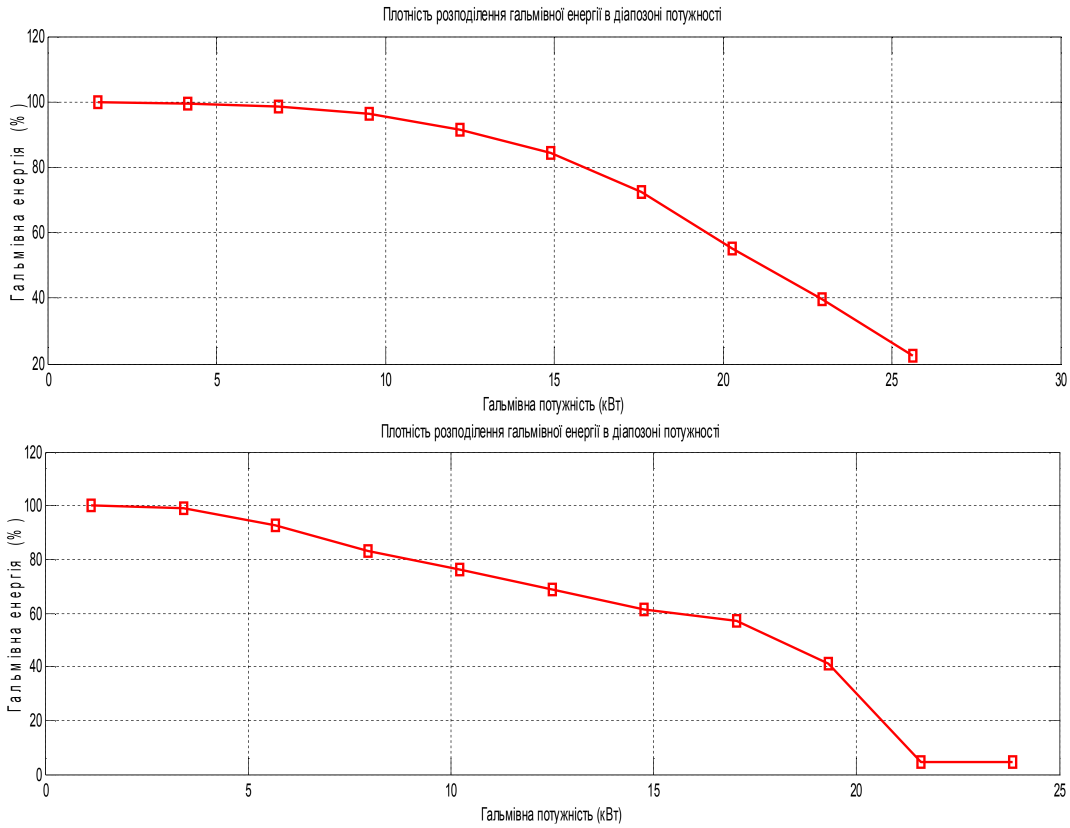


Рис. 6. Щільність розподілення гальмівної енергії в діапазоні потужностей

За даними гістограм (рис. 5) будуємо графік щільності розподілу гальмівної енергії в діапазоні потужності (рис. 6). З графіку для циклу FTP75 видно, що при потужності 26 кВт, 22% від енергії яку можливо рекуперувати, можна зробити висновок про доцільність встановлення рекуперативної установки на 26 кВт. З графіку для циклу NYCC видно, що більше ніж 21 кВт повертається не значна кількість енергії,тому не доцільно встановлювати рекуперативну установку більшої потужності.

Висновок та подальшій розвиток. Розроблено математичну модель та програму розрахунку за нею в середовищі програмного продукту MatLab/Similink, що дозволяє проводити в інтерактивному режимі розрахунки за різними їздовими циклами. За допомогою цієї програми можливо: змінювати значення вихідних параметрів, вибирати режим розрахунку, спостерігати поточну швидкість автомобіля та ступінь заряду батареї, бачити графічні результати розрахунків. Результати роботи програми представлені в графічному та табличному вигляді. В подальшому планується провести перевірку адекватності розробленої методики експериментально.

Література

1. *О.М. Тімков, О.С. Іванов*, Розподіл тягового та гальмівного зусилля на колесах автомобіля в різних їздових циклах// Харків: ХНАДУ, – Сб.наук. праць: Автомобільний транспорт, Вип. № 29 – 2011. – С.220–223.

УДК 65.01

ТЕНЗОРНИЙ АНАЛІЗ ПОТОКІВ У ВІДКРИТІЙ ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

Тіхонов В.І., кандидат технічних наук
Мельниченко О.І., кандидат технічних наук
Радкевич С.Д.

Постановка задачі. Керування матеріальними, інформаційними та іншими потоками є важливою складовою частиною сучасного інтегрованого світу, яка досліджується в рамках логістики як науково-технічної дисципліни [1]. Актуальність логістики обумовлена потенційними можливостями підвищення ефективності функціонування систем, що виробляють і постачають ринковий продукт. Методологія оптимального керування системою логістики базується на створенні адекватних математичних моделей процесів обігу матеріальних і нематеріальних ресурсів в розподілених комерційних мережах, що виробляють, накопичують і постачають ринковий продукт. Розділяють внутрішні (або замкнуті) моделі логістичної системи і відкриті (інтегровані) моделі [2-3]. Новим перспективним напрямком математичного моделювання логістичних систем є тензорний аналіз [4]. Однак відомі тензорні моделі логістичних систем потребують подальшого розвитку. Зокрема в літературі недостатньо публікацій по тензорним моделям відкритих систем логістики.

Метою роботи є побудова моделі тензорного аналізу моно-продуктових потоків у відкритій логістичній системі.

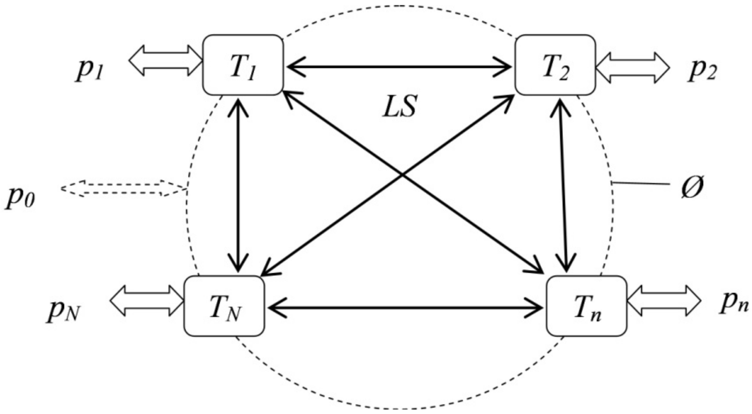


Рис.1. Топологічна схема відкритої логістичної системи

Розглянемо відкриту логістичну систему *LS*, яка має певну множину $\widetilde{T}$ складських терміналів $\widetilde{T} = \{T_n,\}$ $n=1,2,\ldots, N$, розташованих на умовних кордонах системи (рис.1). Термінали T_n призначені для динамічного накопичення і постачання деякого моно-продукту p. Кожен з терміналів має зовнішні потоки p_n продукту p, а також внутрішні перехресні потоки p_{nm} між кожною парою терміналів T_n і T_m, $n, m=1,2,\ldots, N; n \neq m$.

Доповнимо множину $\widetilde{T}$ *відкритим пустим елементомØ*: $T=\widetilde{T} \cup Ø$. Будемо вважати, що елемент Ø певним чином взаємодіє з усіма терміналами $T_n \in \widetilde{T}$, а також із зовнішнім оточенням логістичної системи. Фізичний зміст пустого елементу Ø може бути різнім. Наприклад, елемент Ø символізує умовного спостерігача-адміністратора, що контролює функціонування логістичної системи. Для того, щоб отримати інформацію про стан системи, спостерігач повинен тим чи іншим шляхом взаємодіяти з усіма терміналами$T_n \in \widetilde{T}$. Ця взаємодія може бути достатньо слабкою, але вона відіграє принципову роль с точки зору забезпечення зв'язності всіх непустих елементів об'єднаної множини T [5]. Елемент Ø умовно позначимо на схемі логістичної системи (рис.1) у вигляді пунктирного кола, що перетинає усі термінали системи. Здатність елементу Ø взаємодіяти із зовнішнім оточенням логістичної системи позначимо на рис.1 у вигляді пунктирної стрілки. Назвемо пустий елемент *Øнульовим терміналом* множини T, і позначимо його $T_0 \in T$.

Домовимось, що потік, позначений як p_{nn}, $n=0,1,\ldots, N$, відповідає потоку p_n, тобто $p_{nn}=p_n$. З урахуванням цього, відобразимо множину всіх зовнішніх і внутрішніх потоків логістичної системи *LS* у вигляді квадратної матриці потоків $P=\{p_{nm}\}$, $n, m=0,12,\ldots, N$, рис.2.

$P(n, m)=$

m / *n*	*0*	*1*	...	*N*
0	p_{00}	p_{01}	...	p_{0N}
1	p_{10}	p_{11}	...	p_{1N}
...	...	...	...	...
N	p_{N0}	p_{N1}	...	p_{NN}

Рис.2. Матриця потоків відкритої логістичної системи

Декомпозиція матриці потоків логістичної системи

Будемо вважати, що для кожної пари терміналів (T_n,T_m), $n, m=0,1,..., N$ існують дві складові потоків: $(p_{nm}, p_{mn})=(\overleftarrow{p}_{nm}, \vec{p}_{nm})$, де $\overleftarrow{p}_{nm}$ – складова потоку в напрямку «до терміналу T_nвід терміналу T_m», $\vec{p}_{nm}$ – складова потоку в напрямку «від T_nдо T_m». У випадку $m=n$ (діагональні елементи матриці P) $\overleftarrow{p}_{nn}$ означає «до терміналу T_nвід зовнішнього оточення», а $\vec{p}_{nn}$ – «від T_nу зовнішнє оточення».

Відобразимо еквівалентним образом кожну пару $(p_{nm}, p_{mn})=(\overleftarrow{p}_{nm}, \vec{p}_{nm})$, $n, m=0,1,..., N$ у комплексну пару (c_{nm},c_{mn}), де $c_{mn}=c^*_{nm}$, p^S_{nm} – симетрична складова пари (p_{nm}, p_{mn}), p^A_{nm} – антисиметрична складова пари(p_{nm}, p_{mn}). У разі $n=m$ замість комплексної пари (c_{nm}, c^*_{mn}) достатньо мати одне з двох комплексних чисел, наприклад c_{nm}. Для цього розглянемо довільну пару невід'ємних дійсних чисел (α,β).Представимо (α,β) у вигляді:

$$f(\alpha,\beta)=(\eta,\xi);\qquad \eta=\min(\alpha,\beta);\qquad \xi=(\beta-\alpha)/2\,. \tag{1}$$

Нескладно довести, що відображення f є зворотним, тобто:

$$f^{-1}(\eta,\xi)=(\alpha,\beta);\ \beta=2\cdot\xi+\alpha;\ \alpha=\eta,\quad \xi\ge 0;\ \beta=\eta,\quad \xi\le 0; \tag{2}$$

$$\begin{cases}(\alpha+\beta)/2=\eta+|\xi|,\\ (\alpha,\beta)\leftrightarrow[(\eta,\eta),(\xi,-\xi)].\end{cases} \tag{3}$$

Назвемо η та ξ відповідно симетричною та антисиметричною складовою пари (α, β). Має місце очевидна властивість:

$$\text{якщо } f(\alpha,\beta)=(\eta,\xi),\ \text{то } f(\beta,\alpha)=(\eta,-\xi)\,. \tag{4}$$

Таким чином, кожна пара (α,β) взаємно зворотно відображується у комплексну пару $(\eta+i\cdot\xi)$. З урахуванням формул (1÷4), маємо відображення:

$$(p_{nm}, p_{mn})=(\overleftarrow{p}_{nm}, \vec{p}_{nm})\leftrightarrow(c_{nm},c_{mn})=[(p^S_{nm}+i\cdot p^A_{nm}),(p^S_{nm}-i\cdot p^A_{nm})] \tag{5}$$

Матрицю $C=C(n,m)=\{c_{nm}\}$ назвемо *комплексною матрицею потоків* відкритої логістичної системи. Нехай $diagV=D$– функція, яка створює діагональну матрицю D, що має на головній діагоналі елементи вектору V, а всі інші елементи рівні нулю. Позначимо $diag^{-1}M=V$ функцію, яка виконує зворотну операцію, тобто утворює вектор V з діагональних елементів матриці M. Застосуємо функцію $diag^{-1}$до матриці C: $V= (diag^{-1}C)$. Комплексний вектор V назвемо *вектором зовнішніх потоків* відкритої логістичної системи. Комплексну діагональну матрицю$D(C)= diag(V)$назвемо *тензором зовнішніхпотоків* відкритої логістичної системи. Дійсна частина тензору D – це симетрична складова, а умовна частина $Im(D)$ – це антисиметрична складова тензору D. Тензор Dв загальному випадку визначає ортогональний комплексний $(N+1)$-мірний базис з неевклідовою метрикою. Комплексну матрицю Q з нульовою діагоналлю виду$Q=C- D(C)$назвемо *матрицею внутрішніх потоків* відкритої логістичної системи. Матриця Q, очевидно, є самоспряженою і має нульову головну діагональ (тобто є ермітовою). Дійсна частина матриці $Re(Q)$ –симетрична складова, а умовна частина $Im(Q)$ – це антисиметрична складова.

Перетворимо матрицю Q на тензор. Для цього знайдемо таку невироджену систему комплексних векторів $A=\{A_n\}$, $n=0,1,..., N$, для якої ермітова матриця H скалярних добутків $H=A\cdot A^*$ (де A^* − комплексно спряжена система векторів) співпадає з матрицею Q по всіх елементах, окрім діагональних. Невиродженість системи векторів $=\{A_n\}$ означає, що всі власні значення λ^H_n, $n=0,1,..., N$ матриці $H=A\cdot A^*$ є додатними дійсними числами, тобто матриця H є *позитивно обумовленою*[6].

Нормалізація спектру внутрішніх потоків логістичної системи

Позначимо вектор власних значень $\lambda^H=\{\lambda^H{}_n\}$, і назвемо цей вектор *спектром матриці* H. Діагональну матрицю $\Lambda^H= diag(\lambda^H{}_n)$ назвемо *спектральним тензором* ермітової матриці $H=A\cdot A^*$. Має місце властивість: $Tr(H)=Tr(\Lambda^H)$ [6], де Tr – функція «слід матриці» (додаток усіх діагональних елементів матриці). З у рахуванням вище сказаного, для перетворення комплексної матриці Q в тензор, треба перетворити Q в деяку позитивно обумовлену ермітову матрицю H, що не суперечить матриці Q (тобто матриця H співпадає з матрицею Q в усіх недіагональних елементах).

Сформульована вище задача, очевидно, не має однозначного рішення, оскільки існує безліч позитивно обумовлених ермітових матриць, що не суперечать матриці Q. Дійсно, якщо деяка матриця H_0 вирішує сформульовану вище задачу, то будь яка інша матриця $H=H_0+diag(V)$, де V – довільний вектор додатних дійсних чисел, також задовольняє усі умови сформульованої задачі. Тому конкретизуємо задачу перетворення матриці Q на тензор: будемо шукати таку позитивно обумовлену ермітову матрицю $H(Q)$ як функцію від матриці Q, що співпадає з усіма недіагональними елементами матриці Q, але при цьому має мінімальну потужність спектру:

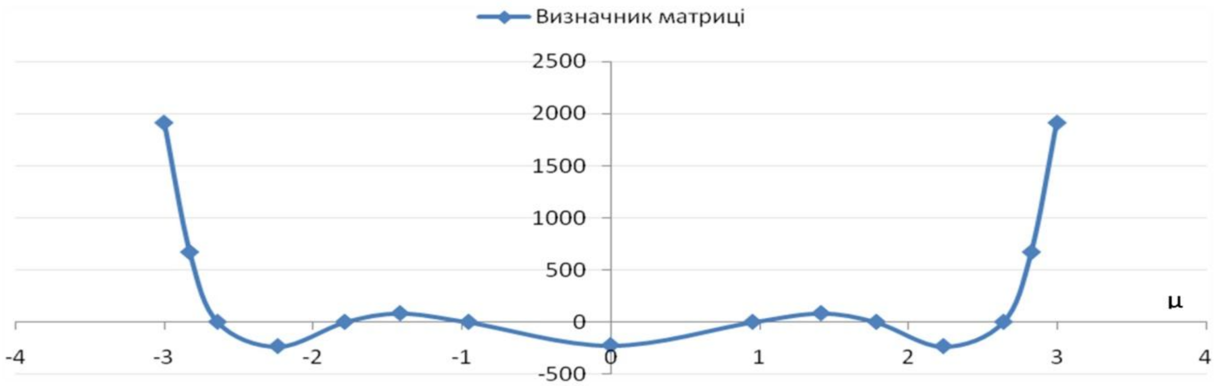
$$\begin{cases} H - diag(diag^{-1}H)=Q, \\ Tr(\Lambda^H)=Tr(H(Q))=min. \end{cases} \tag{6}$$

В якості початкового шагу для вирішення задачі (9) приймемо гіпотезу, що всі вектори A_n системи $A=\{A_n\}$, $n=0,1,\ldots, N$ мають однакову довжину, яка задана параметромμ. Тоді на діагоналі матриці $H=A\cdot A^*$ повинні бути однакові числа μ^2. Нехай $\mu^2\cdot I$ – діагональна матриця, де I – одинична діагональна матриця, $H=H(\mu, Q)=\mu^2\cdot I+Q$. Розглянемо функцію виду:

$$f(\mu,Q)=det\,(H)= det(\mu^2\cdot I+Q), \tag{7}$$

де det – функція детермінанту матриці H.

Нехай $\lambda^Q{}_{min}$ – мінімальне власне число матриці Q (воно обов'язково від'ємне, оскільки матриця Q має нульову діагональ, а додаток усіх власних чисел цієї матриці має дорівнювати нулю). На рис.3 зображено типовий вид функції $f(\mu,Q)$.



μ (горизонт. вісь)	-3	-2.8	-2.6	-2.2	-1.8	-1.4	-1	0	1	1.4	1.8	2.2	2.6	2.8	3
det(R) (вертик. вісь)	1918	672	0	-234	0	84	0	-224	0	84	0	-234	0	672	1918

Рис.3. Залежність детермінанту матриці H від параметру μ

Оберемо вектори A_n таким чином, щоб мало місце $|A_n|=\mu_0>|\lambda^Q{}_{min}|^{0.5}$, $n=0,1,\ldots, N$. При цьому всі власні числа λ^H у спектрі матриці H збільшаться на величину μ_0^2порівняно зі спектромматриці Q. Звідси отримаємо$\lambda^H_{min} = \lambda^Q_{min} + \mu_0^2 > 0$.Множину λ додатних власних чисел у спектрі λ^H матриці $H(\mu_0, Q)$ назвемо *нормалізованим спектром внутрішніх потоків* логістичної системи.

Побудова тензорів для внутрішніх і зовнішніх потоків логістичної системи

Нехай $\lambda=\{\lambda_n\}$, $n=0,1,2,\ldots, N$ – нормалізований спектр внутрішніх потоків логістичної системи. Діагональну матрицю $\Lambda= diag(\lambda)$назвемо *нормалізованим спектральним тензором* матриці H. Нехай $Z=\{Z_n\}$, $n=0,1,\ldots, N$ – система власних (комплексних) векторів ермітової матриці H. Представимо матрицю H у вигляді [6]:

$$\begin{cases} H=Z^*\cdot\Lambda\cdot Z= (Z^*\cdot\Lambda^{0.5})\cdot(Z\cdot \Lambda^{0.5})=A \cdot A^*, \\ A= Z^*\cdot\Lambda^{0.5};\ \ A^*= Z\cdot \Lambda^{0.5}. \end{cases} \tag{8}$$

<u>*Визначення*</u>.

1. Матрицю $H=Z^*\cdot\Lambda\cdot Z$ назвемо *комплекснимтензором внутрішніх потоків* логістичної системи.

2. Дійсну частину $Re(H)$ тензора $H=Z^*\cdot\Lambda\cdot Z$ назвемо *дійсним рімановимметричним тензором* (або *метрикою*) *внутрішніх потоків* логістичної системи. Тензор $Re(H)$ задовольняє всі вимоги метричного тензору Римана [6].

3. Умовну частину $Im(H)$ тензора $H=Z^*\cdot\Lambda\cdot Z$ назвемо *комплекснимтензоромплоского кручення* (або *крученням*) *внутрішніх потоків* логістичної системи.

4. Симетричну (дійсну) складову $Re(D(C))$ комплексного тензора зовнішніх потоків назвемо *метричним тензором* (або *метрикою*) *зовнішніх потоків* логістичної системи.

5. Антисиметричну (умовну) складову $Im(D(C))$ комплексного тензора зовнішніх потоків назвемо *тензоромкривизнизовнішніх потоків* логістичної системи.

6. Систему $S=(D(C), H)$ з двох комплексних тензорів: неермітової діагональної комплексної матриці $D(C)$ і ермітової комплексної матриці $H=Z^*\cdot\Lambda\cdot Z$ – назвемо *комплексним метричним тензором з кривизною і крученням для зовнішніх і внутрішніх потоків* логістичної системи.

Висновок. В роботі побудовано модель тензорного аналізу моно-продуктових потоків у відкритій системі логістики. Модель представляє собою *комплексний метричний тензор з кривизною і крученням для зовнішніх і внутрішніх потоків* логістичної системи. Запропонована модель дозволяє використовувати математичний апарат тензорного аналізу для дослідження моно-продуктових потоків у відкритій логістичній системі. Подальші дослідження у даному напрямку передбачають створення прикладних комп'ютерних алгоритмів і програм для практичного використання запропонованої моделі тензорного аналізу моно-продуктових потоків, а також дослідження спектрів потоків для реальних систем логістики.

Література

1. *Гаджинский А.М.* Логистика: Учебник. - М: Маркетинг 1998 - 228 с.

360 p. www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/pro...

2. *H. Donald Ratliff, William G. Nulty.*Logistics Composite Modeling.The Logistics Inst. Georgia Tech.Technical White Paper Series. 1996 – 47 p.

3. *R. Farr.*Internal Logistics Modelling. – Univ. of Nottingham.

<u>www.vivaceproject.com/content/.../5-2.pdf</u>

4. *Петров А. Е.*Двойственные сетевые модели больших систем. *«Сетевые модели в управлении» -Специальный выпуск 30.1. С.76−90. ubs.mtas.ru/search/redirect.php?xml_id=18080...*

5. *Тихонов В.И.* Фрактальная топологическая модель открытой телекоммуникационной сети. – Науковіпраці ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2010, №1. с.49-58.

6. *Корн Г., Корн Т.*Справочник по математике (для научныхработников и инженеров). − М.: Наука, 1973. − 832 с.

УДК 658.631.3

СИСТЕМНО-ЧИННИКОВІ ЗАСАДИ ПРОФІЛЮВАННЯ МІСІЇ ІНТЕГРОВАНИХ ПРОГРАМ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Тригуба А.М., кандидат технічних наук

Вступ. На даний час аграрне виробництво в Україні перебуває у кризовому стані. Це пов'язано із тим, що у більшості сільськогосподарських підприємств незадовільний фінансовий стан та вони не мають чітко відлагоджених інтеграційних взаємозв'язків у ланцюгу «виробник-переробник-реалізатор» [1]. Для покращення існуючого стану аграрного виробництва слід вирішити низку проблем завдяки реалізації відповідних інтегрованих програм. Невід'ємною складовою ефективної реалізації інтегрованих програм аграрного виробництва (ІПАВ) є профілювання їх місії. Існує системна взаємозалежність між задачами, які слід вирішувати у ІПАВ, так як рівень формулювання та вирішення окремої задачі, що стосується цих програм, впливає на потребу і ефективність вирішення інших.

Аналіз публікацій та постановка завдання. Питанням дослідження проблем профілювання місії програмам різних сфер діяльності приділяється достатньо багато уваги [2, 3]. Виконаний аналіз науково-методичних засад управління окремими проектами аграрного виробництва [4, 5], свідчить про те, що на формування продукту окремих проектів значною мірою впливає стан програмного середовища, який зумовлюється низкою чинників. Окрім того, наявні дослідження стосовно особливостей управління ІПАВ [4, 5]. Однак, що стосується наукових засад профілювання місії ІПАВ, то з цього питання публікації відсутні.

Мета статті - Розкрити положення системно-чинникових засад профілювання місії інтегрованих програм аграрного виробництва.

Основна частина. У ІПАВ одночасно реалізовується декілька взаємопов'язаних проектів, які розглядаються як окремі системи $\left(C_{бп}^{mn}\right)$ на декількох *m*-х рівнях. Кожна із цих систем включає по дві підсистеми – підсистема «проект» $\left(\Pi_{проект}^{mn}\right)$ та підсистема «продукт» $\left(\Pi_{прод}^{mn}\right)$, які є відповідно як обслуговувана та сервісна підсистеми. Обслуговувана підсистема $\Pi_{прод}^{mn}$ у результаті цілеспрямованих дій на неї упродовж певного часу підсистеми $\Pi_{проект}^{mn}$ змінює свої параметри $\left(\Delta Z_o\right)$, керовані характеристики вхідних впливів (потоків) $\left(\Delta X_o\right)$, параметри управлінських дій $\left\{d^{mn}\right\}$, а також показники ефективності $\left(\Delta Y_o\right)$ її функціонування. Перехід окремої підсистеми «продукт» із початкового стану $\left(\Pi_{прод\_n}^{mn}\right)$ у кінцевий $\left(\Pi_{прод\_к}^{mn}\right)$ відбувається під впливом проектних та програмних чинників (рис. 1).

До головних груп програмних чинників належать: 1) соціальні *(С)*; 2) правові (Пр); 3) якісно-стандартні *(Я)*; 4) ринково-кон'юнктурні *($Р_к$)*; 5) технічні *($Т_з$)*; 6) інформаційні *(І)*; 7) ресурсні *(Р)*; 8) кредитно-фінансові *($К_ф$)*; 9) зовнішньо-організаційні *($О_з$)*; 10) кліматичні *($К_л$)*. До головних груп проектних чинників належать: 1) предметні *(П)*; 2) технологічні *($Т_л$)*; 3) внутрішньо-технічні *($Т_в$)*; 4) природно-виробничі *($В_п$)*; 5) фінансово-економічні *(Ф)*; 6) внутрішньо-організаційні *($О_в$)*.

Соціальна група чинників впливу на стан програмного середовища ІПАВ полягає в зацікавленості як учасників цих програм, так і громадян держави у дешевих і якісних продуктах харчування, які є продуктом ІПАВ. Окрім того, до цієї групи чинників належить наявність на ринку праці фахівців, спроможних із використанням відповідного технічного забезпечення ефективно виконувати роботи у цих програмах.

Правова група чинників впливу на стан програмного середовища ІПАВ стосується різних її аспектів. Зокрема, це зобов'язання заводів-виготовлювачів щодо якості техніки та послуг, своєчасності виконання обслуговуючих та інших сервісних робіт, податкова система щодо діяльності стосовно реалізації ІПАВ тощо.