

Л. С. Лісовська, А. А. Теребух, М. М. Гацук  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра менеджменту організацій

## ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ТА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ТВОРЧОСТІ

<https://doi.org/10.23939/semi2019.03.099>

Ї Лісовська Л. С., Теребух А. А., Гацук М. М., 2019

Автори виокремили та обґрунтували шість моделей розуміння креативності та творчого процесу. Використання цих сучасних та загальноприйнятих моделей дає змогу пояснити феномен “креативності” різними компонентами, стадіями або фазами. Особливої уваги автори надали вивченню та проведенню характеристики процесу організаційної творчості на прикладі модифікованої моделі Уоллеса, зокрема деталізовано компоненти формування етапів та фактори впливу на різних етапах. На підставі аналізування наукових джерел автори сформулювали узагальнену модель творчого процесу, визначили завдання кожного етапу організаційної творчості та силу та напрям дії факторів зовнішнього середовища.

У статті проведено економічне обґрунтування доцільності впровадження Системи підтримки організаційної творчості на прикладі вітчизняної організації ТОВ “Енерго-техпром”. Для розробки системи управління знаннями на підприємстві були визначені основні технічні вимоги до системи, на основі розробленої схеми була визначена приблизна вартість розробки та утримання даної системи (за умови аутсорсингу). Розрахунок ефективності впровадження цього інноваційного проекту був здійснений відповідно до міжнародних стандартів та підтвердив доцільність реалізації проекту.

Ключові слова: організаційна творчість, системи підтримки творчості, моделі творчого процесу, Системи підтримки організаційної творчості, креативна підтримка.

L. Lisovska, A. Terebukh, M. Hatsuk  
Lviv Polytechnic National University,  
Department of Management of Organizations

## GROUND OF MODERN MODELS AND SYSTEMS OF ORGANIZATIONAL CREATIVITY SUPPORT

Ї Lisovska L., Terebukh A., Hatsuk M., 2019

The authors identified and substantiated six models of understanding creativity and the creative process. Usage of these modern and generally accepted models can explain the phenomenon of “creativity” by various components, stages or phases. The authors paid particular attention to studying and conducting the characteristics of the process of organizational creativity on the example of the modified Wallace model. In particular, the components of the formation of stages and factors of influence at different stages were elaborated. Based on the analysis of scientific sources, the authors formulated a generalized model of the creative process, identified the tasks of each stage and the strength and direction of the environmental factors. This model can be used to further identify the factors of influence, both internal and external, on organizational creativity at different stages of the creative process.

To facilitate the creation and development of organizational creativity, authors suggest using an intelligent system with a temporary knowledge base. Such systems not only contain

the actual base, the basis of rules and the mechanism of conclusions but also directly solve issues related to the time frame. In practice, they are called creativity support systems, and they unite various types of information systems to improve creativity.

Creativity support systems can be used to enhance the user's ability to perform creative tasks (the ability that the user owns), to support users in the field of acquiring knowledge, and to provide users with a new experience of creative tasks, which gives them new abilities. There are two types of creative support systems: individual creativity support systems and group creative support systems. The authors substantiate the expediency of creating and using the complex type of systems of support for creativity called "System of support of organizational creativity". The system of support for organizational creativity opens a new form of creative support. Unlike previous types of systems, such a system allows to increase the competitive advantages of an organization and its productivity by offering quick access to various, heterogeneous, branched out information resources, analyzing them, visualizing them and offering recommendations for creating new useful ideas.

The article provides an economic justification for the feasibility of introducing a system of support for organizational creativity on the example of the domestic organization of LLC Energotekhprom. The primary technical requirements for the system were determined to develop a knowledge management system at the enterprise. Based on the developed scheme, the approximate cost of developing and maintaining this system (subject to outsourcing) was determined. The calculation of the effectiveness of the implementation of this innovation project was carried out following international standards and confirmed the feasibility of the project.

**Key words:** organizational creativity, systems of support of creativity, models of creative process, systems of support of organizational creativity, creative support.

#### **Постановка проблеми**

Організаційна творчість на сучасному етапі розглядається однією з найбільш активно досліджуваних напрямів у теорії управління персоналом. Її дослідники стверджують, що це основний засіб розвитку організаційної діяльності, основа для перебування на ринку та інноваційного успіху організації.

На сучасному ринку зростаючих потреб споживачів організації зіштовхуються з необхідністю постійно генерувати нові корисні ідеї, що стосуються продуктів, послуг, процесів, управлінських практик, а також методів конкурентної боротьби. Для забезпечення спроможності організацій до ефективної інноваційної діяльності та активної адаптації до потреб ринку менеджери повинні постійно моніторити та придбавати нові інформаційні ресурси і створювати нові конфігурації з них.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Під організаційною творчістю розуміють здатність організації генерувати ідеї, що можуть сприяти розвитку нових продуктів, послуг, бізнес-практик, а також конкурентних стратегій [1, 2, 3, 4].

Творчість розглядають як інтелектуальний, психологічний та соціальний процес, що відбувається в організації, і на нього впливають контекстні та організаційні фактори [5]. Розвиток організаційної творчості, на думку Амабіле та ін. [6], а також Сандгрена і Стихре (2007) [7], визначається організаційним середовищем. Stenmark [8] стверджує, що найважливішими чинниками, що посилюють організаційну творчість, є мотивація персоналу, автономія та умови роботи персоналу, організаційний клімат та різні додаткові елементи, наприклад, час експерименту.

Згідно з ідеями Бреннана і Дулі [9] організаційну креативність розглядають як суму таких елементів як творча особистість, творче завдання та організаційний контекст (культура організації).

#### **Постановка цілей статті**

**Мета статті** – обґрунтувати зміст та завдання основних етапів творчого процесу на підставі сучасної моделі творчого процесу. Ідентифікацію та уточнення змісту зазначених етапів має бути покладено у засоби активізації організаційної творчості та інноваційної діяльності.

На підставі огляду сучасних систем підтримки організаційної творчості для її розвитку у статті буде визначено особливості формування інтелектуальної системи на основі штучного інтелекту, спрогнозована її вартість та проведено економічне обґрунтування доцільності її використання у діяльності вітчизняної організації.

### **Виклад основного матеріалу**

Виділяють шість моделей розуміння креативності та творчого процесу, які доцільно використовувати для розвитку творчого потенціалу особистості та організаційної творчості відповідно:

- моделі 4С,
- модель творчості Уолласа,
- системна модель творчості Чиксентміхай,
- модель 6Р, компонентна модель творчості,
- модель дивергентного мислення.

Використання цих сучасних та загальноприйнятих моделей дозволяє пояснити феномен “креативності” різними компонентами, стадіями або фазами.

Творчий процес заслужено вважають складним і непередбаченим для управління процесом, тому доцільно детальніше розглянути його компоненти та фактори на різних етапах. Для цієї мети використаємо модифіковану модель Уолласа.

Творчий процес охоплює різні етапи, які необов’язково відбуваються у лінійній послідовності [10].

Стилізована послідовність творчого процесу може бути описана через реалізацію таких етапів [11]:

- (1) ідентифікація проблеми або можливості;
- (2) підготовка;
- (3) генерація ідей;
- (4) оцінка та впровадження ідей.

*Перший етап творчого процесу – це ідентифікація*, яка спрямована на знаходження та усвідомлення проблем та можливостей [11]. Мета цього етапу – побудувати модель проблеми, яка збільшує шанси на створення нових, дієвих рішень. В умовах підприємницької діяльності можливості та проблеми можуть здаватись очевидними. Але вірогідною є і така ситуація, у якій необхідно затратити великі обсяги часу та зусиль для ідентифікації проблеми. В цьому можуть допомогти такі креативні процеси (техніки), як перевірка припущень та створення нових зв’язків.

Нові проблеми можуть бути ідентифіковані завдяки рефреймінгу існуючої ситуації. Цей термін описує процедури переосмислення та перелаштування механізмів сприйняття, мислення, поведінки з метою позбутися від невдалих (можливо, навіть патогенних) шаблонів. Рефреймінг дозволяє перетворити складні проблеми у можливості. Для цього необхідно широко мислити, звертати увагу на почуття, больові точки та існуючі проблеми навколишніх, робити розширений аналіз навколишнього середовища, бути чутливим до несподіваних речей та незадоволених потреб, реагувати на слабкі інформаційні сигнали, які інші можуть пропустити, та відмовитись від прийнятних та безпечних припущень.

Це потребує, насамперед, складної зміни стандартних тверджень та шаблонів поведінки. Виробити дані шаблони доволі легко, проте їхня зміна є набагато складнішою. Саме щоденні рутини займають більшість робочого та особистого часу людини. Рутині процедури є дуже стійкими, підвищують ефективність діяльності шляхом зниження невизначеності, мінливості та часу на прийняття рішень. Тобто шаблон, а не ситуація, контролює поведінку особи. Ця обставина особливо важлива для креативних менеджерів та менеджерів інноваційної діяльності, оскільки вони не тільки повинні руйнувати власні шаблони, а й переконувати інвесторів та клієнтів спробувати щось нове.

Відповідно до компонентної теорії творчості [10],[11] внутрішньо мотивований стан сприяє першому етапу творчого процесу. Внутрішня мотивація сприяє розширенню мислення, відходу від шаблонів і аналізу припущень. Робоче середовище на сучасному етапі має забезпечити високий ступінь автономії, завдяки чому людина відчуває свободу пошуку та не боїться відмовитись від встановленої процедури – формалізованої чи неявної.

В межах сучасної організації керівники на найвищому рівні можуть створювати належне середовище для першого етапу, висловлюючи підтримку підприємницької, творчої, інноваційної поведінки, а потім демонструючи цю підтримку за допомогою дій, які винагороджують та визнають нові ідеї, навіть якщо ці ідеї в підсумку не реалізуються. Лідери на всіх рівнях в організації, аж до безпосередніх керівників, повинні говорити про важливість креативності. Лідери нижчого рівня можуть зіграти надзвичайно важливу роль на першому етапі шляхом залучення людей до проектів на основі не тільки їхніх навичок та досвіду, а й їхніх інтересів [12].

Крім того, наглядові органи можуть значно збільшити ефективність організаційної творчості через структурну підтримку. По-перше, надання чіткого стратегічного напрямку до змістовних цілей дає мету роботі. Поєднання цього стратегічного напрямку з оперативною автономією дає змогу гнучко досліджувати середовище та ситуацію [13]. По-друге, формуючи команди, які б співпрацювали над творчим завданням, лідери забезпечують значну різноманітність у перспективах та дисциплінарному середовищі серед членів, а також можливість спілкування [12].

*Підготовка* в контексті етапу творчого процесу полягає у здобутті знань у відповідній сфері. Це досягається шляхом збору необхідної інформації та ресурсів для вирішення визначеної проблеми. Для людей, які добре знайомі з проблемним простором, цей етап може здаватись тривіальним. Експерти, котрі займаються творчими пошуками, можуть орієнтуватись тільки на свої глибоко вкорінені уявлення [14], що може змусити їх думати, що вони вже знають відповідь. Для експертів, другий етап креативності може стати пасткою, коли шаблони області стають розумовими рубцями [10]. Ця свобода, як правило, недоступна новачкам [12]. Одним із чудових парадоксів творчості є те, що експертиза може бути і джерелом, і суттєвим бар'єром для творчого мислення. Різниця полягає в тому, чи експерт продовжує вчитися з ситуацій, з якими він стикається. Поведінка, яка може бути найсприятливішою для стадії підготовки, певним чином, відрізняється від бажаної поведінки для ідентифікації проблеми / можливості. Вона охоплює наполегливість, пошук і включення широкого кола інформації та відкидання упереджених понять, як цього вимагає нова інформація [15].

Другий етап креативності можна розглядати як прийняття або заперечення шаблонів галузі.

Синергетична зовнішня мотивація, яка використовує зовнішні стимули для покращення існуючої внутрішньої мотивації, може бути особливо корисною на другому етапі. Прогрес у збиранні та засвоєнні інформації є більш імовірним, якщо робоче середовище має достатній рівень двох видів ресурсів: відповідну інформацію та людей, які одночасно бажають і вміють ділитися своїми знаннями про проблемну область. Крім того, кількість інформації, доступної для вирішення проблем у межах організації, різко зростає, коли працівники з різними наборами навичок, передумов та досвіду долучаються до проекту [16].

Менеджери також можуть підтримувати внутрішню мотивацію, надаючи людям можливість розвиватись у нових сферах, що їх зацікавили. Наприклад, деякі організації – найвідоміші, 3М та Google – дають деяким своїм працівникам подарунок у вигляді вільного часу, дозволяючи їм витратити приблизно один день на тиждень, працюючи над будь-яким проектом, яким вони забажають. Ці заняття можуть включати в себе значне вивчення нових галузей знань, які в підсумку можуть слугувати чудовою підготовкою до створення нових цінних ідей. Google Scholar – це один із багатьох продуктів, що виникли внаслідок початкової роботи у “вільний час”.

*Генерування ідей*, третій етап творчого процесу, – це той, який найчастіше пригадується, коли люди думають про творчість.

Мета третього етапу полягає у створенні висококваліфікованих та якісних ідей. Створення великої кількості нових способів об'єднання наявних концепцій збільшує ймовірність знаходження одного дієвого рішення. Творчі процеси залежать від взаємодії гнучких когнітивних процесів (серед них і навмисні методи творчого мислення), енергійних стилів роботи та неконфірмаційних рис особистості. Найуспішнішу поведінку, що призвела до успішної генерації ідей, можна назвати різними формами психічної гімнастики – застосування незвичних методів у сприйнятті світу та поєднання понять новими способами. Ці форми поведінки включають в себе бачення багатьох перспектив, вивчення нових когнітивних зв'язків, охоплення складних та комплексних систем,

терпимість до невизначеності та розповсюдження ідей. Оскільки творча мета визначена, третій етап є більш цілеспрямованою версією заходів, що відбулися на першому етапі; як і на попередньому етапі, вимагає складних припущень та відходу від шаблонних когнітивних процедур.

Внутрішня мотивація є особливо важливою на цьому етапі, а зовнішня мотивація може бути особливо шкідливою, оскільки індивідум повинен глибоко займатися самою проблемою, вивчаючи можливості, які виникають унаслідок нових комбінацій елементів знання, накопичених на другому етапі. Таке глибоке завантаження, яке іноді трапляється як “течія” [17], вірогідніше, коли люди мають оптимально складну роботу. Звідси випливає, що керівники повинні провести достатню підготовку на другому етапі (або призначати творчі проекти для вирішення проблем для людей з оптимальним рівнем наявних навичок).

Одна з найсприятливіших речей, які менеджери можуть зробити на цьому етапі, полягає, по суті, у тому, щоб залишити людей поодинокі. Автономія, почуття контролю над власною працею та власними ідеями, є основним для дивергентного мислення [18]. У деяких випадках це може вимагати фізично окремих просторів для роботи. Наприклад, Стів Джобс значно відокремив свою групу від Apple, коли створював перший Macintosh; він навіть повісив піратський прапор над будівлею, як символ відмінності групи від решти організації.

В ідеалі колективний інтелект [16] людей, які мають глибокий, різнобічний досвід, позитивно впливатиме, щоб виробити ідеї щодо виявленої проблеми. Працювати автономно не обов’язково означає працювати наодинці.

Щоб найкраще сприяти роботі третього етапу, керівники повинні зберігати акцент на внутрішній мотивації та, у міру можливості, уникати зовнішніх мотиваторів. Так, мислення третього етапу є особливо вразливим до бюрократії та жорстких процедур, які можуть швидко зростати навіть у порівняно молодих компаніях. Робоче середовище дозволить людям легко отримати доступ до матеріалів, колег та інформації, яка може бути корисною для стимулювання дивергентного мислення [12]. Наприклад, у відомій дизайнерській компанії IDEO люди сподіваються, що вони зможуть брати участь у сеансах мозкового штурму для проектів, які перебувають далеко за межами їхньої звичайної сфери експертизи, з надією, що вони можуть стимулювати процес через їхній “погляд збоку”.

Четвертий етап підприємницької творчості вмішує два пов’язані, але різні елементи – *оцінка ідей та початкова реалізація ідей*. (Повна реалізація ідей – це, власне кажучи, інновація, а не творчість). Мета полягає у визначенні того, яка з новостворених ідей оптимально нова і корисна для реалізації в сучасному діловому середовищі. Часто оцінка ідей призводить до усвідомлення того, що найновіша ідея не найкраще підходить для існуючої ринкової ситуації, конкурентної ситуації або рівня доступних ресурсів. Успішні підприємці часто застосовують підхід “швидкий збій”, який дає швидкий та об’єктивний зворотний зв’язок для швидкої оцінки великої кількості ідей. Він заснований на швидкому моделюванні прототипів, яке передбачає інвестиції в спроби та помилки. Багато ідей перевіряється на малих масштабах, перш ніж повністю бути реалізованими.

Четвертий етап творчості часто відзначається поверненням на більш ранні етапи і новими спробами, з новим розумінням і точнішими критеріями. Зокрема, можна переглянути ідеї третього етапу, які були відкинуті, створювати нові ідеї, підтримувати збирання додаткової інформації або навіть повернутися до початку та переглянути саму проблему чи можливість.

Вимоги четвертої стадії організаційної творчості потребують дещо іншого стилю поведінки: реалістично та неупереджено аналізувати потенціал різних ідей; налагодити чітке спілкування на рахунок обраної ідеї; зворотний зв’язок щодо потенціалу ідеї без її захисту; і реалізація ідеї з рівновагою швидкості та уваги до важливих деталей [12, 19].

Внутрішня мотивація може бути сприятлива для ідей на третьому етапі, але це може привести до інерції на четвертій стадії. Тут особи, які прийшли з ідеями, повинні безпристрасно оцінювати їх критично, вибирати найперспективніші, а також захищати ці ідеї шляхом чіткого та ефективного спілкування з іншими організаціями [20]. Це вимагає поєднання внутрішньої і синергетичної зовнішньої мотивації. Чітко визначені структури завдань та механізми, такі як процедури розгляду [20], можуть стати згубними на третьому етапі, але тепер стають набагато доцільнішими. Вони

підтримують грамотну продуктивність і відчуття самореалізації, що посилює синергетичну зовнішню мотивацію, як було обговорено раніше. Забезпечення доступу до інформації за допомогою структурованих процесів знань може забезпечити координацію діяльності та наявність критично важливої інформації за потреби.

На четвертому етапі беруть участь більше людей, ніж на попередніх етапах. Це означає, що на цьому етапі важливим є широке співробітництво з колегами з маркетингу та виробництва; у підприємницьких стартапах, вони можуть бути венчурними капіталістами або іншими інвесторами та партнерами.

На цьому етапі необхідні достатні ресурси для тестування та вдосконалення ідей, і організаціям потрібні процеси із забезпечення та швидкого розгортання цих ресурсів.

Якщо існує справді невідкладна потреба у вирішенні чи реалістичній ідеї, реальний тимчасовий тиск може посилити внутрішню мотивацію [20]. Іноді така терміновість виникає тому, що фірма-конкурент намагається створити продукт для захоплення того самого ринку. Хоча внутрішня конкуренція між колегами може підірвати внутрішню мотивацію та творчість, конкуренція з зовнішніми організаціями може додати до згуртованості та внутрішньої мотивації груп з вирішення проблем. Робоче середовище повинно на всіх рівнях забезпечити піклування про народження та розроблення нових ідей. Навіть суперечливі суперечки щодо новизни, здійсненності та кінцевої цінності нових ідей стануть кориснішими, ніж м'яка апатія.

У табл. 1 сформовано узагальнену модель творчого процесу в організації з уточненням щодо бажаної поведінки персоналу та впливу середовища.

Таблиця 1

**Узагальнена модель творчого процесу в організації**

Етап креативності	Суть етапу	Бажана поведінка	Вплив зовнішнього середовища
Ідентифікація	Побудова моделі проблеми для створення нових дієвих рішень	Перевірка припущень, створення нових зв'язків, рефреймінг	Внутрішня мотивація, Високий ступінь автономії, формування робочих груп, чіткий стратегічний напрям
Підготовка	Збір інформації та ресурсів для вирішення проблеми	Наполегливість, пошук та використання широкого кола інформації, відкидання стандартів	Синергетична зовнішня мотивація Система управління інформацією, структуризація, співпраця та координація
Генерування ідей	Створення висококваліфікованих якісних рішень	Плюралізм, вивчення когнітивних зв'язків, охоплення складних комплексних систем, терпимість до невизначеності	Суто внутрішня мотивація Автономія, залучення колективного інтелекту
Оцінювання та початкова реалізація ідеї	Визначення оптимальної ідеї та підготовки до її реалізації	Неупереджена оцінка, увага до деталей, дотримання чітких строків та бюджетів	Синергетична внутрішня мотивація Чітко визначені структури завдань та механізми, співробітництво

*\*Сформулювали автори на основі [15, 16, 20].*

Сформована модель творчого процесу може бути використана для подальшої ідентифікації факторів впливу, і внутрішніх, і зовнішніх, на організаційну креативність на різних етапах процесу.

Представлена модель доводить динамічний аспект творчого процесу, його ризикованість та непередбачуваність. Тому виправдовує пропозицію про використання інтелектуальної системи з тимчасовою базою знань, як інструменту, що сприяє створенню та розвитку організаційної творчості [21,4].

Під системою з тимчасовою базою знань ми зрозуміємо систему штучного інтелекту, яка явно формує тимчасові міркування [22]. Така система містить не тільки фактовну базу, базу правил і механізм висновків, але також безпосередньо вирішує питання, пов'язані з часовими обмеженнями. Така інтелектуальна система може бути тимчасовою, містить явні часові уявлення в базі знань – формалізований засобами тимчасового логіки – і у представленні та аргументах.

Доцільність використання інтелектуального інструменту, який заснований безпосередньо на часовому факторі, наводяться у численних наукових джерелах, зокрема:

Ї [23] та [24] стверджують, що наслідки організаційної творчості охоплюють ідеї та процеси, які слід називати творчими знаннями. Знання треба кодифікувати та зберігати в базах знань, і тому що це змінні знання, вони повинні бути тимчасовими;

Ї організаційна творчість є більш евристичною, ніж алгоритмічною [25] – тому неможливо використовувати класичні аналітичні інструменти, оскільки відсутні евристичні завдання алгоритмічної структури, вони складні та невизначені [26];

Ї [27] припускає, що ідеї, народжені під час творчих процесів (тобто творчі знання), повинні бути адекватними для ситуації. Тому їм доводиться динамічно змінюватися, оскільки ситуація також постійно змінюється;

Ї [6] зазначають, що організаційна творчість повинна бути проаналізована на індивідуальному, груповому та організаційному рівнях. Це виправдовує використання бази знань: якщо творчість (її наслідки) полягає в проникненні між рівнями, для підтримки співпраці, система з тимчасовою базою знань дає таке проникнення;

Ї обґрунтування використання тимчасових формалізмів для кодування креативних знань можна знайти у визначеннях, наведених у [29] та [30], де автори вказують на погано структурований характер творчих проблем. Одна з переваг тимчасових формалізмів – це можливість формалізувати неструктуровані проблеми.

Шнейдерман [31] називає технології, які дозволяють людям бути більш творчими, системами підтримки творчості (CSS).

Технічно термін CSS стосується класу інформаційних систем, що охоплюють різноманітні типи інформаційних систем (IC) для покращення творчості [32]. CSS може використовуватися для

(1) підвищення здатності користувача виконувати творчі завдання (здатність, якою вже володіє користувач),

(2) підтримки користувачів в області придбання знань,

(3) надання користувачам нового досвіду творчих завдань, що дає їм нові здібності [33].

Шнейдерман [31] стверджував, що CSS повинні:

- пропонувати індекси для вимірювання успішності роботи разом із можливістю генерації сповіщень;
- містити бібліотеки зображень, тезауруси, ескізи інтерфейсів, можливість картографування ідей;
- підтримувати спілкування та співпрацю, надавати координацію для групової роботи;
- спрощувати кодування знань у електронній формі.
- Мюллер і Ульріх [34], Кліїн та Томіч [2] стверджували, що CSS можна використовувати для:
  - збирання інформації – спрощення пошуку, перегляду, і візуалізації;
  - визначення зв'язків між інформацією;
  - творчих процесів – шляхом вільних асоціацій, вивчення рішень, складання артефактів, і перегляду ідей;
  - поширення ефектів від творчої співпраці.

Грін [35] заявив, що програмне забезпечення для підтримки організаційної креативності повинне мати:

- можливість вивчати проблемні домени;
- навчати і відкривати нові проблеми; підтримувати співпрацю;

- візуалізувати доменну взаємозалежність;
- спростити зберігання, класифікацію та розробку понять.

Вудман зазначив, що ІТ-інструменти повинні забезпечувати передусім інформаційний потік спілкування в організації [36]. Своєю чергою, Деветт [37] стверджував, що три переваги, здається, є особливо вирішальними: покращена здатність поєднати та включати співробітників, покращена здатність докодифікування бази знань організації.

Девіс [38] стверджував, що CSS належать до нечітко визначених доменів, з невідомими вимогами, з нечітко визначеними вимірами успіху. CSS призначені для підтримки не точно визначених користувачів; в іншому випадку, їхні користувачі ведуть себе нетрадиційно. Тому CSS стимулюють уяву користувачів, створення нових ідей та моделей творчих процесів і дозволяють використовувати мозковий штурм, рекомбінацію ідей, діапазон ідей за різними критеріями, та виявлення взаємозалежних.

На думку деяких вчених, виділяють два типи CSS [31,32]: індивідуальні системи підтримки творчості (ICSS) та групові системи підтримки творчості (GCSS). Основною метою ICSS є покращення когнітивного процесу, індивідуального натхнення та навчання і міркування окремих осіб. Найпопулярніші інструменти, що використовуються в ICSS включають редактори, системи візуалізації, мозковий штурм, електронні листи, електронні таблиці, бази даних та бази знань, сценарії та інструменти моделювання. Своєю чергою, GCSS охоплюють кілька типів інформаційних систем, наприклад, систем підтримки груп, управління системами знань, комп'ютерно-опосередкованих комунікацій, які зазвичай підтримують процес формування ідеї та еволюції ідеї.

Таблиця 2

#### Порівняльна характеристика систем підтримки творчості

Характеристика	Інтерактивна система підтримки творчості (ICSS)	Система підтримки креативності груп (GCSS)	Система підтримки організаційної творчості (OCSS)
Суть	Творче вирішення проблем, генерація ідей, креативність обмежена вузькою сферою і особистістю	Робочі групи, обмін знаннями, спілкування, креативність обмежена підрозділами вибраної організації	Постійне придбання нових інформаційних ресурсів і створення цих нових конфігурацій (нові знання, пропозиції)
Сфера діяльності	Орієнтована на окремих особистостей	Орієнтована на групи та команди	Призначена для всієї організації та її змінного навколишнього середовища
Мета	Підвищення пізнавального процесу, творчого вирішення проблеми, індивідуальне натхнення, навчання та міркування	Створення спільного простору для ідей, посилення групового спілкування, досягнення групового консенсусу	Підвищення конкурентних переваг та організаційної продуктивності, пропонуючи швидкий доступ до різних, неоднорідних, розсіяних інформаційних ресурсів, їх аналіз, візуалізація та пропозиція ідей та думок, які можуть бути основою для створення нових корисних ідей
Теорії	Когнітивні теорії, поведінкові теорії теорія мотивації	Теорія прийняття рішень у групі, теорія проектування групових систем підтримки прийняття рішень	Стратегічне управління, ресурсний погляд, динамічні можливості, дизайн інформаційних систем управління
Інструменти	Редактори, системи візуалізації, мозковий штурм, електронні листи, електронні таблиці, обмежені бази даних та бази знань, сценарії та інструменти моделювання	Системи підтримки групових рішень, системи управління знаннями, чати, синхронні та асинхронні тренінги, відеоконференції, дискусії, форуми, блоги, бази даних	Бази знань, сховища даних, бізнес-аналітика, багатоагентні технології, нейронні мережі, пошукові машини, інструменти візуалізації, пошук даних, веб-видобуток, видобуток думки

Джерело: розроблено на основі [31, 32].



На основі попереднього аналізу наукових та прикладних досліджень для використання в організації доцільно розширити попередню класифікацію CSS та представити новий тип CSS під назвою OCSS (табл. 2). OCSS відкриває нову форму креативної підтримки. На відміну від попередніх систем, OCSS присвячена всій організації і її середовищу. Її мета – збільшити конкурентну перевагу та продуктивність організації, пропонуючи швидкий доступ до різних, гетерогенних, розгалужених інформаційних ресурсів, їх аналізування, візуалізацію та пропонуючи рекомендації для створення нових корисних ідей.

Чотири основні види інтелектуальних агентів, які включені в конструкцію OCSS, описані на рис. 1 для вітчизняної проектної організації ТОВ “Енерготехпром”. Ця схема покликана показати як запропоновані раніше інструменти (напр., інтелектуальні агенти) використовуються для створення такого прототипу та як конкретні користувачі організації можуть взаємодіяти з прототипом на кожному кроці.

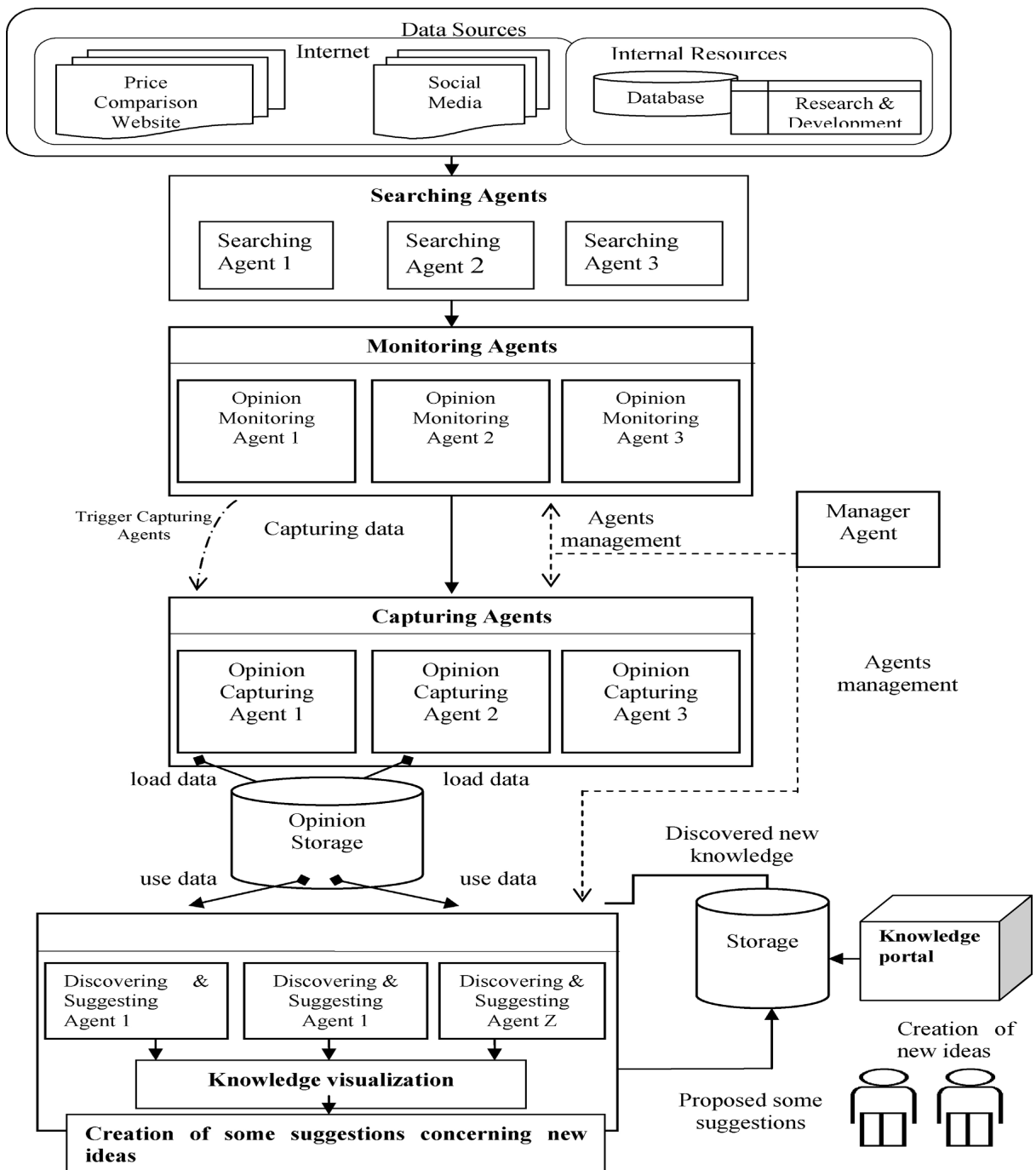


Рис. 1. Схема OCSS для ТОВ “Енерготехпром”

Види інтелектуальних агентів включають: пошукові агенти, агентства моніторингу, захоплені агенти та агенти пропозиції. Ці агенти, пов'язані з функціями, правилами і методами роботи в інжиніринговій галузі, є автономними суб'єктами. Вони можуть працювати самостійно або співпрацювати з іншими агентами та користувачами. Адміністратор відповідає за надійність всього прототипу і керує діяльністю агентів. Для розробки такого типу застосовуються різні методи та інструменти. Вони стосуються головним чином веб-видобування, видобування тексту, виявлення веб-мовлення, нейронних мереж, пошукових систем, концептуальної графіки та методів візуалізації.

При проектуванні OCSS передбачається, що вона має бути достатньо гнучкою, щоб дозволити:

- (1) автоматичний пошук і контроль різних інформаційних ресурсів (внутрішні ресурси та зовнішні ресурси, такі як: Інтернет, соціальні мережі) відповідно до конкретних фраз і ключових слів знаходити конкретні проблеми у сфері енергетичного інжинірингу;
- (2) автоматичне придбання різних даних, що походять від різних, розсіяних, неоднорідних ресурсів, які можуть бути корисними при пошуку нових ідей та проектів;
- (3) автоматичний аналіз та відкриття нових знань (наприклад, відкриття нових технологій та моделей у відповідних каталогах поставщиків);
- (4) автоматична візуалізація відкритих знань (наприклад, співвідношення між технічними характеристиками та економічною ефективністю);
- (5) автоматичне пропонування / рекомендація (наприклад, який тип обладнання краще використати відповідно до технічного завдання);
- (6) автоматична доставка нових знань користувачам, які на основі власних знань і досвіду приймають рішення;
- (7) зберігання зібраних і аналізованих знань для використання різними користувачами.

Треба зазначити, що практичні дослідження подібних систем [39] на підприємствах, що займаються дизайном та проектуванням дозволило виділити наступні сильні сторони їхнього використання:

- гнучкість системи, що дозволяє сканувати та витягувати дані з різних інформаційних ресурсів, таких як Інтернет та будь-які соціальні мережі,
- швидке отримання даних з вибраних соціальних мереж,
- швидке спостереження та реагування на зміни у змісті окремих веб-сайтів,
- співпраця та спілкування між агентами,
- швидке поєднання різних ресурсів,
- виявлення та кодифікація ефективних знань,
- візуалізація доменної взаємозалежності.

Дані характеристики системи дозволили підприємствам в середньому збільшити дохід від реалізації за аналізований період на 8–11 % та зменшити собівартість на 10–13 % [39].

Представлена схема є своєрідним попереднім технічним завданням для розробки практичної системи підтримки для ТОВ “Енерготехпром”. Треба зазначити, що подібна система має свої недоліки:

- відносно тривалі та складні процеси розробки програм і конфігурацію програмного забезпечення для інтелектуальних агентів,
- необхідність контролювати та перевіряти точність роботи окремих агентів, особливо на ранніх стадіях своєї роботи,
- необхідність доопрацювання програм роботи індивідуальних інтелектуальних агентів за зміни структур баз даних, веб-сторінок і т. д.

Всі ці недоліки пов'язані з вартістю розробки подібної системи та вартістю її утримання. Тому для розрахунку ефективності розроблення подібної системи для ТОВ “Енерготехпром” необхідно врахувати вартість придбання подібної технології (необхідність аутсорсингу викликана неможливістю створення подібної системи силами ІТ-відділу підприємства) та щорічною вартістю підтримки цієї системи з боку спеціалістів.

Для розрахунку показників ефективності впровадження OCSS прийнято період розрахунків 5 років (у межах допустимих для окупності подібних за складністю систем).

Витрати, пов'язані з поточними ремонтами та обслуговуванням обладнання, визначені на підставі експертної думки спеціалістів підприємства та аналізу практичних досліджень.

Для оцінки економічної ефективності проекту в розрахунковий період визначаються доходи, пов'язані зі збільшенням доходів від операційної діяльності ТОВ “Енерготехпром” (на 8 %) та зменшенням собівартості продуктів товариства (на 10 %).

Проаналізуємо основні показники ефективності впровадження OCSS. Джерелами фінансування цього проекту є власні кошти підприємства. Загальна вартість цього проекту становить 2000 тис. грн, при чому вартість ця вартість ділиться на 1300 тис. грн для розробки, та 700 тис. грн на доопрацювання у перший рік експлуатації. Розрахунок величини чистих грошових потоків наведено у табл. 3.

Таблиця 3

**Очікувані чисті грошові потоки проекту впровадження системи підтримки організаційної креативності на ТОВ “Енерготехпром”**

Показники (параметри)	Роки					
	0	1	2	3	4	5
Початкові інвестиції (тис. грн)	13000	7000				
Очікувані грошові надходження від реалізації продукції, тис. грн		23907.06	25461.02	26683.15	27483.64	28308.15
Очікувані поточні витрати на експлуатацію обладнання, тис. грн		6438.00	6856.47	7185.58	7401.15	7623.18
Амортизаційні відрахування, тис. грн		10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
Очікуваний прибуток до оподаткування, тис. грн	-13000	469.06	8604.55	9497.57	10082.50	10684.97
Очікуваний чистий прибуток, тис. грн.	-13000	469.06	7055.73	7788.01	8267.65	8761.68
Очікуваний чистий грошовий потік, грн.(р.8+р.6)	-13000	10469.06	17055.73	17788.01	18267.65	18761.68
Дисконтований чистий грошовий потік $(p.9/(1+i)^t)$	-13000	9025.05	12675.19	11396.02	10089.06	8932.68
Кумулятивний дисконтований грошовий потік	-13000	-3974.95	8700.24	20096.26	30185.32	39118.00

Як ми бачимо проект є доцільним для реалізації. Інші динамічні показники ефективності проекту також є вище норми і розраховані в таблиці 4.

Таблиця 4

**Показники ефективності проекту впровадження OCSS для ТОВ “Енерготехпром”**

Показники	Од. вим.	Значення
Чистий дисконтований дохід(NPV)	млн. грн	39,12
Індекс прибутковості (PI )	Безр. вел.	1,96
Дисконтований період окупності (DPP)	роки	1.919
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	106,6

**Висновки**

На підставі проведених досліджень підтверджено попередній висновок, що творчий процес є складним і ризикованим з погляду результатів процесом. Творчий процес охоплює різні етапи, які не обов'язково відбуваються у лінійній послідовності. Для підвищення ефективності управління

творчістю в організації доцільно розглянути її важливі компоненти та фактори на різних етапах. Для цієї мети у статті використано модифіковану модель Уолласа.

Для розроблення системи підтримки творчості у статті були визначені основні технічні вимоги, відповідно до них було проаналізовано різні типи систем підтримки організаційної креативності та розроблене технічне завдання для розроблення відповідного рішення. На основі розробленої схеми була визначена приблизна вартість розробки та утримання даної системи (за умови аутсорсингу). Ефект від впровадження системи був оцінений на підставі практичних результатів впровадження подібних технологій на західних дизайнерських та проектних компаніях. Розрахунок ефективності впровадження цього інноваційного проекту був здійснений відповідно до міжнародних стандартів та підтвердив доцільність реалізації проекту.

### **Перспективи подальших досліджень**

Управління персоналом інноваційної діяльності завжди потребуватиме актуалізації методів впливу на творчість особисту та організаційну. Розвиток інформаційних технологій та штучного інтелекту зокрема повинні стати важливим інструментом активізації креативності, особливо за показниками результативності, часовими показниками. Тому наступні дослідження повинні бути присвячені формуванню динамічних інтелектуальних систем підтримки творчості за заданими параметрами ефективності творчого процесу.

1. Van Gundy A. (1987) Organizational creativity and innovation, Frontiers of Creativity Research, Bearly, Buffalo, NY.
2. Klijn M., Tomic W. A review of creativity within organizations from a psychological perspective, J. Manag. Dev. 29. 322–343.
3. Choi W., Madjar N., Yun Y. (2010) Perceived organizational support, goal orientation, exchange ideology and creativity, Proceedings of Academy of Management, Montreal.
4. Shin S. J., Zhou J., (2007). When is educational specialization heterogeneity related to creativity in research and development teams? Transformational leadership as moderator, J. Appl. Psychol. 92, 1709–1721.
5. Blomberg, (2014) Organizational creativity diluted: a critical appraisal of discursive practices in academic research, J. Organ. Change Manag. 27 (6), 935–954.
6. Amabile T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations, Research in Organizational Behavior, Vol. 10, pp. 123–167.
7. Steiger D. M., (2010) Decision support as knowledge creation. A business intelligence design theory, Int. J. Bus. Intell. Res. 1 (1), pp. 29–47.
8. Houghton J. D., DiLiello T. C., (2010) Leadership development: the key to unlocking individual creativity in organizations, Leadersh. Organ. Dev. J. 11 pp. 230–245.
9. Brennan L. Dooley, (2005) Networked creativity: a structured management framework for stimulating innovation, Technovation 25 (12), 1388–1399.
10. Dougherty D., & Hardy B. F. (1996) Sustained innovation production in large mature organizations: Overcoming organization problems, Academy of Management Journal, 39, pp. 826–851.
11. Drazin R., Glynn M. A., & Karanjian R. K. (1999) Multilevel theorizing about creativity in organizations: A sensemaking perspective, Academy of Management Review, 24, pp. 286–307.
12. Eisenberger R., & Armeli S. (1997) Can salient reward increase creative performance without reducing intrinsic creative interest?, Journal of Personality and Social Psychology, 72, pp. 652–663.
13. Ekvall, G. (1997) Organizational conditions and levels of creativity, Creativity and Innovation Management, 6, pp. 195–205.
14. Cameron M. F. & Dennis A. G. (2000) Factors influencing creativity in the domain of managerial decision making, Journal of Management, Vol. 26, No. 4, pp. 705–732.
15. Flynn M., Dooley L., Osullivan D. & Cormican K. (2003) Idea management for organizational innovation, International Journal of Innovation Management, Vol. 7, No. 4, pp. 417–442.
16. Ford C. M. (1996) A theory of individual creative action in multiple social domains, Academy of Management Review, 21, pp. 1112–1142.
17. Davenport T., De Long D. W. & Beers M. C. (1998) Successful knowledge management projects, Sloan Management Review, Vol. 39, No. 2, pp. 50–58.
18. Cummings, A. & Oldham, G. R. (1997) Enhancing creativity: Managing work contexts for the high potential employee. California Management Review, 40, pp. 22–38.
19. Gerald F. S. (1998) Idea generation techniques: A formulary of active ingredients, Journal of Creative Behavior, Vol. 32, No. 2, pp. 108–133.
20. Gruber H. E. & Davis S. N. (1988) Inching our way up Mount Olympus: The evolving-systems approach to creative thinking, The Nature of Creativity, Contemporary Psychological Perspectives, pp. 243–270.
20. McLean J. A., Place for creativity in management, Br. J. Adm. Manag. (Autumn) (2009) 30–31.
21. Sirmon D. G., Hitt M. A., Ireland R. D., Gilbert B. A., Resource orchestration to create competitive

advantage: breadth, depth, and life cycle effects, *J. Manag.* (2011), 37, 1390–1412. 22. Arora A. Nandkumar, (2012) Insecure advantage? Markets for technology and the value of resources for entrepreneurial ventures, *Strateg. Manag. J.* 33, 231–251. 23. Zahra S. A., Sapienza H. J., Davidsson P., (2006) Entrepreneurship and dynamic capabilities: a review, model, and research agenda, *J. Manag. Stud.* 43, 917–955. 24. Cooper R. B. (2000) Information technology development creativity: a case study of attempted radical change, *MIS Q.* 24 (2), pp. 245–276. 25. Nonaka H. Takeuchi, (1995) *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, Oxford. 26. Elsbach K. D., Hargadon A. B., (2006) Enhancing creativity through «mindless» work: a framework of work day design, *Organ. Sci.* 17, 470–483. 27. Houghton J. D., DiLiello T. C., (2010) Leadership development: the key to unlocking individual creativity in organizations, *Leadersh. Organ. Dev. J.* 11, pp. 230–245. 28. Amabile T. M., (1983) *The Social Psychology of Creativity*, Springer-Verlag, New York. 29. Shneiderman (2007) Creativity support tools: accelerating discovery and innovation, *Commun. ACM* 50 (12), pp. 20–32. 30. Voigt M., Bergener K. (2013) Enhancing creativity in groups – proposition of an integrated framework for designing group creativity support systems, *Proceedings of 46th Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, pp. 225–234. 31. Nakakoji K. (2006) Meanings of tools, support, and uses for creative design processes, *International Design Research Symposium'06*, Seoul, CREDITS Research Center, pp. 156–165. 32. Muller S. D., Ulrich F. (2013) Creativity and information systems in a hypercompetitive environment: a literature review, *Commun. Assoc. Inf. Syst.* 32 (1), 175–201. 33. S. Greene (2002) Characteristics of applications that support creativity, *Commun. ACM* 45(10), pp. 100–104. 34. Woodman R. W., Sawyer J. E., Griffin R. W., (1993) Toward a theory of organizational creativity, *Acad. Manag. Rev.* 18 (2), pp. 276–293. 35. T. Dewett, (2003) Understanding the relationship between information technology and creativity in organizations, *Creat. Res. J.* 15 (2–3), 167–182. 36. Davies N., Zook A., O'Neill B., Headrick B., Riedl M., Grosz A., Nitsche M. (2013) Creativity support for novice digital filmmaking, *Proceedings of the SIGCHI Conference 2013*, Paris, France, ACM, New York, pp. 651–660. 37. Ortbach K., Plattfaut R., Popelbuss J., Niehaves B., (2012) A dynamic capability-based framework for business process management: theorizing and empirical application, *Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, pp. 4287–4296.

1. Van Gundy, A. (1987) Organizational creativity and innovation, *Frontiers of Creativity Research*, Bearly, Buffalo, NY. 2. M. Klijn, W. Tomic (2010) A review of creativity within organizations from a psychological perspective, *J. Manag. Dev.* 29, 322–343. 3. W. Choi, N. Madjar, Y. Yun (2010) Perceived organizational support, goal orientation, exchange ideology and creativity. *Proceedings of Academy of Management*, Montreal. 4. S.J. Shin, J. Zhou (2007) When is educational specialization heterogeneity related to creativity in research and development teams? *Transformational leadership as a moderator*, *J. Appl. Psychol.* 92, 1709–1721. 5. Blomberg (2014) Organizational creativity diluted: a critical appraisal of discursive practices in academic research, *J. Organ. Change Manag.* 27 (6), 935–954. 6. Amabile T. M. (1988) A model of creativity and innovation in organizations, *Research in Organizational Behavior*, Vol. 10, 123–167. 7. D.M. Steiger (2010) Decision support as knowledge creation. *A business intelligence design theory*, *Int. J. Bus. Intell. Res.* 1 (1), 29–47. 8. J.D. Houghton, T.C. DiLiello (2010) Leadership development: the key to unlocking individual creativity in organizations. *Leadersh. Organ. Dev. J.* 11, 230–245. 9. Brennan, L. Dooley (2005) Networked creativity: a structured management framework for stimulating innovation, *Technovation* 25 (12), 1388–1399. 10. Dougherty, D., & Hardy, B. F. (1996) Sustained innovation production in large mature organizations: Overcoming organization problems. *Academy of Management Journal*. 39, 826–851. 11. Drazin, R., Glynn, M. A., & Karanjian, R. K. (1999) Multilevel theorizing about creativity in organizations: A sensemaking perspective. *Academy of Management Review*, 24, 286–307. 12. Eisenberger, R., & Armeli, S. (1997) Can salient reward increase creative performance without reducing intrinsic creative interest?. *Journal of Personality and Social Psychology*. 72, pp. 652–663. 13. Ekvall G. (1997) Organizational conditions and levels of creativity. *Creativity and Innovation Management*. 6, 195–205. 14. Cameron M. F. & Dennis A. G. (2000) Factors influencing creativity in the domain of managerial decision making. *Journal of Management*. Vol. 26, No. 4, 705–732. 15. Flynn M., Dooley L., Osullivan D. & Cormican K. (2003) Idea management for organizational innovation. *International Journal of Innovation Management*. Vol. 7, No. 4, 417–442. 16. Ford C. M. (1996) A theory of individual creative action in multiple social domains. *Academy of*

*ManagementReview*, 21. 1112–1142. 17. Davenport T., De Long D.W. & Beers M. C. (1998) Successful knowledge management projects. *Sloan ManagementReview*. Vol. 39, No.2. 50-58. 18. Cummings A. & Oldham G. R. (1997) Enhancing creativity: Managing work contexts for the high potential employee. *California Management Review*. 40. 22–38. 19. Gerald F. S. (1998) Idea generation techniques: A formulary of active ingredients. *Journal of Creative Behavior*. Vol.32. No. 2. 108-133. 20. Gruber H. E. & Davis S. N. (1988) Inching our way up Mount Olympus: The evolving-systems approach to creativethinking. *The Nature of Creativity, Contemporary Psychological Perspectives*. 243–270. 20. J. A. McLean (2009) Place for creativity in management, *Br. J. Adm. Manag. (Autumn)*. 30–31. 21. Sirmon D.G., Hitt M.A., Ireland R.D., Gilbert B.A. (2011) Resource orchestration to create competitive advantage: breadth, depth, and life cycle effects, *J. Manag.* 37. 1390–1412. 22. Arora A. Nandkumar (2012) Insecure advantage? Markets for technology and the valueof resources for entrepreneurial ventures. *Strateg. Manag. J.* 33. 231–251. 23. Zahra S.A., Sapienza H.J., Davidsson P. (2006) Entrepreneurship and dynamic capabilities: a review, model, and research agenda. *J. Manag. Stud.* 43. 917–955. 24. Cooper R. B. (2000) Information technology development creativity: a case study of attempted radical change, *MIS Q.* 24 (2). 245–276. 25. Nonaka H. Takeuchi (1995) *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press, Oxford. 26. Elsbach K.D., Hargadon A.B. (2006) Enhancing creativity through “mindless” work: a framework of work day design. *Organ. Sci.* 17. 470–483. 27. Houghton J. D., DiLiello T. C. (2010) Leadership development: the key to unlocking individual creativity in organizations, *Leadersh. Organ. Dev. J.* 11. 230–245. 28. Amabile T.M. (1983) *The Social Psychology of Creativity*. Springer-Verlag. New York. 29. Shneiderman (2007) Creativity support tools: accelerating discovery and innovation, *Commun. ACM* 50 (12), 20–32. 30. Voigt M., Bergener K. (2013) Enhancing creativity in groups – proposition of andintegrated framework for designing group creativity support systems. *Proceedings of 46th Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE Computer Society*. 225–234. 31. Nakakoji K. (2006) Meanings of tools, support, and uses for creative design processes. *International Design Research Symposium’06, Seoul, CREDITS Research Center*. 156–165. 32. Muller S.D., Ulrich F. (2013) Creativity and information systems in a hypercompetitive environment: a literature review, *Commun. Assoc. Inf. Syst.* 32 (1). 175–201. 33. Greene S. (2010) Characteristics of applications that support creativity. *Commun. ACM* 45(10). 100–104. 34. Woodman R.W., Sawyer J.E., Griffin R.W. (1993) Toward a theory of organizational creativity. *Acad. Manag. Rev.* 18 (2). 276–293. 35. Dewett T. (2003) Understanding the relationship between information technology andcreativity in organizations. *Creat. Res. J.* 15 (2–3). 167–182. 36. Davies N., Zook A., O’Neill B., Headrick B., Riedl M., Grosz A., Nitsche M. (2013) Creativity support for novice digital filmmaking. *Proceedings of the SIGCHIConference 2013*, Paris, France, ACM, New York. 651–660. 37. Ortbach K., Plattfaut R., Popelbuss J., Niehaves B. (2012) A dynamic capability-based framework for business process management: theorizing and empirical application, *Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE Computer Society*. 4287–4296.