

Гусаріна Н.В.

## ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Обґрунтовано методологічний підхід до кількісної оцінки вхідної інформації при управлінні інноваційним розвитком виробництва в умовах невизначеності, як різниця апіорної та апостеріорної ентропії. Створено структурування інформаційних потреб і засобів забезпечення інформації управління як стратегічного ресурсу динаміки протікання виробничих процесів. Встановлені базові операції підтримки прийняття рішень, які формують оптимальну стратегію управління і включають оцінку потрібної кількості інформації, діагностику інформаційної ситуації, вибір критеріїв оптимальності становлення правила відбору, відображають функціональні особливості виробничої діяльності і сприяють формуванню і нарощуванню її інноваційного потенціалу.*

**Ключові слова:** інноваційний розвиток, невизначеність, управління, інформаційний супровід, ентропія, кількісні оцінки.

**Постанова проблеми.** Ускладнення задач функціонування підприємств на інноваційній основі, виникнення нових цілей, пріоритетів та ресурсних обмежень ставлять сьогодні дослідження теоретичних та практичних проблем управління інноваційним розвитком у розряд актуальних. При розв'язуванні задач управління інноваційним розвитком підприємств в умовах невизначеності однієї з основних проблем є розробка методичних прийомів аналізу та обробки інформації, які дозволяють суттєво підвищити надійність та адекватність прийняття рішень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** по позначеній проблемі виявляє постійний інтерес до регулювання виробництва і розробки прикладного інструментарію управління інноваційної діяльності з урахуванням функціональних особливостей виробничої діяльності підприємств [1-8]. Загальних рекомендацій по вибору найбільш переважних рішень із множини існуючих альтернатив управління в умовах різноманіття інформаційних ситуацій і управлінських дій для реалізації цілей досягнення економічного росту не існує, тому будь-які кроки в рішенні цієї проблеми надзвичайно корисні.

**Формування цілей статті.** Метою статті є розробка методологічних підходів і принципів управління інноваційним розвитком підприємств в умовах невизначеності.

Завданнями статті є: структурування інформаційних потреб і засобів підтримки управлінських рішень; визначення необхідної

кількості вхідної інформації; встановлення базових операцій підтримки прийняття рішень щодо формування оптимальної стратегії управління.

**Опис основного матеріалу досліджень.** Реалізація управлінських дій по інноваційному розвитку підприємств в умовах невизначеності, викликаній флуктуаціями зовнішнього середовища, потребує інформаційної підтримки управлінських рішень при виборі стратегії управління.

По своїй структурі ця задача відноситься до задач множинної оптимізації [1-3].

Загальний обсяг інформації, яка необхідна для аналітичного обґрунтування управлінських рішень щодо посилення інноваційної активності підприємств, потрібен мати кількісну оцінку.

Мірою невизначеності істинного значення вимірюваної величини є ентропія. Ентропія і кількість інформації взаємопов'язані. В інформаційних системах невизначеність зменшується за рахунок прийнятої інформації.

В управлінні розвитком економічної системи поняття ентропії відноситься до характеристик збору, передачі і обробки інформації.

Ентропія представляє собою міру неорганізованості і невизначеності стану регульованого об'єкту. Чим більше ентропія, тим вище невизначеність і непередбачуваність поведінки виробничого об'єкту. Об'єм інформації  $I$  залежить від загальної кількості елементів виробничої системи  $n$  і числа станів, в яких може знаходитись кожний з елементів  $m$ :

$$I = n \log_2 m$$

Поняття ентропії в теорії інформації використовується як характеристика даного ансамблю повідомлень, котра є мірою невизначеності:

$$H = \frac{I}{n} = -\sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i$$

де  $P_i$  – ймовірність знаходження системи в даному стані

Ентропія системи представляє собою математичне очікування логарифму ймовірності перебування системи в заданому стані  $m$ .

Статистичний аналіз властивостей джерел інформації полягає у визначеності її ймовірності  $P(a)$  як відношення числа сприятливих результатів  $N(a)$  до загального числа ймовірних результатів  $N$ .

$$P(a) = \frac{N(a)}{N}$$

Математичне очікування – одне з найважливіших понять математичної статистики і теорії ймовірностей, яке характеризує розподіл випадкових величин. Воно має можливі значення при оцінці ризику і використовується при розробки стратегії в теорії ігор. Математичне очікування  $M[X]$  – це сума множень усіх ймовірних значень випадкових величин  $x_i$  на ймовірності цих значень  $p_i$ . Середнє значення дискретної випадкової величини дорівнює:

$$M[X] = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

Практичний інтерес представляє не абсолютне значення ентропії, а її зміни. При зменшенні ентропії вхідна інформація зростає і, навпаки, при зростанні ентропії падає. Зміна ентропії – головний критерій ефективності інноваційної діяльності. Апріорна та апостеріорна інформація – це зв'язані між собою поняття інформаційного дискурсу, які позначають знання попереднього досвіду і знання, котрі отримала система з досвіду їх використання.

Розрахунок апріорного розподілу станів зовнішнього бізнес-середовища можна здійснити шляхом обробки обширного статистичного матеріалу або аналітичними методами, які ґрунтуються на ймовірнісних уявленнях.

Для подій  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , які мають рівний ймовірний стан  $1/n$ , величина апріорної ентропії дорівнює:

$$H_0 = -n \times \frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} = -\log_2 1 + \log_2 n$$

З урахуванням того, що:

$$P_1 = \frac{N(x_1)}{N}, \quad P_2 = \frac{N(x_2)}{N}, \quad \dots, \quad P_n = \frac{N(x_n)}{N}.$$

формула апостеріорної ентропії має вигляд:

$$H_1 = -\left[ P_1(\log_2 N(x_1) - \log_2 N) + P_2(\log_2 N(x_2) - \log_2 N) + \dots + P_n(\log_2 N(x_n) - \log_2 N) \right]$$

Нижче приведено розрахунки апріорної  $H_0$  і апостеріорної  $H_1$  ентропії і кількості інформації  $I$  при заданих значеннях ймовірності появи аналізованих подій. Так для  $P_1 = P_2 = P_3$  і  $i = 1, 2, 3$  апріорна ентропія дорівнює:

$$H_0 = -\left[ \frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3) + \frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3) + \frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3) \right] = -[\log_2 1 - \log_2 3] = -[0 - 1.58496] = 1.58496$$

Для значень  $P_1 = 0.7, P_2 = 0.2, P_3 = 0.1$ , характеризуючих можливий ступінь впливу зовнішнього середовища на функціонування виробничих об'єктів, апостеріорна ентропія дорівнює:

$$H_1 = -\left[ \frac{7}{10}(\log_2 7 - \log_2 10) + \frac{1}{5}(\log_2 1 - \log_2 5) + \frac{1}{10}(\log_2 1 - \log_2 10) \right] = -\left[ \frac{7}{10}(2.80735 - 3.32193) + \frac{1}{5}(0 - 2.32193) + \frac{1}{10}(0 - 3.32193) \right] = -[(-0.360206) + (-0.464386) + (-0.332193)] = 1.156785$$

Різниця цих значень характеризує зміни ентропії:

$$\Delta H = H_0 - H_1 = 1.58496 - 1.156785 = 0.428175$$

Мірою зняття невизначеності є кількість відсутньої інформації,  $I = \Delta H$ . Виходячи з цього, необхідну кількість інформації для прийняття адекватних управлінських рішень по підвищенню інноваційної активності підприємств можливо визначити як різницю апріорної і апостеріорної ентропії. Це положення являється основою запропонованої інформаційно-ентропійної моделі кількісної оцінки вхідної інформації при прийнятті управлінських рішень по інноваційному розвитку підприємств в умовах невизначеності.

Алгоритм пошуку кількості необхідної інформації при управлінні економічним розвитком підприємств в умовах невизначеності (рис. 1).

Якщо у результаті отриманої інформації невизначеність повністю усунена, то вона дорівнює ентропії, яка мала місце до отримання інформації, тобто інформація дорівнює усуненій ентропії.

Оцінка недостатньої кількості інформації  $I$  характеризується наступними параметрами:  $m$  – число елементів виробничої системи,  $n$  – число станів, в яких може знаходитися кожний з елементів системи,  $p$  – ймовірності знаходження елементів системи у даному стані,  $H$  – ентропія системи.

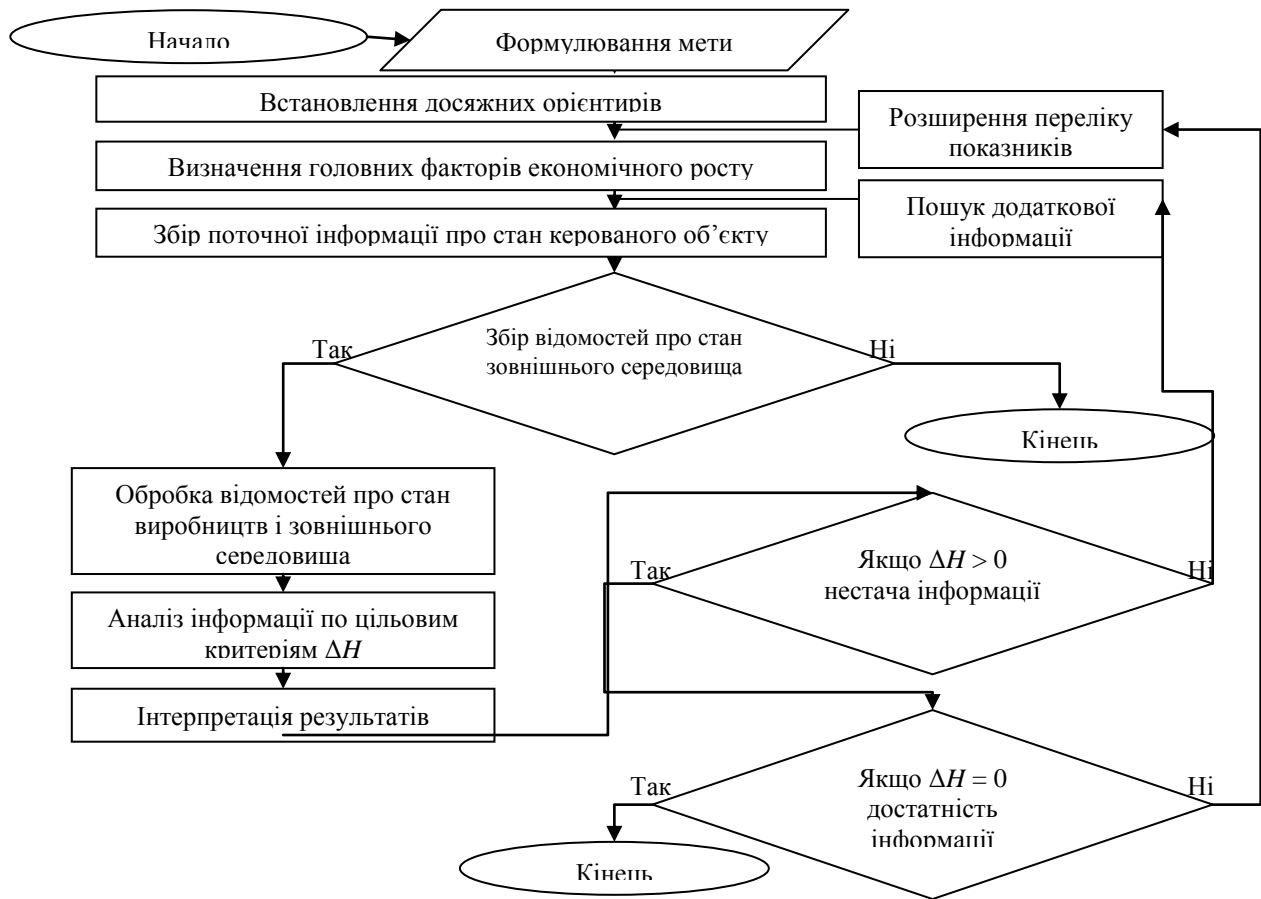


Рис. 1. Алгоритм встановлення необхідної кількості інформації для прийняття адекватних управлінських рішень\*

\*Розроблено автором

Взаємозв'язок інформаційних ситуацій  $I$ , рівнів невизначеності  $Z$  і управлінських дій  $X$  характеризується наступним набором величин:  $X$  – множина альтернатив управлінських дій,  $Y$  – множина станів виробництва,  $P(x)$  – ймовірність впливу зовнішнього середовища,  $S$  – простір станів,  $\Phi$  – принцип обґрунтування вибору альтернатив,  $D$  – обмеження на ресурси,  $Q$  – критерії оптимізації.

Ситуація  $y \in Y$  потребує діагностики, яка полягає в її виборі з множини можливих  $Y$ . Еволюція результатів управління описується розподілом  $P(x)$  в просторі станів  $S$ . В процесі вибору конкретних числових значень варійованих параметрів моделей управління враховуються тільки допустимі значення, відповідні можливим обмеженням на ресурси  $D$ . Тоді область допустимих рішень в діагностиці інформаційної ситуації, описується наступним чином:

$$I = f(X, Y, P(x), S, \Phi, D, Q, Z).$$

У ряді економічних завдань при впровадженні інноваційної продукції та розгляді варіантів вкладення капіталу  $K$ , необхідно враховувати певне значення собівартості продукції  $C$ . Вибір варіантів вкладення капіталу проводиться за

умови, що ймовірності можливих станів господарської діяльності різні і проявляються в різній ступені впливу зовнішнього середовища на загальну результативність інноваційної діяльності.

Ситуаційно-ймовірнісні фактори враховуються в стратегіях  $A_i$ , що визначають ефективність прийняття рішень і представляються у вигляді платіжної матриці  $A$ . Її елементами є:  $\Pi_i$  – середньоквадратичні відхилення флуктуацій зовнішнього середовища і  $a_{ij}$  – математичні очікування від одержуваного прибутку.

	$\Pi_1$	$\Pi_2$	...	$\Pi_n$	
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	$\alpha_1$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$	$\alpha_2$
...	...	...	...	...	...
$A_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	$\alpha_m$
	$\beta_1$	$\beta_2$	...	$\beta_n$	

$\alpha_i = \min a_j$   
 $\beta_j = \max a_i$

Функціональний аналог технологічного процесу управлінням інноваційного розвитку в умовах невизначеності дозволив виділити чотири базових операції підтримки прийняття рішень: оцінку необхідної кількості інформації  $X_1$ , діагностика інформаційної ситуації пов'язана зі структуризацією взаємодії  $X_2$ , вибір критеріїв

оптимальності, пов'язаних з формуванням платіжної матриці і виконанням розрахунків за існуючими алгоритмами для визначення

оптимальної стратегії розвитку  $X_3$ , встановлення правил відбору, пов'язаних з визначенням рівнів невизначеності  $X_4$  (рис.2).

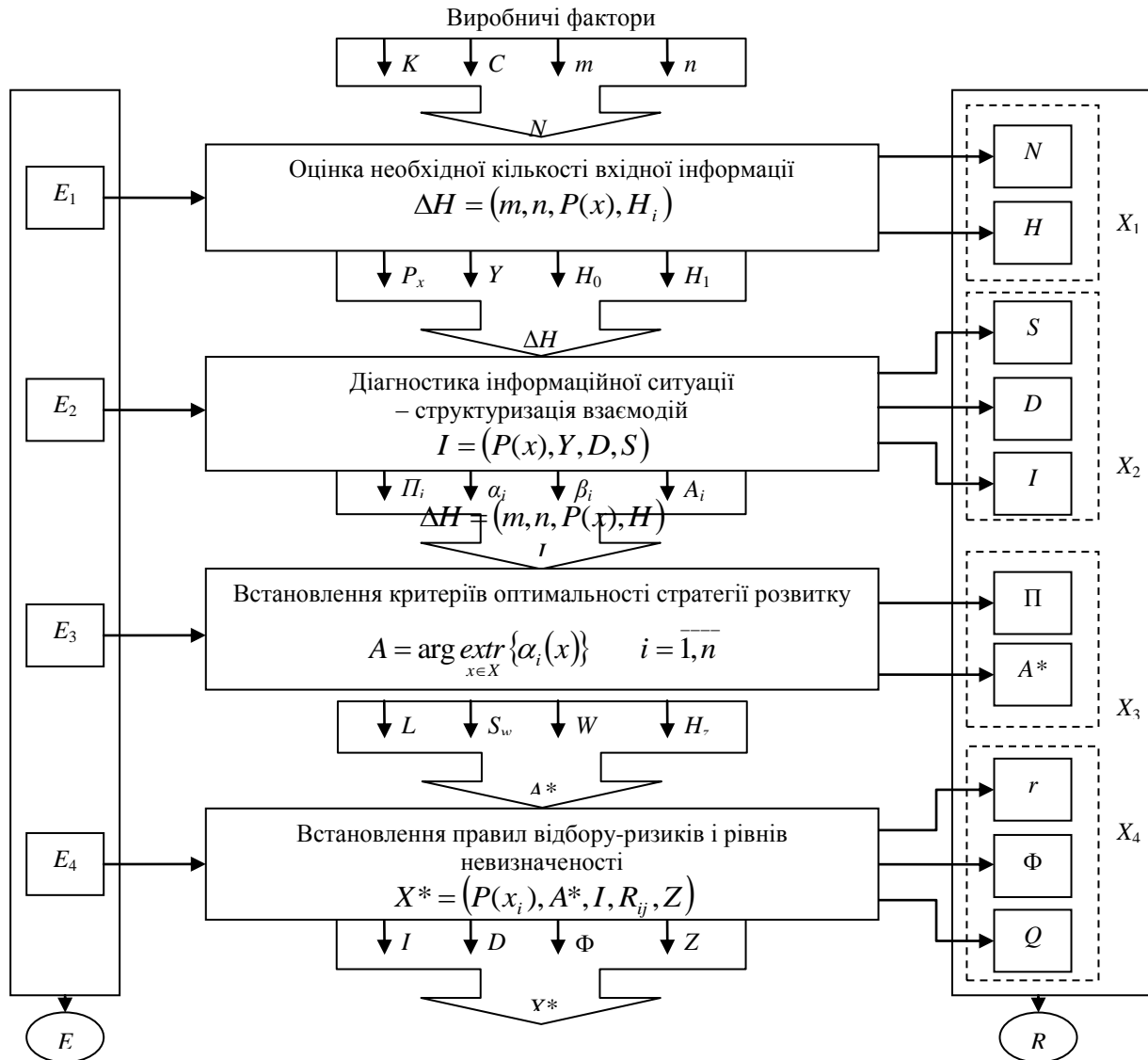


Рис. 2. Формалізація процесу управління інноваційним розвитком виробництва\*

\*Розроблено автором

Кожна операція управління  $X_1, X_2, X_3, X_4$  характеризується вхідними і вихідними показниками, внутрішнє наповнення яких представлено великими стрілками (рис.2), і параметрами етапів прийняття управлінських рішень  $E_i$ , які характеризують дану операцію, забезпечуючи відповідну результативність її виконання.

Після реалізації цих елементарних операцій управління  $X_i$  відбувається формування показників якості та результативності технологічного процесу інноваційного розвитку виробництва в умовах невизначеності в цілому  $R$ . При цьому завершенням кожної операції управління  $X_i$  буде вирішальна функція ідентифікації результатів, яка підлягає вибору на кожному кроці величин

це  $N, \Delta H, I, A^*, X^*$ , кількісне значення яких визначається станами системи  $s \in S$ .

В запропонованій схемі формалізації процесу управління інноваційним розвитком виробництва елементи і операції остатнього рівня управління  $X_4$  залежать від елементів попередніх рівнів  $X_3, X_2, X_1$ . В свою чергу елементи рівня  $X_3$  залежать від рівнів  $X_2$  та  $X_1$ . Ці кількісні та якісні показники в цілому формують оптимальну стратегію управління.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Запропонована інформаційно-ентропійна модель кількісної оцінки необхідної вхідної інформації і алгоритм її реалізації, дозволяють уточнити основні принципи і правила формування інформаційного

забезпечення процесу управління економічного розвитку підприємств. Розрахунки апіорної та апостеріорної інформації і величини ентропії здатні регулювати процес накопичення необхідної кількості інформації при прийнятті управлінських рішень.

Встановлено базові операції підтримки прийняття рішень, які формують оптимальну

стратегію управління і включають оцінку потрібної кількості інформації, діагностику інформаційної ситуації, вибір критеріїв оптимальності, становлення правил відбору, вибір критеріїв оптимальності і відображають функціональні особливості виробничої діяльності і сприяють формуванню і нарощуванню її інноваційного потенціалу.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Макогон Ю.В. Феномен "неопределённости" экономического развития как объективного условия международного взаимодействия / Ю.В. Макогон, Д.Р. Иванова // Вісник ОНУ ім. І.І.Мечнікова. – 2013. – Т.18 – Вип.4/2 – С.15-18.
2. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф.Х. Найт [пер. с англ. М.Я. Каждана] - М.: Дело, 2003. – 360 с.
3. Ларичев О.И. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев - М.: Наука, 2006. – 392 с.
4. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределённости / Р.И. Трухаев – М.: Наука, 1981. – 258с.
5. Гусарина Н.В. Использование многокритериальной логики в стратегическом управлении инновационной активностью предприятия / М.В. Шарко, Н.В. Гусарина // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2016. – Том 2. – № 3. – С.175-179.
6. Шарко М.В. Формирование инновационного потенциала предприятий - монография. / М.В. Шарко – Херсон: ФЛП Гринь Д.С., 2014. – 288 с.
7. Gusarina N. V. Structurization of the opportunities of information and communitative technologies in the management the development of economic objects / M. Sharko, N. Gusarina // VII International Scientific conference Management and development trends, september 20, 2017, Bangkok. – proceedings of the conference. – Vol. II, Part 1. – P.15-18.

## REFERENCES

1. Makogon Y. (2013) the Phenomenon of "uncertainty" of economic development as an objective condition of international interaction [Bulletin of the Odessa national University im. I. I. Mechnikov], Vol. 18,4/2, P. 15-18 [in Ukrainian]
2. Knight F. (2003) Risk, uncertainty and profit / [per. from English M. Kazhdan], M.: Case, 360 p. [in Russian].
3. Larichev O. I. (2006) Verbal decision analysis, M.: Science, p. 392 [in Russian].
4. Trochev R. I. (1981) Models of decision making under uncertainty - M.: Nauka, p. 258 [in Russian].
5. Sharko M., Gusarin N. (2016) The use of multi-criteria logic in the strategic management of innovative activity of the enterprises [Herald of Khmel'nitsky national University. Economichni science], V. 2, № 3, P. 175-179 [in Ukrainian]
6. Sharko M. (2014) Formation of innovative potential of enterprises. - Kherson: FLP Grin D. S., p. 288 [in Ukrainian]
7. Sharko M., Gusarina N. (2017) Structurization of the opportunities of information and communitative technologies in the management the development of economic objects [VII International Scientific conference Management and development trends, september 20, 2017, Bangkok], V. II, Part 1, P.15-18. [in China]

Одержано 14.03.2018 р.