

# Загальні питання

УДК 519.8+510.22

В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзеверін, О.В. Воробйов

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ СПРІЯННЯ ФОРМУВАННЮ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОЇ ВЛАСНОЇ ПОВЕДІНКИ РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ

*Розглядається метод визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи на прикладі економічної системи багаторівневої ієрархічної структури, якій враховує функціональне призначення та значущість впливу кожного елемента відповідного рівня щодо визначення змісту функціонування системи в цілому.*

**Ключові слова:** *складна система, цілеспрямована поведінка, нестохастична невизначеність, нечітке відношення, функція приналежності.*

### Вступ

**Постановка проблеми.** За прийнятими на теперішній час поглядами, що визначено в [2, 3, 5, 6], якщо структура системи передбачає деяку кількість елементів об'єднаних зв'язками, що в сукупності відповідає змісту функціонування системи, та зав'язки не змінюються під впливом зовнішнього середовища, то таку систему прийнято називати простою. Такі системи у відповідності до [2, 5], є предметом наукових досліджень другого рівня – "структура – функція". Якщо структура системи складається з достатньо великої кількості елементів і зв'язки між ними не є сталими, а визначаються зміною значущості факторів політичної, економічної, етнічної та суб'єктивної спрямованостей в процесі її функціонування, то розглядається складна система.

Може бути висунута гіпотеза, що власна цілеспрямована поведінка розвитку спрямовує розвиток її функціонування в напрямку до стану "рівноваги її функціонування" на повній множині факторів, які визначають, за суб'єктивним баченням ОПП, сутність функціонування складної системи. Фактори, які визначають сутність функціонування складної системи мають як кількісну так і якісну природу. Дослідження таких систем, у відповідності до [2], відносять до четвертого рівня досліджень – "метасистема – діяльність". Змінні, які необхідно поставити у відповідність кожному фактору при розробленні моделі для опису процесу функціонування складної системи, складають множину, для якої можуть бути визначені: підмножина змінних, яка ОПП буде розглядатися в якості підмножини змінних визначених; підмножина змінних, яка за розумінням ОПП має природу стохастичної невизначеності; підмножина змінних, яка за розумінням ОПП має природу нестохастичної не-

значеності. Відзначене вище відповідає змісту світогляду, на основі якого ОПП має власне суб'єктивне розуміння змісту дослідження функціонування складних систем. Існує прийняте розуміння [1 – 6], що дослідження на четвертому рівні "метасистема – діяльність" не допускає формалізації процесу функціонування складних систем, що терміни – "системи не допускають їх формалізації", чи є "слабоструктурованими" – слід вважати прийнятними. А це означає, що висловлювання "керування (управління) процесом функціонування системи" може мати розуміння тільки при розгляді простої системи, а при розгляді складної системи таке висловлювання слід вважати некоректним. Розвиток напрямів функціонування складної системи підпорядковується особистим системним закономірностям, які визначають цілеспрямовану її поведінку. За [6] слід наголосити, що такі системи є самоорганізуючими системами. При такому розумінні процесу розвитку функціонування складної системи виникає наукова проблема: сприяння цілеспрямованій власній поведінці розвитку функціонування складної системи.

**Аналіз літератури.** Поняття "впливу" на результат функціонування вводиться у відповідності до цілеспрямованості дослідження та природного змісту процесу функціонування [2, 3]. Так як процес функціонування розглядається в умовах стохастичної невизначеності, то результат функціонування, в якому б вимірі він не подавався, є випадковою величиною, закон розподілу якої підлягає визначенню.

Під ефективністю функціонування простої системи (при другому ("структура – функція") чи третьому ("організація – поведінка") рівнях досліджень) розуміють відповідність можливого (випадкового) результату функціонування системи та того результату, який передбачається при функціонуванні введе-

ної до розгляду простої системи та який приймається детермінованим. Чисельна міра такої відповідності можливого та бажаного результатів функціонування простої системи має тлумачення показника ефективності. Означення критерію ефективності функціонування простої системи як правила, за яким приймається та чи інша альтернатива, ґрунтоване на законі розподілу випадкової величини можливого результату функціонування простої системи в умовах стохастичної невизначеності. Показники та критерії функціонування простої системи в умовах стохастичної невизначеності в повній мірі формують знання ОПР щодо прогнозування розвитку процесу функціонування простої системи як його погляду на реальне явище природи технічної спрямованості.

В [4] розглянуто метод визначення впливу чинників соціальної та суб'єктивної природи, які визначають сутність змісту означення поняття «складна система» та враховуються при описі процесу функціонування складної системи. Запропонований метод базується на розгляді нечіткого бінарного відношення чинників несупорядкованої переваги. В [5] відзначено, що дослідження складних систем доцільно спрямовувати на виявлення напрямів сприяння формуванню власної цілеспрямованої поведінки розвитку процесу їх функціонування.

**Мета статті** полягає в поданні метода визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки складної системи в умовах нечіткого нестохастично невизначеного середовища, який базується на суб'єктивних оцінках досягнення рівня цілеспрямованого функціонування її підсистем.

### Вирішення поставленого завдання

Формування власної цілеспрямованої поведінки складної системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$ , яка подана в [10], визначається цілеспрямованими власними поведінками підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$ . Досягнення цілі складної системи  $T$  сприяється рівнями досягнення власних цілей підсистемами  $S_i, i = \overline{1, n}$ . При цьому можна вважати, що за переліком види діяльностей підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$  співпадають, до яких можна відносити наступні:

- перший: обґрунтування стратегії цілеспрямованої діяльності ;
- другий: менеджментська діяльність  $r_{12}$  ;
- третій: фінансова діяльність  $r_{13}$  ;
- четвертий: маркетингова діяльність  $r_{14}$  ;
- п'ятий: діяльність, яка визначена технічними питаннями розвитку, які впливають на формування цілеспрямованої власної поведінки підсистеми  $S_i, r_{15}$  ;
- шостий: діяльність, яка визначена технологічними питаннями розвитку, які впливають на формування цілеспрямованої власної поведінки  $r_{16}$  ;

– сьомий: діяльність, яка визначена кадровими питаннями розвитку  $r_{17}$

– восьмий: науково-дослідна діяльність розвитку  $r_{18}$ .

В подальшому, що визначено в [10], вважається, що приведений перелік видів діяльностей, які відповідають формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку функціонування підсистем, є повним. Звичайно, в загальному випадку, в залежності від цілей функціонування та їх прогнозованого розвитку, перелік видів діяльності підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$  може співпадати лише частково, тобто співпадати лише за окремими позиціями. Відзначимо також, що складові будь-якого виду діяльності для різних підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$ , в заданому випадку, також, співпадають частково.

Зазначене вище відповідає тому, що введено до розгляду множини видів діяльності  $S_i \in \bar{O}$ ,  $R_{ij} = \{r_{ij}\}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n_i}$ , де  $r_{ij}$  поставлена у відповідність підмножині  $Q_{ij} = \{r_{ijk}\}$ , яка відповідає переліку складових видів діяльності  $S_i, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n_i}$ , що відповідає різним перелікам видів діяльності  $S_i; k = \overline{1, n_j}$ , що відповідає різним перелікам складових видів діяльності  $S_i$ . Прийнятті позначення відповідають поданим на рис. 1.

Для забезпечення досягнення мети, яка наголошена в даному поданні та полягає в розробці метода визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки складної системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$ , на основі суб'єктивних оцінок рівня досягнення цілеспрямованого функціонування її підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$ , доцільно ввести до розгляду наступний принцип. Суб'єктивна оцінка рівня досягнення цілі  $S_i, i = \overline{1, n}$  на шляху її цілеспрямованого функціонування пов'язана з визначенням значущості видів діяльності, які можуть бути виявлені на основі суб'єктивних суджень експертів при розгляді  $r_{1j2}$  – нечіткого відношення на звичайній множині  $R_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n_i}$  та пов'язана з визначенням значущості складових кожного виду діяльності, які складають зміст четвертого рівня декомпозиції структури системи  $T$  в ієрархію, поданої на рис. 1.

Метод визначення значущості видів діяльності та складових видів діяльності подано в [10].

Виявлення значущості будь-якої складової будь-якого виду діяльності ґрунтоване на тому, що  $r_{ijk} \in Q_{ij} \in R_{ij}$  та має своє, у відповідності до суб'єктивного розуміння ОПР, функціональне призначення щодо формування цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$ .

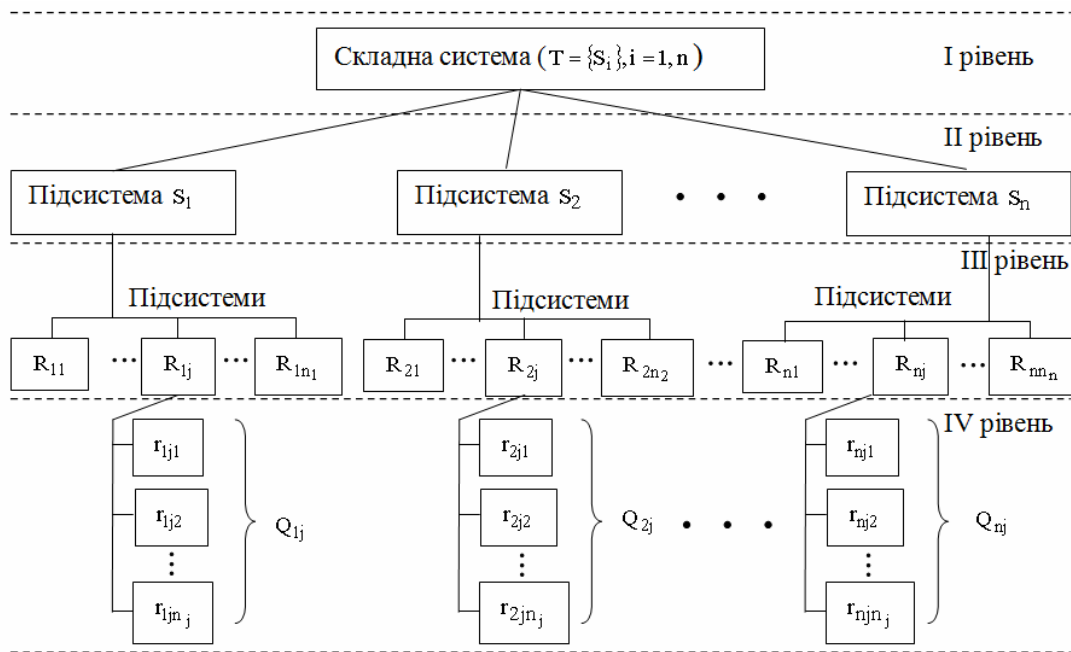


Рис. 1. Декомпозиція структури системи T в ієрархію

Тому рівень значущості кожної складової будь-якого виду діяльності  $S_i, i = \overline{1, n}$ , який визначається у відповідності до рівнів недомінованості елементів  $r_{ijk}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n_i}, k = \overline{1, n_j}$ , буде відповідати значенням функції приналежності нечіткої підмножини яка буде формуватися як об'єднання або переріз нечітких підмножин ядер нечіткого бінарного від-

ношення виду діяльності та ядер нечіткого бінарного відношення складової виду діяльності.

В табл. 1 подані нечіткі підмножини відношення складових всіх видів діяльності та видів діяльності з урахуваннями їх функціональних призначень, розрахунки яких приведені в [10] та які, у відповідності до позицій, мають такі формалізовані подання.

$$1. \tilde{W}_{> i, j=1} = \tilde{R}_{i, j=1} \cup \tilde{Q}_{i, j=1} = \bigcup_{r_{i, j=1, k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^6 \max \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}}}^{(i, j=1)}(r_{i, j=1}), \mu_{M_{\tilde{Q}}}^{(i, j=1, k)}(r_{i, j=1, k}) \right\} / r_{i, j=1, k} \right\}. \quad (1)$$

$$2. \tilde{W}_{> i, j=2} = \tilde{R}_{i, j=1} \cap \tilde{Q}_{i, j=2} = \bigcup_{r_{i, j=2, k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^5 \min \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}}}^{(i, j=2)}(r_{i, j=2}), \mu_{M_{\tilde{Q}}}^{(i, j=2, k)}(r_{i, j=2, k}) \right\} / r_{i, j=2, k} \right\}. \quad (2)$$

$$3. \tilde{W}_{> i, j=3} = \tilde{R}_{i, j=3} \cap \tilde{Q}_{i, j=3} = \bigcup_{r_{i, j=3, k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^5 \min \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}}}^{(i, j=3)}(r_{i, j=3}), \mu_{M_{\tilde{Q}}}^{(i, j=3, k)}(r_{i, j=3, k}) \right\} / r_{i, j=3, k} \right\}. \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{> i, j=4} &= \left\{ \tilde{R}_{i, j=4} \cap \tilde{Q}_{i, j=4} \right\} \cup \left\{ \tilde{R}_{i, j=4} \cup \tilde{Q}_{i, j=4, k=3-5} \right\} = \\ &= \bigcup_{r_{i, j=4, k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^2 \min \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}}}^{(i, j=4)}(r_{i, j=4}), \mu_{M_{\tilde{Q}}}^{(i, j=4, k)}(r_{i, j=4, k}) \right\} / r_{i, j=4, k} \right\} \cup \\ &\quad \bigcup_{k=3}^5 \left\{ \bigcup_{r_{i, j=4, k} \in Q_{ij}} \max \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}_{ij, >}}}^{(i, j=4)}(r_{i, j=4}), \mu_{M_{Q_{ij, >}}}^{(i, j=4, k)}(r_{i, j=4, k}) \right\} / r_{i, j=4, k} \right\}. \end{aligned} \quad (4)$$

$$5. \tilde{W}_{> i, j=5} = \tilde{R}_{i, j=5} \cup \tilde{Q}_{i, j=5} = \bigcup_{r_{i, j=5, k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^4 \max \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}}}^{(i, j=5)}(r_{i, j=5}), \mu_{M_{\tilde{Q}}}^{(i, j=5, k)}(r_{i, j=5, k}) \right\} / r_{i, j=5, k} \right\}. \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{> i, j=6} &= \left\{ \left\{ \bar{R}_{ij=6} \cup \bar{Q}_{ij=6, k=1,3} \right\} \cup \left\{ \bar{R}_{ij=6} \cap \bar{Q}_{ij=6, k=4,6} \right\} \right\} = \\ 6. &= \bigcup_{r_{i,j=6,k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^3 \max \left\{ \mu_{M_{\bar{R}}}^{(i,j=6)}(r_{i,j=4}), \mu_{M_{\bar{Q}}}^{(i,j=6,k)}(r_{i,j=6,k}) \right\} / r_{i,j=6,k} \right\} \cup \end{aligned} \quad (6)$$

$$\bigcup \left\{ \bigcup_{k=4}^6 \min \left\{ \mu_{M_{\bar{R}}}^{(i,j=6)}(r_{i,j=4}), \mu_{M_{\bar{Q}}}^{(i,j=6,k)}(r_{i,j=6,k}) \right\} / r_{i,j=6,k} \right\}.$$

$$7. \tilde{W}_{> i, j=7} = \tilde{R}_{i,j=7} \cup \tilde{Q}_{i,j=7} = \bigcup_{r_{i,j=7,k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^5 \max \left\{ \mu_{M_{\bar{R}}}^{(i,j=7)}(r_{i,j=7}), \mu_{M_{\bar{Q}}}^{(i,j=7,k)}(r_{i,j=7,k}) \right\} / r_{i,j=7,k} \right\}. \quad (7)$$

$$8. \tilde{W}_{> i, j=8} = \tilde{R}_{i,j=8} \cap \tilde{Q}_{i,j=7} = \bigcup_{r_{i,j=8,k} \in Q_{ij}} \left\{ \bigcup_{k=1}^4 \min \left\{ \mu_{M_{\bar{R}}}^{(i,j=8)}(r_{i,j=8}), \mu_{M_{\bar{Q}}}^{(i,j=8,k)}(r_{i,j=8,k}) \right\} / r_{i,j=8,k} \right\}. \quad (8)$$

Таблиця 1

Рівні значущості видів діяльності з урахуванням їх функціональної спрямованості

№ з/п	Вид діяльності (r <sub>ij</sub> ∈ R <sub>ij</sub> )	Рівень значущості μ <sub>M<sub>R̄</sub>, &gt;</sub> <sup>(ij)</sup> (r <sub>ij</sub> )	Рівні значущості видів діяльності з урахуванням їх функціональної спрямованості							Відповідність операцій об'єднання або переріз за функціональним призначенням складових r <sub>ijk</sub> функціональному призначенню виду r <sub>ij</sub>
			μ <sub>M<sub>Q̄ij, &gt;</sub></sub> <sup>(ij)</sup> (r <sub>ijk</sub> )							
1	r <sub>11</sub>	0,4	r <sub>111</sub> /0,3	r <sub>112</sub> /0,4	r <sub>113</sub> /0,6	r <sub>114</sub> /0,4	r <sub>115</sub> /0,7	r <sub>116</sub> /0,8	r <sub>117</sub> /0,9	{r <sub>11k</sub> } ∪ {r <sub>11</sub> }, k = 1, 7 {0, 4; 0, 4; 0, 6; 0, 4; 0, 7; 0, 8; 0, 9}
2	r <sub>12</sub>	0,6	r <sub>121</sub> /0,7	r <sub>122</sub> /0,6	r <sub>123</sub> /0,5	r <sub>124</sub> /0,8	r <sub>125</sub> /0,4			{r <sub>12k</sub> } ∩ {r <sub>12</sub> }, k = 1, 5 {0, 6; 0, 6; 0, 5; 0, 6; 0, 4}
3	r <sub>13</sub>	0,7	r <sub>131</sub> /0,4	r <sub>132</sub> /0,2	r <sub>133</sub> /0,3	r <sub>134</sub> /0,5	r <sub>135</sub> /0,7			{r <sub>13k</sub> } ∩ {r <sub>13</sub> }, k = 1, 5 {0, 4; 0, 2; 0, 3; 0, 5; 0, 7}
4	r <sub>14</sub>	0,6	r <sub>141</sub> /0,3	r <sub>142</sub> /0,4	r <sub>143</sub> /0,9	r <sub>144</sub> /0,5	r <sub>145</sub> /0,8			{r <sub>14k</sub> } ∩ {r <sub>14</sub> }, k = 1, 2 {r <sub>14k</sub> } ∪ {r <sub>14</sub> }, k = 3, 4, 5 {0, 3; 0, 4; 0, 9; 0, 6; 0, 8}
5	r <sub>15</sub>	0,5	r <sub>151</sub> /0,6	r <sub>152</sub> /0,9	r <sub>153</sub> /0,5	r <sub>154</sub> /0,8				{r <sub>15k</sub> } ∪ {r <sub>15</sub> }, k = 1, 4 {0, 6; 0, 9; 0, 5; 0, 8}
6	r <sub>16</sub>	0,4	r <sub>161</sub> /0,1	r <sub>162</sub> /0,6	r <sub>163</sub> /0,4	r <sub>164</sub> /0,3	r <sub>165</sub> /0,5	r <sub>166</sub> /0,8		{r <sub>16k</sub> } ∪ {r <sub>16</sub> }, k = 1, 3 {r <sub>16k</sub> } ∩ {r <sub>16</sub> }, k = 4, 6 {0, 4; 0, 6; 0, 4; 0, 3; 0, 4; 0, 4}
7	r <sub>17</sub>	0,3	r <sub>171</sub> /0,9	r <sub>172</sub> /0,2	r <sub>173</sub> /0,7	r <sub>174</sub> /0,3	r <sub>175</sub> /0,5			{r <sub>17k</sub> } ∪ {r <sub>17</sub> }, k = 1, 5 {0, 9; 0, 3; 0, 7; 0, 3; 0, 5}
8	r <sub>18</sub>	0,8	r <sub>181</sub> /0,8	r <sub>182</sub> /0,3	r <sub>173</sub> /0,6	r <sub>174</sub> /0,5				{r <sub>18k</sub> } ∪ {r <sub>18</sub> }, k = 1, 4 {0, 8; 0, 3; 0, 6; 0, 5}

У відповідності до змісту нечітких підмножин  $\tilde{W}_{> ij}, j = \overline{1,8}$ , які приведені в табл. 1, можуть бути визначені рівні значущості складових усіх видів діяльності підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ . А це дозволяє до-

статньо обґрунтовано прийняти принцип, який полягає в тому, що будь-який виконавець, діяльність якого визначається на рівні складових видів діяльності  $S_i, i = \overline{1, n}$ , може визначити рівень свого «сприяння» формуванню власної поведінки підсис-

теми  $S_i, i = \overline{1, n}$  щодо формування напряму розвитку цілеспрямованого її функціонування. В табл. 2 приведені рівні невідомості  $r_{ijk} \in Q_{ij}$  для усіх складових  $k = \overline{1, n_j}$  всіх видів діяльності  $j = \overline{1, 8}$  підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$  як визначення функції приналежності

$\mu_{W_{ij}}^{(i,j,k)}$ , відповідно до яких введені до розгляду граничні значення  $I_k = (0; t_k)$  інтервалів  $I_k, k = \overline{1, 4}$  можливого рівня "сприяння" будь-якого виконавця на формування власної поведінки підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ .

Таблиця 2

Значення граничних рівнів сприяння формуванню поведінки підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$  по складовим

$r_{ijk}$	$r_{i11}$	$r_{i12}$	$r_{i13}$	$r_{i14}$	$r_{i15}$	$r_{i16}$	$r_{i17}$	$r_{i21}$	$r_{i22}$	$r_{i23}$	
$\mu_{W_{ij}}^{(i,j,k)}$	0,4	0,4	0,6	0,4	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,5	
$I_k$	0-4	0-4	0-6	0-4	0-7	0-8	0-9	0-5	0-6	0-5	
$\eta_{k \rightarrow i}$	0,018	0,018	0,027	0,018	0,031	0,036	0,041	0,022	0,027	0,022	
$r_{ijk}$	$r_{i24}$	$r_{i25}$	$r_{i31}$	$r_{i32}$	$r_{i33}$	$r_{i34}$	$r_{i35}$	$r_{i41}$	$r_{i42}$	$r_{i43}$	
$\mu_{W_{ij}}^{(i,j,k)}$	0,6	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5	0,7	0,3	0,4	0,9	
$I_k$	0-6	0-4	0-4	0-2	0-3	0-5	0-7	0-3	0-4	0-9	
$\eta_{k \rightarrow i}$	0,027	0,018	0,018	0,009	0,013	0,022	0,031	0,013	0,018	0,041	
$r_{ijk}$	$r_{i44}$	$r_{i45}$	$r_{i51}$	$r_{i52}$	$r_{i53}$	$r_{i54}$	$r_{i61}$	$r_{i62}$	$r_{i63}$	$r_{i64}$	
$\mu_{W_{ij}}^{(i,j,k)}$	0,6	0,8	0,6	0,9	0,5	0,8	0,4	0,6	0,4	0,3	
$I_k$	0-6	0-8	0-6	0-9	0-5	0-8	0-4	0-6	0-4	0-3	
$\eta_{k \rightarrow i}$	0,027	0,036	0,027	0,041	0,022	0,036	0,018	0,027	0,018	0,013	
$r_{ijk}$	$r_{i65}$	$r_{i66}$	$r_{i71}$	$r_{i72}$	$r_{i73}$	$r_{i74}$	$r_{i75}$	$r_{i81}$	$r_{i82}$	$r_{i83}$	$r_{i84}$
$\mu_{W_{ij}}^{(i,j,k)}$	0,4	0,4	0,9	0,3	0,7	0,3	0,5	0,8	0,3	0,6	0,5
$I_k$	0-4	0-4	0-9	0-3	0-7	0-3	0-5	0-8	0-3	0-6	0-5
$\eta_{k \rightarrow i}$	0,018	0,018	0,041	0,013	0,031	0,013	0,022	0,036	0,013	0,027	0,022

Так, як рівень невідомості елементів ядра нечіткого бінарного відношення строгої переваги відповідає рівню значущості k-ї складової j-го виду діяльності, то нормоване значення значущості складових видів діяльності підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$  визначається за виразом

$$\eta_{k \rightarrow i} = \mu_{W_{ij, >}}^{(ijk)}(r_{ijk}) / \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_j} \mu_{W_{ij, >}}^{(ijk)}(r_{ijk}). \quad (9)$$

Для оцінки значущості функціонування підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ , з метою виявлення напрямів формування власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи  $T = \{S_i, i = \overline{1, n}\}$ , співвідношення (9) вводить шкалу [1;0].

Нормовані за виразом

$$\bar{\eta}_{k \rightarrow i} = t_k / \sum_{k=1}^m t_k \quad \left( m = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{i=1}^{n_j} k_{jl} \right) \quad (10)$$

відповідають максимальним значенням рівнів можливого впливу виконавця на формування власної поведінки підсистем  $S_i$  щодо напряму розвитку її цілеспрямованого функціонування, які в сукупності і сприяють формуванню цілеспрямованої поведінки

системи  $T = \{S_i, i = \overline{1, n}\}$  в цілому, приведені в табл. 2.

Вище відзначалось, що при даному поданні прийнято принцип, який полягає в тому, що складна система формує власну поведінку розвитку процесу функціонування в напрямку стану "рівноваги". Можна прийняти принцип: стан рівноваги системи  $T = \{S_i, i = \overline{1, n}\}$  визначається "усередненими станами умовних рівноваг" підсистем  $S_i, i = \overline{1, n}$ , стан умовної рівноваги котрих визначається таким розумінням: підсистема  $S_i$  в процесі свого функціонування не відповідає стану "рівноваги", а при розгляді об'єднання функціонувань  $S_i$ , вони забезпечують власну поведінку  $T$  в напрямку цілеспрямованого розвитку функціонування  $T$  до стану її рівноваги. Тоді в якості чисельної оцінки міри стану рівноваги  $T$  можна прийняти

$$\Theta_p = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \bar{\eta}_{k \rightarrow i} / n = 1,$$

а це означає, що для  $\Theta$  вводиться шкала [0;1], яка може бути прийнята для оцінки сприяння ОПР формуванню власної цілеспрямованої поведінки розвитку функціонування системи  $T = \{S_i, i = \overline{1, n}\}$ .

Якщо  $\Theta$  значно менше 1, тобто  $\Theta \ll 1$ , то система  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$  значно розбалансована; якщо в процесі розвитку функціонування  $\Theta \rightarrow 1$ , то система  $T$  успішно формує власну цілеспрямовану поведінку розвитку її функціонування.

Оцінюючи діяльність виконавців за складовими видами діяльності в межах інтервалів  $I_k = (0; t_k)$ , ОПР визначає  $\lambda_k \in (0; t_k)$  та за виразом вигляду

$$\tilde{\Theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \frac{\lambda_k}{t_k} \eta_{k \rightarrow i}, \quad m = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{l=1}^{n_j} k_{jl} \quad (11)$$

оцінює показник його допустимого сприяння формуванню власної поведінки розвитку функціонування системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$ .

В межах приведеної на рис. 1 декомпозиції структури системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$  в ієрархію в табл. 3 приведені визначені ОПР  $\lambda_k \in (0; t_k)$  за двома варіантами  $V_I/V_{II}$  та розраховані за (11) значення показників  $\tilde{\Theta}$ .

Результати розрахунків  $\tilde{\Theta}$  за визначеними в табл. 3 варіантами є такими:

$$\tilde{\Theta}_I = 0,63; \quad \tilde{\Theta}_{II} = 0,46.$$

Таблиця 3

Визначення показника  $\tilde{\Theta}$  сприяння розвитку

$F_{ijk}$	$F_{i11}$	$F_{i12}$	$F_{i13}$	$F_{i14}$	$F_{i15}$	$F_{i16}$
$I_k$	0-3	0-4	0-6	0-4	0-7	0-8
$\lambda_k$	2/3	1/3	3/1	2/4	6/2	5/8
$\lambda_k/t_k$	0,67/1	0,25/0,75	0,5/0,17	0,5/1	0,88/0,29	0,63/1
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,009/0,013	0,005/0,014	0,014/0,005	0,009/0,005	0,027/0,009	0,023/0,005
$F_{ijk}$	$F_{i17}$	$F_{i21}$	$F_{i22}$	$F_{i23}$	$F_{i24}$	$F_{i25}$
$I_k$	0-9	0-7	0-6	0-5	0-8	0-4
$\lambda_k$	7/2	3/7	4/2	3/5	8/2	2/4
$\lambda_k/t_k$	0,78/0,22	0,43/1	0,67/0,33	0,6/1,0	1/0,29	0,5/1
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,032/0,009	0,013/0,004	0,015/0,009	0,013/0,022	0,036/0,010	0,009/0,018
$F_{ijk}$	$F_{i31}$	$F_{i32}$	$F_{i33}$	$F_{i34}$	$F_{i35}$	$F_{i41}$
$I_k$	0-4	0-2	0-3	0-5	0-7	0-3
$\lambda_k$	1/3	0/2	1/3	3/4	3/5	1/3
$\lambda_k/t_k$	0,25/0,75	0/1	0,33/1	0,6/0,8	0,43/0,71	0,33/1
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,005/0,014	0/0,009	0,004/0,013	0,013/0,018	0,013/0,022	0,004/0,013
$F_{ijk}$	$F_{i42}$	$F_{i43}$	$F_{i44}$	$F_{i45}$	$F_{i51}$	$F_{i52}$
$I_k$	0-4	0-9	0-5	0-8	0-6	0-9
$\lambda_k$	1/3	8/2	2/4	6/3	6/2	6/3
$\lambda_k/t_k$	0,25/0,75	0,89/0,22	0,4/0,8	0,75/0,38	1/0,4	0,67/0,33
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,005/0,014	0,036/0,009	0,009/0,018	0,027/0,014	0,027/0,011	0,027/0,019
$F_{ijk}$	$F_{i53}$	$F_{i54}$	$F_{i61}$	$F_{i62}$	$F_{i63}$	$F_{i64}$
$I_k$	0-5	0-8	0-1	0-6	0-4	0-3
$\lambda_k$	1/3	4/2	1/1	3/4	2/3	1/3
$\lambda_k/t_k$	0,2/0,6	0,5/0,25	1,0/1	0,5/0,67	0,5/0,75	0,33/1
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,004/0,013	0,018/0,009	0,004/0,004	0,004/0,018	0,009/0,0135	0,004/0,013
$F_{ijk}$	$F_{i65}$	$F_{i66}$	$F_{i71}$	$F_{i72}$	$F_{i73}$	$F_{i74}$
$I_k$	0-5	0-8	0-9	0-2	0-7	0-3
$\lambda_k$	4/1	7/4	6/3	2/2	5/2	1/2
$\lambda_k/t_k$	0,8/0,2	0,88/0,5	0,66/0,33	1,0/1,0	0,7/0,29	0,33/0,66
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,018/0,004	0,032/0,018	0,027/0,014	0,009/0,009	0,022/0,009	0,004/0,008
$F_{ijk}$	$F_{i75}$	$F_{i81}$	$F_{i82}$	$F_{i83}$	$F_{i84}$	
$I_k$	0-5	0-8	0-3	0-6	0-5	
$\lambda_k$	3/1	7/3	3/1	4/2	3/1	
$\lambda_k/t_k$	0,6/0,2	0,88/0,38	10/0,33	0,65/0,33	0,6/0,2	
$(\lambda_k/t_k) \cdot \eta_{k \rightarrow i}$	0,013/0,004	0,032/0,012	0,013/0,012	0,018/0,009	0,013/0,004	

Виходячи із рівня показників  $\tilde{\Theta}$ , ОПР може прийняти рішення щодо напрямку сприяння формуванню власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи

$$T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}.$$

Судження щодо визначення напрямку сприяння ОПР може ґрунтуватися на наступному.

Діяльність будь-якого виконавця розглядається на рівні складової виду діяльності підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ , тому напрям сприяння за своїм змістом повинен відповідати переліку чи послідовності складових

$$r_{ijk}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, n}.$$

В загальному випадку в перелік складових слід включати для кожного варіанту такі складові, для яких  $\lambda_k < t_k$ , що відзначено в табл. 3, та значення  $\eta_{k \rightarrow i}$  є більшими, що визначено в табл. 2.

Так, для варіанту I в число складових доцільно включити такі, для яких  $t_k - \lambda_k > 1$  та  $\eta_{k \rightarrow i} \gg 0,035$ , тоді перелік складових має зміст:

$$r_{116}; r_{117}; r_{145}; r_{152}; r_{154}; r_{171}.$$

Такий перелік складових визначає напрям сприяння формуванню власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$ , який полягає в наступному:

– обґрунтування стратегії цілеспрямованої діяльності ґрунтувати на основі галузевих бізнес-проектів (складова  $r_{116}$ ) або на основі маркетингового сегментування (складова  $r_{117}$ );

– маркетингову діяльність ґрунтувати на якісній оцінці конкурентоспроможності видів товарів та на можливих шляхах її забезпечення (складова  $r_{145}$ ); розвитку, які впливають на формування цілеспрямованої власної поведінки підсистеми;

– діяльність, яка визначена технічними питаннями розвитку, які впливають на формування цілеспрямованої власної поведінки підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ , необхідно ґрунтувати на середньтерміновому прогнозуванні (2-3 роки) розвитку технічних рішень та на їх впливі на забезпеченість якості виробництва товарів (складова  $r_{152}$ ) або на якісній оцінці впливу розвитку технічних комплексів на собівартість товарів (складова  $r_{154}$ );

– діяльність, яка визначена кадровими питаннями розвитку доцільно ґрунтувати на управлінні персоналом на основі професіоналізму та здатності приймати самостійні рішення (складова  $r_{171}$ ).

Реалізація такого напрямку може забезпечити ОПР підвищення показника  $\tilde{\Theta}_I$  на  $\Delta\tilde{\Theta}_I$ .

$$\Delta\tilde{\Theta}_I = \Delta\tilde{\Theta}(r_{116}) + \Delta\tilde{\Theta}(r_{117}) + \Delta\tilde{\Theta}(r_{145}) + \Delta\tilde{\Theta}(r_{152}) +$$

$$+ \Delta\tilde{\Theta}(r_{154}) + \Delta\tilde{\Theta}(r_{171}) = \frac{\Delta\lambda(r_{116})}{t_k(r_{116})} \eta_{k \rightarrow i}(r_{116}) + \frac{\Delta\lambda(r_{117})}{t_k(r_{117})} \times \\ \times \eta_{k \rightarrow i}(r_{117}) + \frac{\Delta\lambda(r_{145})}{t_k(r_{145})} \eta_{k \rightarrow i}(r_{145}) + \frac{\Delta\lambda(r_{152})}{t_k(r_{152})} \eta_{k \rightarrow i}(r_{152}) + \\ + \frac{\Delta\lambda(r_{154})}{t_k(r_{154})} \eta_{k \rightarrow i}(r_{154}) + \frac{\Delta\lambda(r_{171})}{t_k(r_{171})} \eta_{k \rightarrow i}(r_{171}) = 0,08,$$

де  $\Delta\lambda(r_{116}), \dots, \Delta\lambda(r_{171})$  – оцінка додаткової найбільш можливої діяльності виконавця по відповідній складовій;  $t_k(r_{116}), \dots, t_k(r_{171})$  – права границя інтервалу оцінки діяльності виконавця для відповідної складової;  $\eta_{k \rightarrow i}(r_{116}), \dots, \eta_{k \rightarrow i}(r_{171})$  – нормовані рівні значущості відповідної складової.

Тоді маємо, що

$$\tilde{\Theta}_I = \tilde{\Theta}_I + \Delta\tilde{\Theta}_I = 0,63 + 0,08 = 0,71.$$

При тих же умовах визначення переліку складових формування напрямку сприяння для варіанту II маємо наступний перелік складових:

$$r_{117}; r_{124}; r_{143}; r_{145}; r_{152}; r_{154}; r_{166}; r_{171}; r_{181}.$$

Для варіанту II маємо що

$$\tilde{\Theta}_{II} = \tilde{\Theta}_{II} + \Delta\tilde{\Theta}_{II} = 0,46 + 0,238 = 0,698,$$

тобто визначення такого напрямку суттєво підвищує показник сприяння ОПР формування власної цілеспрямованої поведінки розвитку функціонування системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$ .

В заключенні відзначимо, що запропонований метод визначення напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи, який визначає показники станів функціонування складної системи та оцінки напрямів сприяння формуванню цілеспрямованої поведінки, дає можливість визначення складових видів діяльності підсистеми  $S_i, i = \overline{1, n}$ , формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи як до стану достатньо значної "розбалансованості" так і до стану "рівноваги".

## Висновки

Формування власної цілеспрямованої поведінки розвитку процесу функціонування складної системи визначається впливом факторів значного обсягу, які мають нечітку нестохастично невизначену природу та які в своїй сукупності спрямовують розвиток процесу функціонування до стану "рівноваги". Таке суб'єктивне бачення ОПР природи функціонування складної системи формують його переконливості в тому, що такі складні системи, з точки зору їх дослідження, не допускають їх формалізацій, на основі яких можуть бути вироблені рекомендації щодо їх керування. Для таких систем ОПР може лише сприяти формуванню власної цілеспрямованої її поведінки розвитку процесу її функціонування. Одним із методичних підходів визначення напрямів

сприяння ОПР формуванню власної цілеспрямованої поведінки розвитку процесу функціонування складної системи може бути підхід, який базується на суб'єктивних оцінках досягнення рівня цілеспрямованого функціонування її підсистем. Викладена методика, яка розглянута на прикладі визначеної декомпозиції структури складної системи в ієрархію, є працездатною для будь-якого рівня складності складної системи з точки зору декомпозиції її в ієрархію. Суб'єктивні оцінки досягнення рівня цілеспрямованого функціонування складної системи та її підсистем ґрунтуються на запропонованих поняттях значущості складових видів діяльності та видів діяльності як значень функцій приналежностей ядер нечітких бінарних відношень суворої переваги елементів відповідних нечітких підмножин складових видів діяльності та особисто видів діяльності по мінімаксімним підходом їх об'єднання чи перерізу, в залежності від суб'єктивного впливу функціонування видів діяльності підсистем на цілеспрямовану їх власну поведінку розвитку функціонування та на поведінку розвитку функціонування складної системи  $T = \{S_i\}, i = \overline{1, n}$  в цілому. Введено до розгляду показник станів функціонування системи  $T$ , послідовність яких визначає сутність формування цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи  $T$  в напрямку стану її "рівноваги". Введено до розгляду показник оцінки напрямку сприяння формуванню цілеспрямованої власної поведінки розвитку процесу функціонування складної системи, за яким може бути визначена доцільна послідовність складових видів діяльності підсистем  $\{S_i\}, i = \overline{1, n}$ , діяльність ОПР, за якими буде сприяти визначенню напрямку цілеспрямованої поведінки розвитку процесу функціонування складної системи в умовах нечіткого нестохастично невизначеного середовища до стану її "рівноваги".

## Список літератури

1. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кермс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
2. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 томах. Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
3. Більчук В.М. Методичні підходи забезпечення переваги в операції при прийнятті рішення на її управління в умовах визначеності та невизначеності / В.М. Більчук // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2009. – Вип. 2(76). – С. 2-9.
4. Більчук В.М. Метод визначення рівнів впливу чинників соціальної та суб'єктивної природи на управління функціонуванням складної системи / В.М. Більчук, Н.М. Генералова, О.Г. Марченко // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 4(26). – С. 93-96.
5. Більчук В.М. Методичний підхід опису функціонування складної системи в нечіткому нестохастично невизначеному середовищі / В.М. Більчук, І.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 4(33). – С. 136-140.
6. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. Изд. второе. – М.: ЭДИТОРЕАЛ УРСС, 2001. – 284 с.
7. Кибанов А.Я. Основы управления персоналом: учебник / А.Я. Кибанов. – М.: ГУУ, ИНФРА-М. 2003. – 304 с.
8. Хіль Ф.І. Основи менеджменту: підручник / Ф.І. Хіль. – Академвидав, 2003. – 607 с.
9. Більчук В.М. Методологічні основи засад розуміння нечіткого нестохастично невизначеного середовища та досліджень наявності в ньому явищ природи / В.М. Більчук // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – Вип. 5(112). – С. 2-6.
10. Методологічні основи опису процесу функціонування складної системи / В.М. Більчук, Д.А. Гриб, І.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – Вип. 6(113). – С. 5-12.

Надійшла до редколегії 1.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ СОДЕЙСТВИЯ ФОРМИРОВАНИЮ ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННОГО СОБСТВЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

В.М. Бильчук, Д.А. Гриб, И.Г. Дзевєрін, О.В. Воробйов

*Рассматривается метод определения направлений содействия формированию целеустремленного собственного поведения развития процесса функционирования сложной системы на примере экономической системы многоуровневой иерархической структуры, который учитывает функциональное назначение и значимость влияния каждого элемента соответствующего уровня относительно определения содержания функционирования системы в целом.*

**Ключевые слова:** сложная система, целеустремленное поведение, нестохастическая неопределенность, нечеткое отношение, функция принадлежности

### METHOD OF DETERMINATION OF DIRECTIONS OF ASSISTANCE FORMING OF PURPOSEFUL OWN CONDUCT OF DEVELOPMENT OF PROCESS OF FUNCTIONING OF THE DIFFICULT SYSTEM

V.M. Bilchuk, D.A. Grib, I.G. Dzeverin, O.V. Vorobiow

*The method of determination of directions of assistance forming of purposeful own conduct of development of process of functioning of the difficult system is examined on the example of the economic system of multilevel hierarchical structure, which takes into account the functional setting and meaningfulness of influence of every element of the proper level in relation to determination of maintenance of functioning of the system on the whole.*

**Keywords:** difficult system, purposeful conduct, unstoхastic vagueness, unclear relation, function of belonging