

РОЗДІЛ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

УДК 621.311.004.18

КОСУХІНА О.С., к.т.н., доцент
КАЇРА Л.Г., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ НА МУНІЦИПАЛЬНОМУ РІВНІ

Вступ. Повільне впровадження політики енергозбереження свідчить, що підвищення ефективності енерговикористання вимагає не стільки технічних, скільки організаційно-управлінських рішень. Для цього пропонується в структурі міськвиконкому організувати спеціальний відділ. До основних функцій відділу «Паливно-енергетичних ресурсів та енергозбереження» можна віднести три основні функції:

- планування, що включає в себе розробку проектів і програм заходів з ефективного використання енергоресурсів, розробку механізму фінансування програми та розробку системи стимулювання проектів і програм з енергозбереження;
- організацію обліку споживання енергоносіїв та оплати за їх користування, організацію інформаційного забезпечення енергозбереження, організацію зв'язку між відділом та усіма споживачами енергоресурсів, а також організацію контролю за ефективним використанням енергоресурсів;
- аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, аналіз ефективності механізму фінансування енергозберігаючих заходів, аналіз стимулювання енергозбереження, аналіз оплати за користування енергоносіями, аналіз витрат на енергозберігаючі проекти.

Постановка задачі. Таким чином виникла об'єктивна необхідність у розробці механізмів управління енергозбереженням на рівні міста, які дозволяють своєчасно формувати дійовий вплив на раціональне споживання. Для успішного функціонування механізмів цього управління потрібна наявність такого програмного продукту, що реалізує автоматизований збір та обробку експериментальних та статистичних даних, а також отримання всебічного візуального представлення на всіх етапах цієї роботи.

Результати роботи. В даній роботі розроблено програмний комплекс моніторингу енергоспоживання на муніципальному рівні. Метою розробки даного програмного продукту є об'єктивне оцінювання стану енергоспоживання та енергозбереження в місті з можливістю своєчасного прийняття управлінських рішень на рівні місцевого керівництва. При цьому інформацію, що отримують від споживачів енергоресурсів, обробляють у відділі «Паливно-енергетичних ресурсів та енергозбереження», а дані, що одержують при цьому, будуть наноситись на контрольні карти та аналізуватися.

Для аналізу змін у споживанні енергії використовується індексний метод [1]. Щоб знати, які результати досягаються в енергозбереженні, потрібно кількісно визначити, на якому якісному рівні споживання паливно-енергетичних ресурсів знаходиться. Для порівняльної характеристики аналіз ведеться поквартально з використанням ланцюгового та базисного індексів.

Для побудови контрольної карти загального споживання паливно-енергетичних ресурсів розраховується зведений (ланцюговий) індекс. З метою усунення систематичної помилки в загальному індексі споживання енергоресурсів індивідуальні індекси множать (зважують) на середню питому вагу споживання енергоресурсів кожним споживачем:

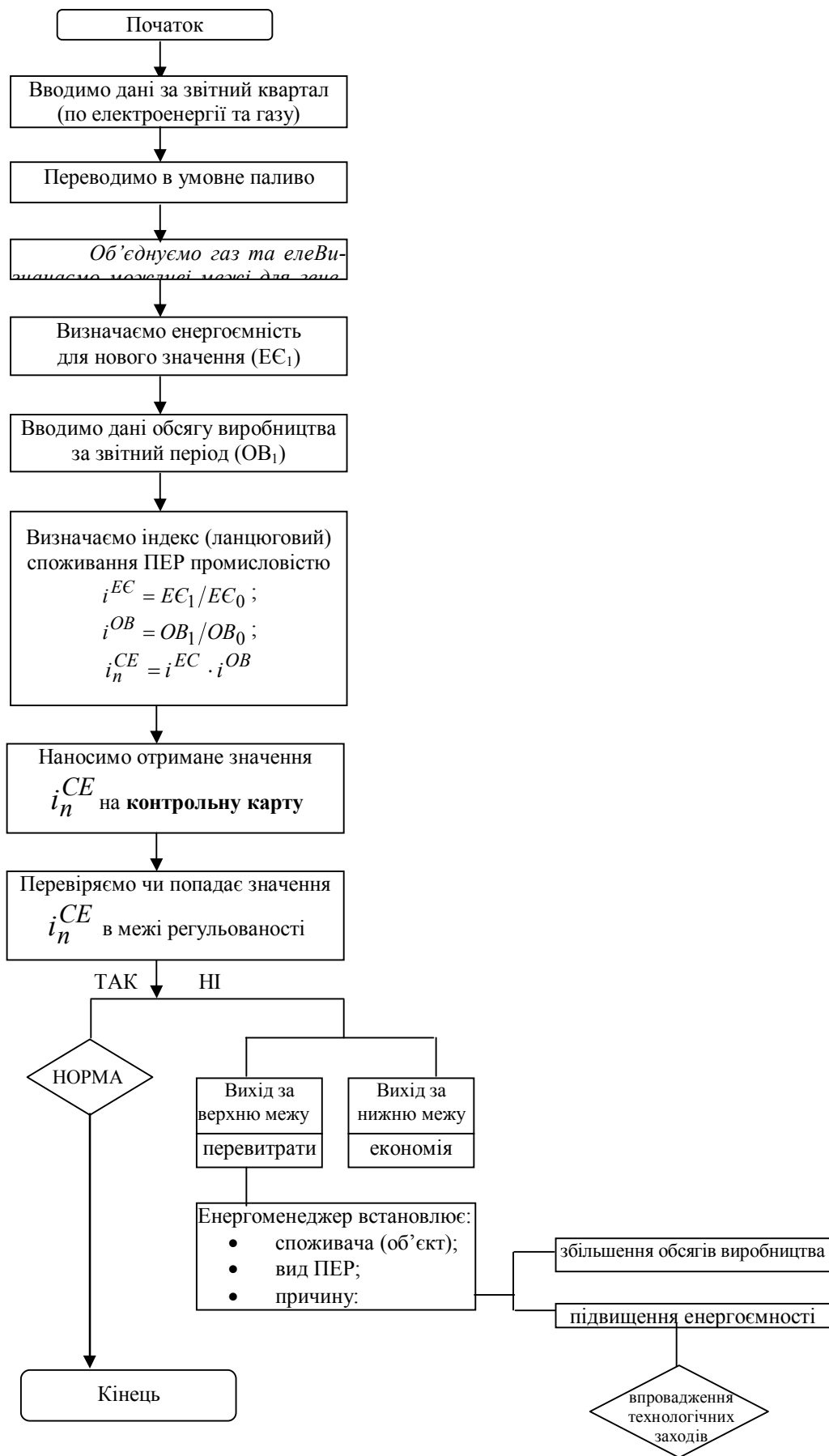


Рисунок 1 – Алгоритм аналізу рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів

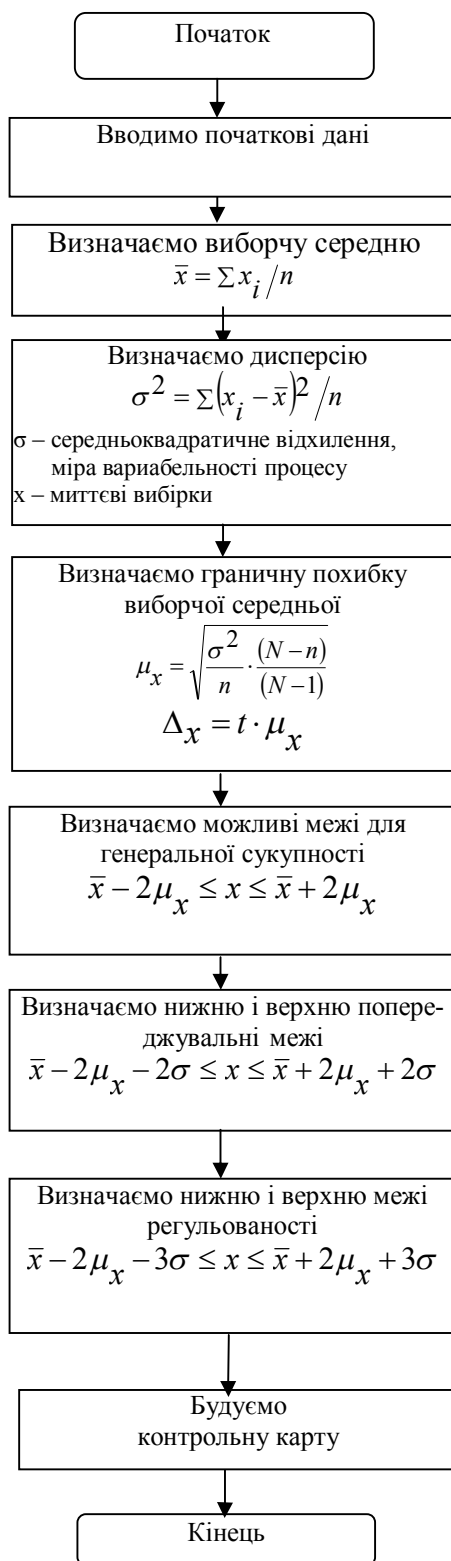


Рисунок 2 – Алгоритм визначення контрольних меж споживання паливно-енергетичних ресурсів

$$I_{зв.}^{CE} = i_n^{CE} \cdot n.в_{ср.н} + i_{ж-к}^{CE} \cdot n.в_{ср.ж-к} + i_{б}^{CE} \cdot n.в_{ср.б} + i_{2.п.}^{CE} \cdot n.в_{ср.2.п.},$$

де $i_n^{CE}, i_{ж-к}^{CE}, i_{б}^{CE}, i_{2.п.}^{CE}$ – індекси споживання енергоресурсів відповідними групами споживачів (промисловим, житлово-комунальним, бюджетним секторами і сектором енергогенеруючих та постачальних підприємств);

$n.в_{ср.н}, n.в_{ср.ж-к}, n.в_{ср.б}, n.в_{ср.2.п.}$ – середня питома вага споживання енергії відповідними групами споживачів (житлово-комунальним, бюджетним секторами і сектором енергогенеруючих та постачальних підприємств);

$n.в_{ср.} = \sqrt{n.в_1 \cdot n.в_2}$ ($n.в_1, n.в_2$ – питома вага споживання ПЕР звітного кварталу та відповідного кварталу попереднього року).

Процес вважається контрольованим, якщо всі значення показника лежать в граничних межах (межах допуску). Особливої уваги потребують “викиди” значень параметра за межі допуску, а також сталі тенденції.

Прийняття управлінського рішення полягає в тому, що коли має місце відхилення від встановлених меж рівня споживання енергоресурсів, то:

- визначають, за рахунок якого сектору відбулося відхилення;
- шукають причину такого відхилення;
- приймають відповідні міри для запобігання такого відхилення в подальшому.

На прикладі промислового сектора розглянуто алгоритм аналізу рівня споживання енергоресурсів (рис.1), а на рис.2 розглянуто алгоритм визначення контрольних меж споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Для здійснення енергомоніторингу за поточним споживанням енергоресурсів пропонується використовувати графічний метод з використанням контрольних карт Шухарта та графіків кумулятивної економії енергоресурсів, що дозволяють відстежувати вихідні змінні будь-якого типу. Це дозволяє встановити межі відповідності ефективного використання енергетичних ресурсів у місті, налагодити графічні форми обліку і звітності для аналізу поточного споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Програмний продукт реалізовано в інтегрованому середовищі Delphi. Завдяки різноманітним формам організації діалогу, максимально простій мові спілкування, наявності довідкової системи він є ефективним інструментом для проведення такого роду досліджень у межах міста (рис.3).

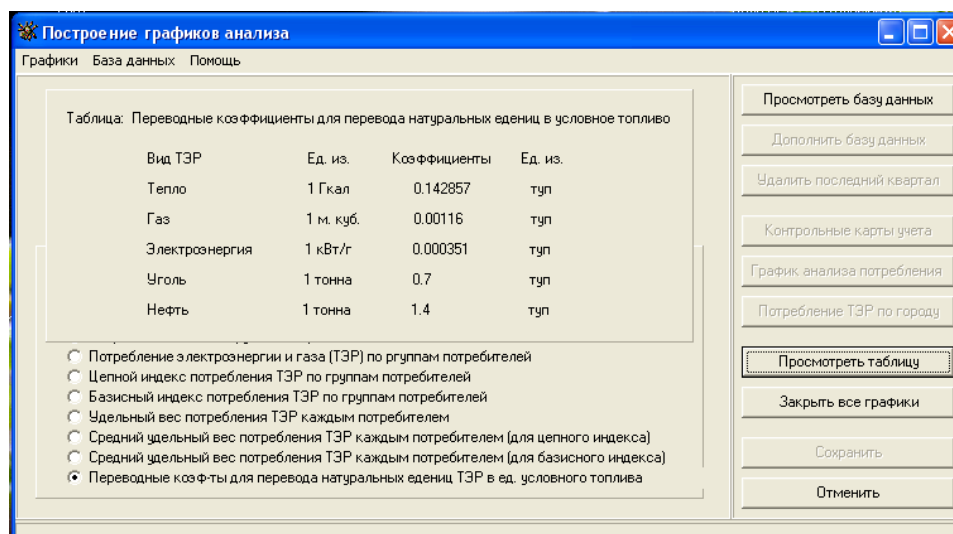


Рисунок 3

Вибір процедур обробки даних проводиться вибором відповідного пункту меню або за допомогою «гарячих клавіш». За основну початкову інформацію приймають отримані дані за звітні квартали по газу та електроенергії, що вважаються в умовах міста найважливішими і взаємозалежними. Початкові дані можуть вводиться безпосередньо з клавіатури у вигляді таблиць (об'єм продукції, що виробляється, рівень споживання електроенергії та газу по групам споживачів як разом, так і окремо, ланцюговий та базисний індекси споживання паливно-енергетичних ресурсів по групам споживачів, питому вагу споживання паливно-енергетичних ресурсів по групам споживачів, значення коефіцієнтів, що переводять натуральні одиниці паливно-енергетичних ресурсів в одиниці умовного палива та ін.), а також завантажуватись із існуючих баз даних (рис.4).

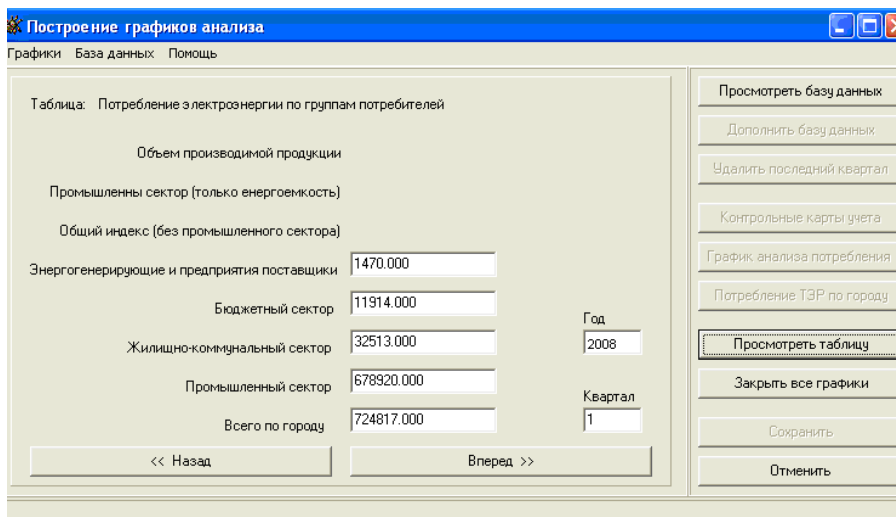


Рисунок 4

Таким чином, працюючи з програмним продуктом, користувач може створювати бази даних для нових об'єктів, а також працювати з існуючими базами, доповнюючи та оновлюючи їх. Результати програмного продукту представляються у вигляді контрольних карт обліку споживання ПЕР та графіків економії енергоресурсів як по окремим секторам споживачів (бюджетному, промислового, житлово-комунальному, сектору енергогенеруючих та постачальних підприємств), так і по місту в цілому (рис.5).

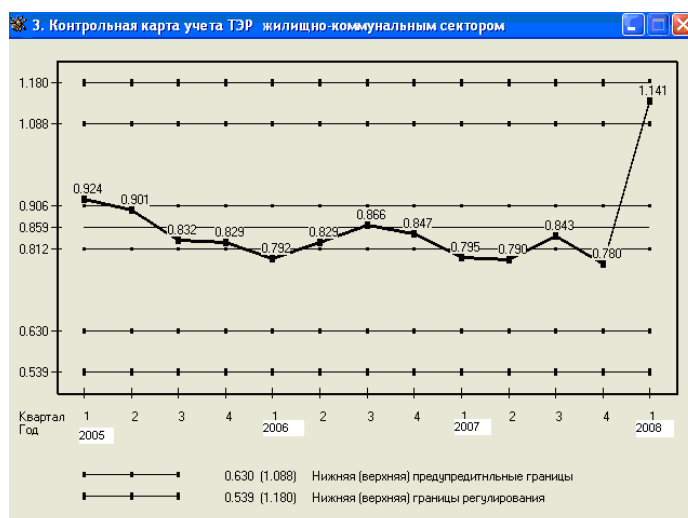


Рисунок 5

Висновки. Розроблений програмний продукт пройшов апробацію у місті Дніпродзержинську і може бути використаний для об'єктивного оцінювання стану, в якому знаходиться місто стосовно питань ефективності енергоспоживання та енергозбереження, а також для здійснення оперативного контролю та приймання обґрунтованих управлінських рішень.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Каїра Л.Г. Організація системи енергоменеджменту та енергомоніторингу на муніципальному рівні / Л.Г.Каїра // Енергетика: економіка, технології, екологія. – Київ: Національний технічний університет «КПІ». – 2002. – №2. – С.85-96.

УДК 669.184:532.5.001.573

САМОХВАЛОВ С.С., д.т.н., професор
СОКОЛ А.М., аспірант

Дніпродзержинський державний технічний університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ТА МАСОПЕРЕНОСНИХ ПРОЦЕСІВ В ПОРОЖНИНІ КОНВЕРТЕРА

Вступ. Виробництво сталі в конвертерах – основна технологічна схема виробництва сталі в світі. В австрійських містах Лінц та Донавіц в 50-х роках вперше в світі почали використовувати у сталеплавлінні конвертери з кисневим продуванням за допомогою верхньої фурми. Застосування кисню при переробці чавуну забезпечує високу ефективність такого виробництва, дозволяє уникнути використання дорогих енергоносіїв для нагрівання металу.

Тепер у світі експлуатуються близько 280 киснево-конвертерних цехів, які мають у своєму складі до 700 конвертерів, що виробляють 65% всього металу (811 млн. т. у 2006 р.). В Україні у 1956 році на верхнє кисневе продування був переведений бесмерівський цех на Дніпропетровському меткомбінаті ім. Петровського, а в 1957 році був уведений в експлуатацію киснево-конвертерний цех на „Криворіжсталі”. Тепер в Україні шість конвертерних цехів, які мають 16 кисневих конвертерів та 1 для газокисневого рафінування. В різних державах доля конвертерної сталі у загальному об'ємі сталі складає: США – 45%; Україна – 49,9%; Японія – 74,4%; Китай – 90%.

Таблиця 1 – Основні показники виробництва конвертерної сталі в світі у 1996 та 2006 роках

№ з/п	Країна	Об'єм виробництва в 1996 р., млн. т	Об'єм виробництва в 2006 р., млн. т	Приріст (+) чи зниження (-) виробництва за 10 років, %
1	КНР	52,2	368,0	+605
2	Японія	65,9	86,0	+30,5
3	Росія	25,4	43,6	+71,2
4	США	54,8	42,5	-22,4
5	Німеччина	29,4	32,5	+10,5
6	Північна Корея	23,5	26,3	+11,9
7	Україна	10,1	23,1	+128,7
8	Бразилія	20,1	22,8	+13,4
9	Індія	12,6	20,8	+65,1
10	Франція	10,9	12,3	+12,8
	Усього в світі	431,8	811,5	+87,9

Постановка задачі. Актуальність дослідження киснево-конвертерного виробництва сталі зацікавила багатьох дослідників [1-8]. В ДДТУ при сприянні та за участю доктора технічних наук, професора, академіка Академії інженерних наук та Академії наук вищої школи України Огурцова А.П. було засновано наукову школу з математичного моделювання тепломасопереносних процесів в металургії, наробки якої з успіхом застосовуються і при вивченні процесів, що перебігають в порожнині конвертера. Гідродинаміка багатофазного середовища у порожнині конвертера (рідкого металу та газошлакової суспензії) в значній мірі визначають перебіг усіх інших процесів: теплореносних, масопереносних тощо. Знання її необхідне для врахування впливу додаткових силових полів та вибору оптимального режиму продування. Гідродинамічні процеси в порожнині конвертера за допомогою математичного моделювання вивчались окремо в об'ємі шлаку, в об'ємі металу [3], в газошлаковій області [4]; була побудована спряжена математична модель [7], в якій розрахунок в об'ємі шлаку й металу проводиться одночасно. Серед публікацій українських вчених зустрічаються як двовимірні [7], так і тривимірні [8] моделі.

Результати роботи. В даній роботі побудована квазітривимірна математична модель, яка описує гідродинамічні та масопереносні процеси в порожнині конвертера під час продування його киснем зверху (за допомогою верхньої фурми). Описується перенос імпульсу та маси двофазного середовища (газошлакова емульсія, фази: шлак, газ) та перенос імпульсу металу. Розрахунок ведеться одночасно для металеві, газошлакової та реакційної зон, тобто по всьому об'єму конвертера.

Робляться наступні спрощуючі припущення:

А. По геометрії розрахункової області:

- конвертер циліндрично симетричний (рис. 1);
- форма реакційної зони, що утворюється від одного сопла, має вигляд параболоїда;
- рівень металу та шлаку в конвертері, а також форма реакційної зони не змінюються з часом.

Б. По гідродинаміці середовища:

- дзеркало шлаку рівне, на ньому відсутні хвилі та бризки;
- границя спряження металеві та газошлакової зон є площиною та не змінюється з часом;
- розплав металу вважається ефективно стисливим;
- присутній зовнішній силовий вплив на середовище – підйомна сила газу;
- середовище турбулізоване, турбулентний характер руху враховується трипараметричною алгебраїчною моделлю.

Зроблені припущення дозволяють динаміку руху розплаву та газошлакової суспензії описати наступною системою рівнянь [9]:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \vec{\nabla})\vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \vec{\nabla} \tilde{p} + (1 - \alpha)\vec{g}, \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = \psi - \alpha \frac{\partial \ln \rho_2^0}{\partial p} \rho_1^0 \vec{g}(\vec{v} + \vec{W}) - \vec{\nabla} \cdot (\alpha \vec{W}), \quad (2)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = -\vec{\nabla} \cdot (\alpha \vec{v}) + \psi - \alpha \frac{\partial \ln \rho_2^0}{\partial p} \rho_1^0 \vec{g}(\vec{v} + \vec{W}) - \vec{\nabla} \cdot (\alpha \vec{W}), \quad (3)$$

де \vec{v} – барицентрична швидкість руху середовища;

α – концентрація газової фази в об'ємі;

\tilde{p} – тиск, нормований на густину рідкої (несучої) фази;

ν' – ефективний коефіцієнт кінематичної в'язкості середовища;

ψ – об'ємне джерело газової концентрації;

ρ_1^0 и ρ_2^0 – істинні густини кожної з фаз;

\vec{W} – дифузійна швидкість руху газової фази;

\vec{g} – вектор прискорення вільного падіння.

У відповідності з методом розщеплення по фізичним факторам [9] на кожному часовому шарі відщеплюємо доданок з тиском.

$$\tilde{\vec{v}} = \vec{v}^n + \tau \left((\vec{v} \cdot \vec{\nabla}) \vec{v} + \nu' \Delta \vec{v} + (1 - \alpha) \vec{g} \right), \quad (4)$$

$$\vec{v}^{n+1} = \tilde{\vec{v}} - \tau (\vec{\nabla} \tilde{p}). \quad (5)$$

Отримуємо відповідно перший (4) та другий (5) етапи схеми розщеплення.

Тиск знаходимо з наступного рівняння:

$$\Delta \tilde{p}^{n+1} = \frac{\vec{\nabla} \tilde{\vec{v}} \cdot \left(\psi - \alpha \frac{\partial \ln \rho_2^0}{\partial p} \rho_1^0 \vec{g} (\vec{v} + \vec{W}) - \vec{\nabla} \cdot (\alpha \vec{W}) \right)}{\tau}. \quad (6)$$

Рівняння (4) першого етапу отриманої схеми розв'язуємо явно за часом, а рівняння для тиску (6) та газовмісту (3) розв'язуємо неявно за часом методом ітерацій, підправляючи на кожній ітерації поле нових швидкостей (маємо на увазі шукані швидкості з $n+1$ часового шару).

Для врахування турбулентного характеру руху середовища ми замінили коефіцієнт кінематичної в'язкості його ефективним аналогом, який моделюється за допомогою трипараметричної моделі:

$$\nu' = \nu + \frac{\Delta}{\text{Re}_\Delta} \nu_\Delta + l^2 \left| \frac{d\nu}{dy} \right|, \quad (7)$$

де ν – ізотропна (молекулярна) складова в'язкості;

Re_Δ – сіткове число Рейнолдса;

Δ – характерний розмір комірки;

ν_Δ – швидкість в межах комірки;

l – довжина перемішування вздовж y ;

y – змінна, яка параметризує перпендикулярну рухові потоку вісь.

Систему рівнянь доповнюємо початковими та граничними умовами. Запис різницевої апроксимації рівнянь системи та відповідних граничних умов здійснюємо на шаховій сітці в циліндричних координатах. У відповідності до припущення про циліндричну симетрію конвертера нехтуємо залежністю від кута оберту. Розмірність задачі знижується до двох. Однак початкові й граничні умови реалізуємо для тривимірного випадку. В цьому полягає квазітривимірність всієї моделі. Маємо змогу отримати множини, яка складається з розв'язків двовимірної задачі для різних кутів оберту, для яких граничні умови будуть різними (відсутність симетрії реакційної зони). Таким чином можна отримати уявлення про рух у всій порожнині конвертера. Звісно, що в такому випадку в азимутальному напрямку ніякі процеси не перебігають, ними знехтувано.

Для описаної вище моделі розроблено модуль візуалізації отриманих результатів розрахунку. Схожий було створено автором роботи [8]. Звернемось до рис.1. На ньому зображено:

- конвертер (схематично, із збереженням пропорцій);
- верхню фурму, за допомогою якої вдувається кисень;

- рівень металу в конвертері (нижній диск);
- рівень шлаку в конвертері (верхній диск);
- реакційну зону (чотири параболоїда, які доповнюються конусоподібною верхівкою);
- площину поперечного перетину конвертера, на якій зображено ізолінії газовмісту та одиничні вектори швидкості руху середовища.

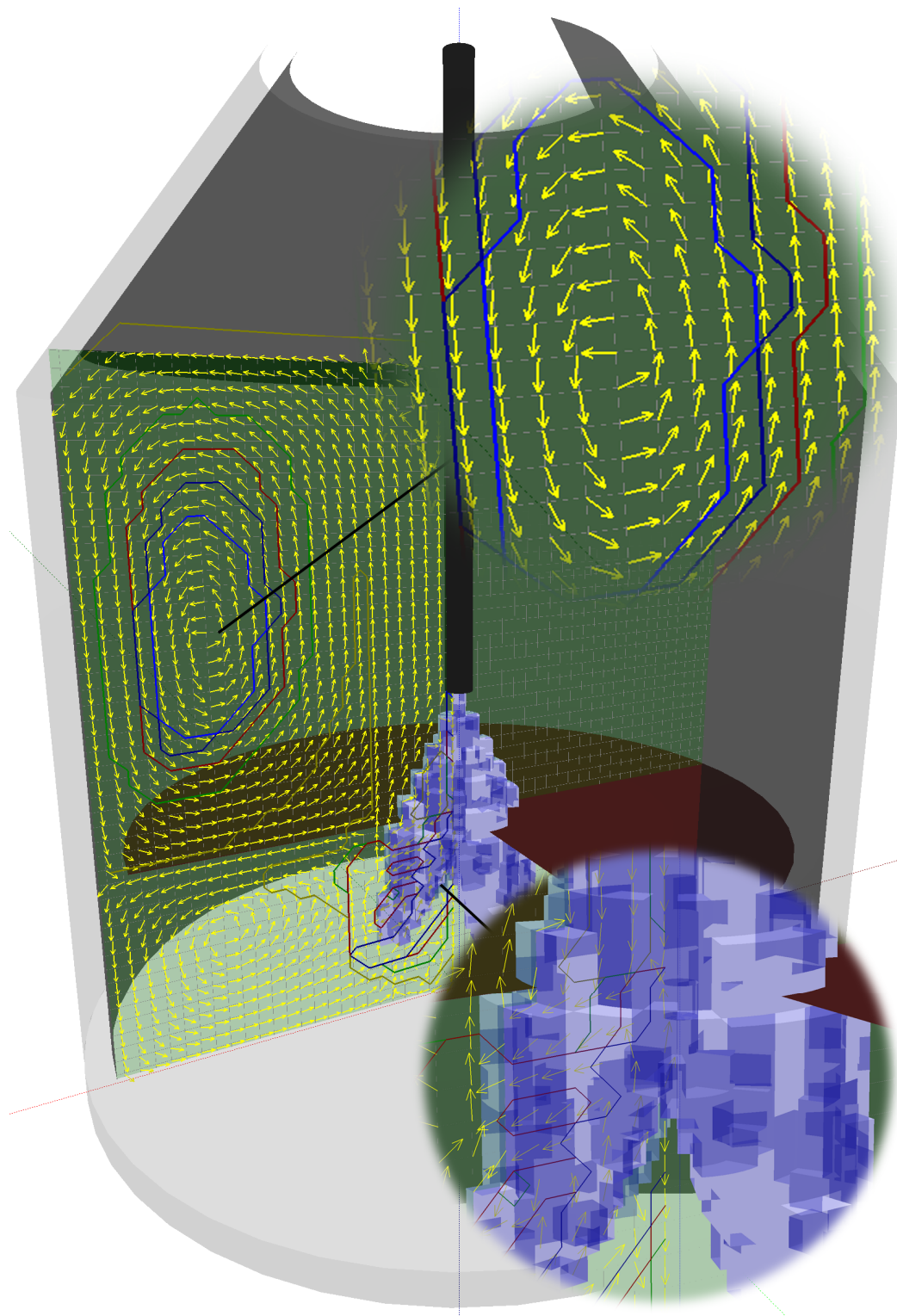


Рисунок 1 – Схематичне зображення конвертера із нанесеною на нього графічною інформацією

Програмна реалізація створена мовою ObjectPascal в середовищі Delphi. За допомогою програмної реалізації побудованої нами математичної моделі робились чисельні розрахунки для конвертера ємністю 160 тонн з режимом продування $400 \frac{m^3}{xv}$.

Рис.2 показує поле напрямків швидкостей руху середовища та ізолінії концентрації газової фази в об'ємі конвертера при різних значеннях кута φ : а) $\varphi = 0^\circ$; б) $\varphi = 45^\circ$. Цифрами 1, 2, 3 відповідно позначені ізолінії для значень $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.5$, $\alpha = 0.9$.. На рис.2,а зображена права половина осьового перерізу конвертера (на цьому рисунку фурма зображена зліва) при куті $\varphi = 0^\circ$, що відповідає самій великій площі перерізу реакційної зони. На рис.2,б зображено половину осьового перерізу конвертера при куті $\varphi = 45^\circ$, що відповідає найменшій площі перерізу реакційної зони. Картина течій змінюється приблизно 12-15 секунд від початку процесу, а потім стабілізується та втрачає залежність від часу. Як бачимо, у металі утворюється макровихор, направлений за годинниковою стрілкою (2а). Він зменшується при $\varphi = 45^\circ$, бо, очевидно, зменшується кількість отриманого від факелу імпульсу (2б). Макровихор, направлений за годинниковою стрілкою, утворюється і у газошлакочивій емульсії. Але в цій зоні джерелом імпульсу для середовища є підйомна сила газу.

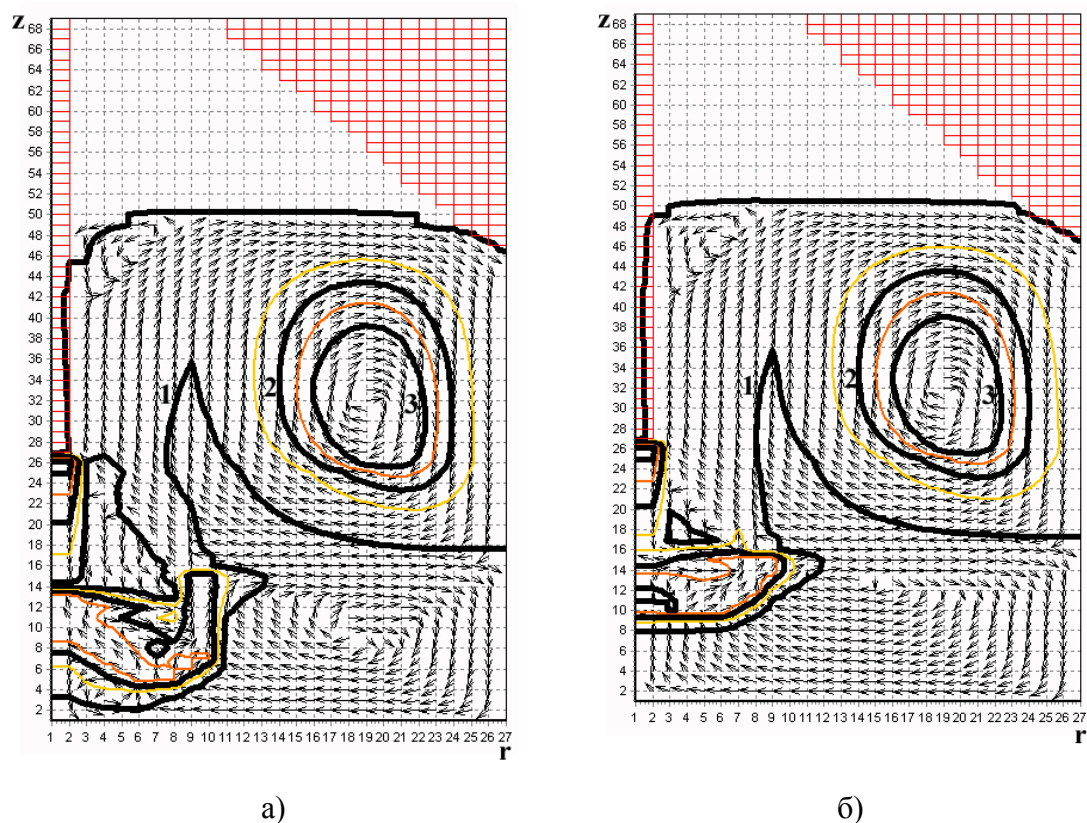


Рисунок 2 – Поле напрямків швидкостей руху середовища та ізолінії концентрації газової фази в об'ємі конвертера при різних значеннях кута φ

Висновки. Розроблено квазітривимірну математичну модель гідродинамічних процесів, що перебігають у порожнині конвертера під час верхнього продування киснем. Зроблено тривимірну візуалізацію розрахункових даних (зображено площу пере-

тину з розрахунковою сіткою, одиничні вектори поля швидкості руху середовища, ізолінії газовмісту) з їх розміщенням безпосередньо на схематичному зображенні конвертера (пропорції конвертера збережені). За допомогою програмної реалізації моделі можна проводити чисельні дослідження. Результати досліджень допоможуть виробити рекомендації щодо режимів продування і можуть бути використані в роботі інженерами-металургами. На базі розрахованої гідродинамічної картини можуть проводитись розрахунки інших важливих процесів з конвекцією: масопереносу, теплопереносу тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Портал Украинской ассоциации сталеплавильщиков (УАС) // <http://uas.ukrsteel.org>.
2. Чернятевич А.Г., Гензер Л.А., Айзатулов Р.С. и др. Комбинированная продувка в конвертерах с использованием двухъярусной фурмы // Изв. ВУЗов. Черн. металл. 1988. – №7. – С.48-51.
3. Математическая модель гидродинамических процессов в полости конвертера при продувке шлакового расплава газовыми струями / Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Самохвалов С.Е. [и др.] // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1997. – №2. – С.4-14.
4. Численное моделирование перемешивания и теплообмена в конвертерной ванне при комбинированной продувке / Протопопов Е.В., Чернятевич А.Г., Самохвалов С.Е. [и др.] // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1997. – №12. – С.3-8.
5. Математическое моделирование гидродинамических процессов в шлаковой и металлической фазах конвертерной ванны при комбинированной продувке / Протопопов Е.В., Гензер Л.А., Лаврик А.Н. [и др.] // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 2002. №4. – С.9-14.
6. Численное исследование гидродинамических процессов в полости конвертера при продувке шлакового расплава азотом через фурму с двухрядным расположением сопел / Протопопов Е.В., Соколов В.В., Чернятевич А.Г., Самохвалов О.С. // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 2003. №12. – С.15-20.
7. Сопряженная математическая модель гидродинамических процессов в шлаковой и металлической фазах в полости конвертера / Семькин С.И., Самохвалов С.Е., Поляков В.Ф., Рязанцев Р.О. // Математичне моделювання. – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2000. №1(4). – С.20-23.
8. Зуев О.І. Тривимірна математична модель гідродинамічних процесів у порожнині конвертера під час продування розплаву із використанням багатосоплової фурми / О.І.Зуєв / Математичне моделювання. – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2005. №2(14). – С.63-68.
9. Огурцов А.П. Методы расщепления в задачах гидродинамики и тепломассопереноса / Огурцов А.П., Самохвалов С.Е., Надрыгайло Т.Ж. // Днепропетровск: Системные технологии, 2003. – 260с.

УДК (681.3.015+519.768).004.21

ПРИХОДЬКО В.И.*, к.т.н., проф., ген. директор
МЯМЛИН С.В., д.т.н., профессор
ФЕДОРОВ Е.Ф., зав.лабораторией
ГАРКАВИ Н.Я., ст.науч.сотрудник
КЛИМЕНКО И.В., к.т.н., доцент
ЛИТВИНЕНКО О.Н.**, инженер-программист

Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна
*ОАО „КВСЗ”, г. Кременчуг

**Информационно-статистический центр ГП „Приднепровская железная дорога”,
г. Днепропетровск

МУЛЬТИЯЗЫКОВЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СИСТЕМ ОБРА- БОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Введение. Со второй половины прошлого века появилось много литературы, посвященной построению систем автоматического проектирования. Однако, в существующей литературе не уделялось достаточного внимания мультиязыковым интерфейсам подобных систем. Дело в том, что системы автоматизированного проектирования (САПР) [1-4] и системы обработки результатов испытаний (СОРИ) [5-7] достаточно часто создаются с целью тиражирования их на территории нескольких стран. При этом необходимо помнить, что в каждой стране – свой государственный язык, свои языковые традиции национального делопроизводства [8] и своя нормативная база (нормативные базы разных стран в той или иной мере гармонизированы между собой [9,10]). Иногда проектируемое (или испытываемое) изделие (например, железнодорожный вагон [11,12]) предполагается эксплуатировать в нескольких странах (такое изделие должно соответствовать требованиям нормативной литературы всех стран, где предполагается эксплуатировать изделие). Кроме того, не редки случаи, когда изделие предполагается эксплуатировать в одной стране, а проектирование (или испытание) проводят в другой стране (или специалисты из другой страны).

Таким образом, одной из задач при разработке интерактивных (диалоговых) систем (САПР или СОРИ) является перевод текстов с языка одной страны на язык другой страны (при этом на каждом языке должна использоваться нормативная база соответствующей страны).

Постановка задачи. В дальнейшем будем называть пользователем (оператором) человека, который в интерактивном режиме, отвечая на вопросы диалога, формирует исходный, а затем и выходной документ системы (САПР или СОРИ). Заказчиком будем называть человека или организацию, которые заинтересованы в создании выходного документа системы. Исполнителем будем называть человека или организацию, которые заинтересованы в полноте и непротиворечивости исходных данных для работы системы. Разработчиком будем называть алгоритмиста, создателя системы (САПР или СОРИ). Отметим, что пользователь чаще всего представляет исполнителя работ (пользователь САПР представляет конструкторское бюро, проектирующее заказываемую заказчиком продукцию, а пользователь СОРИ представляет испытательный центр, проводящий испытания продукции заказчика).

На самых первых этапах работы системе (САПР или СОРИ) необходимо согласовать с пользователем ряд вопросов. Пользовательский интерфейс (диалог) системы (САПР или СОРИ) может строиться по схеме жесткого [4] или перестраиваемого [2, 3,

12] сценария. В жестком сценарии изначально раз и навсегда определены все подлежащие согласованию вопросы; в перестраиваемом сценарии в зависимости от ответов на какое-то подмножество вопросов может оказаться, что отпадет необходимость в согласовании некоторых, еще не согласованных вопросов. Обычно сценарий предусматривает для каждого вопроса подсказку ответа (так называемый ответ “по умолчанию”), а иногда и меню возможных ответов [3, 12]. Таким образом, все вопросы сценария и все меню возможных ответов с момента создания системы (САПР или СОРИ) остаются неизменными и составляют базу фраз. В сценарии каждой фразе соответствует свой код фразы φ , а каждому языку – код языка $Я$. Переключая код языка, пользователь обращается к той базе фраз, которая заполнена на соответствующем языке. На некоторые вопросы согласно сценарию иногда можно давать оригинальные ответы, не предусмотренные ни в меню, ни в подсказке (обычно система – САПР, СОРИ – проверяет, чтобы оригинальные ответы не противоречили нормативной документации и ответам на другие вопросы сценария [4, 12]).

При жестком сценарии список всех вынесенных на согласование вопросов может быть распечатан до первого технического совещания представителей заказчика с исполнителями [4] (вопросы целесообразно распечатать в виде документа, называемого “приглашением”; в этом документе предусматривается возможность заполнения “от руки” определенных полей, соответствующих согласовываемым вопросам, и, кроме того, отведено место для подписей представителей заказчика и исполнителя). При перестраиваемом сценарии такая распечатка не всегда целесообразна. В любом случае, самостоятельно, без серии консультаций с заказчиком и исполнителем на все вопросы диалога пользователь, скорее всего, ответить не сможет. Поэтому интерфейс обычно предусматривает возможность совместной или поочередной работы за компьютером представителей заказчика и исполнителя (при этом заказчик и исполнитель могут работать на разных языках), а также “панический” выход из диалога с сохранением всех уже согласованных ответов [2, 12]. Интерфейс должен позволять пользователю выдать распечатку частично согласованных вопросов [2], а при повторных прогонах системы пользователю должна быть предоставлена возможность изменить некоторые или все ответы на согласованные в предыдущих прогонах вопросы диалога [12].

Выходная форма системы обычно представляет собой черновик утверждаемого документа. Если выходная форма формируется одновременно на нескольких языках, то интерфейс должен предусмотреть возможность проверки того, что на всех языках корректировка выходных документов закончена. Возможно, разработчику придется написать текстовый редактор, содержащий генератор символов для вывода текстов на дисплей и принтер [13-15].

Результаты работы. Разработчику САПР или СОРИ придется решить следующие задачи.

1. Составление сценария: формирование иерархической схемы вопросов и экранных форм диалога. Формирование таблицы для отслеживания непереуверенных оригинальных ответов.

2. Формирование наиболее вероятных ответов “по умолчанию” и меню возможных ответов на каждый вопрос (во время работы системы ответы “по умолчанию” будут заменены на согласованные ответы).

3. Создание базы вопросов и меню возможных ответов на всех языках. Присвоение каждому вопросу и каждому пункту меню своего кода фраз φ .

4. Разработка текстового редактора (если необходимо) для ввода оригинальных ответов и корректировки выходного документа.

5. Составление “приглашения”, текстовой части выходной формы и текстовой части незавершенной формы исходных данных на всех языках системы (САПР, СОРИ).

6. Печать на принтере выходной формы, “приглашения” и незавершенной формы исходных данных.

Чтобы упростить приведенные в настоящей статье объяснения, перечисленные задачи будут изложены не в том порядке, которого необходимо придерживаться при разработке системы.

В “приглашении” перечисляются исходные данные системы и в понятной для неподготовленного пользователя форме излагаются способы получения исходных данных, используя другие данные, вводить которые не обязательно. В приложении 1 приводится изложенный по-русски пример “приглашения” к задаче построения циклограмм для определения усталостной прочности деталей машин [7]. Внимание: список литературы в “приглашении” не соответствует списку литературы данной статьи! Аналогичный приведенному в приложении 1 текст, подготовленный к выводу на принтер, должен быть составлен на всех языках системы. Файл с “приглашением” на языке с индексом $Я$ назовем $G_1(Я)$. Необходимо обратить внимание, что документ, указанный в списке литературы “приглашения” под номером [4], на территории Украины, к примеру, не действует. В украинской версии “приглашения” под номером [4] должен быть указан другой документ.

Текст незавершенной формы исходных данных формируется из неизменных фраз $G_2(Я)$ и ответов на вопросы диалога. В приложении 2 приведен пример такой формы на русском языке для указанной выше задачи.

Экранная форма содержит текстовую часть и поля для ввода информации. Если на какой-то вопрос поставить курсор и нажать левую клавишу “мышки”, то будет введен код вопроса. Дальнейшие действия будут соответствовать блок-схеме сценария. Для оператора существенно, что, выбрав при помощи “мышки” определенный язык, он загружает экранную форму того же номера, но на новом языке (при этом создается впечатление, что экранная форма переводится с одного языка на другой); выбрав при помощи “мышки” команду оператора, пользователь вызывает соответствующую обслуживающую программу; выбрав при помощи “мышки” вопрос, оператор может ввести данные с клавиатуры или обратиться к меню (иногда из меню можно взять данные для ввода, иногда меню позволяет перейти на более высокий уровень вопросов). В приложении 3 приведен пример русскоязычной первой экранной формы трехязыкового (русский, украинский, грузинский) интерфейса к упомянутой выше задаче построения циклограмм для определения усталостной прочности деталей машин [7]. В этом примере экранной формы подразумевается, что зоной ввода оригинальных ответов являются ответы “по умолчанию” (в тех вопросах, где такие ответы есть).

На первом этапе составления сценария разрабатывается иерархическая схема вопросов. Первый уровень вопросов – это вопросы, которые должны быть заданы вне зависимости от ответов на любой из вопросов сценария (т.е. не зависящие друг от друга вопросы жесткой части сценария). Вопросы последующих уровней либо помогают сформировать ответ “по умолчанию” для вопроса более низкого уровня, либо сами имеют ответы “по умолчанию”, сформированные на основании вопросов более низкого уровня. В каждой экранной форме (а значит, и в каждом уровне вопросов) обязательно должны быть “панический” выход из программы, переключение языков диалога и возврат на уровень с меньшим номером (для вопросов первого уровня – окончание ввода исходных данных; переход к обработке накопленной в эксперименте информации для СОРИ или переход к проектированию для САПР). Среди вопросов первого уровня, кроме того, обязательно должны быть команды оператора (например, вывод на принтер разнообразных документов). Если все вопросы первого уровня можно разместить на экране дисплея, то все эти вопросы будут включены в первую экранную форму [16]. Если все вопросы первого уровня на экране дисплея не помещаются, то среди вопросов

первого уровня появляются вопросы типа “1-я группа вопросов”, “2-я группа вопросов” и т.п. Вопросы, включенные в соответствующую группу, из первого уровня исключаются. Исключенные из первого уровня вопросы теперь попадают во второй уровень, а подчиненные им вопросы переносятся в следующий уровень. В перестраиваемом сценарии возможна ситуация, когда вопрос более высокого уровня не задается, если пользователь смог ответить на вопрос уровня с меньшим номером. Если вопросы более высокого уровня помогают ответить на вопрос предыдущего уровня, то в высокий уровень (и его экранную форму) включается (повторно) и сам вопрос, требующий нового уровня вопросов. Это необходимо для того, чтобы пользователь мог следить, как меняются значения ответа “по умолчанию” на этот вопрос после ответов на вопросы последующих уровней.

Пример иерархической схемы вопросов приведен на рис.1.

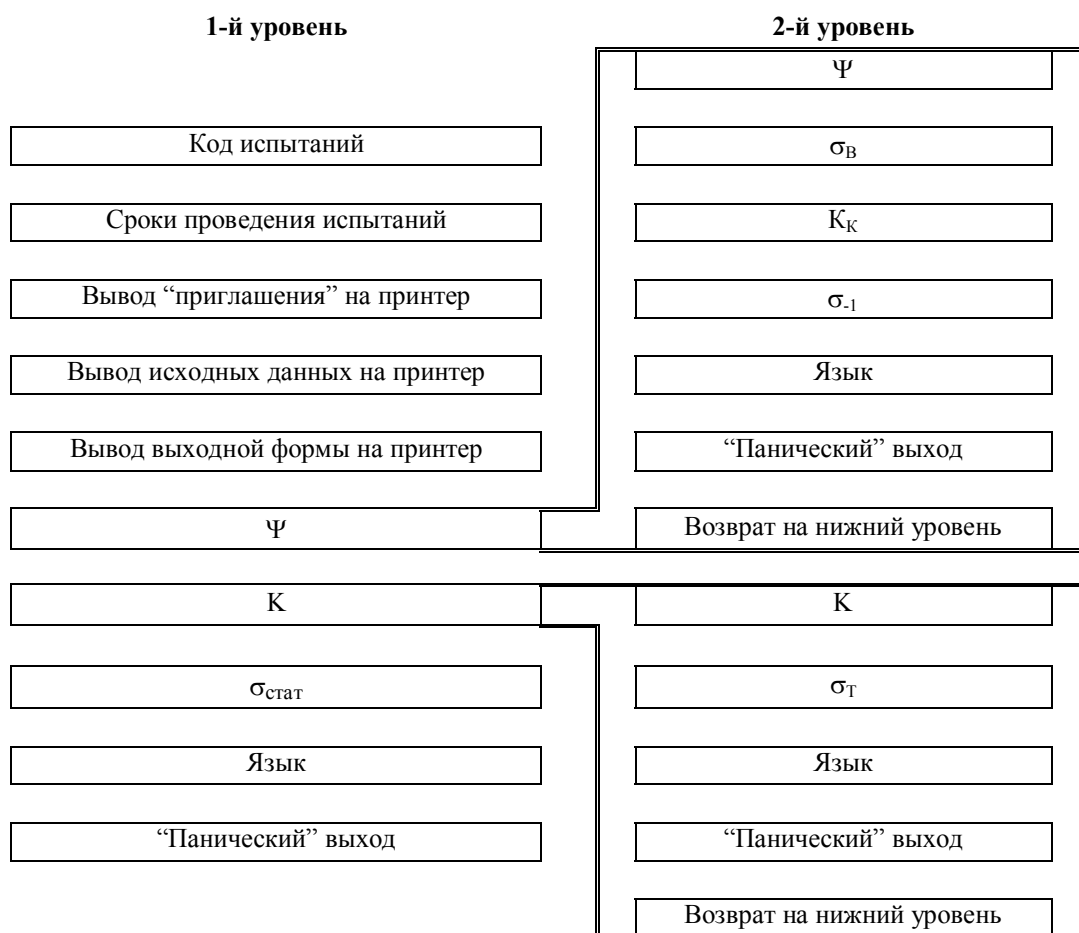


Рисунок 1 – Пример иерархической схемы вопросов

Обозначения на рис.1 те же, что и в приложениях 1-3. При формировании экранных форм три вопроса (о величинах ψ , K , $\sigma_{\text{стат}}$) из первого уровня будут перенесены во второй, в первом уровне вместо этих вопросов будут вопросы “Ввод исходных данных” и “Корректирование исходных данных”, а все вопросы из второго уровня будут перенесены в третий. После этого вопросы первого уровня попадут в первую экранную форму; вопросы о величинах ψ , K , $\sigma_{\text{стат}}$ вместе с вопросами о языке, о возврате на нижний уровень и о “паническом” выходе попадут во вторую экранную форму; вопросы, связанные с определением ψ , попадут в третью экранную форму, а вопросы, связанные с определением K , попадут в четвертую экранную форму.

Таблица 1 – Фрагмент базы фраз трехязыкового интерфейса

Ф	$\mathcal{Y}=1$	$\mathcal{Y}=2$
1	1. Код испытаний:	1. Код випробувань:
2	2. Сроки проведения испытаний:	2. Період проведення випробувань:
3	3. Вывод “приглашения” на принтер	3. Вивід “запрошення” на принтер
4	4. Вывод полностью или частично согласованных исходных данных на принтер	4. Вивід цілком або частково узгоджених початкових даних на принтер
5	5. Ввод исходных данных	5. Уведення початкових даних
6	6. Корректирование исходных данных	6. Коригування початкових даних
7	Щелкните мышкой в согласуемый вопрос или нажмите Enter	Клацніть мишкою в запитання, що узгоджується, або натисніть Enter
8	Выход из программы	Вихід з програми
9	Русский	Українська
10	$\Psi =$	$\Psi =$
11	$K =$	$K =$
12	$\sigma_{\text{стат}} =$	$\sigma_{\text{стат}} =$
13	Ввод	Уведення
14	Помощь	Допомога
15	$\sigma_B =$	$\sigma_B =$
16	$K_K =$	$K_K =$
17	(Только для легированных сталей) $\sigma_{-1} =$	(Тільки для легованих сталей) $\sigma_{-1} =$
18	$\sigma_T =$	$\sigma_T =$

Список вопросов формируется после создания всех экранных форм и согласования с этими формами иерархической схемы вопросов. После составления списка вопросов, списков меню возможных ответов для каждого вопроса и ответов на все вопросы “по умолчанию” будет сформирована база фраз $\forall \Phi_{\mathcal{Y}, \varphi}$ на одном из языков системы

(допустим, $\mathcal{Y}=1$). Перевод всех фраз с одного языка на остальные языки системы (с соблюдением языковых традиций национального делопроизводства и с указанием соответствующих нормативных документов) позволит сформировать полную базу фраз мультязыкового интерфейса. В табл.1 в качестве примера приводится фрагмент базы фраз описанного выше трехязыкового интерфейса. В табл.2 приведен фрагмент ответов “по умолчанию” для этого же трехязыкового интерфейса.

Если экранная форма настроена на один из языков, а оригинальный ответ на какой-то вопрос допускает ввод символьной информации на этом языке, то в принудительной форме необходимо потребовать от оператора ввести этот ответ на всех остальных языках (однако, оператор ответы на других языках может и не вводить; система только пытается заставить оператора поступать корректно). Поэтому для каждого вопроса с номером ξ должен существовать массив $S(\mathcal{Y}, \xi, i)$, составленный следующим образом:

$S(\mathcal{Y}, \xi, 1) = "&"$, если оригинальный символьный ответ допустим;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 1) = "+"$, если оригинальный ответ допустим, но он не символьный;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 1) = "#"$, если на этом языке на этот вопрос отвечать не надо;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 1) = "0"$, если оригинальный ответ на этот вопрос недопустим;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 2)$ – сам ответ на языке \mathcal{Y} (не обязательно оригинальный, это может быть ответ из меню);

$S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 0$, если ответ на этом языке был взят “по умолчанию”;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 1$, если оригинальный ответ на этом языке был введен с клавиатуры;

$S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 2$, если ответ на этом языке был взят из меню.

Таблица 2 – Фрагмент ответов “по умолчанию” трехязыкового интерфейса

Ф	Идентификатор	$\mathcal{Y}=1$	$\mathcal{Y}=2$
1	C_1	XYZ-XYZ	XYZ-XYZ
2	C_2	01.01.2001-31.12.2025	01.01.2001-31.12.2025
10	Ψ	0.02	0.02
11	K	4	4
12	$\sigma_{\text{стат}}$	0	0
15	σ_B	400	400
16	K_K	4	4
17	σ_{-1}	350	350
18	σ_T	250	250

Алгоритм работы с вопросами следующий. Если оператор на вопрос с номером ξ на языке с номером \mathcal{Y}_1 из меню $\forall M(\mathcal{Y}_1, \xi, k)$ выбрал ответ с номером k_1

$$S(\mathcal{Y}_1, \xi, 2) = M(\mathcal{Y}_1, \xi, k_1) = \Phi(\mathcal{Y}_1, \varphi_x),$$

то ответы на этот вопрос на других языках могут содержать только фразу с номером φ_x :

$$\begin{aligned} & ((S(\mathcal{Y}_1, \xi, 1) = "0") \vee (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 1) = "+") \vee (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 1) = "&")) \wedge (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 3) = 2) \Rightarrow \\ & \Rightarrow \forall_{\mathcal{Y}: [(S(\mathcal{Y}, \xi, 1) \neq "\#") \wedge (\mathcal{Y} \neq \mathcal{Y}_1)]} (S(\mathcal{Y}, \xi, 2) = \Phi(\mathcal{Y}, \varphi_x); S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 2). \end{aligned} \quad (1)$$

Если оператор на вопрос с номером ξ на языке с номером \mathcal{Y}_1 ввел оригинальный, но не символьный ответ, то этот ответ должен быть введен на всех языках:

$$\begin{aligned} & (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 1) = "+") \wedge (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 3) = 1) \Rightarrow \\ & \Rightarrow \forall_{\mathcal{Y}: [(S(\mathcal{Y}, \xi, 1) \neq "\#") \wedge (\mathcal{Y} \neq \mathcal{Y}_1)]} (S(\mathcal{Y}, \xi, 2) = S(\mathcal{Y}_1, \xi, 2); S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 1). \end{aligned} \quad (2)$$

Если оператор на вопрос с номером ξ на языке с номером \mathcal{Y}_1 ввел оригинальный символьный ответ $S(\mathcal{Y}_1, \xi, 2)$, то выполняются следующие действия:

$$S(\mathcal{Y}_1, \xi, 3) = 1; \quad \forall_{\mathcal{Y} \neq \mathcal{Y}_1} S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 0. \quad (3)$$

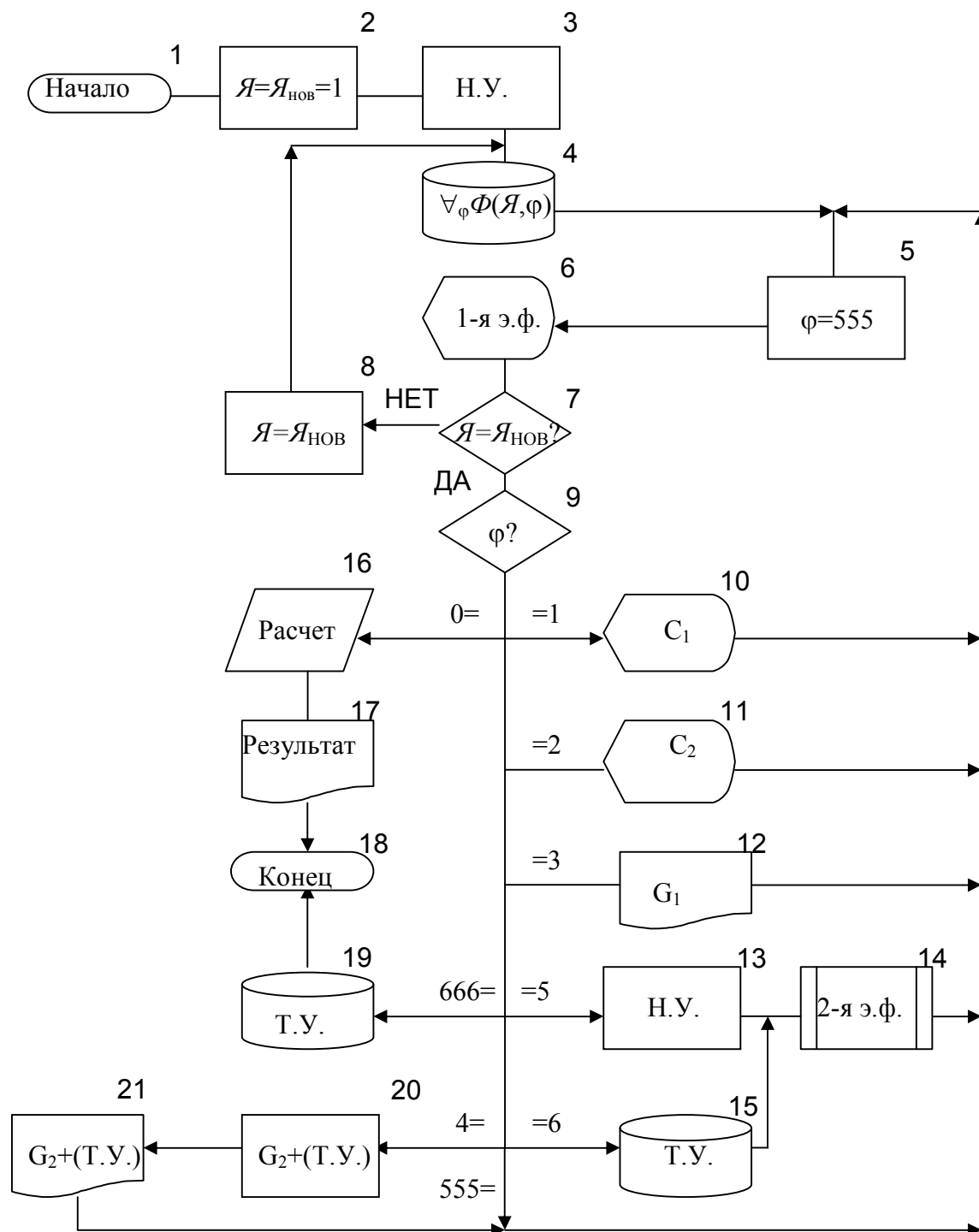


Рисунок 2 – Блок-схема системы

Теперь, если ответ на вопрос с номером ξ на языке с номером $Я_1$ введен, а на языке с номером $Я_2 \neq Я_1$ еще не введен

$$((S(Я_1, \xi, 1) = "&") \wedge (S(Я_1, \xi, 3) = 1)) \wedge ((S(Я_2, \xi, 1) = "&") \wedge (S(Я_2, \xi, 3) = 0)) = true, \quad (4)$$

то необходимо потребовать от оператора ввести оригинальный символьный ответ $S(Я_2, \xi, 2)$ на языке $Я_2$. Если этот ответ будет введен, то об этом сразу же будет вве-

дена отметка $S(\mathcal{Y}_2, \xi, 3) = 1$. Чтобы ответы на все вопросы были введены на всех языках, необходимо

$$\forall \left(\begin{array}{l} \exists_{\xi} \left(\exists_{\mathcal{Y}_1} ((S(\mathcal{Y}_1, \xi, 1) = "&") \wedge (S(\mathcal{Y}_1, \xi, 3) = 1)) \Rightarrow \\ \Rightarrow \forall_{\mathcal{Y} \neq \mathcal{Y}_1} ((S(\mathcal{Y}, \xi, 1) = "&") \wedge (S(\mathcal{Y}, \xi, 3) = 1)) = true \end{array} \right). \quad (5)$$

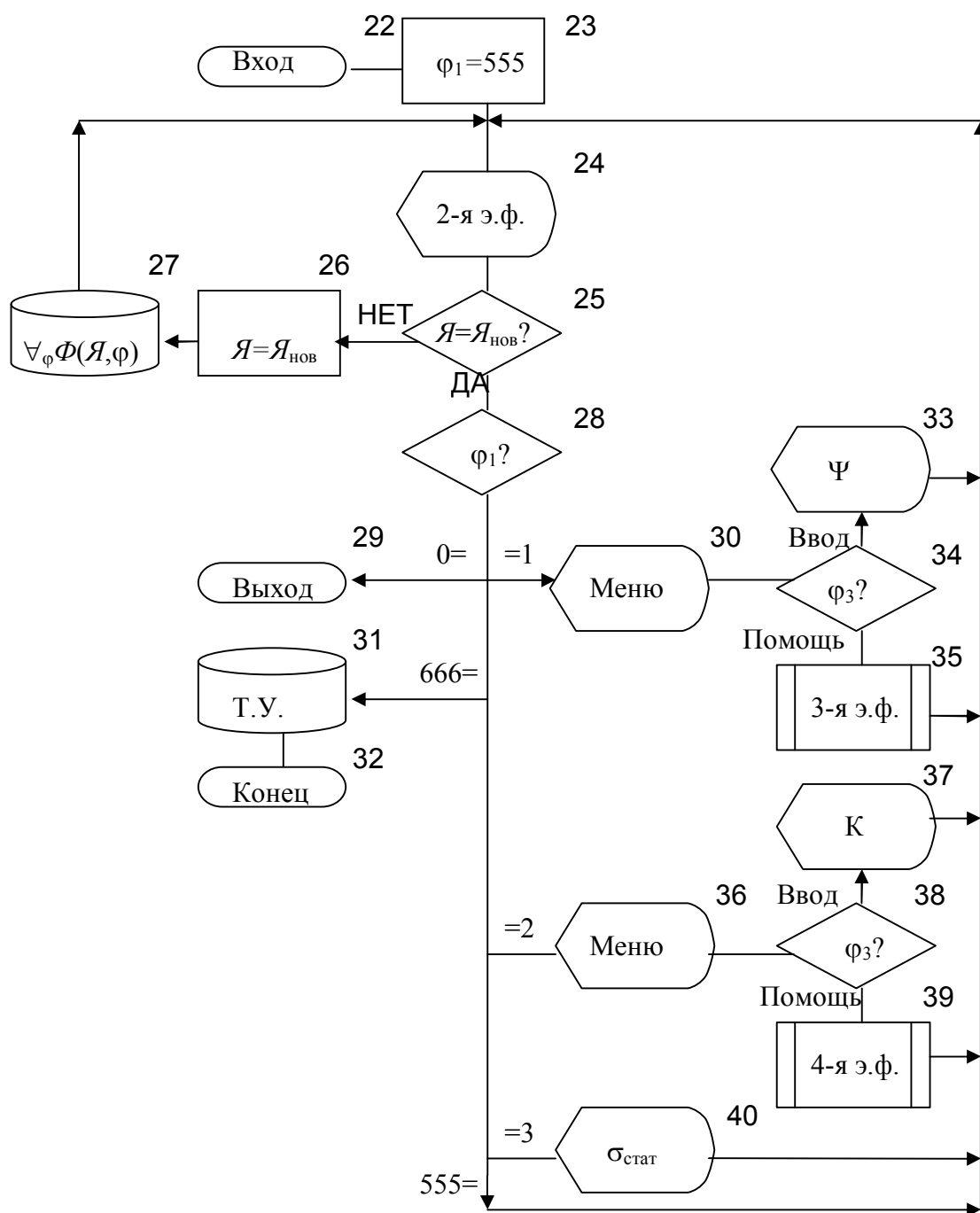


Рисунок 3 – Блок-схема подпрограммы, включающей в себя 2-ю экранную форму

Последним этапом составления сценария является разработка блок-схем системы (САПР или СОРИ). На рис.2, 3 в качестве примера приведены блок-схемы СОРИ “Построение циклограмм для определения усталостной прочности деталей машин”.

Действия, описанные в блоках 1, 2, 5, 7-9, 18, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 32, 34, 38, ясны из блок-схем. При этом подразумевается, что “паническому” выходу из программы соответствует $\varphi = 666$.

Блоки 3 и 13. Присвоение переменным $C_1, C_2, \Psi, K, \sigma_{\text{стат}}, \sigma_B, K_K, \sigma_{-1}, \sigma_T$ значений согласно табл.2.

Блоки 4, 27. Загрузка базы фраз языка $Я$.

Блок 6. 1-я экранная форма. Могут быть введены φ или $Я_{\text{нов}}$.

Блоки 10, 11. Ввод C_1 и C_2 .

Блок 12. Вывод “приглашения” на принтер.

Блок 14. Подпрограмма, включающая в себя 2-ю экранную форму (рис.3).

Блок 15. Присвоение переменным $C_1, C_2, \Psi, K, \sigma_{\text{стат}}, \sigma_B, K_K, \sigma_{-1}, \sigma_T$ текущих на данный момент согласования значений.

Блок 16. Для СОРИ - обработка накопленной в эксперименте информации, для САПР – собственно проектирование.

Блок 17. Вывод на принтер на языке $Я$ результатов работы системы (возможно, с предварительным редактированием).

Блоки 19, 31. Сохранение текущих на данный момент согласования значений переменных $C_1, C_2, \Psi, K, \sigma_{\text{стат}}, \sigma_B, K_K, \sigma_{-1}, \sigma_T$.

Блоки 20, 21. Формирование и выдача на принтер незавершенной формы исходных данных на языке $Я$.

Блок 24. 2-я экранная форма. Могут быть введены φ_1 или $Я_{\text{нов}}$.

Блоки 33, 37 и 40. Ввод $\Psi, K, \sigma_{\text{стат}}$ соответственно.

Блоки 35 и 39. Подпрограммы, включающие в себя 3-ю и 4-ю экранные формы.

Блоки 30 и 36. Меню: “Ввод” или “Помощь” - к вопросам о вводе соответственно Ψ и K . Будет введено φ_3 .

Выводы.

1. В статье изложена методика построения мультязыкового пользовательского интерфейса систем автоматизированного проектирования и систем обработки результатов испытаний (САПР и СОРИ).

2. Благодаря своей гибкости, описанная система (САПР или СОРИ) не требует присутствия заказчика при работе пользователя с системой в интерактивном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства в машиностроении/ Под общ. ред. О.И.Семенкова. – Минск: Высшейш. школа. (Том 1, 1976. – 352с. Том 2, 1977. – 336с.).
2. Построение современных систем автоматизированного проектирования / К.Д.Жук, А.А.Тимченко, А.А.Родионов [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1983. – 246с.

3. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я.Дитрих. - М.: Мир, 1981. – 456с.
4. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ/ Под ред. Е.Ю.Малиновского. – М.: Машиностроение, 1980. – 482с.
5. Гаркави Н.Я.. Система измерений динамических характеристик механических конструкций при виброиспытаниях / Н.Я.Гаркави, И.В.Добров // Вестник машиностроения. – 2002. – №3. – С.10-14.
6. О вводе в компьютер информации от датчиков при натурных испытаниях железнодорожного подвижного состава / Е.П.Блохин, С.В.Мямлин, Р.Б.Грановский [и др.] // Вісті Академії інженерних наук України: Спецвипуск. Машинобудування. – 2002. – №4(17). – С.19-28.
7. Определение усталостной прочности несущих конструкций железнодорожных вагонов по результатам ходовых испытаний / Е.П.Блохин, Ю.М.Черкашин, Л.А.Манашкин [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. – №4. – С.14-18.
8. Варжич А. Мая твоя панимай! / А.Варжич // Мир связи. – 2001. – №11. – С.86-91.
9. Постановление Кабинета министров Украины №244 от 19.03.1997г. "Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних стандартів".
10. Самойлова О.В. Проблемы гармонизации стандартов в черной металлургии / О.В.Самойлова, О.В.Замятина // Сталь. – 1999. – №4. – С.87-89.
11. САПР “грузовой вагон” на первых этапах проектирования. Организация управляющей подсистемы Проблемы механики железнодорожного транспорта. Повышение надежности и совершенствование конструкций подвижного состава / А.В.Рыжов, Н.Я.Гаркави, В.А.Гречин, Н.О.Драгунова // Тезисы докладов Всесоюзной конференции. – Днепропетровск: ДИИТ. – 1984. – С.44-45.
12. Разработка алгоритмов и программного обеспечения подсистемы проектировочных расчетов в САПР конструирования вагонов. Отчет о НИР, № госрегистрации 01870097057. – Днепропетровск: ДИИТ, 1988. – 11с.
13. Шумихин А.А. Подготовка текстов на ПЭВМ с помощью Word 5.0 / А.А.Шумихин, А.П.Шабанов – М.: Мир, 1990. – 78с.
14. А.Е.Гутников. Слово и Дело. – М.: тел. (095)-455-22-02.
15. LaTeX. /L.Lamport, J.Braams, D.Carlisle, A.Jeffrey, F.Mittelbach, C.Rowley, R.Schoepf./ American Mathematical Society, Technical Support, Electronic Products and Services, P.O.Box 6248, Providence, RI 02940, USA. – 1995.
16. Биргер А.Г. Учет человеческих факторов при проектировании интерактивных систем / А.Г.Биргер // Экспресс-информация. Вычислительная техника. – М.: ВИНТИ. 1984. – №15. – С.10-13.

Приложение 1. Пример “приглашения”

(Внимание! Список литературы в разноязыковых “приглашениях” может быть различным).

Построение циклограмм для определения усталостной прочности
деталей машин

Исходные данные (для согласования)

1) Код испытаний. До 30-и символов. Латинские буквы и цифры.

.....

2) Сроки проведения испытаний. Шаблон: “чч.мм.гггг-чч.мм.гггг”. “ч”, “м”, “г” – цифры. “чч” – число, “мм” – месяц, “гггг” – год.

.....

3) $\Psi = ?$

Ψ - коэффициент асимметрии цикла нагружения [1,2]. Подсказка: для сталей $\Psi \approx 0.02$. Либо задайте значение Ψ , либо ответьте на дополнительные вопросы (в [1] стандартизованы способы определения Ψ).

3.1) $\sigma_B = ?$

σ_B – предел прочности [3], МПа. Подсказка: для малоуглеродистой стали $\sigma_B \approx 400$ МПа.

3.2) $K_K = ?$

K_K – коэффициент, учитывающий влияние концентратора напряжений [4]. Подсказка: для стальных несущих конструкций железнодорожных вагонов [4] $K_K \approx 1 \div 5.5$, для сварных конструкций из малоуглеродистых сталей [4] $K_K \approx 4$.

3.3) $\sigma_{-1} = ?$

Определение значения Ψ при помощи σ_{-1} имеет смысл только для легированных сталей!!! σ_{-1} – предел выносливости материала по нормальным напряжениям [3], МПа. Подсказка: для низколегированных сталей $\sigma_{-1} \approx 350$ МПа.

4) $K = ?$

K – ширина класса при выделении экстремумов [2] из реализации напряжений, МПа. Подсказка: для сталей чаще всего $K = 2$ МПа или $K = 4$ МПа. Либо задайте K , либо ответьте на дополнительный вопрос.

4.1) $\sigma_T = ?$

σ_T – предел текучести [3], МПа. Подсказка: для малоуглеродистой стали $\sigma_T \approx 250$ МПа.

5) $\sigma_{\text{стат}} = ?$

$\sigma_{\text{стат}}$ – статическое напряжение в месте наклейки тензодатчика [3], МПа. Подсказки нет.

Литература

[1] ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости.

[2] ГОСТ 25.101-83. Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов.

[3] Е.А. Чудаков (под редакцией). Справочник машиностроителя. Т.3. - М.: Гос.науч.тех.издат. машиностроительной литературы, 1951. – 1098 с.

[4] Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). - М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. - 319 с.

Представитель заказчика
Представитель исполнителя
Дата совещания

Приложение 2. Пример незавершенной формы исходных данных

Построение циклограмм для определения усталостной прочности
деталей машин

Введенные исходные данные

- 1) Код испытаний: XYZ-XYZ
- 2) Сроки проведения испытаний: 01.01.2001-31.12.2025
- 3) $\Psi = 0.02$
Вспомогательные величины (возможно, бессмысленные)
 - 3.1) $\sigma_B = 400$ МПа
 - 3.2) $K_K = 4$
 - 3.3) $\sigma_{-1} = 350$ МПа
- 4) $K = 4$
Вспомогательные величины (возможно, бессмысленные)
 - 4.1) $\sigma_T = 250$ МПа
- 5) $\sigma_{\text{стат}} = 0$ МПа

Дата выдачи 05.12.2005

Приложение 3. Пример 1-й экранной формы (русский язык)

1. Код испытаний: XYZ-XYZ
2. Сроки проведения испытаний: 01.01.2001-31.12.2025
3. Вывод "приглашения" на принтер
4. Вывод полностью или частично согласованных исходных данных на принтер
5. Ввод исходных данных
6. Корректирование исходных данных

Щелкните мышкой в согласуемый вопрос или нажмите Enter

Выход из
программы

Русский

Українська

␣ ␣ ␣ ␣ ␣ ␣ ␣