

В. Б. Мокін¹
О. В. Бурдейна¹
К. О. Коваль¹
А. Р. Ящолт¹

МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗВО

¹Вінницький національний технічний університет

Розглянуто проблему оптимізації поведінки складної системи, в якій спостережувані чинники (показники, змінні) не є керованими і навпаки. Зазначено, що така ситуація має місце щодо оптимізації профорієнтаційної діяльності закладу вищої освіти (ЗВО), спрямованої на збільшення кількості здобувачів освітнього ступеня бакалавра, оскільки впливати ЗВО може тільки на свою діяльність, а вибір конкретного ЗВО та його пріоритету під час вступної компанії абітурієнт робить самостійно. Запропоновано новий метод проектування когнітивної карти із забезпеченням когнітивного консонансу між керованими та спостережуваними вершинами, який дозволяє ідентифікувати ваги дуг такої карти з максимальним використанням усієї наявної інформації з результатів опитувань першокурсників як для дуг спостережуваних вершин, так і дуг керованих та інших вершин. Відповідно до фундаментальної ідеї методу, кожному спостережуваному показнику ставиться у відповідність керований. Показники пов'язані між собою комплексом дуг, спрямованість та ваги яких визначаються за експертними оцінками та аналітично. Продемонстровано працездатність розробленого методу на задачі побудови когнітивної карти для задачі оптимізації профорієнтаційної діяльності ЗВО. Працездатність методу підтверджена тим, що побудована когнітивна карта виявилась стійкою, тобто її дійсно можна використовувати для задач когнітивного моделювання. Аналіз вершин та опису і значень ваг дозволив сформулювати комплекс рекомендацій щодо пріоритетної діяльності ЗВО, спрямованої на оптимізацію його основних показників щодо підсилення кадрового та матеріально-технічного потенціалу закладу, міжнародної діяльності, співпраці з роботодавцями і працевлаштування випускників, роботи зі школярами, випускниками та інформування про свою діяльність у ЗМІ та соцмережах тощо.

Ключові слова: системний аналіз, спостереження, керування, когнітивне моделювання, когнітивна карта, когнітивний консонанс, профорієнтаційна діяльність, заклад вищої освіти, абітурієнт.

Постановка задачі та вихідні передумови

Однією з найскладніших задач теорії керування та моделювання у технічній кібернетичі є оптимізація процесів керування складними системами, які важко формалізуються, не повністю спостерігаються та не усіма процесами яких можна керувати. Яскравим прикладом таких систем є профорієнтаційна діяльність державних закладів вищої освіти (ЗВО) в Україні.

Варто зауважити, що найскладніше набирати студентів на 1-й курс бакалаврату, оскільки на них з цією ж метою впливають інші навчальні заклади. Набір на старші курси «своїх» бакалаврів відбувається легше, оскільки ЗВО має можливість проводити серед них пряму і непряму агітацію усі роки їх навчання. Абітурієнти, беручи участь у конкурсі на місця державного замовлення певного ЗВО, вказують у своїх заявах такий показник, як пріоритетність — від 1 до 7, демонструючи таким чином свій вибір закладу для отримання фаху. ЗВО можуть тільки опосередковано впливати на вибір абітурієнта, працюючи, окрім того, над значеннями критеріїв, за якими щороку конкурсна комісія відбирає виконавців державного замовлення на підготовку фахівців (згідно з постановою КМУ від 20 травня 2013 № 363 «Про затвердження Порядку розміщення державного замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів»), а також формулюючи певним чином Умови прийому. Між тим, бюджетне фінансування ЗВО розраховується, виходячи з кількості здобувачів вищої освіти усіх рівнів, зарахованих на бюджетні місця.

Досвід вчених у розв'язанні подібного класу завдань свідчить, що ефективним є використання інформаційної технології системного аналізу з використанням когнітивного моделювання. Технологія ґрунтується на апараті синтезу управлінь на основі когнітивних карт, запропонованому дослідниками наукової школи академіка М. З. Згуровського та уже практично застосованому для розв'язання актуальних задач одним з провідних науковців цієї наукової школи, професором НТУУ «КПІ» В. Д. Романенком та одним із співавторів цієї статті [1]—[4].

Відповідно до існуючої технології будується когнітивна карта (КК), яка відображається як орієнтований зважений граф, в якому множина вершин символізує елементи довільної складної системи, дуги — взаємозв'язки між складовими елементами системи (можуть бути двоспрямованими), вага дуг — число (додатне чи від'ємне), яке показує величину зміни параметра елемента системи, відповідно до зміни вершини, що впливає (наприклад, якщо така вершина зростає на 10 %, а вага дорівнює 0,2, то цільова вершина зміниться на $10\% \cdot 0,2 = 2\%$). Головна вихідна вершина, значення якої досліджується та оптимізується, називається цільовою. КК вважається успішно побудованою, якщо для неї виконуються умови стійкості. Потім проводиться когнітивне моделювання різних сценаріїв розвитку, наприклад, які зміни відбудуться, якщо певний параметр збільшиться (чи зменшиться) на 10 %, і навпаки — що слід змінити, щоб збільшити цільову вершину (показник) на задану кількість відсотків.

Важливою особливістю вищевказаної проблеми є те, що ЗВО може керувати тільки своєю діяльністю, але не рішенням абітурієнта як таким. Хоча на рішення абітурієнтів впливають окремі складові цієї діяльності, які мають характер профорієнтаційних. Однак, як правило, неможливо стверджувати, що існує прямий і повний зв'язок між цілеспрямованою профорієнтаційною та іншою діяльністю ЗВО й причинами, через які абітурієнти приймають рішення подавати документи до конкретного ЗВО на певну освітньо-професійну програму (ОПП). Опитування свідчать, що вступники не в змозі чітко пояснити мотиви свого вибору, тобто їхні рішення — результат дії не єдиного чинника, а системи взаємопов'язаних факторів. Тому, відповідно до кібернетичного підходу та принципів системного аналізу, пропонуємо виділяти такі види вершин когнітивної карти складної системи:

- цільова вершина J (№ 1) (наприклад, «Кількість студентів, набраних у заданий рік у певний ЗВО на бюджетні місця на бакалаврат»);

- множина Y спостережуваних вершин, вплив яких на цільову вершину можна обчислити досить точно у різний спосіб (за даними опитувань та розрахунків), але якими не можна прямо керувати;

- множина U керованих вершин, які знаходяться у когнітивному консонансі (узгодженість та урівноваженість об'єктів та процесів різної природи [5]) зі спостережуваними вершинами і якими можна прямо керувати;

- множина X вершин, що характеризують стан системи і які у певний спосіб мають бути взаємопов'язаними з керованими вершинами, а інші — спостережуваними. Між цими процесами, звичайно, є зв'язок, і характер цього зв'язку потребує окремого дослідження. Однак, головним є питання формалізації та оптимізації діяльності ЗВО для забезпечення якнайбільшої її ефективності для набору абітурієнтів на бюджетні місця на бакалаврат.

Метою статті є розробка методу проектування когнітивної карти складної системи, яка оптимізує значення цільової вершини J із забезпеченням когнітивного консонансу між множинами спостережуваних Y і керованих U вершин, що не перетинаються, та змінними стану X , які мають взаємовплив з керованими вершинами U . Побудована у такий спосіб когнітивна карта повинна мати можливість підбору ваг, які забезпечать її стійкість, що слід довести на прикладі побудованої КК для максимізації кількості студентів, набраних у заданий рік у певний ЗВО на бюджетні місця на бакалаврат, шляхом оптимізації діяльності профорієнтаційної та іншої діяльності державного закладу вищої освіти.

Розроблення методу

Ідея запропонованого методу полягає в такому (рис. 1):

1. Визначаються N факторів та процесів, вплив яких на цільову вершину (вершина № 1) можна виміряти чи оцінити за результатами спостережень або опитувань, в результаті чого формується множина Y з N спостережуваних вершин з номерами від 2 до $N + 1$, які пов'язані з цільовою вершиною дугами від a_{21} до $a_{N+1,1}$, відповідно.

Відповідно до концепції когнітивного консонансу, множина Y спостережуваних вершин формується з чинників Y_i ($i = 2, N + 1$), які відповідають таким критеріям:

- Критерій 1. Чинник впливає на стан цільової вершини;
- Критерій 2. Чинник є спостережуваним (тобто існує інструмент для його вимірювання);
- Критерій 3. Існує інструмент впливу на чинник, щоб він змінив свій стан.
- Критерій 4. Кожному чиннику відповідає окремий інструмент керування.

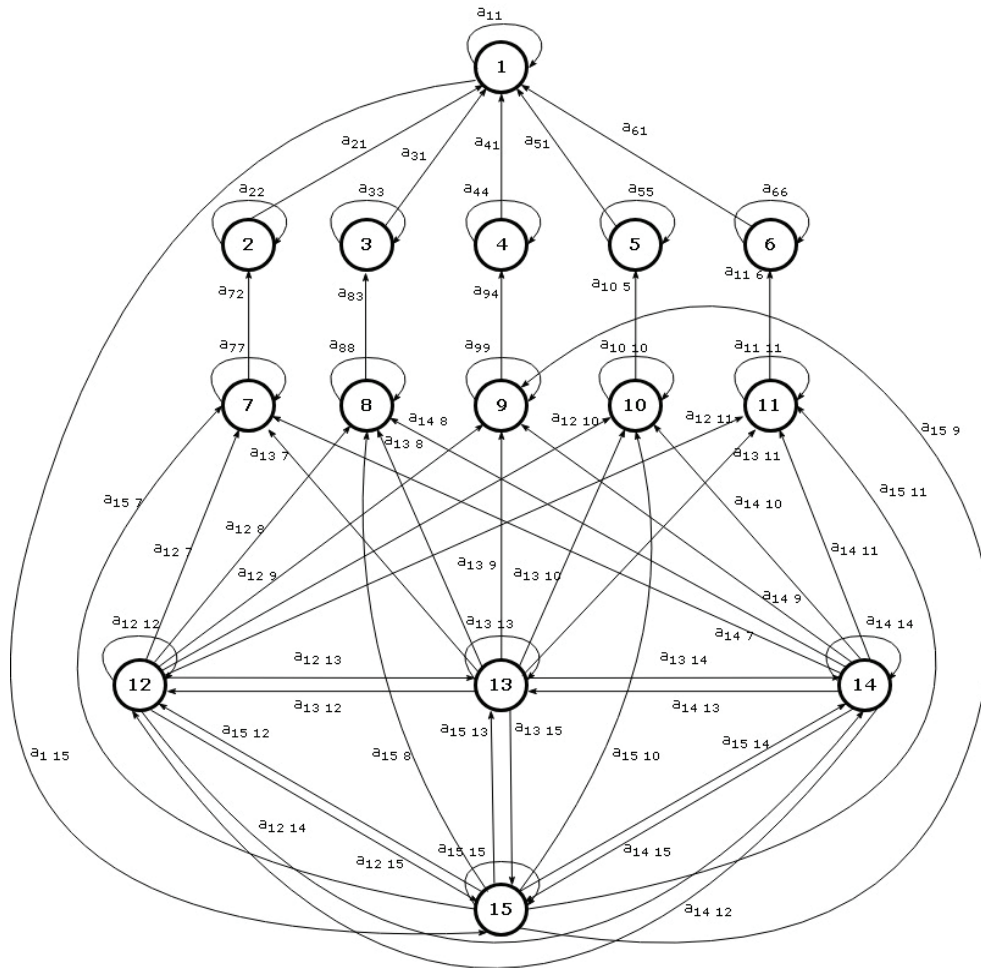


Рис. 1. Когнітивна карта, побудована за запропонованим методом, за умови $N = 5, M = 3$

2. Для кожної із спостережуваних вершин (та дуг) за принципом когнітивного консонансу формується множина U з N керованих вершин з номерами від $N + 2$ до $2N + 1$, які пов'язані зі спостережуваними вершинами дугами від $a_{N+2,2}$ до $a_{2N+1, N+1}$, відповідно.

3. Експертним шляхом визначається множина X з M вершин стану системи (вершини з номерами від $2N + 2$ до $K = 2N + M + 2$), які характеризують основну діяльність та стан системи керування і пов'язані в усіх комбінаціях з усіма керованими вершинами множини U та між собою: номерами від 2 до $N + 1$, які пов'язані з цільовою вершиною дугами від a_{21} до $a_{N+1, 1}$, відповідно.

4. Оскільки складні системи мають значну інерційність, кожна i -та ($i = 1, 2, \dots, K$) вершина охоплюється дугою a_{ii} , яка враховує автокореляцію процесу, наприклад для ЗВО це може бути вплив минулорічних значень показників на цьогорічні показники.

5. Як відомо, важливим аспектом стійкого керування будь-якої системи є наявність зворотного зв'язку, тому важливо визначити (оцінити, виміряти, обґрунтувати) вплив значень цільової вершини на значення вершин (мінімум однієї) множини X , тобто з вагами дуг від $a_{1, 2N+2}$ до a_{1K} .

6. Значення ваг дуг, пов'язаних з цільовою вершиною (див. пп. 1 і 5), обчислюються за даними спостережень, а усіх інших — експертним шляхом, але з максимальним обґрунтуванням того, як приріст однієї вплине на приріст іншої.

7. Побудована у такий спосіб когнітивна карта (рис. 1) перевіряється на стійкість за відомим методом [1], [2], [4]: будується матриця зв'язності графу когнітивної карти з усіх ваг a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, K$;

$j = 1, 2, \dots, K$) та обчислюються її власні числа: якщо усі власні числа за модулем є меншими 1, тоді когнітивна карта є стійкою.

8. Вага a_{ij} показує, з якою силою зміна певної вершини змінює цільову. Якщо позначити загальну множину вершин як E , при чому $Y, U, X \in E$, то зв'язок між вершинами можна показати за допомогою формули $e_i = a_{ji} \cdot e_j$ ($i, j = 1, 2, \dots, K$, де K — кількість спостережуваних вершин), де e_i — величина зміни стану цільової вершини i ; a_{ji} — вага (сила) зв'язку між вершинами i та j ; e_j — величина зміни стану спостережуваної вершини j .

У разі, якщо когнітивна карта виявляється нестійкою, ваги дуг, оцінені у пп. 2—4, слід переглянути в бік зменшення значень. Особливо це стосується п. 4 (дослідження показали, що стійкість подібної КК дуже чутлива саме до значень, визначених у п. 4).

Важливо зазначити, що у п. 1 потрібно відбирати тільки такі спостережувані вершини (фактори), для яких можна визначити керовані вершини у п. 2, оскільки головною метою, задля якої проєктується ця когнітивна карта, є оптимізація системи керування процесами у складній системі.

Побудована КК може далі використовуватись для когнітивного моделювання та програвання сценаріїв (стратегій) керування системою «що буде, якщо» або пошуку оптимального керування шляхом розв'язання оберненої задачі — як слід змінити вершини стану, щоб максимізувати значення цільової вершини, але це — предмет розгляду окремої статті.

Приклад побудови когнітивної карти за запропонованим методом

Продемонструємо працездатність запропонованого методу до побудови когнітивної карти проф-орієнтаційної діяльності державного ЗВО для максимізації значення цільової вершини — кількості студентів, набраних на бюджетні місця на бакалаврат (на прикладі Вінницького національного технічного університету).

Пропонується будувати когнітивну карту з рис. 1 з матрицею зв'язності (вагами дуг) між вершинами з табл. 1 у вигляді, поданому на рис. 2.

Таблиця 1

Список вершин когнітивної карти проф-орієнтаційної діяльності ЗВО

№	Назва вершини	№	Назва вершини
	Дії абітурієнта		Діяльність ЗВО
1	Кількість студентів, набраних на навчання за держзамовленням у певний ЗВО (цільова вершина)		
Множина Y		Множина U	
2	Престижність ЗВО	7	Рейтинги ЗВО у ТОП-200, QS, Webometrics, U-Multirank тощо
3	Поради батьків/друзів/знайомих	8	Інформування громадськості про успіхи ЗВО у ЗМІ, соцмережах; «Дні відкритих дверей» тощо
4	Висока якість навчання	9	Сучасні освітньо-професійні програми (ОПП), сучасна матеріально-технічна база (МТБ), потужний професорсько-викладацький склад, наукові досягнення, міжнародна співпраця, стажування за кордоном викладачів і студентів та інформування громадськості про це
5	Високі шанси на бюджет	10	Організація підготовчих курсів ЗВО для вступників, підготовки з учнями робіт на конкурсі Малої академії наук України (МАНУ), організація спеціалізованих гуртків, конкурсів, олімпіад
6	Гарантія працевлаштування на престижну роботу з дипломом цього ЗВО	11	Забезпечення працевлаштування випускників, у тому числі за кордоном, за спеціальністю та інформування про це громадськості
		Множина X	
		12	Розширення зв'язків з роботодавцями
		13	Підсилення потенціалу ЗВО (МТБ, професорсько-викладацького складу, збільшення і комерціалізація наукових досягнень тощо)
		14	Розширення міжнародної співпраці, збільшення стажування за кордоном викладачів і студентів
		15	Фінансування ЗВО з державного бюджету

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07
2	0,14	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,22	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,15	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,11	0	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,14	0	0	0	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0,7	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0,15	0,1	0,05	0,1	0,7	0,3	0,3	0,2	0,1
13	0	0	0	0	0	0	0,25	0,2	0,7	0,25	0,2	0,3	0,3	0,25	0,2
14	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,15	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1
15	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,6	0,4	0,1	0,05	0,7	0,3	0,4

Рис. 2. Матриця зв'язності когнітивної карти профорієнтаційної діяльності ЗВО з рис. 1 з вагами з табл. 2

Серед дуг когнітивної карти (рис. 1) з вагами на рис. 2 для вершин з табл. 1, відповідно до запропонованого вище методу, можна виділити такі характерні групи значень:

1. Вплив дуг множини Y — $a_{21}, a_{22}, \dots, a_{25}$ — вплив спостережуваних і важливих для абітурієнтів показників на цільову вершину № 1 — обчислюється за показниками опитувань щодо важливості кожного із цих критеріїв (факторів).

Щоб сформувати **множину спостережуваних вершин Y** , використано результати дослідження «Соціально-економічний портрет студентів: результати опитування» від Аналітичного центру CEDOS [6]. Дослідження виокремило $N' = 6$ груп чинників, які вплинули на 96 % опитуваних (решта вказали «Інше» та «Важко сказати») і відповідають Критеріям 1–2 формування множини Y спостережуваних вершин:

- 1) престижність, високі шанси на працевлаштування (28 %);
- 2) поради батьків/друзів/знайомих (22 %);
- 3) зручна відстань від місця проживання, навчання разом з друзями (17 %);
- 4) висока якість навчання (15 %);
- 5) вищі шанси потрапити на бюджетну форму навчання (11 %);
- 6) за вибором спеціальності (3 %).

Чинники 3 та 6 відкинута, через невиконання Критерію 3. Крім того, відповідно до Критерію 4, необхідно чинник 1 розбити на два: престижність та високі шанси на працевлаштування, оскільки на них можна впливати різними, хоча і взаємопов'язаними, інструментами. Отже, наведені міркування дозволили сформувати для КК ПОД ЗВО множину Y спостережуваних $N = 5$ вершин (див. табл. 1).

Адаптуючи модель до інших практичних задач (зокрема, до певного ЗВО), необхідно ґрунтуватися на результатах вимірювання впливу системи інших унікальних чинників, які впливають на стан конкретної цільової вершини.

2. Опис дуг із вершин множини U подано у табл. 2.

Таблиця 2

Опис дуг когнітивної карти (рис. 1) профорієнтаційної діяльності ЗВО

Дуга	Опис дуги	Характеристика впливу, що враховується вагою дуги
1–15	Вплив кількості абітурієнтів, які вступили на бюджетну форму навчання на бакалаврат у поточному році, на фінансування ЗВО	Формула розрахунку фінансування державних ЗВО враховує, передусім, кількість здобувачів вищої освіти, які навчаються за бюджетною формою навчання (можна оцінити за відсотком набраних у поточному році таких студентів відносно їх загальної кількості, але це, як правило, не єдина складова цієї формули)
7–2	Вплив рейтингів ЗВО на престижність	Якщо зростає місце ЗВО в авторитетних міжнародних та національних рейтингах, це піднімає престижність ЗВО в очах громадськості та абітурієнтів, але престижність залежить не тільки від цього
8–3	Вплив широкого інформування громадськості про діяльність ЗВО на поради батьків/друзів/знайомих	Чим ширше громадськість буде поінформована про успіхи ЗВО, тим більша ймовірність порад батьків/друзів/знайомих щодо вступу до цього ЗВО
9–4	Вплив технічно-матеріального забезпечення та ін. супутніх речей на якість навчального процесу у ЗВО	Якщо підвищувати рівень ОПП, МТБ, підсилувати кадровий склад, то це підвищуватиме й якість освіти, яку надає ЗВО

Дуга	Опис дуги	Характеристика впливу, що враховується вагою дуги
10–5	Вплив курсів підготовки ЗВО, конкурсних робіт МАНУ, конкурсів, олімпіад та гуртків на зростання шансів вступу на бюджет	Якість проведення підготовчих курсів (учні склали іспити на високі оцінки і потім, відповідно успішно склали ЗНО), та перемоги якісних робіт на конкурсі МАНУ додають по 10 балів до рейтингу абітурієнта (20 з 200 можливих балів), а також конкурси, олімпіади і гуртки сприяють зростанню знань абітурієнтів та кращим балам на ЗНО
11–6	Вплив ЗВО щодо працевлаштування студентів на ймовірність отримати престижну роботу	Більше сприяння ЗВО щодо престижнішого працевлаштування за спеціальністю підвищує ймовірність отримання випускниками престижної роботи
12–7	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на місце у рейтингах ЗВО	Низка рейтингів враховують відгуки роботодавців про ЗВО та їх випускників, тому поглиблення співпраці з ними сприятиме зростанню рейтингів цих ЗВО
12–8	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на активність висвітлення цієї теми у ЗМІ	Чим ширша співпраця ЗВО з роботодавцями і більше цікавих новин та результатів, пов'язаних з цим, тим більша ймовірність, що інформація про це потрапить у новинні стрічки ЗМІ та соцмережі
12–9	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на матеріально-технічне оснащення ЗВО	Чим більше контактів та співпраці з роботодавцями, тим більше, за їх сприяння чи фінансування, зростають можливості ЗВО щодо створення сучасних лабораторій, навчальних курсів на базі ЗВО тощо
12–10	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на якість навчального процесу на підготовчих курсах та на рівень конкурсних робіт МАНУ	Чим кращі зв'язки з роботодавцями, тим більше можливостей у ЗВО якісно організувати навчальний процес на підготовчих курсах, олімпіади, конкурси, гуртки та підвищити рівень конкурсних робіт МАНУ
12–11	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на працевлаштування випускників	Із зростанням зв'язків з роботодавцями зростає кількість «гарячих контактів» ЗВО з підприємствами, що дає можливість підприємствам швидше знайти працівників, а ЗВО – рекомендувати випускників на роботу
12–13	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на підсилення потенціалу ЗВО	Зі зростанням співпраці з сучасними підприємствами підвищується кваліфікація професорсько-викладацького складу, завдяки освоєнню сучасних технологій, знайомству з реаліями ведення бізнесу тощо
12–14	Вплив розширення зв'язків з роботодавцями на розширення міжнародних контактів	Чим більше контактів з вітчизняними роботодавцями, деякі з яких працюють на закордонних ринках і мають закордонних партнерів, підвищує шанси ЗВО розширити міжнародну співпрацю, а також цьому сприяють зв'язки із зарубіжними роботодавцями
12–15	Вплив контактів з роботодавцями на фінансовий стан ЗВО	Зростання рівня співпраці з роботодавцями покращуватиме фінансовий стан ЗВО, завдяки тому, що роботодавці можуть вносити кошти до благодійного фонду ЗВО
13–7	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на його рейтинг	Підсилення потенціалу ЗВО позитивно впливає на рейтинг ЗВО за багатьма критеріями
13–8	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на інформування про його діяльність у ЗМІ	Підсилення потенціалу ЗВО дає більше підстав для цікавих новин з висвітлення діяльності ЗВО у ЗМІ
13–9	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на реальний стан МТБ, якість ОПП, кадровий склад ЗВО	Чим більше підсилюється потенціал ЗВО, тим швидше покращується реальний стан МТБ, ОПП, посилюється кадровий потенціал ЗВО
13–10	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на якість викладання на підготовчому відділенні, робіт конкурсантів МАНУ, підготовлених викладачами ЗВО	Зростання та осучаснення матеріально-технічної бази й ОПП дає можливість покращити рівень робіт для конкурсу МАНУ та покращити навчальний процес на підготовчих курсах (сучасне обладнання, кваліфіковані викладачі тощо)
13–11	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на забезпеченість роботою випускників	Оновлення МТБ і ОПП та підсилення кадрового складу ЗВО покращує рівень працевлаштування випускників ЗВО, оскільки під час навчання вони добре опановують освітні компетентності
13–12	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на можливість ширше співпрацювати з роботодавцями	З підсиленням потенціалу ЗВО зростає можливість проводити спільні дослідження з роботодавцями, впроваджувати розробки тощо
13–14	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на рівень міжнародної співпраці	Зростання якості кадрового потенціалу та осучаснення матеріально-технічної бази й ОПП підвищує обсяг та якість міжнародної співпраці, оскільки зростає рівень наукових та педагогічних досягнень
13–15	Вплив підсилення потенціалу ЗВО на фінансовий стан ЗВО	Зростання рівня МТБ підвищуватиме кількість господарських НДР, які сприятимуть зростанню фінансування ЗВО
14–7	Вплив розширення міжнародної співпраці на місце ЗВО у освітніх рейтингах	Зростання масштабів міжнародної співпраці піднімає рейтинг ЗВО в освітніх рейтингах, де є критерії саме з оцінювання ефективності міжнародної діяльності
14–8	Розширення міжнародної співпраці впливає на обсяг висвітлення діяльності ЗВО у ЗМІ	Зі зростанням обсягу міжнародної співпраці зростатиме ймовірність потрапити у новинні стрічки ЗМІ та соцмереж, оскільки міжнародна тематика викликає значне зацікавлення в усіх
14–9	Розширення міжнародної співпраці впливає на якість професорсько-викладацького складу ЗВО	Зростання міжнародної співпраці підвищує рівень професорсько-викладацького складу, оскільки науковці та педагоги отримують доступ до інновацій у науці, технологіях, закордонних проектах, грантах, до стажування за кордоном тощо

Дуга	Опис дуги	Характеристика впливу, що враховується вагою дуги
14–10	Вплив розширення міжнародної співпраці на організацію підготовчих курсів та роботи для конкурсу МАНУ	Зі зростанням масштабів та змістовності міжнародної співпраці з'являється можливість запрошувати на підготовчі курси та залучати до конкурсних робіт МАНУ закордонних науковців та кошти міжнародних грантів
14–11	Розширення міжнародної співпраці впливає на престижність працевлаштування як в Україні, так і за кордоном, випускників ЗВО	Зростання контактів з міжнародними партнерами сприятиме зростанню ймовірності забезпечити роботою за кордоном випускників ЗВО, оскільки ще під час навчання вони оволодіють компетенціями, які для цього необхідні (знання іноземних мов, досвід роботи, навчання та досліджень за кордоном тощо)
14–12	Вплив розширення міжнародної співпраці на розширення зв'язків з роботодавцями	Зростання кількості та якості міжнародних контактів сприяє зростанню обсягів співпраці із зарубіжними та вітчизняними роботодавцями, оскільки останні контактують із закордонними партнерами і бачать міжнародне визнання ЗВО
14–13	Розширення міжнародної співпраці впливає на підсилення потенціалу ЗВО	Зростання міжнародної співпраці підвищує потенціал ЗВО, оскільки науковці та педагоги отримують доступ до інновацій у науці, технологіях, закордонних проектах, грантах, до стажування за кордоном, зростає можливість отримати додаткові фінансові, матеріальні та інтелектуальні ресурси
14–15	Вплив рівня активності у напрямку міжнародного співробітництва на фінансовий стан ЗВО	Зростання кількості та якості міжнародних контактів сприяє зростанню ймовірності отримання грантів та міжнародних проектів, що дає можливість придбати сучасне обладнання, проводити ремонт приміщень за іноземні кошти тощо
15–7	Вплив фінансового стану ЗВО на місце у освітніх рейтингах	Збільшення фінансування ЗВО дає можливість організувати рейтингування з преміюванням (наприклад, надбавками) підрозділів та/чи окремих викладачів ЗВО, що позитивно вплине на рейтинг ЗВО в цілому
15–8	Вплив фінансового стану ЗВО на інформування громадськості про діяльність ЗВО	Покращення рівня фінансування ЗВО дасть можливість проводити різноманітні заходи у ЗВО на високому рівні, робити їх більше видовищними, щоб зацікавити ЗМІ та запам'ятатись учасникам, крім того, це дає можливість профінансувати публікацію рекламних матеріалів
15–9	Вплив фінансового стану ЗВО на стан МТБ ЗВО	Покращення фінансової забезпеченості ЗВО позитивно впливає на рівень МТБ, оскільки наявність фінансових ресурсів дає можливість придбати необхідне устаткування, зробити ремонт, оплатити участь у виставках, стажування викладачів
15–10	Вплив фінансового стану ЗВО на підготовчі курси та конкурси МАНУ	Покращення фінансового стану ЗВО дає можливість преміювати (надбавкою) активних викладачів ЗВО, які забезпечуватимуть високу якість викладання на підготовчих курсах та перемогу конкурсних робіт на конкурсі МАНУ
15–11	Вплив фінансового стану ЗВО на рівень працевлаштування випускників	Покращення рівня фінансування ЗВО сприятиме збільшенню його можливостей у напрямку працевлаштування випускників, наприклад, з'явиться можливість оплатити витрати на стажування, практику, дати надбавку активним викладачам, які налагоджуватимуть працевлаштування на престижну роботу за спеціальністю випускників цього ЗВО
15–12	Фінансування ЗВО впливає на покращення співпраці з роботодавцями	Покращення фінансування ЗВО покращуватиме співпрацю з роботодавцями, оскільки ЗВО матиме можливість фінансувати різні заходи із запрошенням роботодавців, видання рекламних буклетів та буклетів з науковими розробками викладачів ЗВО, дати надбавку активним викладачам, які налагоджуватимуть ефективну співпрацю з роботодавцями
15–13	Фінансування ЗВО впливає на підсилення потенціалу ЗВО	Зростання фінансування ЗВО дає можливість підвищити рівень МТБ, (придбати сучасне обладнання, зробити ремонт, оплатити ліцензії за програмне забезпечення тощо), преміювати професорсько-викладацький склад, який підвищуватиме свій потенціал (захисти дисертацій, отримання вчених звань, написання статей у Scopus/WoS, отримання патентів та свідоцтв тощо)
15–14	Фінансування ЗВО впливає на активність міжнародних зв'язків	Підвищення рівня фінансування ЗВО підвищує активність міжнародних контактів, оскільки у ЗВО є можливість спорядити своїх працівників за кордон та прийняти закордонну делегацію у себе на достойному рівні, а також дати надбавку активним викладачам, які налагоджуватимуть ефективну міжнародну співпрацю

Для формування множини U — множини вершин керування, які впливають на стан відповідних спостережуваних вершин множини Y — використано критерії, якими керуються органи державної влади, вибираючи ЗВО для підготовки фахівців згідно з Постановою КМУ від 20 травня 2013 № 363 «Про затвердження Порядку розміщення державного замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, підвищення кваліфікації та перепідго-

товку кадрів». У п. 8 цієї Постанови перелічено 13 комплексних критеріїв. Серед них експертами відібрано $N = 5$ чинників, з яких сформовано множину керованих вершин U (див. табл. 1).

3. Опис дуг з вершин множини X подано у табл. 2.

Для формування множини X — множини станів керовальної системи — застосовано знання експертів у галузі, для якої моделюється КК. Експертами названо основні компоненти керування досліджуваної системи, які утворили множину станів X з $M = 3$ для заданого ЗВО (див. табл. 1):

- 1) співпраця з внутрішньодержавними інституціями щодо працевлаштування випускників (вершина 12);
- 2) адміністрування процесів навчання/досліджень/господарювання (вершина 13),
- 3) співпраця з міжнародними інституціями (вершина 14).

4. Вплив усіх вершин самих на себе з вагами a_{ii} ($i = 1, 2, \dots, K$) пропонується формувати, з урахуванням того, що інерційність системи профорієнтаційної діяльності ЗВО зменшується від ЗВО (максимальна вага $a_{1515} = 0,4$) до вершин множини Y на рівні абітурієнтів (0,15) аж до мінімального $a_{11} = 0,05$;

5. Під час синтезування КК ПОД ЗВО ВНТУ ваги $a_{21}, a_{31}, a_{41}, a_{51}, a_{61}, a_{115}, a_{105}$ визначаються аналітично. Зокрема, ваги a_{i1} ($i = 2, \dots, 6$) пропонується формувати згідно з результатами вищезгаданого опитування CEDOS. Вага зв'язку a_{i1} дорівнює відсотку осіб, які керувались i -м чинником у виборі ЗВО, визначеним за допомогою соціологічного опитування.

Вага зв'язку a_{115} — відношення загальної кількості студентів, які навчаються у певному ЗВО за держзамовленнями, до кількості студентів, набраних за держзамовленням на перший курс на бакалаврат у досліджуваному році. Ця вага для ВНТУ складає 0,07 (згідно зі звітом ректора, розміщеним на сайті <http://vntu.edu.ua>). Очевидно, цей показник для різних ЗВО у різні роки різний, але у першому наближенні можна використати таке його значення.

Вага зв'язку a_{105} — вклад у рейтинг абітурієнта балів, які він отримав за успішне навчання на підготовчих курсах ЗВО та перемогу у конкурсах МАНУ. Ця вага обчислена для певного ЗВО згідно з «Правилами прийому на навчання до ВНТУ в 2018 році» (див. розділ «Довідка абітурієнта» на сайті <http://vntu.edu.ua>) і складає 0,1, оскільки можна набрати до 20 таких балів з можливих 200.

6. Вагові коефіцієнти решти дуг — результат експертного оцінювання. Здійснено опитування 4-х експертів, які згідно з власними знаннями та досвідом оцінили ваги зв'язку між досліджуваними вершинами, причому, вказувався діапазон значень ваг. Далі сформовано таблицю з мінімальними та максимальними оцінками ваг. Середнє значення оцінок внесено у матрицю суміжності для дослідження стійкості синтезованої системи (див. рис. 3). Приклад обробки експертних даних для зв'язку вершин 11 та 6 показано на рис. 3.

Вага зв'язку між вершиною 11 "Забезпечення працевлаштування випускників, у тому числі за кордоном, за спеціальністю та інформування про це громадськості" та 6 "Гарантія працевлаштування на престижну роботу з дипломом цього ЗВО"

№ експерта	Мінімальне значення ваги 11-6	Максимальне значення ваги 11-6
1	0,4	0,5
2	0,8	0,9
3	0,7	0,9
4	0,9	1
	Мінімальна оцінка ваги 11-6	Максимальна оцінка ваги 11-6
	0,4	1
	Усереднена емпірична вага 11-6	0,7

Вага зв'язку між вершиною 9 "Сучасні освітньо-професійні програми (ОПП), сучасна матеріально-технічна база (МТБ) і т.д." та 4 "Висока якість навчання"

№ експерта	Мінімальне значення ваги 9-4	Максимальне значення ваги 9-4
1	0,1	0,45
2	0,6	0,8
3	0,75	0,85
4	0,9	0,95
	Мінімальна оцінка ваги 9-4	Максимальна оцінка ваги 9-4
	0,1	0,95
	Усереднена емпірична вага 9-4	0,5

Рис. 3. Приклад протоколу експертних оцінок значень ваг

	1
1	0.993
2	-0.107+0.131i
3	-0.107-0.131i
4	0.306+0.231i
5	0.306-0.231i
6	0.129
7	0.179
8	0.15
9	0.2
10	0.2
11	0.2
12	0.2
13	0.15
14	0.15
15	0.15

Рис. 4. Власні числа матриці зв'язності, поданої на рис. 2

Власні числа матриці зв'язності, показаної на рис. 2, обчислені у пакеті Mathcad, подано на рис. 4.

Аналіз власних чисел на рис. 4 показує, що побудована когнітивна карта є стійкою. Отже, можна дати такі рекомендації щодо підвищення ефективності профорієнтаційної діяльності ЗВО:

1) необхідно підвищувати значення контрольованих чинників, які безпосередньо впливають на критерії вибору заданого ЗВО абітурієнтом, а саме:

- найбільше увагу необхідно звернути на показники рейтингів ЗВО у ТОП-200, QS, Webometrics, U-Multirank, а також на забезпечення випускників ЗВО роботою, в тому числі за кордоном;
- активно розширювати інформаційну кампанію у ЗМІ (традиційних та цифрових) щодо усіх аспектів діяльності ЗВО, а також осучаснювати матеріальне-технічне забезпечення ЗВО та кваліфікацію професорсько-викладацького складу;
- нарощувати кількість школярів, які успішно закінчили підготовчі курси, і піднімати рівень конкурсних робіт МАН, щоб їхні автори здобували перемогу;

2) щоб отримати приріст впливу вищеописаних чинників, ЗВО необхідно таким чином змінити свою діяльність:

- осучаснювати МТБ ЗВО та посилювати компетентність викладачів й науковців шляхом нарощування допомоги від підприємств та за рахунок посилення міжнародної співпраці, а також цілеспрямовано здійснюючи преміювання активних викладачів і вчених ЗВО;
- максимально активізувати співпрацю з роботодавцями в усіх напрямках (презентації, курси, лекції, екскурсії, стажування, практики, працевлаштування випускників, наукові розробки, стартапи тощо) з інформуванням про це громадськості у ЗМІ;
- посилювати міжнародну співпрацю, у т.ч. у межах грантової допомоги і проектів із залученням студентів та учнів в межах підготовки їх робіт на конкурс МАНУ;
- організовувати різні конкурси, олімпіади, роботу гуртків, спрямованих на збільшення знань учнів, необхідних для кращого складання ЗНО;
- налагодити співпрацю з випускниками минулих років для удосконалення якості ОПП, забезпечення кращих відгуків про ЗВО у соцмережах та освітніх рейтингах;

3) активізація і нарощування усіх напрямів діяльності ЗВО мають бути перманентними, оскільки досить відчутним є вплив показників минулих років.

Висновки

Розглянуто проблему оптимізації поведінки складної системи, в якій спостережувані чинники (показники, змінні) некеровані і навпаки. Зазначено, що така ситуація має місце щодо оптимізації профорієнтаційної діяльності закладу вищої освіти (ЗВО), спрямованої на збільшення кількості здобувачів освітнього ступеня бакалавра, оскільки впливати ЗВО може тільки на свою діяльність, а вибір конкретного ЗВО та його пріоритетності під час вступної компанії абітурієнт робить самостійно.

Запропоновано новий метод проектування когнітивної карти із забезпеченням когнітивного консонансу між керованими та спостережуваними вершинами, який дозволяє ідентифікувати ваги дуг такої карти з максимальним використанням усієї наявної інформації з результатів опитувань першокурсників як для дуг спостережуваних вершин, так і дуг керованих та інших вершин. Відповідно до фундаментальної ідеї методу, кожному спостережуваному показнику ставиться у відповідність керований. Показники пов'язані між собою комплексом зв'язків, спрямованість та вага яких були визначаються за експертними оцінками та аналітично.

Продемонстровано працездатність розробленого методу на задачі побудови когнітивної карти для задачі оптимізації профорієнтаційної діяльності ЗВО. Працездатність підтверджена тим, що побудована когнітивна карта виявилась стійкою, тобто її можна використовувати для задач когнітивного моделювання. Аналіз вершин та опису і значень ваг дозволив сформулювати комплекс рекомендацій щодо пріоритетної діяльності ЗВО, спрямованої на оптимізацію його основних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Mikhail Z. Zgurowsky, Victor D. Romanenko, and Yuriy L. Milyavskiy, "Principles and Methods of Impulse Processes Control in Cognitive Maps of Complex Systems. Part 1," *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 48, iss. 3, pp. 36-45, 2016. doi: 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i3.40.
- [2] В. Д. Романенко, Ю. Л. Мілявський, та В. Б. Мокін, «Автоматизація управління водним балансом водогосподарської ділянки з нейтралізацією обмежених природних збурень на основі когнітивних моделей.» *матеріали 19-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 201.*, Київ, 22-25 травня 2017 р. Київ, Україна: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, с. 111, 2017.

[3] Vitalii Mokin, Ilona Varchuk, Kostiantyn Bondaletov, and Olena Slobodianiuk, "Method for Analyzing and Optimizing the Topologic Observability of Cognitive Maps of Complex Spatially Distributed Systems," *CONFERENCE PROCEEDINGS 2017 IEEE First Ukraine Conference on ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING (UKRCON)*, May 29-June 2, 2017 Kyiv, pp. 865-869. doi 10.1109/UKRCON.2017.8100371.

[4] В. Б. Мокін, та К. О. Бондалетов, «Новий підхід до автоматизації оптимального управління водогосподарським балансом басейну річки на основі когнітивних карт,» у «*Інтернет–Освіта–Наука – 2016*»: збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції «ІОН-2016», 11–14 жовтня 2016 р., Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2016, с. 101-103.

[5] *Социологический энциклопедический словарь. На русском, английском, немецком, французском и чешском языках.* Ред. Г. В. Осипов. Москва, Россия: изд-во НОРМА (Издательская группа НОРМА -ИНФРА-М), 2000, 488 с.

[6] *Дослідження «Соціально-економічний портрет студентів: результати опитування» від Аналітичного центру CEDOS.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cedos.org.ua/uk/osvita/sotsialno-ekonomichnyi-portret-studentiv-rezultaty-opytuvannia>.

Рекомендовано до друку кафедрою системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 11. 06.2018

Мокін Віталій Борисович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail: vbmokin@gmail.com ;

Бурдейна Олена Володимирівна — здобувач кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail: elenaburd@gmail.com ;

Коваль Костянтин Олегович — канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інтеграції навчання з виробництвом, e-mail: kkoval@vntu.edu.ua ;

Яшолт Андрій Русланович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, e-mail: yasholt@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

V. B. Mokin¹
O. V. Burdeina¹
K. O. Koval¹
A. R. Yashcholt¹

Method of Designing Cognitive Map for Optimization of Vocational Guidance of Higher Educational Institution

¹Vinnitsia National Technical University

The article considers the problem of optimizing the behavior of a complex system in which the observed factors (indicators, variables) are not controllable and vice versa. It is noted that such a situation takes place when optimizing the vocational guidance activity of the university aimed at increasing the number of applicants for the bachelor's degree of education, since the university can only influence its activities, and the choice of a particular university and its priority during the introductory company is done by the applicant himself. A new method for designing a cognitive map with the provision of cognitive consonances between controllable and observable vertices is proposed, which makes it possible to identify the weights of the arcs of such a map with the maximum use of all available information based on the results of polls of freshmen both for the arcs of observed vertices and arcs of controllable and other vertices. According to the fundamental idea of the method, each observed indicator is put in correspondence controlled. The indicators are interconnected by a complex of arcs, the direction and weight of which are determined by expert estimates and analytically. The working capacity of the developed method is shown on the example of constructing a cognitive map for the task of optimizing the vocational guidance activity of the university. The efficiency of the method is confirmed by the fact that the constructed cognitive map proved to be stable, that is, it can indeed be used for cognitive modeling tasks. The analysis of the vertices and descriptions and values of the weights made it possible to formulate a set of recommendations on the priority activity of the university. Its activities should be aimed at optimizing the main indicators related to strengthening the human and material and technical potential of the educational institution, international activities, cooperation with employers and employment of graduates, working with schoolchildren, graduates and informing about their activities in the media and social networks, etc.

Keywords: system analysis, cognitive modeling, cognitive map, cognitive consonance, vocational guidance, higher educational institution, applicants.

Mokin Vitalii B. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: vbmokin@gmail.com ;

Burdeina Olena V. — Researcher of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: elenaburd@gmail.com ;

Koval Kostiantyn O. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Head of the Chair of Integration of Training with Production, e-mail: kkoval@vntu.edu.ua ;

Yasholt Andrii R. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, e-mail: yasholt@gmail.com

В. Б. Мокин¹
Е. В. Бурдейная¹
К. О. Коваль¹
А. Р. Ящолт¹

Метод проектирования когнитивной карты для оптимизации профориентационной деятельности вуза

¹Вінницький національний технічний університет

Рассмотрена проблема оптимизации поведения сложной системы, в которой наблюдаемые факторы (показатели, переменные) не являются управляемыми и наоборот. Отмечено, что такая ситуация имеет место при оптимизации профориентационной деятельности вуза, направленной на увеличение количества соискателей образовательной степени бакалавра, поскольку влиять вуз может только на свою деятельность, а выбор конкретного вуза и его приоритета во время вступительной компании абитуриент делает самостоятельно. Предложен новый метод проектирования когнитивной карты с обеспечением когнитивного консонанса между управляемыми и наблюдаемыми вершинами, позволяющий идентифицировать веса дуг такой карты с максимальным использованием всей имеющейся информации по результатам опросов первокурсников как для дуг наблюдаемых вершин, так и дуг управляемых и других вершин. Согласно фундаментальной идеи метода, каждому наблюдаемому показателю ставится в соответствие управляемый. Показатели связаны между собой комплексом дуг, направленность и веса которых определяются по экспертным оценкам и аналитически. Продемонстрирована работоспособность разработанного метода на примере построения когнитивной карты для задачи оптимизации профориентационной деятельности вуза. Работоспособность метода подтверждена тем, что построенная когнитивная карта оказалась устойчивой, то есть ее действительно можно использовать для задач когнитивного моделирования. Анализ вершин, описаний и значений весов позволил сформировать комплекс рекомендаций по приоритетной деятельности вуза. Его деятельность должна быть направлена на оптимизацию основных показателей, касающихся усиления кадрового и материально-технического потенциала учебного заведения, международной деятельности, сотрудничества с работодателями и трудоустройства выпускников, работы со школьниками, выпускниками и информирования о своей деятельности в СМИ и соцсетях и т.п.

Ключевые слова: системный анализ, когнитивное моделирование, когнитивная карта, когнитивный консонанс, профориентационная деятельность, высшее учебное заведение, абитуриент.

Мокин Виталий Борисович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: vbmokin@gmail.com ;

Бурдейная Елена Владимировна — соискатель кафедры системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: elenaburd@gmail.com ;

Коваль Константин Олегович — канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой интеграции обучения с производством, e-mail: kkoval@vntu.edu.ua ;

Ящолт Андрей Русланович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры системного анализа, компьютерного мониторинга и инженерной графики, e-mail: yasholt@gmail.com