W_j(t+1) \right|$ з обмеженнями (1)-(3).

Задача $Z_{\overline{P}}$: $\min \sum_{i \in \sigma_k} \left| p_j(t) + p_j(t+1) - W_k(t+1) - W_k t + 2) \right|$ з обмеженнями (4)-(10).

Задача Z_S: $\min \sum_{k=1}^{n_3} \left| S_{kf}(t) + S_{kf}(t+1) + S_{kf}(t+2) - N_k(t) \right|$ з обмеженнями (11)-(12).

Зрозуміло, що ефективно управляти процесами СРР в такій постановці неможливо без використання високих інформаційних технологій і утворення регіональних автоматизованих систем управління (РАСУ). Методи створення РАСУ і моделі складних систем розроблені, наприклад, в [3].

Література

1. Турчанінова Л.І., Мартиненко-Демянчук С.В. Моделювання процесу сталого регіонального розвитку // Містобудування та територіальне планування: науково-технічний збірник / Відповідальний редактор М.М. Осєтрін. – К., КНУБА, 2008. – Випуск 29. – с. 414-417.
2. Турчанінова Л.І., Панталій Н.Ю. Деякі питання впровадження прогресивних технологій управління ресурсами територіальної громади району в місті // Містобудування та територіальне планування: науково-

технічний збірник / Відповідальний редактор М.М. Осєтрін. – К., КНУБА, 2007. – Випуск 27. – с. 305-317.
3. Иванов П.М. Алгебраическое моделирование сложных систем. М.: Наука. – Физматлит. – 1996. – 275 с.
4. Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. Т.39, № 2, 2003а.
5. Згуровський М. Україна у глобальних вимірах сталого розвитку. // Щотижнева газета Національного технічного університету України «КПІ» «Київський політехнік» / № 20, 2006.

Анотація

Будується модель системи управління процесами сталого регіонального розвитку за типом адаптивної системи з ідентифікатором, що базується на економіко-математичній моделі регіонального розвитку

Аннотация

Строится модель системы управления процессами устойчивого регионального развития по типу адаптивной системы с идентификатором, основанной на экономико-математической модели регионального развития.

Abstract

The operational model of regional development of adaptive system with the identification is being built. It is based on the economic-mathematical model of regional development.