



Заріцький О. В.,
Судік В. В.

ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ОБРОБКА ДАНИХ В ЕКСПЕРТНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В статті представлені результати реалізації лінгвістичних змінних «Важливість роботи» та «Час виконання роботи», які є базовими параметрами в модулях вводу даних інформаційних систем аналізу та оцінки професійної діяльності в середовищі *FuzzyClips* — мови програмування експертних систем.

Ключові слова: аналіз професійної діяльності, програмне забезпечення, експертна система, нечіткі множини.

1. Вступ

Аналіз структурних та інформаційних моделей, розроблених в роботах [1, 2], виявлення структурних зв'язків між атрибутами та сутностями моделей [3, 4], дають підстави стверджувати щодо необхідності вирішення задачі формалізації знань під час оцінювання професійної діяльності. Задача формалізації знань експертів супроводжується проблемою опису якісних характеристик, які, як правило, не чітко формалізовані та не можуть бути однозначно інтерпретовані. Крім того, в задачах, які вирішують за допомогою інтелектуальних систем, часто необхідно використовувати неточні знання, які не можуть бути точно інтерпретовані як істинні, або хибні, наприклад, важливість операції, час її виконання — характеристики, які є основними змінними у визначенні ваги кожної операції. Проблема полягає у відсутності структурованих підходів та їх практичної реалізації щодо представлення та обробки даних в існуючих інформаційних системах аналізу та оцінки професійної діяльності за допомогою мов програмування експертних систем.

Таким чином, питання формалізації знань та форм їх представлення в інформаційних системах оцінки професійної діяльності є актуальною науково-технічною задачею дослідження.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз аналітичних звітів та оглядів за тематикою дослідження [5, 6] та відповідних методологій оцінки та аналізу робіт [7–9] дозволяє зробити висновки щодо відсутності практичної реалізації систем, заснованих на знаннях, що суттєво впливає на якість отриманих результатів, оскільки більшість робіт в межах професійної діяльності описуються характеристиками, які носять суто нелінійний характер та потребують опису даних з погляду використання теорії нечітких множин. В роботах [5, 6] опис робіт та відповідно оцінка здійснюється з використанням балів та розрахунку суми балів за кожною оціночною характеристикою роботи, тобто моделі носять лінійний характер та не враховують суб'єктивні

експертні оцінки, на які впливає неоднозначність трактування та сприйняття певних характеристик роботи.

Частковою задачею, яку потрібно вирішити в рамках зазначеної загальної проблеми, є пошук форм представлення лінгвістичних змінних, їх формалізація та стандартизація у вигляді шаблонів з метою подальшого використання під час розробки експертних систем оцінки професійної діяльності. Найбільш складним з погляду реалізації в інформаційних системах розрахунків на основі теорії нечітких множин є ситуації, коли як самі факти шаблонів правил, так і самі факти з бази знань (експертні оцінки) представлені лінгвістичними змінними, що призводить до отримання висновку у форматі нечіткої множини, який практично не придатний для подальших розрахунків у числовій формі. Вирішення цього питання лежить в площині вибору методу переходу від нечіткої множини до одиничної цифрової оцінки.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є форма представлення та методи обробки даних в експертних системах оцінки професійної діяльності.

В статті представлені результати формалізації лінгвістичних змінних «Важливість роботи» та «Час виконання роботи», які є базовими параметрами в модулях вводу даних практично всіх систем аналізу та оцінки професійної діяльності з використанням середовища розробки та мови програмування *FuzzyClips*.

Метою статті є визначення форм представлення зазначених лінгвістичних змінних, виходячи з можливості їх практичної реалізації за допомогою сучасних мов програмування експертних систем та стандартизації визначеного підходу з метою подальшого використання у вигляді шаблонів в середовищах розробки інтелектуальних систем оцінки професійної діяльності.

Практичною задачею є визначення та обґрунтування методу переходу від оцінок у форматі лінгвістичних змінних до їх числового еквіваленту для забезпечення подальшого використання у математичних моделях професійної діяльності.

4. Результати формалізації форм представлення лінгвістичних змінних та методів переходу до числових оцінок нечітких множин

Використовуючи понятійний апарат нечіткої логіки, опишемо лінгвістичні змінні, які є складовими моделями професійної діяльності. Лінгвістична змінна (ЛЗ) — це змінна, значення якої визначається набором вербальних характеристик деякої властивості [10].

Так змінна «Важливість операції» є ЛЗ, оскільки описується набором:

{не застосовується, неважлива, середня, важлива, суттєва (значна)},

вербальних характеристик. Термін «Час виконання» — ЛЗ, яка описується набором {ніколи, час від часу, рідко, часто, дуже часто, постійно} вербальних характеристик. Значення лінгвістичних змінних визначаються через нечіткі множини (НМ), які в свою чергу визначаються на певному базовому наборі значень, або базовій порядковій шкалі, яка у випадку зазначених ЛЗ має розмірність 5. Кожне значення ЛЗ визначається як нечітка множина, наприклад, неважливий аспект роботи. Кожна з НМ визначається через базову порядкову шкалу X та функції належності $\mu(x)$.

Можемо визначити: нечіткою підмножиною \widetilde{Im} множини X називається множина пар (1).

$$\widetilde{Im} = \{ \mu_{\widetilde{Im}}(x), x \}, \quad (1)$$

де $x \in X$; $\mu_{\widetilde{Im}}(x) \in [0,1]$.

Функція належності визначає суб'єктивну ступінь впевненості експерта в тому, що дане конкретне значення базової шкали відповідає певній НМ, виражаючи цю впевненість виразом (2).

$$X = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\mu(x_i)}. \quad (2)$$

Можливі декілька варіантів представлення функцій належності для нечітких множин:

- набори пар «Значення — функція належності»;
- стандартизовані функції;
- лінгвістичні вирази.

Розглянемо варіанти представлення функції належності для НМ, які описують атрибути моделей професійної діяльності «Час виконання» та «Важливість операції». Вирази (3), (4) описують функції належності у вигляді наборів пар «Значення — функція належності».

$$\begin{aligned} \text{«Не застосовується»} &= \left\{ \frac{0}{1} + \frac{1}{0} + \frac{2}{0} + \frac{3}{0} + \frac{4}{0} + \frac{5}{0} \right\}, \\ \text{«Неважлива»} &= \left\{ \frac{0}{0,1} + \frac{1}{0,8} + \frac{2}{0,25} + \frac{3}{0} + \frac{4}{0} + \frac{5}{0} \right\}, \\ \text{«Середня»} &= \left\{ \frac{0}{0} + \frac{1}{0} + \frac{2}{0,3} + \frac{3}{1} + \frac{4}{0,3} + \frac{5}{0} \right\}, \\ \text{«Важлива»} &= \left\{ \frac{0}{0} + \frac{1}{0} + \frac{2}{0} + \frac{3}{0} + \frac{4}{1} + \frac{5}{0} \right\}, \\ \text{«Значна»} &= \left\{ \frac{0}{0} + \frac{1}{0} + \frac{2}{0} + \frac{3}{0} + \frac{4}{0,1} + \frac{5}{1} \right\}. \end{aligned} \quad (3)$$

НМ — «Важливість операції»:

$$\begin{aligned} \text{«Ніколи»} &= \left\{ \frac{0}{1} + \frac{0,1}{0} + \frac{0,2}{0} + \frac{0,3}{0} + \frac{0,4}{0} + \frac{0,5}{0} + \frac{0,6}{0} + \frac{0,7}{0} + \frac{0,8}{0} \right\}, \\ \text{«Час від часу»} &= \left\{ \frac{0}{0,1} + \frac{0,1}{1} + \frac{0,2}{0,1} + \frac{0,3}{0} + \frac{0,4}{0} + \frac{0,5}{0} + \frac{0,6}{0} + \frac{0,7}{0} \right\}, \\ \text{«Рідко»} &= \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0,1}{0,5} + \frac{0,2}{1} + \frac{0,3}{0,5} + \frac{0,4}{0,1} + \frac{0,5}{0} + \frac{0,6}{0} + \frac{0,7}{0} + \frac{0,8}{0} \right\}, \\ \text{«Часто»} &= \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0,1}{0} + \frac{0,2}{0} + \frac{0,3}{0} + \frac{0,4}{0,5} + \frac{0,5}{1} + \frac{0,6}{0,5} + \frac{0,7}{0,1} + \frac{0,8}{0} \right\}, \\ \text{«Дуже часто»} &= \left\{ \frac{0,2}{0} + \frac{0,3}{0} + \frac{0,4}{0} + \frac{0,5}{0,4} + \frac{0,6}{0,6} + \frac{0,7}{1} + \frac{0,8}{0,8} + \frac{0,9}{0,5} + \frac{1}{0} \right\}, \\ \text{«Постійно»} &= \left\{ \frac{0,2}{0} + \frac{0,3}{0} + \frac{0,4}{0} + \frac{0,5}{0} + \frac{0,6}{0} + \frac{0,7}{0,4} + \frac{0,8}{0,6} + \frac{0,9}{0,9} + \frac{1}{1} \right\}. \end{aligned} \quad (4)$$

Очевидним є звуження діапазонів визначення функції належності на краях базових шкал, що пов'язане з більшою впевненістю експертів щодо належності конкретної НЗ до даної базової шкали. На практиці, функції належності можуть бути описані за допомогою наборів стандартизованих функцій [11] S , Π або Z (рис. 1), які визначаються (5).

$$\begin{aligned} S(u, a, c) &= 0, \quad u \leq a, \quad u \in U, \\ S(u, a, c) &= 2 \left(\frac{u-a}{c-a} \right)^2, \quad a < u < \frac{a+c}{2}, \\ S(u, a, c) &= 1 - 2 \left(\frac{c-u}{c-a} \right)^2, \quad \frac{a+c}{2} < u \leq c, \\ S(u, a, c) &= 1, \quad c < u, \\ Z(u, a, c) &= 1 - S(u, a, c), \\ \Pi(u, d, b) &= S(u, b-d, d), \quad u \leq b, \\ \Pi(u, d, b) &= Z(u, b, b+d), \quad b \leq u. \end{aligned} \quad (5)$$

Практична реалізація опису НМ (3), (4) за допомогою функцій (5) в програмному середовищі FuzzyCLIPS [12] представлена наступними шаблонами фактів:

```
(deftemplate Job_Importance
  0 5 points
  ( (unim (z 0 3)); unimportant
    (aver (pi 1.5 3)); average
    (impr (pi 1 4)); important
    (sign (s 4 5)); significant
  ))

(deftemplate Job_Time «time of operation
in parts of working time, 0,1=10 %»
  0 1 time_part
  ( (ftt (z 0.1 0.2)); from time to time
    (rarl (pi 0.2 0.2)); rarely
    (oftn (pi 0.2 0.5)); often
    (voft (pi 0.2 0.7)); very often
    (cons (s 0.8 1))) ; constantly.
```

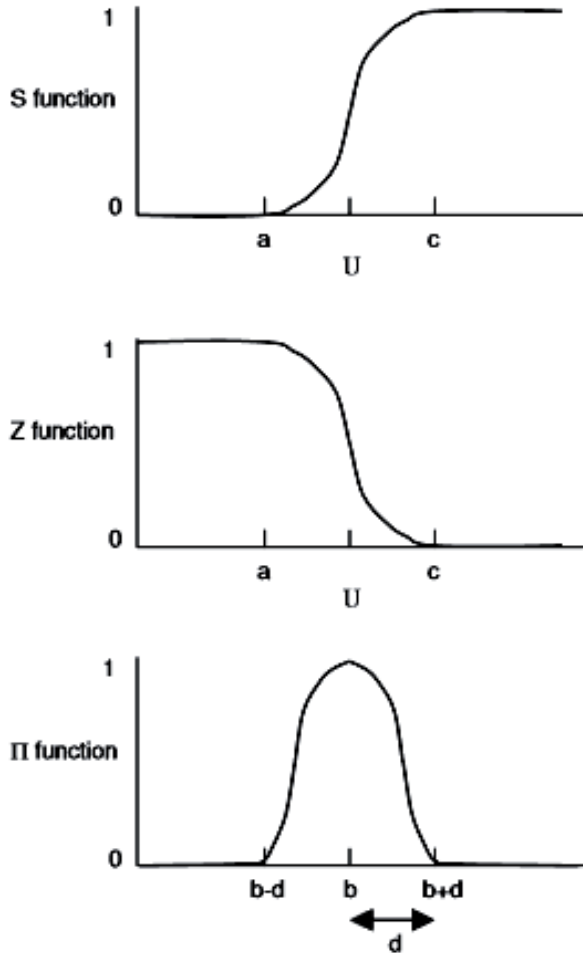


Рис. 1. Стандартизовані функції представлення НМ

Відповідне графічне представлення зазначених НМ представлені на рис. 2, 3.

Fuzzy Value: Job_Importance
Linguistic Value: unim (+), aver (-), impr (*), sign (+)

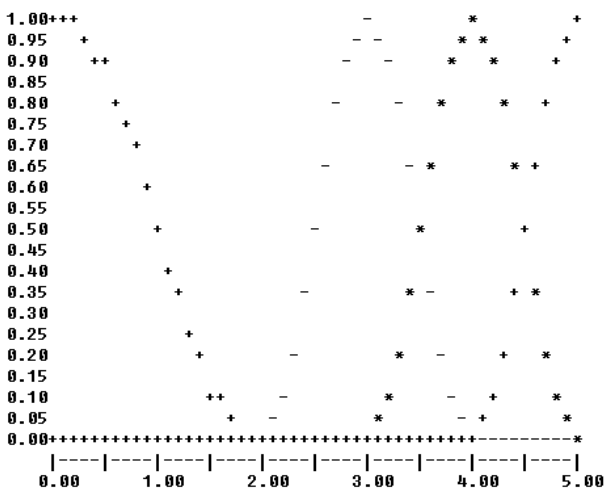
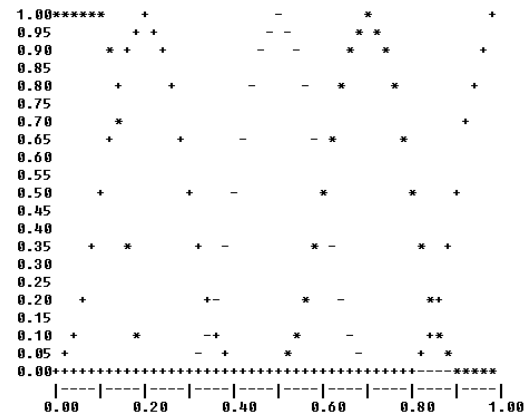


Рис. 2. Лінгвістична змінна «Важливість роботи»

Результатом процесу обробки даних в зазначених форматах (3)–(5) є також лінгвістична змінна, представлена нечіткою множиною, яка описує нечітке розподі-

лення висновків правил. Слід зазначити, що в більшості випадків для забезпечення коректної роботи інформаційної системи, а саме її модулю розрахунків, виникає необхідність використання цифрового представлення результатів. В теорії нечітких множин представлено декілька методів отримання цифрових значень з результатів, представлених лінгвістичними змінними, які мають свої сильні та слабкі сторони.

Fuzzy Value: Job_Time
Linguistic Value: fttt (*), rar1 (+), oftn (-), uoft (*), cons (+)



Universe of Discourse: From 0.00 to 1.00

Рис. 3. Лінгвістична змінна «Час роботи»

Найбільше поширення отримав метод центру тяжіння (Centre of Gravity Algorithm – COG), який відповідно до назви розраховує центр тяжіння закону розподілення НМ (6).

$$x' = \frac{\int_{x \in U} (xf(x))dx}{\int_{x \in U} f(x)dx}, \quad (6)$$

де x' – рекомендоване значення в множині U .

Інший алгоритм – середнє від максимальних значень (Mean of Maxima Algorithm – MOM) розраховує координату x , для якої досягається максимальне значення функції належності, у разі декількох піків розраховується середнє арифметичне (7).

$$x' = \sum_{j=1}^J \frac{x''}{J}, \quad (7)$$

де x'' – x координати всіх максимальних значень НМ; J – кількість максимумів.

5. Обговорення результатів дослідження форм представлення лінгвістичних змінних та методів переходу до числових оцінок нечітких множин

Для апробації та порівняльного аналізу роботи зазначених алгоритмів введено ще один шаблон, який описує роботу з погляду визначених лінгвістичних змінних в анотації мови програмування FuzzyClips:

(deftemplate Job_Description «Description of the job's operations»

(multislot name (type STRING))
 (slot impr (type FUZZY-VALUE Job_Importance))
 (slot time (type FUZZY-VALUE Job_Time))
 (slot wght (type FLOAT))).

Як видно з представлення, робота описується чотирма слотами: назва, важливість, час виконання та вага, два з яких як зазначалося у попередньому викладені є лінгвістичними змінними, останній розраховується відповідно до [2]. В якості тестового факту використовувалося описання роботи наступного формату:

(defacts Job «Adding some operations»
 (Job_Description (name "Preparing the contract")
 (impr unim) (time ftt))).

Результати роботи модулю розрахунків лінгвістичної змінної у цифровому вигляді представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунків

Метод	Представлення НМ	Важливість	Час	Вага
COG	Функція належності	0,3333	0,0765	0,0255
	Стандартні функції	0,1766	0,0765	0,0135
MOM	Функція належності	0,4000	0,0500	0,2000
	Стандартні функції	0,0000	0,0500	0,0000

В результаті розрахунків ваги тестової операції з використанням декількох підходів як безпосередньо лінгвістичних змінних, так і методів розрахунків, були отримані відмінні данні. Так використання методу середніх від максимальних значень (MOM) для розрахунків та стандартних функцій для опису ЛЗ дало нульовий результат щодо ваги операції. Однак значення «неважливо» ЛЗ «Важливість операції» може знаходитися в діапазоні значень, відмінному від нульового, оскільки кожний експерт досить суб'єктивно сприймає дану оцінку, і, якщо для одного це дійсно – нуль, то для іншого очевидно можливе незначне позитивне значення. Даний недолік відсутній у разі використання методу – центру тяжіння (COG), під час розрахунків, як обох варіантів представлення ЛЗ. Однак функція належності дає більш високе значення ваги операції у разі використання (MOM). Таким чином, забезпечення валідності даних особливо на граничних діапазонах оцінок, очевидно можливе лише використовуючи метод центру тяжіння.

Представлені результати дослідження дають підставу стверджувати про можливість використання методу центру тяжіння як базового в модулях розрахунку експертних систем оцінки професійної діяльності, а представлення ЛЗ рекомендовано здійснювати або за допомогою функцій належності, або ж стандартизованими функціями, оскільки їх формат практично не впливає на кінцевий результат.

Отримані результати є продовженням досліджень автора [1, 2] та будуть використовуватися в подальших дослідженнях в рамках розробки експертної системи оцінки професійної діяльності.

6. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Визначено та обґрунтовано представлення лінгвістичних змінних «Важливість роботи» та «Час виконання» за допомогою функцій належності, або ж стандартизованими функціями у зв'язку з несуттєвою різницею в отриманих числових оцінках, виходячи з можливості їх практичної реалізації за допомогою сучасних мов програмування експертних систем та стандартизації визначеного підходу з метою подальшого використання у вигляді відповідних шаблонів правил в експертних системах оцінки професійної діяльності.

Представлення за допомогою функцій належності дозволяє забезпечити більш гнучкий підхід щодо опису змінних, та виправдовує себе у випадку асиметричності розподілу оцінок.

2. Визначено та обґрунтовано використання методу центру тяжіння, як основного для здійснення переходу від оцінок у форматі лінгвістичних змінних до їх числового еквіваленту, що дозволить використовувати отримані оцінки у модулях розрахунку зазначених (див. п.1) експертних систем.

Література

- Заріцький, О. В. Теоретичні основи побудови функціональних моделей професійної діяльності людини [Текст]: теорет. і наук.-практ. часоп. / О. В. Заріцький // Вісник Інженерної академії України. – 2015. – № 2. – С. 233–236.
- Заріцький, О. В. Функціональне моделювання базових елементів професійної діяльності в межах моделі «Сутність – зв'язок» [Текст]: зб. наук. пр. / О. В. Заріцький // Проблеми інформатизації та управління. – 2015. – № 2(50). – С. 70–75.
- Заріцький, О. В. Інформаційне моделювання процесу прийняття рішення [Текст]: зб. наук. пр. / О. В. Заріцький // Інженерія програмного забезпечення. – 2015. – № 1(21). – С. 56–61.
- Заріцький, О. В. Структурний аналіз інформаційної моделі кваліфікаційного рівня, необхідного для виконання роботи [Текст] / О. В. Заріцький, В. В. Судік // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – № 5/2(77). – С. 14–19. doi:10.15587/1729-4061.2015.50202
- Wilson, M. A. History of job analysis. Historical perspectives in industrial and organizational psychology [Text] / M. A. Wilson. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. – P. 219–241.
- Final Report on the Review and Evaluation of Job Analysis Practices [Text]. – IFS international, 2011. – 295 p.
- Harvey, R. J. The common-metric questionnaire (CMQ): A job analysis system [Text] / R. J. Harvey. – San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 1991. – 156 p.
- Peterson, N. G. Development of Prototype Occupational Information Network (O*NET) Content Model [Text] / N. G. Peterson, M. D. Mumford, W. C. Borman, P. R. Jeanneret, E. A. Fleishman. – Utah Department of Workforce Services, 1995. – 1085 p.
- Fine, S. A. Functional job analysis scales: A desk aid [Text] / S. A. Fine. – Milwaukee, WI: Sidney A. Fine Associates, 1989. – 38 p.
- Джартано, Дж. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование [Текст]: пер. с англ. / Дж. Джартано, Г. Райло. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2007. – 1152 с.
- Orchard, B. FuzzyCLIPS Version 6.10d. User's Guide [Text] / B. Orchard. – Canada: Institute for Information Technology, National Research Council, 2004. – 82 p.
- CLIPS Reference Manual [Text]. Volume 1. Basic programming guide. Version 6.22. – Sourceforge.net, March 17th 2015. – 396 p.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ЭКСПЕРТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье представлены результаты представления лингвистических переменных «Важность работы» и «Время исполнения работы», которые являются базовыми в модулях ввода и обработки данных информационных систем анализа и оценки профессиональной деятельности в среде FuzzyClips — языка программирования экспертных систем.

Ключевые слова: анализ профессиональной деятельности, программное обеспечение, экспертная система, нечеткие множества.

Зарицкий Олег Владимирович, кандидат технических наук, докторант, кафедра засобів захисту інформації, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: oleg.zaritskyi@gmail.com.

Судік Володимир Володимирович, кафедра засобів захисту інформації, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Зарицкий Олег Владимирович, кандидат технических наук, докторант, кафедра средств защиты информации, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Судик Владимир Владимирович, кафедра средств защиты информации, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Zaritskyi Oleg, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: oleg.zaritskyi@gmail.com.

Sudik Volodymir, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

УДК 658.012.32:658.012.23

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.59446

Ровинская Н. Ю.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИЙ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ СТАРТАП-ПРОЕКТОВ

Статья посвящена проблемам инновационного развития Украины. Опираясь на опыт государства Израиль в отрасли высоких технологий, исследованы элементы стартап-экосистемы. Представлен жизненный цикл стартап-проекта. Рассмотрена информация об украинских акселераторах/инкубаторах, количестве НИОКР и ученых, законодательство об инновационной деятельности. Описаны стадии финансирования стартап-проекта. Предложена модель поддержки развития инноваций.

Ключевые слова: инновационное развитие, стартап, экосистема, инновации, бизнес-модель.

1. Введение

Опыт зарубежных развитых стран свидетельствует о том, что государства, которые выбрали для себя путь инновационного развития, на сегодняшний день занимают лидирующее экономические позиции на мировом рынке. Доказательством этого факта являются США, которые выводят на рынок 85 % инновационного продукта, Япония — 75 %, Германия — 55 %, чего нельзя сказать об Украине, выпускающей до 1 % инновационного продукта.

Согласно данным Global Innovation Index 2014 Украина занимает 63 место в рейтинге 143 стран мира по уровню развитости инноваций [1]. Такая позиция сохраняется на протяжении последних 5 лет (с 2010 по 2014 г.г.).

Актуальность данной работы обусловлена тем, что существующие подходы и методы развития высоких технологий в Украине демонстрируют низкую эффективность, а значит, модель развития инновационной деятельности требует изменений.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Проблемам инновационного развития посвящены работы зарубежных и отечественных ученых, а именно: А. И. Амоши [2], В. М. Геец [3], А. А. Чухно, С. А. Агарков, Н. В. Апатова, О. В. Кендюхов, З. В. Фролова, Т. С. Медведкин, Л. И. Федулова, Л. С. Винарник, Й. Шумпетер [4], Г. Менш, К. Фримен, Р. Нельсон,

Б. Лундвалл, Т. Стоуньер, Й. Масуда, Р. Карц и другие. В своих исследованиях авторы уделяют внимание методам и методологиям инновационной деятельности, предлагают различные сценария инновационного развития, изучают законодательные аспекты.

Несмотря на многообразие исследований и существенный вклад ученых в очерченное проблемное поле, на текущий момент нет единой концепции перехода к инновационному развитию, чем обусловлена актуальность данной работы.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом данного исследования является инновационная деятельность. Цель — разработать модель поддержки развития инноваций, опираясь на зарубежный опыт государства Израиль.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- изучить элементы стартап-экосистемы;
- рассмотреть жизненный цикл стартап-проекта;
- исследовать текущий уровень развития инновационной деятельности Украины.

4. Материалы и методы исследования развития израильских высоких технологий

Данные The Global Startup Ecosystem Ranking 2015 г. указывают, что Израиль занимает 2-е место в мировом