

Науковий журнал

4.2005

ВІСНИК

Хмельницького
національного
університету

Частина 1, Том 1

Технічні науки

Хмельницький 2005

ВІСНИК

Хмельницького

національного

університету

Засновано в липні 1997р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2005, №4 Ч.1, Т.1 (68)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Головний редактор	Скиба М.Є., заслужений працівник народної освіти України, академік УТА, професор, ректор Хмельницького національного університету
Голова редакційної колегії	Сілін Р.І., заслужений працівник народної освіти України, академік МАІ, академік АІН України, академік УТА, д.т.н., професор
Заступник головного редактора	Кашлун В.Г., академік УТА, д.т.н., професор
Відповідальний секретар	Гулясва В.О., завідувач патентно-інформаційним відділом, Хмельницький національний університет

Члени редколегії

Технічні науки

д.т.н. Кіншцький Я.Т., к.т.н. Баннова І.М., д.т.н. Гладкий Я.М., к.т.н. Домбровський А.Б., к.т.н. Драпак Г.М., д.т.н. Калда Г.С., д.т.н. Камбург В.Г., д.т.н. Ковгун В.В., д.т.н. Костогриз С.Г., д.т.н. Кузьменко А.Г., д.т.н. Локазюк В.М., д.т.н. Мазур М.П., к.т.н. Мандзюк І.А., д.т.н. Мичко А.А., д.т.н. Мяснищев О.А., д.т.н. Параска Г.Б., д.т.н. Ройзман В.П., д.т.н. Рудницький В.Б., д.т.н. Семенов М.Ф., к.т.н. Славинська А.Л., д.т.н. Стечишин М.С., к.т.н. Троцишин І.В., д.т.н. Шевеля В.В., д.т.н. Либа В.П., д.ф.-м.н. Качурик І.І.

Відповідальні за випуск д.т.н. Локазюк В.М., к.т.п. Савенко О.С.

Технічний редактор Горяченко К.Л.

Редактор-коректор Броженко В.О.

Адреса редакції: Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, Хмельницький національний університет
редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
☎ (03822) 2-51-08
e-mail: patent_1@beta.tup.km.ua
web: http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm
<http://visniktup.narod.ru>

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №2362 від 27 грудня 1996 року

© Хмельницький національний університет, 2005
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2005

ЗМІСТ

	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ И.Н. БОГАЕНКО, С.Н. БАЛЮТА, В.И. ВАСИЧКИН, И.А. ОПРЫШКО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ	7
	Г.Г. ГРАБОВСКИЙ, А.В. УШАКОВ ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ИНТЕРИРОВАННЫХ АСУЭП ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА	12
кній)	В.І. ГОСТЄВ, Н.І. КУНАХ, О.М. ФРАНЦЕВИЧ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗИ-СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОГУЖНОСТІ ПЕРЕДАВАЧА В РАДІОКАНАЛІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИ АДИТИВНИХ ЗАВАДАХ	15
А,	Л.М. ЗАМІХОВСЬКИЙ, Ю.В. ПАНЬКІВ РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ СТАЛУ ВІДЦЕНТРОВАНИХ НАСОСІВ СИСТЕМ ПІДТРИМАННЯ ПЛАСТОВОГО ПІСКУ	19
	Г.О. КОЗЛИК, О.В. ССЛЮКОВ СИНТЕЗ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ МЕТОДОМ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ	23
	О.Ю. КЕЛЕМБЕТ, Ю.О. ПОДЧАНІНСЬКИЙ МЕТОДИ ФРАКТАЛЬНОГО СТИСНЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИМІРОВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ	26
	Г.Н. СЕМЕНЦОВ, О.В. ФАДЕЄВА МЕТОД ВИБОРУ КІЬКОСТІ ТЕРМІВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО ОПИСУ БАЗОВИХ ЗМІНИХ В F-ПЕРЕТВОРЕННІ ПАРАМЕТРІВ І ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ БУРНІЯ СВЕРДЛЮВАННЯ	30
	Г.Г. ГРАБОВСКИЙ, Н.Г. ИЕВЛЕВ, В.Б. КОРБУТ, А.Н. ГНЕУШЕВ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА В ТОЛСТОЛИСТОВОМ ЦЕХЕ	35
	Б.І. ДОВГАЛЮК КОНЦЕПЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМ РЕЖИМОМ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ	37
	Т.О. ГОЛУБЄВА, В.М. ДУБОВОЙ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ КОМБІНОВАНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЯК ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ	40
	А.А. ТИМЧЕНКО, М.В. МАХИНСЬКИЙ СИСТЕМА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТУВАННЯ ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	44
	В.П. ШОКІН АЛГОРИТМ АДАПТАЦІЇ НЕЙРОНЕЧЕТКИХ ЕМУЛЯТОРІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕФЕКТУ ПОДІЛУ РУХУ В АДАПТИВНИХ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ	47
	Р.М. ПАРАСЮК, А.В. СЛОБОДЯН, Р.О. ЙОСИПЕНКО, В.Р. ПРОЦЮК РЕАЛІЗАЦІЯ ПІД-ЗАКОМУ РЕГУЛЮВАННЯ З ВПЕРЕДЖУЮЧИМ ВЛИВОМ (FEED FORWARD) НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА МІК-51	50
	Ю.Е. ПАРАНД, О.І. ЗАХОЖАЙ МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПАЙКИ ПІСВОКЕРАМІКІЗ МЕТАЛОМ	52
	Л.А. ШУВАЛОВА МЕТОДИ АБСТРАКТНОГО СИНТЕЗА СТРУКТУРИ І ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТІ ВИПОЛНЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ФАСОВОЧНО-УПАКОВОЧНИХ МАШИН	55
	Е.Н. БАРИШЕНКО, М.П. РЕВУН МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИМ ОТДЕЛЕНИЕМ КАМЕРНЫХ ПЕЧЕЙ	58
	П.А. МИНЯЙЛО ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РУДНОГО ДВОРА НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ	62
	О.П. РОТНТЕЙН, С.П. ЛАРИОНКІН, Ю.І. МІТЮШКІН НЕЙРО-НЕЧЕТКИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ СИСТЕМИ БЛОКОНВЕРСІЇ	65

Н.Г. ТЕРЕНТЬЄВА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОВБУДОВИ СПЕКТРАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ БАЗИСІВ ФУР'Є ТА КРЕСТЕНСОНА	69	В. М. ТЕОРІ ПРОМ
Г.Г. ГРАБОВСКИЙ, Н.П. РЫЖУК ОРГАНИЗАЦІЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРЕЖДАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АСУТН НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ	72	В.Г. К ПРИН ЛОГІК
А.А. ТИМЧЕНКО, М.В. ПІДГОРНИЙ СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ ЕВРИСТИК В ЛОГІКО-ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖЕГАСНІЯ	76	С.С. Г РАСЧ
КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИБОРІВ ТА СИСТЕМ		
В.М. ЛОКАЗЮК, О.В. ПОМОРОВА, Д.М. МЕДЗАТІЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	81	В.О. Г ІНФОР
В.А. РОМАНКЕВИЧ, А.А. КОНОНОВА, РАБАХ МОХ'Д АХМАД АЛЬ ШБУЛЬ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ <i>GL</i> -МОДЕЛИ $K(M, N)$ ПРИМЕНительно К 2- ОТКАЗООУСТОЙЧИВЫМ МНОГОПРОЦЕССОРНЫМ СИСТЕМАМ	86	М.А. С АНАЛІ ФАЗОЛ
Р.А. БАГАЕВ, Е.Я. ШВЕЦ МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ, ОТЛАДКИ И КОНТРОЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ	90	О.В. О ДОСЛІ, СТРУК
В.А. ГОЛОВИР, В.В. СКЛЯР, В.С. ХАРЧЕНКО МЕТОДЫ ВНЕСЕНИЯ И ОЦЕНКИ ВЕРСИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ПЛИС	94	С.М. К ВІДНІВ ГЕНЕР.
В.М. КУДЛАЕНКО, В.Г. РЯБЦЕВ, М.М. САКУН МЕТОД СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ ТЕСТОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ	98	О.І. ПС ОДНОК МЕТОД
КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ		
Е.Т. ВОЛОДАРСКИЙ, Д.Л. ЛАВРЕНОВА СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ	102	І.С. ПЯ ВИМІР
С.В. ЮХИМЧУК, Р.Р. ГІЛЬМАНОВ УЗАГАЛЬНЕННЯ МЕТОДІВ ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ЦЕЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ	106	В.В. М. ДОСЛІД
Ф.Ф. КОЛПАКОВ, В.В. МІШАП ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ СИПКИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ ЧАСТОТНО- КОМПЕНСОВАНОЇ КВАРЦОВОЇ АВТОКОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	109	С.І. ОС КОМПІ
Н. А. ФИЛИНЮК, САЛЕХ ЖУРБАН МАЛОСИГНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЧЕТЫРЬПОЛУСНИКОВ НА БАЗЕ ДВУХЗАТВОРНОГО ТРАНЗИСТОРА ШОТКИ	112	В.Б. ДР ОСОБЛІ ХАРАКІ
В.М. ДУБОВОЙ, О.Д. НИКИТЕНКО ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СТРУКТУРИ ПІДСИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНО- ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	115	Б.М. ЛІ ПІДВІНІ ДАВАЧІ
В.О. ПОДЖАРЕНКО, О.М. ВАСІЛЕВСЬКИЙ, Л.І. ІВАХОВА АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ВІБРАЦІЇ	118	В.Ю. Л. ВЫСОК
В.В. КУХАРЧУК, Ю.Г. ВЕДМІЦЬКИЙ ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ В ПЕРЕТВОРЕНИИ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ ТДЛ ОБЕРТАННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ МОДЕЛІ ІСНУЮЩИХ І МОЖЛИВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	122	Ю.Р. К. ЗАСОВИ З'СДНАІ
В.С. ОСАДЧУК, О.В. ОСАДЧУК, В.В. МАРТИНЮК МАГНІТНИЙ ЧАСТОТНИЙ СЕНСОР	128	І.М. ГО ВИЗНАЧ ФІЗИЧНІ
С.П. ПЕРЕГУДОВ, А.Ф. ЯНЕНКО РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРА ЭТАЛОННОГО ШУМА	131	В.М. ДУ ОЦІНОЕ
І.В. ЖУКОВИЦКИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РОБОТИ ПІДСИСТЕМИ ЗБОРУ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ В АСУ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ	134	О.П. ПА ОСОБЛІ СЕРЕДОІ

нефтеперекачиваючими станціями // Арсенал, XXI век. – 2002. – № 1. – С. 67–70.

2. Рыжук Н.П. Организация и структура распределенных информационно-управляющих систем управления нефтеперекачиваючими станциями // Материалы II Международной конференции "Параллельные вычисления и задачи управления" РАСО 2004. – Москва. – 2004.

Надійшла 19.3.2005 р.

УДК 614.841

А.А. ТИМЧЕНКО, М.В. ПІДГОРНИЙ
Черкаський державний технологічний університет

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ ЕВРИСТИК В ЛОГІКО-ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМАХ ПОЖЕЖЕГАСІННЯ

Метою статті є викладення результатів по використанню алгоритмів системної оптимізації при пошуку критерію, критеріальних функцій та визначень, що беруть участь у забезпеченні пожежної безпеки об'єкту.

Вступ. Сьогоднішній розвиток об'єктів сучасної техніки та автоматизації процесів їхнього „життєвого циклу” сприяло появі ряду нових задач в області кібернетики. Починаючи з ранніх робіт Інституту кібернетики техніки як єдина складна системи у взаємодії з двома макросистемами – людським суспільством та біосистемою навколишнього середовища. Ці макросистеми розвиваються з притаманними їм механізмами. Для сучасної техніки, яка проходить процес системотворення, найбільш важливим і новим є використання інформаційних систем, що супроводжують процеси проектування, побудови, керування і цільового використання кожної із підсистем і всієї сукупності в цілому. Добитися цього можливо лише на основі широкого використання автоматизованих систем, орієнтованих на вирішення комплексу задач планування та управління. При цьому суттєво зростає роль як однокритеріальних, так і багатокритеріальних оптимізаційних процедур, дослідженню яких присвячені наступні роботи [1,2,3].

У практиці проектування великих систем і керування такими системами, використовується багато критеріїв та критеріальних функцій. У ряді випадків їх зводять до одного критерію і тим самим повертаються до випадку однокритеріальної оптимізації. Найпростіший спосіб такого зведення полягає в так званому зважуванні критеріїв. Розглянемо цей випадок.

Якщо $f_1(x), \dots, f_n(x)$ – цільові функції, які виражають оцінку критеріїв що використовується, то для кожної з них, з відносною важливістю критеріїв, вибирається позитивний ваговий коефіцієнт λ_i . Операція зважування критеріїв (цільових функцій) $f_1(x), \dots, f_n(x)$ складається в заміні їх єдиним критерієм (цільовою функцією) $f(x) = \lambda_1 f_1(x) + \dots + \lambda_n f_n(x)$.

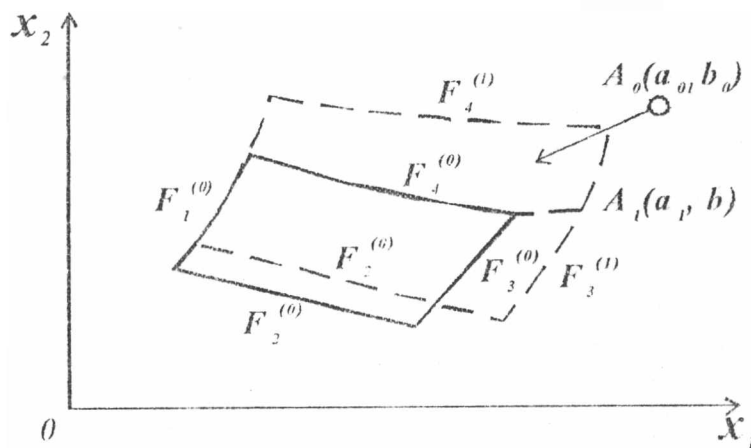


Рис.

Однак для багатьох задач, зв'язаних з великими системами, подібне зведення виявляється практично неможливим, так що в процесі оптимізації приходиться мати справу з векторною (багатокритеріальною) цільовою функцією. При цьому допустима область M може змінюватися в процесі оптимізації. Більш того, у цій цілеспрямованій зміні саме і полягає основна змістовна сутність процесу оптимізації для подібного класу

задач.

Оскільки закони можливих змін припустимої області M задаються звичайно системною моделлю, то описуваний підхід до оптимізаційних задач природно називати системним. Помітимо, що при системному підході зміни обмежень, що задають припустиму область в просторі тих або інших параметрів, відбуваються, як правило, у результаті послідовності рішень, обраних з дискретної безлічі можливих рішень, причому сама ця безліч на початку процесу оптимізації звичайно буває не цілком задана і поповнюється в процесі діалогу з людьми (плановиками або конструкторами), що володіють прийомами вироблення нових рішень, не до кінця формалізованими [4].

Приведемо одну з характерних формалізованих постановок задачі системної оптимізації. Для цього проілюструємо її графічно, розглянемо двокритеріальний випадок. Припустимо також, що вибором значень цих критеріальних функцій однозначно визначаються відповідні рішення. Іншими словами, шукане рішення знаходиться безпосередньо в просторі K критеріїв оптимізації, які позначені x_1 і x_2 (див. рисунок).

Процес вирішення починається з того, що в заданому просторі K вибирається деяка крапка A_0 з координатами (a_0, b_0) – бажане рішення задачі. Далі, будується початкові обмеження $F_1^{(0)}(x_1, x_2) \geq 0, \dots, F_m^{(0)}(x_1, x_2) \geq 0$, які задають початкову припустиму область P_0 . Прямою перевіркою встановлюється, чи належить крапка A_0 області P_0 .

У першому випадку в принципі може бути застосована звичайна (класична) процедура оптимізації по одному з критеріїв x_1, x_2 або по тій чи іншій їх комбінації.

Однак при системному підході застосовується звичайно зовсім інший прийом, а саме: відповідно до моделі M вищого рівня, що керує вибором критеріїв, крапка A_0 виводиться за межі припустимої області P_0 , як це і показано на малюнку. Після цього виділяються ті обмеження, які не виконуються в крапці A_0 (у

розглянутому випадку ними будуть $F_3^{(0)}$ і $F_4^{(0)}$). Звертаючись до моделей M_3 і M_4 , які формують ці обмеження, у діалоговому режимі випробовуються ті або інші рішення, що змінюють відповідні обмеження в потрібному напрямку, (якщо така зміна виявляється можливим). Потрібним при цьому вважається той напрямок, що зменшує абсолютну величину негативних нев'язок $F_3^{(0)}(a_0, b_0)$ (у розглянутому випадку

$$F_3^{(0)}(a_0, b_0) + F_4^{(0)}(a_0, b_0)).$$

Варто мати на увазі, що в багатьох випадках обмеження виявляються взаємозалежними, так що зміна одного з них приводить до зміни визначеної частини інших обмежень. Керування вибором рішень для змін обмежень визначають при цьому мінімальну функцію штрафу $g_0(a_0, b_0)$. В якості такої функції вибираються максимальна абсолютна величина негативних нев'язок $\lambda_1 F_3^{(0)}(a_0, b_0) + \lambda_2 F_4^{(0)}(a_0, b_0)$ деякі вагові коефіцієнти).

Якщо таких нев'язок немає, то по визначенню $g_0(a_0, b_0) = 0$.

У результаті з'являється ряд рішень R_1, \dots, R_m , що приводять до зменшення значення функції штрафу, котру після m -того рішення позначимо $g_m(a_0, b_0)$. Кожне з прийнятих рішень, змінюючи обмеження, приводить до відповідної зміни припустимої області. На рисунку показано дві такі зміни:

- перше змінює обмеження $F_3^{(0)}, F_2^{(0)}$, замінюючи їх відповідно обмеженнями $F_3^{(1)}, F_2^{(1)}$;
- друге торкається лише одне обмеження $F_4^{(0)}$, замінюючи його обмеженням $F_4^{(1)}$.

Припустима область P_0 , яка виділяється, обмежена лініями $F_3^{(0)}, F_2^{(0)}, F_3^{(1)}, F_2^{(1)}$ а відповідне значення функції штрафу дорівнює $g_2(a_0, b_0)$.

Зауважимо, що завчасний вибір кінцевої припустимої області неможливий через те, що послідовність областей P_0, P_1, \dots може не бути упорядкована по вкладенню. Крім того, величезна трудомісткість формування нових обмежень не дозволяє виконати цю роботу завчасно, оскільки при цьому треба було б зробити багато зайвої роботи по зміні несуттєвих обмежень.

Якщо $g_2(a_0, b_0) \neq 0$ (як на рисунку), а рішення, що приводить до початкового зменшення значення

функції штрафу, немає, то відбувається повернення до вищої моделі M , що керує вибором бажаних рішень $A(a, b)$. Шляхом ряду послідовних рішень $D_1, D_2, D_3, \dots, D_k$, на зміну початкового рішення задачі $A_0(a_0, b_0)$ воно заміняється на $A_1(a_1, b_1), \dots, A_k(a_k, b_k)$, поки чергова крапка не виявиться в припустимій області (на малюнку $k=1$). Рішення на зміни вибираються з припустимої безлічі рішень з метою мінімізації функції штрафу. Цей процес близький до класичного процесу оптимізації, за винятком тієї обставини, що кроки вибираються не довільно, а відповідно до припустимого (моделлю M) рішення.

Нарешті, після влучення крапки A_k у заключну припустиму область P_n може бути застосована додаткова процедура оптимізації по яких-небудь комбінаціях критеріїв у межах цієї припустимої області. Така процедура відрізняється від класичної лише тем, що вибір кроків оптимізації не довільний, а керується моделлю M вищого рівня. Якщо подальшому поліпшенню обраного критерію заважають деякі обмеження, що піддаються подальшим змінам у потрібному напрямку, то процес оптимізації може бути продовжений за рахунок включення в послідовних рішень на такі зміни.

Помітимо, що однозначне визначення рішення задачі вибором значень усіх критеріїв оптимізації зустрічається не настільки рідко, як це може показатися на перший погляд. Воно має, наприклад, місце для задач пожежної безпеки, де критерієм (векторним) є відмова в спрацюванні окремих систем захисту об'єкту від загорання, а розв'язком задачі – недопущення загорання на об'єкті в цілому. У випадку, коли така однозначність відсутня, простір, у якому шукається рішення, крім координат, що відповідають критеріям оптимізації, може мати й інші координати. Описаний вище процес оптимізації при цьому ускладнюється за рахунок того, що крапки $A_i(a_i, b_i)$ заміняються гіперплощинами. Ускладнюється і визначення функції штрафу: у якості неї може бути взято, наприклад, відстань від обраної гіперплощини до чергової припустимої області в просторі з заданими стисками (розтяганнями) уздовж осей, що відповідають критеріям оптимізації.

У самому загальному випадку замість гіперплощин можуть фігурувати крапкові безлічі довільного виду. Можливі постановки, при яких на цих множинах значення критеріїв визначені неоднозначно, а для розрізнення більш-менш крапкових рішень на множинах задаються (моделлю вищого рівня M) відповідні вагові функції. Однак, важливою рисою системної оптимізації, що зберігається при всіх підходах, крім багатокритеріальності і можливості зміни припустимої області є взаємодія моделей різних рівнів. У випадку виконання задач забезпечення пожежної безпеки рішення в цих моделях проводяться керівниками різних рівнів, а у випадку проектно-конструкторських задач – проєкнтами.

Сутність запропонованого системно-евристичного підходу при вирішенні задач оптимізації – це формулювання деякого набору евристик, що забезпечують рух у потрібному (а не в протилежному або індуферентному) напрямі і побудова таких формальних еквівалентів і алгоритмів реалізації цих евристик, що забезпечували б рішення задачі оптимізації з необхідною точністю, але за набагато коротший проміжок часу, чим строгі методи, і з набагато меншою витратою машинних ресурсів. Оскільки достатньої статистики по розглянутому методіві це не набрано, то характеристиками, що приводяться, повинні розглядатися лише як попередні та орієнтовані.

В технології системного проєктування отримані значні результати в розробці методів і алгоритмів вирішення оптимізаційних задач, а так же в створенні пакетів програм, що реалізують ці алгоритми [3].

Але обмеженість постановок та засобів вирішення таких задач не дає можливості на даний час зробити створений апарат інструментом в практиці управління, планування та проєктування систем пожежогасіння. Особливо це стосується задач багатокритеріальної оптимізації, при вирішенні яких застосовуються методи, що базуються на заданих відносно важливих критеріальних функціях і зведенні вихідної задачі до визначеного класу задач однокритеріальної оптимізації, що не дає особі яка приймає рішення, отримати задовільний результат. Останнім часом при вирішенні задач багатокритеріальної оптимізації намітилося широке застосування людино-машинних процедур, на кожному кроці яких особа, що приймає рішення повинна вказувати свою перевагу на множині критеріальних функцій [5-7].

Не важко помітити, що розглянуті процедури побудовані на алгоритмах вирішення різного класу задач математичного програмування, котрі виникають на різних етапах реалізації технологій системної оптимізації в багатокритеріальних задачах, що потребують розробки спеціального системного забезпечення. Але для вирішення оперативних задач планування і керування в людино-машинних системах пожежогасіння разом з системною оптимізацією починають набувати евристичні і формально-евристичні методи. Це пояснюється, насамперед тим, що в цілому ряді випадків сучасних автоматизованих систем, яка дозволяють підтримувати рішення дослідників, цікавить не скрупульозно-точне рішення конкретної задачі, а якісно – кількісна картина ситуації (чорна скринька об'єкту в автоматизованих системах пожежної охоронної безпеки) що досліджується, однак з досить високою швидкістю.

Іншими словами, в автоматизованій системі пожежогасіння в якості первинної інформації потрібна отримувати швидко і можливо не дуже точну відповідь на поставлену задачу, чим витрачати час на добування точних вихідних даних (які, до речі часто так і залишаються неточними) і одержання точного і повного рішення задачі.

У цьому змісті постановка питання про використання стохастичного програмування цілком відповідає потребам задач оперативного керування процесами пожежегасіння. Оскільки питання оперативного керування в сучасних автоматизованих системах у даний час постають настільки гостро, що евристичні методи (точніше, системно-евристичні), безумовно хоча і несуть із собою певну математичну неточність, а разом з тим забезпечують отримання швидкого і досить правдоподібного результату, усе ширше входять тепер в область детермінованих задач оптимального програмування та системної оптимізації.

Задача про визначення місця небезпеки в автоматизованих системах пожежної безпеки формулюється в такій формі.

Нехай на об'єкті мається n місць які потрібно контролювати і n контрольних датчиків кожен з яких може контролювати лише одне місце. Швидкість контролю датчиком i місця j пов'язане з затримкою реакції датчика на сигнал

$$C(i)_j; \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Потрібно знайти місця розташування усіх датчиків на об'єкті які дають можливість отримати інформацію, з мінімальною сумарною затримкою, при цьому датчик контролює тільки одне місце об'єкта що досліджується і кожне місце об'єкта контролюється тільки одним датчиком.

Для формулювання задачі в термінах цілочисельного стохастичного програмування введемо змінну

$$x_{ij}, \text{ таку, що } x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ датчик контролює } j \text{ місце} \\ 0 & \text{в протилежному випадку} \end{cases} \quad (2)$$

Очевидно, змінна x_{ij} повинна задовольняти умовам:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1; \quad i \in \overline{1, n}; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \quad j \in \overline{1, n}. \quad (4)$$

Тепер формально задача полягає в знаходженні змінних x_{ij} , що задовольняють умовам (3), (4) і дозволяють мінімізувати вираз тобто

$$C = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Неважко вбачати, що в силу умови $x_{ij} \in \{0, 1\}$ поставлена задача є цілочисельною. Для її вирішення можуть бути застосовують звичайні комбінаторні методи, наприклад, метод віток та границь.

Витрати машинного часу тут визначаються в основному значенням n і складають для $n=250$ і ПЕОМ класу Pentium-IV за даними [7] близько 3.05 сек.

Алгоритм системно-евристичної оптимізації

Розглянемо алгоритмічну організацію системно-евристичного методу вирішення задачі про визначення місця небезпеки, що дає можливість, як показало дослідження, отримати розв'язок задачі з точністю до 5% за час, на порядок менше, чим зазначено вище.

Основні евристичні кроки тут полягають у наступному:

Крок 1. Вибір датчиків з макимальною швидкістю.

Крок 2. Установка датчиків відповідно до топології розміщення об'єкта.

Встановлювати датчики необхідно починаючи з найкоротшої відстані від місця установки до автоматизованої системи яка буде сприймати інформацію. Іншими словами, якщо на даному відстані є можливість ставити датчики з C_{\min} і C_{\max} то слід використовувати датчики з C_{\min} .

Крок 3. Зазначені евристичні можна формалізувати в такій спосіб. Визначимо сумарну швидкість i датчика за середню, яку від нього можливо отримати виконуючи контроль одного із n місць:

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{ij}$$

Крок 4. Упорядкуємо тепер значення c_{ij} від \min до \max і зробимо нову індексацію. В результаті

одержимо

$$C_{11} < C_{12} < C_{13} < C_{14} < C_{15} < C_{16} < C_{17} < C_{18} < C_{19} < C_{20} < C_{21} < C_{22} < C_{23} < C_{24} < C_{25} < C_{26} < C_{27} < C_{28} < C_{29} < C_{30} < C_{31} < C_{32} < C_{33} < C_{34} < C_{35} < C_{36} < C_{37} < C_{38} < C_{39} < C_{40} < C_{41} < C_{42} < C_{43} < C_{44} < C_{45} < C_{46} < C_{47} < C_{48} < C_{49} < C_{50} < C_{51} < C_{52} < C_{53} < C_{54} < C_{55} < C_{56} < C_{57} < C_{58} < C_{59} < C_{60} < C_{61} < C_{62} < C_{63} < C_{64} < C_{65} < C_{66} < C_{67} < C_{68} < C_{69} < C_{70} < C_{71} < C_{72} < C_{73} < C_{74} < C_{75} < C_{76} < C_{77} < C_{78} < C_{79} < C_{80} < C_{81} < C_{82} < C_{83} < C_{84} < C_{85} < C_{86} < C_{87} < C_{88} < C_{89} < C_{90} < C_{91} < C_{92} < C_{93} < C_{94} < C_{95} < C_{96} < C_{97} < C_{98} < C_{99} < C_{100}$$

де $k = \overline{1, n}$

Крок 5. Для кожного C_k ; $k = \overline{1, n}$ знайдемо

$$\min_i C_{ki} = x_{ki} C_{ki}; x_{ki} = 1,$$

де i індекс (номер) місця яке контролюється i датчиком

Крок 6. Після визначення і загал'ягодування i і k для даного k індексу $j=1$ виключається з перебору для інших i .

Крок 7. Процедура розміщення починається з $k=1$ і закінчується при $k=n$.

Неважко бачити, що алгоритм рішення задачі про визначення виявляється досить простим. Перевірка цього алгоритму показала, що при розкиді C_k щодо середнього значення для кожного датчика не більш 20% екстремум C досягається з точністю до 2% за час, приблизно на порядок менше, чим при використанні методу віток і границь.

Заключення. Системний розгляд об'єкту і подальшою оптимізацією критеріальних функцій та визначень, що є важливими з точки зору пожежної безпеки, дозволяє виявити критичні шляхи виникнення і розвитку (наприклад, по найменшому числу відмов в системі електроживлення, що приведе до несприятливих наслідків), усвідомити і проаналізувати взаємозв'язок різних систем, що беруть участь у забезпеченні безпеки, виявити можливі відмовлення з загальної причини, «глибину» пожежної безпеки об'єкту.

Виділення важливих систем і компонентів, має велике значення для удосконалювання проекту і для підготовки персоналу в здійсненні захисних мір.

Література

1. Глушков В.М. О системной оптимизации. – Кибернетика, 1980. № 5. – С. 89-90.
2. Михалевич В.С., Сергиенко И.В., Шор Н.З. Исследование методов решения оптимизационных задач и их приложения. – Кибернетика, 1981. – № 4. – С. 89-111.
3. Жук К.Д. Системное проектирование современной техники / Сборник научных трудов. – К.: Институт кибернетики им. В.М. Глушкова, 1982. – С. 146-158.
4. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів – К.: Либідь, 2000. – 272 с.
5. Ларичев О.И., Поляков О.А. Человечно-машинные процедуры решения многокритериальных задач математического программирования. – Экономика и математические методы. – 1980. – № 1. – С. 129-145.
6. Пашкеев С.Д., Мнязов Р.И., Могилевский В.Д. Машинные методы оптимизации в технике связи. – М.: Связь, 1976. – С. 208-216.
7. Пашкеев С.Д. Алгоритмы и организация решения экономических задач. – М.: Статистика, 1973. – С. 34-48.

Прийнята 17.3.2005 р.