

Під час виконання теоретичних та експериментальних робіт було досліджено маршрути для низки транспортних підприємств з використанням методів, засобів та методології САПР ПП, апробована розроблена методика експресного збору та обробки статистичної інформації, що характеризує ПТС, проаналізовано функціонування пасажирсько-транспортної системи м. Львова, запропоновані основні напрями та конкретні заходи для підвищення ефективності пасажирських перевезень.

УДК 681.3

Мазур В.В., Каркульовський В.І.
НУ “Львівська політехніка”, кафедра САПР

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

© Мазур В.В., Каркульовський В.І., 2000

Розглядається специфічний клас складних об'єктів для автоматизованого проектування. Наведені характерні особливості організаційно-технічних систем.

Сьогодні основним об'єктом автоматизованого проектування є технічні та технологічні системи. Для автоматизованого проектування таких систем були розроблені методи, моделі, алгоритми, методики, а також створені відповідні програмно-технічні засоби та системи автоматизованого проектування. Сучасні САПР успішно забезпечують комплексне вирішення задач проектування деяких складних технічних систем (наприклад радіо- та мікроелектронних), на різних рівнях їх модельного подання (системному, схемотехнічному, конструкторському, технологічному). Однак, більшість сучасних складних систем є організаційно-технічними. Тому при впровадженні і, особливо, при експлуатації розроблених технічних та технологічних систем часто виникають технічні та організаційні проблеми, які недостатньо вивчалися та аналізувалися на стадіях та етапах автоматизованого проектування. Серед причин, що породжують ці проблеми, слід назвати такі:

- недосконалість структури та значень параметрів системи загалом;
- недосконалість технічних складових системи;
- недосконалість організаційних складових системи;
- недостатньо враховані особливості "людського фактора";
- слабо досліджені і враховані особливості функціонування таких систем в екстремальних умовах, нетипових режимах роботи, непередбачених змінах параметрів системи чи зовнішнього середовища;
- при проектуванні не були враховані вплив та наслідки (іноді катастрофічні) штатних та нештатних режимів роботи системи на довкілля;
- не врахована можливість цілеспрямованих дій, скерованих на порушення нормального функціонування системи для виведення її з ладу або створення загрози для довкілля;
- не врахована можливість санкціонованого чи несанкціонованого переведення системи в режими, небезпечні для неї самої або навколишнього середовища (системи подвійного призначення);

- недостатньо опрацьовані питання техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень на всіх стадіях автоматизованого проектування для безумовного забезпечення високої ефективності та конкурентоспроможні створюваних систем.

Ці проблеми виникають, перш за все через невиправдане завуження задач, які ставились і вирішувались у процесі автоматизованого проектування. Рівень абстрагування при постановці задач, розробці та реалізації моделей системи та її складових, визначає адекватність проектової та реальної систем, а також умов їх функціонування. Раціональне абстрагування при побудові моделей забезпечує успішне вирішення як окремих задач проектування на різних рівнях її представлення, так і комплексне проектування із застосуванням інтегрованих САПР. Однак питання розробки та реалізації САПР для проектування на системному рівні, на наш погляд, все ще залишається відкритим. Це пояснюється, перш за все, складністю модельного опису функціонування таких систем через різноманітність складових системи, значну кількість та різноманітність зв'язків, необхідність врахування статистичних та динамічних характеристик.

Технічні аспекти складної організаційно-технічної системи (ОТС) найбільш суттєві при автоматизованому проектуванні її елементів. У той же час при проектуванні системи загалом (на системному та функціонально-логічному рівнях), а також при дослідженні її поведінки у складі інших систем, особливо антропогенних і антропоорієнтованих, найбільше уваги приділяють організаційним питанням. Підходи до вирішення таких задач вже окреслено щодо організаційних задач в АСУ, при автоматизованому проектуванні технологічних процесів, при розробці антропоорієнтованих інтерфейсів у технічних системах. Однак повне і цілісне вирішення таких задач ще потребує теоретичних та практичних досліджень. Це визначає актуальність проблеми і обумовлює необхідність створення САПР ОТС.

Специфіка розробки та впровадження САПР організаційно-технічних систем обумовлена особливостями ОТС як об'єкта проектування:

1. ОТС належать до більш загального класу об'єктів, який не тільки охоплює як часткові випадки, окремі технічні і організаційні підсистеми, але і враховує необхідність їх взаємодії. Більш узагальнена постановка задачі проектування і комплексний аналіз складної ОТС дозволяє чіткіше визначити і забезпечити оптимальний розподіл функцій між організаційною та технічною складовими, врахувати особливості їх реалізації та функціонування, сформулювати вимоги до їх параметрів та характеристик. Однак при цьому ускладнюється розробка та ідентифікація моделей, виникають питання узгодження змішаних координатних базисів, точності тощо.

2. Основну парадигму проектування, що визначає якою має бути проектована система (згідно з багатомодельним описом її функціонування в заданих технічних умовах при розкидах параметрів), доцільно доповнити додатковою: як буде функціонувати система при виході за встановлені допускові межі (технологічні, температурні, радіаційні тощо), а також якою буде її реакція на недопустимі значення вхідних сигналів та сигналів управління або на нерегламентоване використання системи (грубі помилки операторів, навмисний вивід системи з ладу, несанкціоноване використання систем подвійного призначення). Очевидно, що для таких випадків повинні бути передбачені засоби і заходи самозахисту системи.

3. Організаційно-технічним системам, як кожній складній системі, притаманні особливості властивості. Зростання складності таких систем неминуче призводить до зменшення їх надійності. Це проявляється накопиченням малих відхилень, слабкими взаємодіями і паразитними зв'язками, попаданням системи в малодосліджені при проектуванні станів та режимів, впливом помилок в другорядних та допоміжних складових системи.

4. На певному рівні складності система частково виходить з-під контролю оператора чи розробника і починає "жити своїм життям". Це особливо характерне для систем, в які постійно вносяться зміни. При цьому особливо небезпечним є квазіправильне функціонування систем, яке важко виявити через правдоподібність реакцій та результатів. Подібна ситуація утворюється і в системах із зворотними зв'язками та пам'яттю, коли звиклому до найпростіших причинно-наслідкових зв'язків оператору видається, що реакція системи не завжди адекватна вхідним та керуючим сигналам чи даним. Вказане явище особливо характерне для ОТС з управлінням та обробкою інформації на базі мікропроцесорів та персональних ЕОМ.

5. Модельний підхід забезпечує формування опису системи як на стадії її проектування, так і в процесі експлуатації існуючої системи. Введення специфічного поняття опису функціонування ОТС дозволяє узагальнити низку задач автоматизованого проектування та автоматизованого управління.

6. Багатомодельний опис, отриманий у результаті автоматизованого проектування ОТС, забезпечує її адекватне відтворення на етапі реалізації. При цьому деякі складові САПР (що реалізують моделі ОТС) можуть бути використані як складові самої ОТС, замінюючи тимчасово чи постійно деякі її елементи. Тобто адекватна комп'ютерна модель подається як одна із можливих фізичних реалізацій складової ОТС.

7. Спроектвана ОТС дуже часто впроваджується на базі вже існуючої системи. Цей процес можна розглядати як заміщення функцій однієї системи функціями іншої. При цьому деякий час обидві системи (існуюча і новостворена) функціонують разом, як більш складна система. Тому практичний інтерес викликає процес заміщення систем як вирішення задачі переводу зведеної системи з одного стану в інший з мінімальними затратами.

8. У процесі функціонування ОТС встановлюються зв'язки з іншими існуючими чи новоствореними системами (організаційно-технічними, екологічними, соціальними), які можуть мати позитивний чи негативний вплив на дану систему.

9. Сучасні складні ОТС вимагають значних затрат на їх проектування та реалізацію. Часто затрати на створення такої системи становлять значну частину бюджету підприємства, міста чи держави. При розробці такої системи іноді доводиться приймати рішення в результаті важкого аналізу і вибору серед кількох рівноцінних чи різнобічних варіантів. Дуже часто проект нової системи є реалізацією одного із напрямків стратегії підприємства. Концентрація матеріальних та фінансових ресурсів на цьому напрямку забезпечує можливість успішної реалізації проекту, однак ставить надзвичайно високі вимоги до обґрунтування та правильності прийнятих рішень, забезпечення необхідних техніко-економічних показників, а також успіху проекту загалом. У сучасних ринкових умовах невдалий проект може мати катастрофічні наслідки для підприємства. Отже, зростає ціна ризику. Необхідність оцінки, аналізу та прийняття рішень про початок чи продовження робіт із розробки та реалізації ОТС вимагає створення і застосування САПР в першу чергу на початкових стадіях її проектування. Ці стадії характеризуються недостатністю інформації про нову систему та методи і засоби її реалізації, невизначеністю її структури, параметрів та характеристик, умов та режимів її функціонування.

10. Хоча складові (особливо технічні) сучасних ОТС дуже часто є типовими (серійними), результуюча система, як правило, є унікальною. Для забезпечення ефективного функціонування такої системи, а також управління нею, дуже важливо мати її точний модельний опис. Створення моделі (а точніше, системи моделей) нової ОТС є найваж-

лівішою задачею САПР. Необхідність створення такої системи моделей визначається такими факторами:

- забезпечення детермінізму ситуації – наявність точного математичного опису (моделі системи і її комп'ютерної реалізації) чи відсутність такої моделі, недостатня її точність, недосконалість тощо;
- можливість проведення комп'ютерних експериментів як під час проектування системи, так і в процесі її функціонування (вивчення і дослідження можливих змін у структурі, значеннях параметрів, умовах функціонування, режимах управління);
- забезпечення підготовки перепідготовки персоналу на комп'ютерній моделі системи (навчання, періодичні та щоденні тренування, зокрема і в екстремальних умовах);
- можливість порівняння модельного опису і реально існуючої системи для аналізу, оптимізації, верифікації, управління;
- забезпечення досліджень поведінки системи (часто унікальної) і прийняття оперативних обґрунтованих рішень в екстремальних умовах (аваріях, природних катаклізмах, катастрофічних порушеннях режимів роботи);
- можливість техніко-економічного обґрунтування при конкурсному відборі і прийнятті рішень про практичну реалізацію ОТС.

11. Підготовка до розробки та впровадження ОТС – це складний процес, що вимагає великої організаційної роботи та значного фінансування. До роботи над таким проектом залучається багато людей, інтереси яких не завжди скеровані на успішну реалізацію проекту. Тому на початку і, особливо, в процесі роботи над проектом створення і впровадження ОТС необхідно приділити серйозну увагу формуванню відповідної політики (технічної і громадської). Вона охоплює анонсування початку робіт над проектом ОТС, формування позитивної громадської думки, відповідну підготовку персоналу підприємства для участі у створенні та впровадженні ОТС. Основною метою такої політики є створення позитивного іміджу проекту, обґрунтування його необхідності та корисності для підприємства (міста), ілюстрація сприятливого впливу на життєдіяльність людей та навколишнє середовище. САПР ОТС є одним із важливих інструментів формування такої політики. Вона забезпечує повний багатомодельний опис нової системи, наочне подання результатів проектування і функціонування системи (зокрема у динаміці), підготовку переконливих і яскравих рекламних матеріалів для проведення презентацій.

12. Для успішного проектування і впровадження ОТС необхідно сформувати організований колектив однодумців, які інтенсивно, цілеспрямовано і плідно будуть працювати над проектом. Це можливо лише за наявності цільового управління проектом. Враховуючи те, що в створенні ОТС часто беруть участь представники різних адміністративно не підпорядкованих організацій та підприємств, основною формою їх організації має бути консорціум (комітет), а цільова направленість і зацікавленість мають забезпечуватись не адміністративним підпорядкуванням, а економічними інтересами. У даному випадку засоби САПР ОТС організують і контролюють виконання робіт на основі багатомодельного опису і порівняння двох систем – запроєктованої і тієї, яка вже реалізується.

У статті наведені лише деякі особливості специфічного класу систем - організаційно-технічних. Однак вони мають всі підстави стати предметом наукових досліджень при створенні САПР ОТС.