

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

519.816:007.001.33

Лариса Гліненко

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій

БІОСИСТЕМОТЕХНІЧНИЙ ПІДХІД ДО “ТРИАДНОГО” МОДЕЛЮВАННЯ

© Гліненко Лариса, 2003

Аналізуються моделі, що застосовуються для постановки задач в інноваційних проектах, і на основі біосистемотехнічного підходу пропонується “бі-триадна” модель для постановки задач в галузі БМТС.

Models for target setting in innovation projecting are analyzed and biomedical system engineering approach is used to ground a “bi-triad” model for projects in this brunch.

Постановка проблеми. Своєчасне вдосконалення біомедичних технічних систем (БМТС) вимагає наявності ефективних методів і методик не лише розв'язання, але і постановки задач синтезу нових взірців біомедичної техніки. Водночас очевидно, що розвиток перших йде набагато інтенсивніше і екстенсивніше, ніж других. Це призводить до затримки у створенні принципово нових систем замість наявних застарілих за очевидно економічно неефективної пролонгації періоду вдосконалення існуючих пристроїв. Фактично дисбаланс методологічного забезпечення в сфері “технологічних проривів” і “технологічних вдосконалень” призводить до штучного продовження ринкового життєвого циклу товару за межами його реального, еволюційно виправданого часу існування. Окрім того, це утруднює прогнозування шляхів розвитку ТС і ускладнює експертизу проектів в інноваційних галузях.

Аналіз останніх досліджень та виділення невирішених задач. Для визначення цілей і постановки задач в інноваційних проектах в явному чи неявному вигляді застосовуються численні різноманітні моделі та методи моделювання технічних систем (ТС), їх поведінки та розвитку. Аналіз останніх досліджень в цій галузі дозволяє розбити всі запропоновані моделі на 3 основні різновиди, стисла характеристика яких наведена нижче.

1. Еволюційно-орієнтовані моделі – графічні моделі (криві розвитку) технічних систем (ТС), які відбивають динаміку зміни певних інтегральних показників розвитку ТС в часі. Ці криві мають певну форму, що закономірно повторюється для різних систем, і можуть бути розділені на ряд очевидних ділянок. Знаходження певного показника розвитку ТС у межах певної ділянки або на межі певних ділянок дозволяє визначити клас задач, розв'язання яких є актуальним для даного етапу розвитку ТС. Серед різновидів цих кривих, що застосовуються для визначення мети проекту, можна виділити:

- стандартні дзвоноподібні криві розвитку Мобіуса [1];
- інтегровані S-криві розвитку (залежності “показник – час”) для різних показників, зокрема, обсягу виробництва [1], ємності ринку та ефективності реалізації головної функції, яка оцінюється співвідношенням основних корисних функцій до функцій розплати [2];

Функціональні моделі структури технічної системи (ТС)

Функціональні моделі структури системи	Характеристики методу побудови				
	спрямованість пошуку	повнота моделі	рівень декомпозиції	залежність складності моделі від складності ТС	початковий елемент моделі
1. Аналітичні та графічні моделі структури системи [3], що відбивають функціональні зв'язки всередині системи:	нульова			велика	довільний
<i>матриця взаємодій</i>	нульова	мала	довільний	велика	довільний
<i>структурно-елементна модель</i>	нульова	велика	різний в різних модифікаціях методу	велика	довільний
<i>графа взаємодій (TFG (tree-function graph))</i>	нульова	велика	довільний	велика	довільний
<i>функціонально-елементна модель</i>	нульова	повна	максимальний	велика	довільний
2. Технологічна схема виробу аналіз (ФВА) [3]	нульова	повна	максимальний	велика	довільний
3. O ² -A-R – графи (графи об'єкт (object) – дія (action) – об'єкт (object) – результат дії (result) [4]	нульова	повна	залежить від задачі	велика	довільний
4. Функціонально-вартісна діаграма [3]	нульова	повна	максимальний	велика	довільний
5. Функціонально-ідеальна діаграма [3], trimming					
6. Функціональна схема [3]	середня	середня	довільний	незначна	основна функція
7. Модель у вигляді суміщених ланцюжків функцій [3]	висока	мала	довільний	мала	проблемна функція
8. QFD (quality function deployment) моделі [5]	середня	середня	довільний	незначна	В порядку зменшення рангу

– так звані альтшулерівські криві стосовно динаміки і рівня охоронних документів на технічні рішення [2];

– криві, що відбивають динаміку економічної ефективності даного покоління ТС [2].

2. Об'єктно-орієнтовані моделі – функціональні моделі структури ТС (тобто топологічні моделі, що відбивають функціональні (казуальні) зв'язки між елементами системи), основні різновиди і методи побудови яких наведені в таблиці, пп. 1 – 5.

3. Проблемно-орієнтовані моделі – функціональні моделі структури та функціональні моделі окремих фрагментів ТС, які безпосередньо впливають на рівень виконання головної або проблемної функції. До цих моделей, окрім моделей 6 – 8 таблиці, можна віднести:

– моделі задач у вигляді фізичних або технічних протиріч (contradiction models) [3, 7], в яких увага зосереджується на конфліктних вимогах до певного елемента з боку різних функцій, які він має виконувати. За такого моделювання інструментом розв'язання задач є прийоми усунення фізичних і технічних протиріч;

– моделі задач у вигляді веполів (subfield models), в яких об'єктом моделювання є власне проблемна функція чи функції, тобто бінарний функціональний зв'язок між двома елементами [3, 4, 6]. Модель є графічним відображенням незадовільної взаємодії між двома елементами, або сукупності взаємодій між ними, принаймні одна з яких є незадовільною. Елементами моделі є інструмент (носіє) дії (substance-tool), дія (поле, field) та виріб (об'єкт дії, substance-object). За такого моделювання інструментом постановки і розв'язання задач виступають правила вепольного аналізу і стандарти на розв'язання технічних задач;

– так звані TOP (tools- object – product) – моделі, тобто моделі задач у вигляді інструмента дії (tools), об'єкта дії (object) та результату дії (product) у вигляді перетвореного об'єкта дії, описаних в книзі Z. Royzena TRIZ Workshop, Philips Semiconductors Hamburg, 1999, порівняльна характеристика яких стосовно вепольних моделей дається в [6];

– моделі у вигляді так званих тріад (Triads models) [7], за умови використання яких інструментом постановки задач і визначення напрямків їх розв'язання алгоритм “Тріади + усунення” (Trad + prunning alorythm) [1]. Тріадні моделі являють собою графічне відображення взаємодії між трьома елементами: пасивним елементом (об'єктом корисних впливів з боку двох інших елементів тріади) і двох активних елементів, один з яких є безпосереднім носієм основної корисної дії, що забезпечує головну функцію системи, а другий – так званим “уможливлуючим”, чи керуючим елементом, який забезпечує виконання корисної дії належним способом в належний момент часу. На думку багатьох фахівців, зокрема, фірми *BioFutures Incorporated*, вилучення з системи будь-якого з цих елементів без перебудови функціональних зв'язків робить систему нежиттєздатною.

Отже, можна стверджувати, що розвиток апарата моделювання ТС з метою створення моделей, орієнтованих на ефективну постановку задач їх вдосконалення, є предметом широкого кола досліджень, причому найбільше уваги приділяється проблемно-орієнтованим моделям, де досягнуті найкращі результати досягнуті для. Аналіз динаміки появи цих моделей свідчить про те, що розвиток проблемно-орієнтованого моделювання йде в таких напрямках: введення у модель додаткових елементів, що розширюють поле пошуку; уточнення аксіоматики моделі, тобто суттєвих елементів та взаємозв'язків між ними та їх подання з метою уточнення напрямків пошуку; об'єднання моделей і відповідних їм інструментів розв'язання задач; універсалізація моделей. Водночас очевидно, що для окремих класів ТС ці моделі мають мати свою специфіку залежно від особливостей структури ТС. Зокрема досліджена нами специфіка складу частин системи (дві підсистеми живої природи) та структури БМТС [9] не може не впливати на її проблемно-орієнтовані моделі. Відсутність робіт у цьому напрямку не дозволяє ефективно застосовувати розроблені моделі при проектуванні нових чи вдосконаленні існуючих БМТС, оцінити коректність постановки задач за їх допомогою.

Мета роботи. Метою даного дослідження є аналіз відповідності наявних проблемно-орієнтованих моделей вимогам біосистемотехнічного підходу до проектування БМТС [9] та розробка на їх базі нових моделей з врахуванням специфіки БМТС.

Основні результати дослідження. Проведений нами аналіз запропонованих проблемно- і об'єктно-орієнтованих моделей і ефективності їх застосування для аналізу, постановки задач і прогнозування розвитку біомедицини апаратури дозволяє стверджувати, що найбільше вимогам біосистемотехнічного підходу до проектування БМТС [9] відповідає метод тріадного моделювання. Дійсно, виходячи з біосистемотехнічного підходу, до складу ТС завжди входять два біологічні об'єкти: пацієнт (чи його орган) та лікар і один технічний пристрій чи система, взаємодія яких забезпечуватиме бажаний гомеостаз БМТС.

Втілення тріадної моделі показано на рис. 1 на прикладі БМТС “дефібрилятор”.

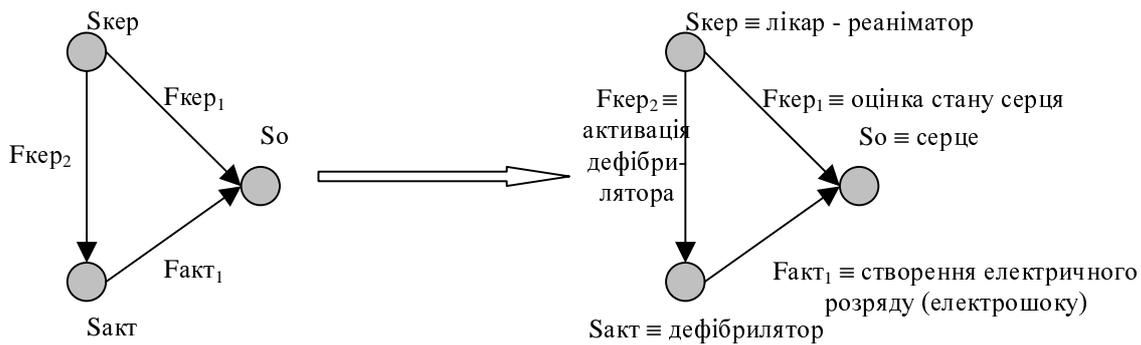


Рис. 1. "Тріадна" модель технічної системи "дефібрилятор"

Оскільки головна функція дефібрилятора – відновлення серцебиття (серцевого ритму) жертви серцевого нападу завдяки застосуванню електрошоку, то як пасивний об'єкт (об'єкт прикладення дії) виділене серце; як активний об'єкт, тобто носій дії – дефібриляторний пристрій; як об'єкт, що активує носія дія і керує ним – лікар або інший член реанімаційної бригади швидкої допомоги. Тоді основними (значущими) функціями будуть: функція здійснення дефібрилятором електричного розряду, а також керуючі функції лікаря, що оцінює стан серця і активує дефібрилятор.

Метод тріадного моделювання сукупно з алгоритмом "вилучення" елементів ("Triads+Prunning"), який є спрощеним варіантом запропонованого Литвиним і Герасимовим алгоритму згортання елементів ТС, протягом декількох років успішно використовується американською фірмою *BioFutures Incorporated*. Сутність методу полягає у гіпотетичному почерговому вилученні кожного з елементів тріади і постановці задач щодо пошуку способів реалізації функцій вилученого елемента іншими елементами тріади. У результаті проведених досліджень фірма спромоглася запропонувати прогноз розвитку ряду БМТС, зокрема дефібриляторних систем, який містить як стратегічні напрямки розвитку цих систем, так і постановку окремих технічних задач з прив'язкою до часу їх розв'язання [1].

Аналіз запропонованих фірмою напрямків досліджень [1] (деталі яких не розкриваються зі зрозумілих міркувань) дозволяє стверджувати, що отримані результати виходять за межі тих, що безпосередньо впливають з методу "тріадного" моделювання та алгоритму "Triads+Prunning", причому саме серед них є найцікавіші (в стратегічному відношенні) ідеї. Автори статті сповіщають про необхідність використання в цих випадках "наукової та інженерної інтуїції та досвіду", проте, як відомо, подібні речі не піддаються ані формалізації, ані автоматизації, і внаслідок цього утворюють кроки методик з найбільшим ступенем невизначеності отримання результату.

На наш погляд, під алюзіями до інтуїції ховається невиявлений (або свідомо прихований внаслідок його високої ефективності) фахівцями фірми *BioFutures Incorporated* апарат моделювання з відповідними алгоритмами перетворення. Цей апарат можна одержати поетапним агрегуванням у "тріадну" модель ще двох проблемно-орієнтованих моделей (вепольної моделі і ТОР-моделі) з накладанням так званого системного оператора перетворення [8]. За такого оператора кожний з речовинних елементів тріади розглядається як представник певного класу об'єктів, що дозволяє розглядати одночасно 2 пасивні функції – основну і головну, і суттєво розширити варіанти вдосконалень і напрямків розвитку системи. Отримана в результаті накладання на тріадну модель (з агрегованою ТОР моделлю) системного оператора модель містить дві "вкладені" одна в одну тріади, що дозволяє запропонувати для такої моделі назву "бі-тріадна модель" (рис. 1).

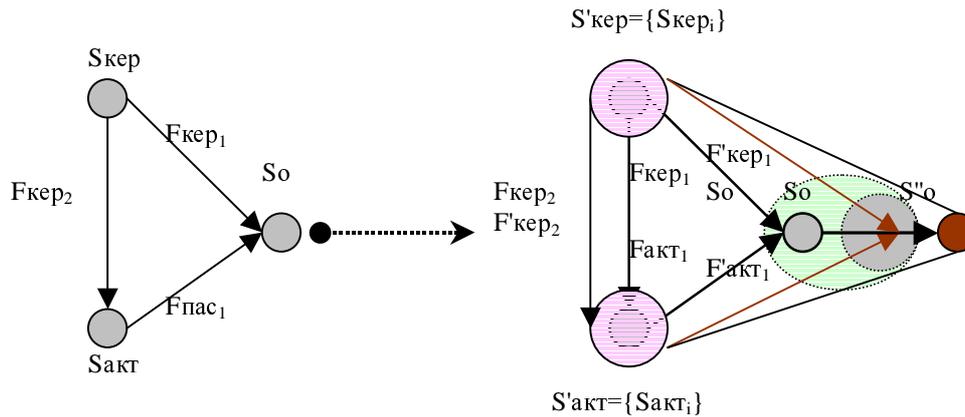


Рис. 2. Бі-триадна модель БМТС “дефібрилятор”

На рис. 2 $S'_{кер}=\{S_{кер_i}\}$ – множина (сімейство) керуючих елементів (функція $F'_{кер_1}$), представником якої є лікар швидкої допомоги $S_{кер_1}$, який реалізує функцію активації інструменту способом $F_{кер_1} \in F'_{кер_1}$; $S'_{акт}=\{S_{акт_i}\}$ – множина (сімейство) активних елементів (інструментів дії з поновлення серцебиття $F'_{акт_1} \supset F_{акт_1}$, різновидом якої є створення електричного розряду), представником яких у випадку дефібриляторної системи є дефібрилятор $S_{акт_1}$; S_0 – пасивний елемент (серце) до отримання корисної дії $F_{акт_1}$. Само серце також є одним з органів людини $S_0 \in S'_0$, які під дією корисного сигналу переходять у стан нормальної життєдіяльності S''_0 . Очевидно, що таке представлення ТС “дефібрилятор” дозволяє розширити кількість елементів “до виключення” в алгоритмові “Триади плюс вилучення” і отримати нові стратегічні напрямки розвитку ТС.

Висновки і перспективи подальших робіт. Аналіз існуючих проблемно-орієнтованих моделей дозволив виділити “триадну” модель як таку, що найбільше відповідає вимогам біосистемотехнічного підходу до проектування БМТС. Дослідження цієї моделі і напрямків її застосування для задач вдосконалення і створення нових БМТС довели доцільність розширення кола об’єктів цієї моделі за рахунок класів, представниками яких є об’єкти класичної триадної моделі. Таке представлення БМТС розширює поле пошуку напрямків розвитку системи за алгоритмом “Триади плюс вилучення” і дає змогу визначити нові ефективні стратегічні напрямки науково-дослідницьких робіт з даної ТС. Серед цих напрямків щодо системи “дефібрилятор” можна назвати:

– “самоактивацію дефібриляторів”, тобто створення пристроїв, здатних сприймати і розрізняти порушення серцевого ритму, визначати критичний стан і відповідати на нього електричним імпульсом необхідної потужності, відповідним до стану пацієнта і імпедансу грудної клітини [1]. Частково (в плані врахування імпедансу) такі пристрої вже реалізовані; здійснення ж функції самоактивації вимагатиме введення у дефібрилятор відповідного давача, перетворювача, контуру зворотного зв’язку, процесора і блока автоматичного запуску імпульсу. Очевидно, що створення такого пристрою вимагатиме формалізованого критерію прийняття рішення про необхідність електрошокової дефібриляції, описаного в параметрах роботи серця, що піддаються вимірюванню. Схемотехнічно подібне завдання розв’язане в системах контролю апое у новонароджених [10];

– дистанційно керовані дефібрилятори, в яких система визначення потреби в електрошоку у вигляді біологічного або технічного об'єкта не перебуває у безпосередньому контакті, а передача інформації здійснюється засобами телемедицини;

– постійно закріплені на пацієнті дефібрилятори, які за рахунок давачів і процесорної системи будуть здатні при певних порушеннях серцевого ритму створювати “випереджувальні” електроімпульси. Сенс таких “завчасних” електрошоків в тому, що вони можуть бути набагато м'якшими, ніж звичайні електричні удари від дефібрилятора, схожими на сигнали від кардіостимуляторів;

– пристрої для реанімування пацієнтів засобами, відмінними від електричного розряду і/або шляхом опосередкованого впливу на серце дією на інші органи.

Очевидно, що вказані напрямки стосуються стратегії розвитку дефібриляторних пристроїв і проблем стратегічного прогнозування. Що ж до модернізації цих пристроїв, то за допомогою агрегування в тріадну модель інших, вепольних моделей можна показати, що основних удосконалень слід чекати в галузі форми імпульсу, способу створення імпульсу заданої форми з пониженою енергією та зміни джерел живлення.

1. Mueller G.. *Accurately and rapidly* – www.triz-journal.com; 2. Альтиуллер Г.В. и др. *Поиск новых идей – от технологии к озарению.* – Кишинев, Картя молдовеняскэ. – 1989. 3. Гліненко Л.К., Смердов А.А., Вибойцик О.М. *Моделирование эвристических задач проектирования.* – Львів: Телемаркет. — 1997. 4. N. León-Rovira. *A proposal to integrate TRIZ and CAD.* – *Journal of TRIZ, March, 2001* - www.triz-journal.com; 5. M. Shlueter. *QFD by TRIZ.* - *Journal of TRIZ, June, 2001* - www.triz-journal.com; 6. Z. Royzen. *Tool, Object, Product (TOP) Function Analysis.* - <http://www.triz-journal.com/archives/1999/09/d/index.htm>; 7. James Kowalick. *Problem-Solving Systems: What's Next after TRIZ* -*Journal of TRIZ, March, 1999* – www.triz-journal.com; 8. Рубин М.С. *Методы прогнозирования на основе ТРИЗ.* - www.trizminsk.org; 9. Смердов А.А., Гліненко Л.К. *Біосистемотехніка як методологічна основа створення БМТС / Вісник Національного університету “Львівська політехніка”.* – 2002. – № 440. – С. 47 – 53; *Микрокомпьютерные медицинские системы / Под ред. У. Томкинса, Дж. Уэбстера.* – М.: Мир. – 1983. – 544 с.

УДК 004.75

Назар Круцкевич

Тернопільська академія народного господарства,
інститут комп'ютерних інформаційних технологій

ПРИНЦИПИ ПАРАЛЕЛІЗМУ ПРИ ПОБУДОВІ БАГАТОРІВНЕВИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

© Круцкевич Назар, 2003

Наведено принципи паралелізму при побудові багаторівневих розподілених комп'ютерних мереж.

In article are included parallelism principles at construction distributed computer networks.

Стрімкий розвиток інформаційно-обчислювальних систем спричинив безліч важливих науково-технічних проблем розробки архітектури алгоритмів, схем керування доступом до загальносистемних ресурсів, складу обчислювальних структур і розподілених баз даних [1].