

Журавльова І.В., к.е.н., професор,
Харківський національний економічний університет,
м. Харків

Використання нейронних мереж у процесі форсайту функціонування інтелектуального капіталу підприємства

В умовах економіки знань відбувається активізація процесів капіталоутворення за рахунок інтелектуальної складової в структурі капіталу; що об'єктивно потребує розвитку методичного інструментарію стратегічного управління інтелектуальним капіталом (ІК). Тому досліджено сутність форсайту функціонування ІК як інструментарію стратегічного менеджменту, описано етапи його проведення. Дістало подальшого розвитку методичне забезпечення форсайту. Запропоновано модель прогнозування вартості ІК на основі використання нейронних мереж, яка дозволила виявити драйвери розвитку на підґрунті тих показників моделі, які мають найбільшу чутливість.

Ключові слова. Стратегічне управління, форсайт, інтелектуальний капітал, прогнозування, метод нейронних мереж.

В условиях экономики знаний происходит активизация процессов капиталообразования за счет интеллектуальной составляющей в структуре капитала; что объективно требует развития методического инструментария стратегического управления интеллектуальным капиталом (ИК). Поэтому в статье исследована сущность форсайта функционирования ИК как инструментария стратегического менеджмента, описаны этапы его проведения. Получило дальнейшее развитие методическое обеспечение форсайта. Предложена модель прогнозирования стоимости ИК на основе использования нейронных сетей, которая позволила определить драйверы развития на основе тех показателей модели, которые имеют самую большую чувствительность.

Ключевые слова. Стратегическое управление, форсайт, интеллектуальный капитал, прогнозирование, метод нейронных сетей.

In the conditions of knowledge economy is intensifying the processes of capital creating due to the intellectual component in the structure of capital; increasing of the role of intellectual capital, that objectively demands development of methodical support of strategic management by the intellectual capital (IC). Therefore in article the essence of foresight concept functioning IC as tool of strategic management is investigated, stages of its carrying out are described. Has received the further development of methodical support of foresight. The model of forecasting of cost IC on the basis of neural networks' use which has allowed to define drivers of development on the basis of those model indicators which have the greatest sensitivity is offered.

Key words. Strategic management, foresight, intellectual capital, forecasting, method of neural networks.

Постановка проблеми. Складна взаємодія факторів зовнішнього та внутрішнього середовища суб'єктів підприємництва збільшує невизначеність та ускладнює наукове передбачення, процес стратегічного менеджменту.

В умовах зростання ролі нематеріальних активів в структурі капіталу, збільшення долі вартості, що створюється інтелектуальним капіталом (ІК) для стратегічного управління розвитком підприємства посилюється значення не тільки оцінки рівня сформованості та ефективності використання ІК на даний

момент, але й здійснення практико-орієнтованого способу дослідження майбутнього функціонування цього капіталу як об'єкта управління. Це можливо реалізувати, використовуючи такий інструментарій як форсайт. Отже, актуальним питанням економічної науки і практики постає пошук та адаптація до вітчизняних умов нових інструментів наукового передбачення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми сутності форсайта інтенсивно осмислюються в працях зарубіжних учених Т. Куоса [16], Б. Хабеггера [17], Е. Хідега [18], Е. Хортонна [19], Е. Лея [20], Б. Мартіна [21], Дж. Вороса [18], Е. Кримової [4], О. Соколова [6], В. Третьяка [7], а також у дослідженнях українських учених Л. Ємельяненко [1], І. Кірноса [3], Т. Малової [5], І. Панченко [6] Л. Федулової [10, 11] та ін. Методологія форсайту на макрорівні має суттєві напрацювання [1; 3–5; 10; 11; 14–17; 20–23]. Разом з цим, вивчення й аналіз опублікованих за даною проблематикою робіт дозволили зробити висновок про те, що у загальному контексті досліджень форсайту залишаються актуальними та потребують подальшого розвитку методологічні основи корпоративного форсайту взагалі та функціонування ІК підприємства як об'єкта наукового передбачення зокрема, а також методичне забезпечення форсайту функціонування цього капіталу як підґрунтя розвитку суб'єкта підприємництва. Необхідність у форсайті функціонування ІК підприємства обумовлена значенням наукових та технологічних компетенцій, посиленням конкуренції, вирішальним фактором якої в умовах економіки знань стає ІК. Застосування методології наукового передбачення як інструмента стратегічного управління дозволить забезпечити проактивну поведінку суб'єктів господарювання в процесі створення конкурентних переваг в умовах економіки знань.

Постановка завдань. Тому метою даного дослідження є висвітлення отриманих результатів проведеного дослідження та створення теоретично обґрунтованого і практично застосовного інструментарію методичного забезпечення стратегічного управління підприємств на основі форсайту функціонування ІК.

Виклад основного матеріалу. Форсайт («foresight» – з англ. погляд у майбутнє) як наукова категорія і практико-орієнтований спосіб дослідження майбутнього об'єкта використовується з 50-х років ХХ ст. В науковій літературі існує декілька підходів до визначення сутності поняття форсайту: як до методики довгострокового прогнозування науково-технічного і соціального розвитку на основі опитування експертів; як до системного роздуму про майбутнє і вплив на майбутнє [7; 10; 11; 17]; як до системи методів експертної оцінки стратегічних напрямів соціально-економічних напрямів соціально-економічного та інноваційного розвитку, виявлення технологічних проривів, здатних впливати на економіку і суспільство в середній і довгостроковій перспективі [13; 19]; як до сценарного прогнозування соціально-економічного розвитку (економіки, промисловості суспільства) в 10–20-річній перспективі [3; 14]; як до сучасної методології технологічного прогнозування [18; 22]; як до галузі стратегічного мислення, що сфокусована на аналізі можливих варіантів майбутнього і формуванні альтернативних стратегій, заснованих на знаннях і

передбаченні [3; 5; 8; 9; 13; 16; 20]. Узагальнення літературних джерел показало, що в економічних дослідженнях і управлінській практиці форсайт розуміють не як пасивне футуристичне уявлення майбутнього, а активне конструювання майбутнього стану об'єкту дослідження з теперішнього. Форсайт в загальному сенсі розуміють як дослідження або визначення контуру майбутнього, а також сукупність підходів до прийняття рішень та їх реалізації з метою досягнення кращого впливу факторів, які забезпечують стійкий розвиток тих або інших об'єктів (систем) в перспективі [9]. Форсайт функціонування ІК пропонується розглядати як методологію, що ґрунтується на синтезі найбільш ефективних методів прогнозування, що виходить з багатоваріантності майбутнього формування та ефективного використання цього виду капіталу з метою визначити стратегію його розвитку на основі виявлених ключових драйверів, від застосування яких можна очікувати найбільші економічні і соціальні вигоди для підприємства, що націлена на мобілізацію та гармонізацію об'єднаних зусиль персоналу та стейкхолдерів. Форсайт функціонування ІК полягає в практико-орієнтованому способі дослідження майбутнього розвитку для формування проактивної стратегії, вияву драйверів, здатних максимально позитивно вплинути на розвиток підприємства в перспективі, пошуку науково-технологічних, організаційно-економічних трендів та створення інфраструктури їх реалізації. Форсайт є фактором забезпечення стратегічної стійкості, довгострокового збереження та розвитку конкурентних переваг підприємства, перш за все на основі функціонування інтелектуальної складової сукупного капіталу підприємства, інструментом формування майбутньої структури ІК за допомогою взаємодії певних дій та мислення, що ґрунтуються на досягненні якісно нових результатів підприємства завдяки розвитку інтелектуальної складової. При цьому під ІК підприємства в даному дослідженні розуміємо економічну категорію для позначення адекватної сучасному станові суспільства соціально-економічної форми вираження системи відносин між економічними і соціальними агентами з приводу виробництва, розповсюдження та використання продуктивних і комунікативних якостей, здібностей, сил, функцій та ролей людини, знань, залучених до системи соціально орієнтованої економіки змішаного типу, сформованих і розвинутих у результаті інвестування, що є власністю людини та/або суб'єкта підприємництва, використовуються в економічній діяльності, сприяють зростанню ефективності праці, доходів, якості життя, добробуту свого власника, відтворенню гармонії людини та природи, а також доданої вартості підприємства [12].

Аналіз наукових джерел [1; 2; 5; 7; 8; 9; 13; 18; 19] дозволив виокремити наступні етапи форсайту функціонування ІК: передфорсайт (формулювання мети, умов, завдань проведення дослідження, аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища, обґрунтування показників формайту), безпосередньо форсайт (дослідження перспектив розвитку ІК, вияв драйверів розвитку, розроблення стратегічного плану та організація узгоджених об'єднаних зусиль персоналу та стейкхолдерів з його реалізації) та постфорсайт (моніторинг змін

та очікуваних подій, проведення повторних досліджень, взаємодія учасників формайт-проекту).

У процесі реалізації форсайт-проектів використовуються методи стратегічного аналізу внутрішнього та зовнішнього середовища, наукова фантастика, есе, експертні методи, конференції, семінари, сценарні методи, методи патентного аналізу, ігрове моделювання, методи прогнозування, тощо.

Особливе місце в форсайт-дослідженнях займає саме прогнозування [10; 11], бо воно має важливе значення та є однією з найважливіших складових процесу прийняття управлінських рішень щодо форсайта функціонування капіталу підприємства. Потреба у прийнятті рішення виникає у зв'язку з необхідністю підтримки стратегічної стійкості у зв'язку зі змінами у зовнішньому і внутрішньому середовищі, бо рішення приймається у відповідь на внутрішні та зовнішні впливи, загрози, виникнення можливостей. Рішення спрямовують на розв'язання проблем і виконання заданої мети підприємства в процесі реалізації форсайт-проекту.

Ефективне вирішення завдань передбачення обсягу та структури капіталу, величини необхідних джерел формування ресурсів підприємства, удосконалення аналітичної роботи менеджерів і отримання прогнозних оцінок пропонується реалізувати на основі використання штучних нейронних мереж [2], що належать до класу структурних моделей формалізованих методів прогнозування. Процеси функціонування ІК відрізняються неоднорідністю та нелінійністю, багатофакторністю впливу неповнотою інформації [12], що потребує використання моделей нейронних мереж. Адже системи нейронних мереж здатні не тільки виконувати одноразово запрограмовану послідовність дій над заздалегідь визначеними даними, а й здатні самі аналізувати інформацію, що знову надходить, знаходити в ній закономірності, проводити прогнозування, тощо. Нейронні мережі є системами, що самонавчаються, імітують діяльність людського мозку, що робить їх є перспективним інструментом передбачення в форсайт-дослідженнях. До головних переваг нейронних мереж при проведенні форсайт-досліджень слід також віднести можливість вирішення завдань при невідомих закономірностях, відтворення складних нелінійних залежностей за великої кількості вхідних параметрів, стійкість до шумів вхідної інформації, адаптації до змін зовнішнього середовища. Слід відзначити ще одну перевагу використання штучних нейронних мереж. Вона за своєю сутністю здатна до навчання й самоорганізації, що дозволяє нейромережевій базі знань підвищувати якість прийнятих рішень навіть за умови отримання нової інформації із зовнішнього середовища. Нейронна мережа також здатна до узагальнення, тобто вона не просто запам'ятовує запропоновані їй приклади, а й аналізує їх, створюючи узагальнену модель залежностей входів від виходів. Це дозволяє використовувати в базі знань перекручені або неточні дані.

За допомогою пакету Statistica Neural Networks (StatSoft Inc.) досліджено моделі нейронних мереж для підприємств машинобудування Харківського регіону для визначення найбільш придатної моделі прогнозування вартості ІК в структурі сукупного капіталу. Як вхідні показники моделей використано

часткові показники рівня сформованості складових ІК підприємств, а як вихідний – розрахований інтегральний показник ринкової вартості ІК [12]. Наприклад, для моделювання ринкової вартості ІК за такою складовою, як компетентнісний капітал, до системи часткових показників можуть бути включені такі: чисельність персоналу; чисельність працюючих у віці 28-55 років, коефіцієнт зайнятості працівників; додана вартість розрахована на одного зайнятого; чисельність персоналу з вищою освітою; фондоозброєність; обсяги реалізованої продукції та прибутку на одного працівника, обсяг виробленої продукції за одну годину праці; забезпеченість власним, позиковим капіталами на одного працівника, середня заробітна плата, в тому числі в адміністрації, кількість працівників, яких навчено новим професіям та тих, що підвищили кваліфікацію, витрати на освіту, підвищення кваліфікації, отримання нової професії, кількість годин на виробництво 1 грн. продукції, тощо. Більш докладно обґрунтування та перелік часткових показників, що відображають функціонування інших складових ІК - структурного, споживчого та партнерського – представлено в [12].

Обґрунтування найбільш придатних за архітектурою та характеристиками моделей нейронних мереж проведено в інтерактивному режимі на основі аналізу їх чутливості до кожного з вхідних показників за допомогою модулю Sensitivity Analysis (Аналіз чутливості). Результати моделювання показників ринкової вартості ІК підприємств за 30 моделями нейронних мереж є такими. (рис. 1). Серед моделей можна виокремити: 1 лінійну модель (Linear), 9 моделей радіально-базисних функцій (RBF) і 20 моделей багаторівневих перцептронів (MLP).

Автоматичним конструктором нейронної мережі було обрано як найкращу модель багаторівневого перцептрону (MLP) під номером 30, яка має 25 вхідних показників на першому рівні і 7 на другому – латентному рівні, величину похибки – 1,191134 і значення ефективності 0,8701976, тобто така модель може правильно здійснювати класифікацію у 87 % випадках.

Саме зіставлення показників помилки, ефективності, та чутливості дозволить прийняти правильне рішення щодо вибору моделі нейронних мереж стосовно форсайу функціонування ІК підприємства. Тому слід відзначити, що лінійні моделі ІК на основі нейронних мереж мають найбільшу помилку, але здатність їх до класифікації й прогнозування найбільш висока (рис. 1). Тобто моделі цього класу неефективно працюють у випадках неоднорідних даних, якщо серед значень є так звані «викиди». Інші моделі, такі як радіально-базисні функції, хоч і більш пристосовувані для вирішення подібних проблем (відносно «викидів» даних), відзначаються високими показниками ефективності, але також характеризуються доволі великими помилками. Окрім того, ці моделі мають свої особливості, пов'язані з їх складністю, перед усім з більшою кількістю проміжних елементів і неможливістю, як у випадку радіальних базисних функцій, вирішувати задачі екстраполяції. Таким чином, дійсно, серед можливих моделей нейронних мереж краще за все відповідає основним вимогам (величині похибки, значенню ефективності, простоті, можливості екстраполяції) модель багаторівневого перцептрону, яка була отримана у

варіанті 30. Ця модель доводить, що при моделюванні значень показників ринкової вартості інтелектуальної складової підприємства машинобудування слід враховувати нелінійність процесів, поступовість перетворень, доволі велике коло показників, які визначають оцінку ринкової вартості ІК.

Type	Error	Inputs	Hidden	Performance	
01	Linear	1.586819	25	-	1.159018
02	RBF	1.407357	25	13	1.028527
03	RBF	1.402796	25	1	1.021808
04	RBF	1.379206	25	5	1.007477
05	RBF	1.359592	25	2	0.9928247
06	RBF	1.346926	25	4	0.9837012
07	RBF	1.334783	25	10	0.9755172
08	RBF	1.31011	25	7	0.9574866
09	RBF	1.302108	25	8	0.9516198
10	MLP	1.296839	25	20	0.9477864
11	MLP	1.294137	25	1	0.9456788
12	RBF	1.292959	25	6	0.9449548
13	MLP	1.285864	25	1	0.9365568
14	MLP	1.28479	25	20	0.9382244
15	MLP	1.284211	25	20	0.9364839
16	MLP	1.283588	25	20	0.938043
17	MLP	1.28311	25	20	0.9374498
18	MLP	1.282552	25	12	0.9373473
19	MLP	1.280556	25	1	0.9358767
20	MLP	1.279133	25	20	0.9348516
21	MLP	1.277439	25	10	0.9298262
22	MLP	1.268455	25	13	0.9268238
23	MLP	1.265347	25	20	0.9247766
24	MLP	1.264518	25	1	0.9236011
25	MLP	1.26247	25	7	0.9226586
26	MLP	1.255896	25	20	0.9012903
27	MLP	1.241371	25	20	0.9066714
28	MLP	1.232841	25	1	0.9006328
29	MLP	1.231104	25	1	0.8996651
30*	MLP	1.191134	25	7	0.8701976

Рис. 1. Вікно мережевого набору з переліком і характеристиками нейронних мереж, представлення Basic

	Tr. VAR26	Ve. VAR26	Te. VAR26
Data Mean	1.316025	1.237626	1.847678
Data S.D.	1.480378	1.380436	1.960106
Error Mean	2.049e-09	0.05536	-0.4222
Error S.D.	1.04302	1.599949	1.72337
Abs E. Mean	0.7349449	0.9636871	1.17702
S.D. Ratio	0.704563	1.159018	0.8792231
Correlation	0.7096414	0.2986679	0.4805434

а

	Tr. VAR26	Ve. VAR26	Te. VAR26
Data Mean	1.316025	1.237626	1.847678
Data S.D.	1.480378	1.380436	1.960106
Error Mean	2.474e-10	-0.00918	-0.3531
Error S.D.	1.269389	1.31365	1.592941
Abs E. Mean	0.8779775	0.8773249	1.12677
S.D. Ratio	0.8574763	0.9516198	0.8126811
Correlation	0.5145234	0.3615256	0.6403622

б

	Tr. VAR26	Ve. VAR26	Te. VAR26
Data Mean	1.316025	1.237626	1.847678
Data S.D.	1.480378	1.380436	1.960106
Error Mean	-0.02094	-0.03331	-0.4034
Error S.D.	0.9773001	1.201252	1.570036
Abs E. Mean	0.7306511	0.810213	1.124889
S.D. Ratio	0.6601692	0.8701976	0.8009956
Correlation	0.7652674	0.5128318	0.632816

в

Рис. 2. Характеристика якості моделей нейронної мережі для моделювання показника ринкової вартості ІК підприємств машинобудування: лінійної (а), на радіально-базисних функціях (б), багаторівневого персептрону (в).

Більш досконалий аналіз характеристик найкращих в заданому класі моделей нейронних мереж проведено на основі аналізу якості прогнозних можливостей будь-якої з моделей, наведених на рис. 2. Слід зазначити, що значення коефіцієнтів кореляції в лінійній і моделі багаторівневого

персептрон у лежить в інтервалі від 0,7 до 0,9 включно, що свідчить про сильну кореляцію, а в моделі радіально-базисної функції – в інтервалі від 0,5 до 0,7 включно, що показує середній рівень кореляції. Найбільше значення коефіцієнта кореляції має модель багаторівневого персептрон (0,7652674), для неї мінімальне значення другого показника якості (S.D. Ratio) складає 0,66. Ці характеристики ще раз доводять, що для прогнозування найкращою є модель багаторівневого персептрон.

Наступним етапом дослідження став аналіз чутливості моделей до вхідних показників функціонування ІК та тестування мережі на вихідному наборі даних ринкової вартості ІК підприємств.

Висновки і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. На підґрунті запропонованого методичного підходу до організації форсайту функціонування ІК Аналіз результатів форсайт-дослідження функціонування ІК за 25 підприємствами машинобудування Харківського регіону доводить, що підприємства мають позитивну тенденцію до підвищення рівня сформованості та ефективності використання ІК, але їм варто звернути увагу на ті показники функціонування цього капіталу, які мають найбільшу чутливість.

Перспектива подальшої розвідки полягає у розробленні колективної системи підтримки прийняття рішень у системі стратегічного менеджменту підприємства на основі форсайту.

Список використаних джерел

1. Ємельяненко Л.М. Форсайт-методологія стратегічного управління інноваційним розвитком суспільства. [Електронний ресурс] / Л.М. Ємельяненко – Режим доступу: <http://dspace.snu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/523/15/emeljanenko.pdf>
2. Кизим Н.А. Нейронные сети: теория и практика применения: монография / Н.А. Кизим, Е.Н. Ястремская, В.Ф. Сенчуков. – Х. : ИД «ИНЖЭК», 2006. – 240 с.
3. Кірнос І.О. Форсайт як інструмент державного стратегічного планування // інноваційна економіка – 2013. – № 6. – С. 31–37.
4. Крымова Э. Форсайт как политическая коммуникативная технология / Э.И. Крымова // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – № 4 (64). – С. 297–300.
5. Малова Т.И. Перспективы реализации национальной программы форсайт (foresight) в Украине / Т.И. Малова // Вісник Донецького Національного університету. Серія «Економіка і право». – 2008. – № 2. – С. 167–171.
6. Панченко І.А. Форсайт: методологія технологічного прогнозування / І.А. Панченко // Держава та регіони. – 2011. – № 3. – С. 30–35.
7. Руліцька К.М. Доцільність використання форсайту для прогнозування розвитку вітчизняних аграрних формувань / К.М. Руліцька // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 53. – С. 121–125.
8. Соколов А. Форсайт: взгляд в будущее / А. Соколов // Форсайт. – 2007. – № 1. – С. 52–59.
9. Третьяк В. Форсайт как технология предвидения / В. Третьяк // Экономические стратегии. – 2009. – № 8. – С. 52–59.
10. Федулова Л.І. Форсайт: сучасна методологія технологічного прогнозування / Л.І. Федулова // Економіка і прогнозування. – 2008. – № 3. – С. 106–119.
11. Федулова Л.І. Форсайт: сучасна методологія технологічного прогнозування / Л.І. Федулова // Економіка і прогнозування. – 2008. – № 4. – С. 124–138.

12. Фінанси підприємств: теоретико-методичне забезпечення формування та відтворення фінансових ресурсів : Монографія. / за заг. ред. І.В. Журавльової – Х. : ХНЕУ, 2010. – 428 с.
13. Форсайт: аналітичний обзор / Составитель: Лабуркина П. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://2010-2030.ru/files/Forsait_analiticheskii_obzor.doc
14. A Practical Guide to Regional Foresight European Communities. – European Commission Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS). – Seville : Edificio Expo-WTCS, 2001. – 121 p.
15. Australian Center For Innovation [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.acronymfinder.com/Australian-Centre-for-Innovation-and-International-Competitiveness-\(Australia\)-\(ACIIC\).html](http://www.acronymfinder.com/Australian-Centre-for-Innovation-and-International-Competitiveness-(Australia)-(ACIIC).html)
16. Cuosa T. Practicing strategic foresight in government. The cases of Finland, Singapore and European Union / Tuomo Cuosa. – Singapore: S.Rajaratnam Studies, 2011. – 116 p.
17. Habegger B. Strategic foresight in public policy: reviewing the experiences of the UK, Singapore and the Netherlands / Beat Habegger // Futures. – 2010. – № 42. – Pp. 49–58.
18. Hideg E. Theory and practice in the field of foresight / E. Hideg // Foresight. – 2007. – № 9 (6). – Pp. 36–46.
19. Horton A.A. Simple guide to successful foresight / A. Horton// Foresight. – 1999. – № 1 (1). – Pp. 5–9.
20. Leigh A. Thinking Ahead: Strategic Foresight and Government / Andrew Leigh // Australian Journal of Public Administration. – 2003. – Vol. 62. – № 2. – Pp. 3–10.
21. Martin B.R. Technology Foresight: A Review of Recent Government Exercises // Science, Technology, Industry Review. – 1996. – № 17. – Pp. 15–50.
22. Voros J. A generic foresight process framework / J. Voros // Foresight. – 2003. – № 5 (3). – Pp. 10–21.
23. United Kingdom HM Treasury, Science and Innovation Investment Framework 2004–2014. [Електронний ресурс]. – London, 2004. – 18 p. – Режим доступу : http://www.hm-treasury.gov.uk/d/spend04_sciencedoc_1_090704.pdf.