

УДК 004.9:519.23

ПРО НЕКОРЕКТНІСТЬ ПОСТАНОВКИ СИСТЕМНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗАДАЧАХ ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

В. В. Осипенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

vvo7@ukr.net

Обґрунтовано висновок, що загальна проблема системних інформаційно-аналітичних досліджень (СІАД) належить до класу некоректних завдань і для ефективного їх вирішення необхідно використовувати певні впливи, що дозволило застосувати ідею відомого методу регуляризації при вирішенні некоректно поставлених задач.

Ключові слова: регуляризація, некоректні задачі, індуктивні технології, критерії.

The conclusion that general problem of system information-analytical research (SIAR) belongs to a class of incorrect problems was substantiated and to solve them effectively need to use the some impacts that allowed to apply the known method of regularization for solving of incorrect problems.

Keywords: regularization, incorrect problem, inductive technology, criteria.

Обоснован вывод, что общая проблема системных информационно-аналитических исследований (СИАД) относится к классу некорректных задач и для эффективного их решения необходимо использовать определенные воздействия, что позволило применить идею известного метода регуляризации при решении некорректно поставленных задач.

Ключевые слова: регуляризация, некорректные задачи, индуктивные технологии, критерии.

Системні інформаційно-аналітичні дослідження (СІАД) в задачах інноваційного проектування в широкому спектрі застосувань загалом належать до складних задач, яким притаманні численні гіпотези й евристики, що є найчастіше такими, які важко формалізуються. Це пояснює той факт, що технології, методики та інші інструменти їхнього виконання важко піддаються строгим теоретичним (математичним) дослідженням, а, якщо й допускають певну формалізацію, то із введенням суттєвих обмежень.

З іншого боку, при виконанні СІАД керівнику необхідно ефективно спрямовувати дії аналітичних груп до якнайшвидшого досягнення необхідного результату, прообраз якого уже попередньо формалізований експертною комісією верхнього рівня (ЕКВР) і представлений так званою матрицею еталона [1]. Це вимагає як максимальної незалежності процесу виконання таких досліджень від суб'єктивного впливу, у т.ч. й керівника, так і введення

спеціальних формальних процедур оцінювання й відповідних теоретичних обґрунтувань можливості та умов досягнення необхідного результату.

Мета досліджень стосується обґрунтування некоректності постановки СІАД у завданнях інноваційного проектування, як обернених задач, в силу недостатності інформаційного базису на початку дослідження та наявності невизначеностей стосовно майбутнього результату.

Матеріали та методика досліджень. Уперше застосування ідеї регуляризації в індуктивному моделюванні складних систем (ІМСС) було запропоновано академіком О. Г. Івахненком і розкрито в багатьох його наукових працях, наприклад [2] та ін.

Для розв'язання так званих некоректних обернених задач математичного моделювання геофізичних та багатьох інших процесів академіком А.Н. Тихоновим була розроблена теорія регуляризації, яка також висвітлена у численній науковій літературі, наприклад, [3, 4] та ін.

Оскільки індуктивна технологія СІАД (ІТ СІАД) [1] базується на методології ІМСС, для “довизначення” потребує включення в свою архітектуру певних регуляторів. Такі регулятори функціонально мають бути близькими до відповідних об'єктів теорії регуляризації некоректних задач.

Класичне поняття некоректності у постановках задач. Як основний об'єкт дослідження в теорії регуляризації А.Н. Тихонова часто розглядається операторне рівняння виду [4]:

$$Az = u, \quad (1)$$

де A – деякий лінійний оператор, який діє з гільбертового простору Z у гільбертовий простір U .

З одного боку, рівняння (1) означає те, що при відомих z і A можна обчислити u . Це відповідає вирішенню прямої задачі, розв'язування якої зазвичай не викликає надмірних зусиль.

З точки зору СІАД така пряма задача належить до інформаційно-аналітичних досліджень першого, або компілятивного типу. Вони націлені на оцінювання й відбір уже розроблених документів у тій чи іншій сфері застосувань (інноваційні технології, нові бізнес-процеси і т.п.) та зафіксованих у захищених патентах, документах тощо. Рівняння (1) для СІАД цього типу можна умовно записати у вигляді:

$$R^0(I_b^0) \xrightarrow{D_R} D\{R^0(I_b^0)\}, \quad (2)$$

де символ D_R – певний алгоритм, який встановлює чіткі правила оформлення єдиного фінального документа – відповідає оператору A в (1); I_b^0 – єдиний “точний” інформаційний базис – відповідає z , оформлений у вигляді попереднього результату $R^0(I_b^0)$; $D\{R^0(I_b^0)\}$ – єдиний фінальний документ $D\{R^0(I_b^0)\}$, отриманий у результаті застосування алгоритму D_R до $R^0(I_b^0)$ – відповідає символу u операторного рівняння (1).

Дійсно, у таких задачах за умови відбору лише одного претендента, для якого відомі усі необхідні характеристики $z \Leftrightarrow I_b^0$, у результаті буде однозначний вибір одного рішення (документа) $u \Leftrightarrow D\{R^0(I_b^0)\}$.

З іншого боку, рівняння (1) є типовою математичною моделлю для багатьох фізичних, технічних, а також задач із багатьох інших сфер, зокрема економічних та ін., у яких невідомі характеристики z об’єкта не можуть бути безпосередньо виміряні, або наперед задані, а в результаті експерименту можуть бути отримані лише значення u , пов’язані з z за допомогою деякого оператора A . Такі задачі одержали назву обернених і формулюється так: потрібно знайти розв’язок z операторного рівняння (1) такий, який відповідав би правій частині u цього рівняння. На практиці u завжди вимірюється з певними похибками δ , тому фактично досліднику зазвичай відома лише деяка інформація про u , наприклад експериментальні значення \tilde{u} . У цьому випадку міра близькості “точного” значення u експериментального може бути такою:

$$\rho_u(Az, \tilde{u}) \leq \delta, \quad \delta > 0. \quad (3)$$

Тобто, очевидно, що розв’язок (3) уже не є єдиним, теоретично має безліч варіантів, а усі характеристики z уже утворюють певну множину $z \in Z_\delta$, до якої повинен належати і шуканий результат. Задача (1), як обернена, є нестійкою, а тому будь-яку характеристику $z \in Z_\delta$ об’єкта моделювання брати не можна. Для цього треба сконструювати такий критерій відбору, як додатньо визначений на Z_δ функціонал $\Omega(z)$, який кожній ознаці $z \in Z_\delta$ зіставляє деяке додатнє число. Наближеним розв’язком (1) тепер можна уже взяти таке $\tilde{z} \in Z_\delta$, при якому досягається точна нижня межа функціонала [4]:

$$\Omega(\tilde{z}) = \inf_{z \in Z_\delta} \Omega(z). \quad (4)$$

Обґрунтування некоректності постановки завдання СІАД. Відомо, що задача розв’язання операторного рівняння (1) називається коректно поставленою [3], якщо виконані такі три умови коректності:

- 1) задача має розв'язок для $\forall u \in U$ (існування рішення);
- 2) кожним даним u відповідає один розв'язок (однозначність рішення);
- 3) якщо $\tilde{u} \rightarrow u, \tilde{z} \rightarrow z, Az = \tilde{u}, Az = u$, то $\tilde{z} \rightarrow z$ (рішення стійке).

Задачі, що не задовольняють хоча б одній умові коректності, прийнято називати некоректними, або некоректно поставленими задачами за Адамаром.

Проте некоректні задачі за Адамаром можуть бути зведені до так званих умовно-коректних задач за А. Н. Тихоновим, якщо застосувати наявні апріорні знання стосовно об'єкта дослідження й принцип регуляризації, який полягає у тому, що треба вибрати такий розв'язок $z_\delta \in Z_\delta$, щоб при $\delta \rightarrow 0, z_\delta \rightarrow z$ [4]:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \rho_z(\tilde{z}_\delta, z) = 0. \quad (5)$$

Регуляризуючим оператором у теорії регуляризації [3, 4] для рівняння (1) називається будь-яка сукупність аналітичних чи обчислювальних операцій процедур чи алгоритмів, яка дозволяє для будь-яких $u \in U$ і будь-якого $\delta \in [0, \delta], \delta > 0$, знайти наближений розв'язок \tilde{z}_δ оберненої задачі, який задовольняє принципу регуляризації:

$$\tilde{z}_\delta = R(\tilde{u}_\delta, \delta). \quad (6)$$

Крім цього оператора, для відбору з широкої множини Z_δ для зменшення перебору важливо відбирати деяку більш вузьку підмножину. Для цього в теорії регуляризації застосовується ще один критерій, який одержав назву *стабілізуючого функціонала*, який можна записати у вигляді [4]:

$$\Omega(z) = \sum_{k=1}^K q_k (\tilde{z} - z)^2 \leq \Delta, \quad (7)$$

де $\Delta > 0, q_k$ – деякі вагові коефіцієнти, $q_k > 0$.

Тепер спроєкуємо викладене на проблематику СІАД.

По-перше, наведені умови коректності задачі (1) є валідними й у застосуванні до задач інноваційного проектування. По-друге, задачі СІАД інноваційного типу суттєво відрізняються від задач першого типу і їх можна зарахувати саме до обернених завдань СІАД за таких очевидних причин:

1) на етапі постановки проблеми кінцеве рішення (документ) може існувати лише як деякий еталонний формальний об'єкт $E(R^0(I_b^0))$ [1];

2) початковий інформаційний базис I_b^1 є суттєво обмеженим і на питання, яка інформація ще може знадобитися для досягнення фінального рішення $W^*(R^*(I_b^*))^{(1)}$, на початку дослідження відповіді немає.

Тому, в результаті СІАД може бути одержано теоретично безліч рішень.

Отже, є вагомим підстави констатувати, що в СІАД другого типу об'єктивно присутні дві групи згаданих некоректностей, або невизначеностей, які стосуються, по-перше, незнання фінального інформаційного базису I_b^* (інакше саме дослідження втрачає сенс) й, по-друге, – наявності багатоваріантності рішень. Тобто, у постановці завдання СІАД інноваційного типу є порушення сформульованих вище умов коректності, й, таким чином, задачі інноваційного проектування, як обернені задачі, слід зараховувати до класу некоректно поставлених завдань.

Результати досліджень. Нагадаємо деякі основні спеціальні об'єкти й елементи ІТ СІАД [1]. Згідно з означенням [1] під результатом $R^*(I_b^*)$ у СІАД слід мати на увазі спеціальний документ $D\{R^*(I_b^*)\}$, в якому відображені результати системного аналізу певного процесу чи проблеми, який базується на синтезованому в процесі дослідження оптимальному інформаційному базисі I_b^* , відповідає заданим вимогам, має інформаційно-рекомендуючий характер і певний офіційний статус та категорію доступу.

На відміну від традиційних технологій аналітичних досліджень у індуктивних технологіях СІАД повинні працювати паралельно щонайменше дві групи аналітиків. Тому, в індуктивних технологіях СІАД необхідно ввести деякі спеціальні нові об'єкти й терміни. По-перше, це поняття еталонного результату, який відображає узгоджені висновки членів ЕКВР і формалізовані у вигляді прямокутної матриці $E = (e_{ij})$, розмірністю $n \times m$, i -й рядок якої, $i = 1, 2, \dots, m$, відображає один із головних видів вимог (наприклад, розділів) до кінцевого результату, а j -й стовпчик, $j = 1, 2, \dots, n$ – можливі градації (наприклад, параграфи в розділах) оцінок i -го елемента. Така матриця позначається як $E(R^0(I_b^0))$. $W(R_k(I_b^s))$ – формалізована матриця певного проміжного результату $R_k(I_b^s)$, який відповідає поточному інформаційному базису I_b^s на s -му кроці дослідження. I_b^1 – заданий первинний інформаційний базис; I_b^+ – певна цільова “порція” моніторингової інформації, яка повинна доповнювати ансамбль I_b^s з метою наближення результату $R_k(I_b^s)$ до еталонного $R^0(I_b^0)$ з інформаційним базисом I_b^0 , а також матриці Δ_{rel}^2 і Δ_{corel}^2 елементи δ_{ij}^2 яких дорівнюють квадратам різниць елементів пар матриць $W(R_k(I_b^s))$ і $E(R^0(I_b^0))$ та $W(R_k(I_b^s))^A$ і $W(R_k(I_b^s))^B$ відповідно, причому усі перелічені матриці мають розмірності $n \times m$.

Критерії ІТ СІАД.

1. Критерій релевантності.

Означення 1. Релевантністю SR_{rel} у системному інформаційно-аналітичному дослідженні називається міра виду:

$$SR_{rel}(W^A, E^0)_{sk} = \left\| W(R_{sk}(I_b^s))^A - E(R^0(I_b^0)) \right\|, \quad s = 1, \dots, S, \quad k = 1, \dots, K, \quad (8)$$

для результатів групи А та

$$SR_{rel}(W^B, E^0)_{sk} = \left\| W(R_{sk}(I_b^s))^B - E(R^0(I_b^0)) \right\|, \quad s = 1, \dots, S, \quad k = 1, \dots, K \quad (9)$$

для результатів групи В.

Означення 2. Системним критерієм релевантності в індуктивній технології СІАД називається вираз

$$CR_{rel}^A(W^A, E^0)_{sk} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta_{ij}^2(W^A, E^0)_{R_{sk}}} \quad (10)$$

для результатів групи А та

$$CR_{rel}^B(W^B, E^0)_{sk} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta_{ij}^2(W^B, E^0)_{R_{sk}}} \quad (11)$$

для результатів групи В, де з метою спрощення виразів використані спрощені записи, в яких: $W^A = W(R_{sk}(I_b^s))^A$, $W^B = W(R_{sk}(I_b^s))^B$, $s = 1, \dots, S$, $k = 1, \dots, K$, а елементи $(\delta_{ij}^2)_{WE}$ дорівнюють квадратам різниць елементів матриць $W(R_{sk}(I_b^s))^A$, $W(R_{sk}(I_b^s))^B$, $s = 1, \dots, S$, $k = 1, \dots, K$, відповідно із елементами еталона $E(R^0(I_b^0))$ поелементно:

$$(\delta_{ij}^2)_{W^A E} = (w_{ij}^A - e_{ij})^2 \quad (12)$$

$$(\delta_{ij}^2)_{W^B E} = (w_{ij}^B - e_{ij})^2. \quad (13)$$

2. Критерій корелевантності.

Поняття *корелевантності* – принципово нове для інформаційних технологій аналітичних досліджень і було взагалі вперше запропоновано в [1] спеціально для індуктивних технологій виконання таких досліджень.

Означення 3. Корелевантністю результатів в індуктивній процедурі СІАД називається міра виду:

$$SR_{corel}(W^A, W^B)_{sk} = \left\| W(R_{sk}(I_b^s))^A - W(R_{sk}(I_b^s))^B \right\|, \quad s = 1, \dots, S, \quad k = 1, \dots, K. \quad (14)$$

Означення 4. Системним критерієм корелевантності в індуктивній технології СІАД називається вираз

$$CR_{corel}(W^A, W^B)_{sk} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta_{ij}^2(W^A, W^B)_{sk}}, \quad (15)$$

де, як і аналогічно у (10), (11): $W^A = W(R_{sk}(I_b^s))^A$, $W^B = W(R_{sk}(I_b^s))^B$, $\delta_{ij}^2(W^A, W^B)_{sk}$ – елементи δ_{ij}^2 матриці Δ_{corel}^2 розбіжності результатів $R_{sk}(I_b^s)^A$ і $R_{sk}(I_b^s)^B$, формалізованих і узгоджених на рівні ЕКВР у матрицях $W(R_{sk}(I_b^s))^A$ і $W(R_{sk}(I_b^s))^B$ відповідно, $k = 1, \dots, K$, $s = 1, \dots, S$:

$$(\delta_{ij}^2)_{ww} = (w_{ij}^A - w_{ij}^B)^2. \quad (16)$$

3. Критерій балансу інформаційних базисів.

Цей критерій відповідає за моніторингову інформативну складову в індуктивних технологіях і призначений для відбору на кожному кроці індуктивної процедури тільки такої за формою та змістом інформації I_{bs}^+ , запити на яку збігалися б від обох аналітичних груп А і В і цілеспрямовано наближували б поточний інформаційний базис до оптимального I_b^* . Багатозначність у запитах не допускається. Принцип дії критерію балансу інформаційних базисів $CR_{inf}(I_b)$ такий. Для одного кроку досліджень критерій балансу інформаційних базисів має вигляд:

$$CR_{inf}(I_b) = \sum_{l=1}^L \delta_{sl}, \quad s = 1, \dots, S \quad (17)$$

$$\text{де: } \delta_{sl} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } I_b^{sl(A)} = I_b^{sl(B)} \\ 1, & \text{якщо } I_b^{sl(A)} \neq I_b^{sl(B)}. \end{cases}$$

У (17) L – кількість допустимих запитань у запитах на s -му кроці і, таким чином, на s -му кроці аналітичним групам модератором надається такий блок (“порція”) I_{bs}^+ додаткової інформації, яка мінімізує критерій:

$$I_b^{s+} = \arg \min_{I_b^s \in \mathfrak{J}_b} CR_{inf}\{I_b^{sA}, I_b^{sB}\}, \quad (18)$$

де \mathfrak{J}_b – сукупність усіх інформаційних запитів, отриманих від обох аналітичних груп на s -му кроці, $s = 1, \dots, S$.

Критерії в системі регуляризації процедури ІТ СІАД.

З огляду на ідею й використовуючи термінологію методу вирішення некоректних завдань у схемі регуляризації індуктивної процедури СІАД на позиції регуляризуючого функціонала застосовується критерій корелевантності (15), а як стабілізуючий функціонал – критерій релевантності (10)–(11). Очевидно, що саме системний критерій релевантності може бути ефективно застосований як стабілізуючий функціонал, оскільки цей критерій в індуктивних технологіях СІАД виконує й роль певного аналога критерію точності (критерію регулярності) в алгоритмах індуктивного моделювання $AR(s)$ [2], в якому можуть також задаватися пороги точності проміжних, або уже фінальних моделей.

Отже, функціонал (15), як стабілізуючий, повинен згідно з [3] мати такі властивості:

- 1) $CR_{rel}(\cdot)_{\min} \leq CR_{rel}(\cdot) \leq CR_{rel}(\cdot)_{\max} \subset \mathbb{R}^1$;
- 2) всі здобуті результати $R(I_b)^A$, $R(I_b)^B$, $R^*(I_b^*)$ і $R^0(I_b^0)$, а точніше формалізовані й узгоджені відповідні матриці проміжних, фінального та еталонного результатів, повинні належати до сфери його застосування;
- 3) для будь-якого $\delta > 0$ множина F_0 рішень $R(I_b)^{A,B} \in F_0$, для яких $CR_{rel}(\cdot) \leq \delta$, є компактною множиною на $\{F_0\} \equiv \mathbb{R}^1$.

Перші дві властивості очевидно є притаманними критерію $CR_{rel}(\cdot)$.

Стосовно третьої властивості, то відомо, що необхідною й достатньою умовами компактності множини M^n із простору \mathbb{R}^n ($n = 1$) є її обмеженість і замкненість. Цю властивість критерій (15) теж задовольняє, оскільки:

- 1) очевидно, що множина F_0 є обмеженою своїми максимальними і мінімальними значеннями у просторі \mathbb{R}^1 , тобто на осі дійсних чисел;
- 2) відомо що, якщо задано деякий топологічний простір X, Γ , то множина $V \subset X$ називається замкнутою відносно топології Γ , якщо існує відкрита множина $U \in \Gamma$ така, що $V = X \setminus U$ і звідси випливає, що інтервал $CR_{rel}(\cdot)_{\min} \leq CR_{rel}(\cdot) \leq CR_{rel}(\cdot)_{\max} \subset \mathbb{R}^1$ замкнутий в \mathbb{R}^1 .

Згідно з теорією розв'язання некоректно поставлених задач [3, 4], функціонал $CR_{corel}(\cdot) \rightarrow \min$ є регуляризуючим, якщо він має такі властивості:

$$1) \quad CR_{corel}^* = \min_{CR_{corel}} \{CR_{corel}[W(R_k^\delta(I_b^s))^A, W(R_k^\delta(I_b^s))^B]\} = \quad (19)$$

$$= CR_{corel}[W^*(R_k^*(I_b^*))^A, W^*(R_k^*(I_b^*))^B] \geq 0;$$

2) оскільки критерій $CR_{inf}(I_b)$ визначений для всіх пар інформаційних запитів $\{I_{b\delta}^{sk(A)}, I_{b\delta}^{sk(B)}\}$ $s = 1, \dots, S$, $k = 1, \dots, K$ таких, що породжують відповідні результати $\{R_k^\delta(I_b^s)^A, R_k^\delta(I_b^s)^B\}$, то існує $\delta_1 \geq 0$ таке, що функціонал $CR_{corel}(\cdot)$ визначений для всіх відповідних пар їх формальних образів – матриць, для яких:

$$\|W(R_k^\delta(I_b^s))^A - W(R_k^\delta(I_b^s))^B\| \leq \delta \leq \delta_1; \quad (20)$$

3) нехай існує “точне” рішення (в індуктивних технологіях СІАД – це еталонний результат дослідження $R^0(I_b^0)$) таке, що повністю збігається з вимогами “точного” результату, формалізованого в еталоні $E(R^0(I_b^0))$ і сформоване, як єдине, на відповідній еталонній інформаційній базі I_b^0 ; тоді для будь-якого $\varepsilon > 0$ існує $\delta_0(\varepsilon) \leq \delta_1$ таке, що із нерівності:

$$|w_{ij}^*(R^*(I_b^*))^A - e_{ij}(R^0(I_b^0))| \leq \delta \leq \delta_0, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n \quad (21)$$

впливає нерівність:

$$\|W^*(R^*(I_b^*))^B - E(R^0(I_b^0))\| \leq \varepsilon, \quad (22)$$

а також із нерівності:

$$|w_{ij}^*(R^*(I_b^*))^B - e_{ij}(R^0(I_b^0))| \leq \delta \leq \delta_0, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n \quad (23)$$

впливає нерівність:

$$\|W^*(R^*(I_b^*))^A - E(R^0(I_b^0))\| \leq \varepsilon, \quad (24)$$

де $W^*(R^*(I_b^*))^A$ і $W^*(R^*(I_b^*))^B$ – два результати, відібрані на останньому кроці СІАД із усієї множини результатів, створених аналітичними групами А і В і оптимальних за прийнятою системою критеріїв результатів, які відповідають мінімуму критерію корелевантності $CR_{corel}(\cdot)$ і мінімізують критерій $CR_{rel}(\cdot)$.

З огляду на викладене, формально задачу індуктивної процедури СІАД тепер можна сформулювати так: на основі заданого первинного інформаційного базису I_b^1 та одержаної в процесі дослідження додаткової цільової інформації $\{I_{bs}^+\}$ за критерієм $CR_{inf}(I_b)$ необхідно синтезувати певну

множину \mathfrak{R} результатів $R(I_b) \in \mathfrak{R}$ з метою знаходження оптимального результату за мінімумами системи заданих критеріїв $CR_{rel}(\cdot)$ і $CR_{corel}(\cdot)$.

Результат $R^*(I_b^*)$, для якого значення критеріїв (10)–(11) і (15) мінімальні, тобто:

$$R^*(I_b^*) = \begin{cases} \arg \min_{R(I_b) \in \mathfrak{R}} CR_{rel}\{W(R_k(I_b^s))^{(A)}, E(R^0(I_b^0))\} \\ \arg \min_{R(I_b) \in \mathfrak{R}} CR_{rel}\{W(R_k(I_b^s))^{(B)}, E(R^0(I_b^0))\} \\ \arg \min_{R(I_b) \in \mathfrak{R}} CR_{corel}\{W(R_k(I_b^s))^A, W(R_k(I_b^s))^B\}, \end{cases} \quad (25)$$

де $k = 1, \dots, K$; $s = 1, \dots, S$, при $CR_{inf}(I_b) \leq \delta^*$, де δ^* – максимально допустима розбіжність в інформаційних запитах аналітичних груп, називається оптимальним результатом комплексного СІАД.

Фінальний результат формується виходячи з умови:

$$W(R^*(I_b^*)) = W^*(R^*(I_b^*))^A \cup W^*(R^*(I_b^*))^B \quad (26)$$

Висновки

Застосовуючи формальні підходи, обґрунтовано висновок про те, що загальна проблема СІАД належить до класу некоректно поставлених завдань і для їх вирішення необхідно використовувати певні регуляризуючі впливи, що дає змогу застосовувати ідеї методу вирішення некоректних завдань. Спираючись на попередні дослідження, для регуляризації процесу вирішення пошукових завдань інноваційного проектування пропонується застосовувати систему нових критеріїв, що уможлиблює теоретичне обґрунтування досягнення оптимального в сенсі цих критеріїв результату в задачах інноваційного типу за допомогою ІТ СІАД.

Література

1. Osypenko V. The main trends in modern inductive information technologies of system-analytical researches / V. Osypenko // Proceedings of 4-th International Workshop on Inductive Modeling (IWIM-2011), Kyiv, Ukraine, July 4–11, 2011. – Kyiv, 2011. – P. 63-71.
2. Ивахненко А. Г. Помехоустойчивость моделирования / А. Г. Ивахненко, В. С. Степашко. – К.: Наукова думка, 1985. – 216 с.
3. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач // А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
4. Тихонов А. Н. Математические методы в разведке полезных ископаемых / А. Н. Тихонов, В. И. Дмитриев, В. Б. Гласко. – М.: Знание, 1983. – 64 с.