

Криськов О.Д., Іваник І.М. (КНТУ, м. Кіровоград, Україна)

In the article rationality of use programmed elementary technological modules (PETM) as element of software product of dynamic analytical technical and economic estimations of technological decisions is proved at the moment of their acceptance at designing rules of technological processes. As an example functionality and some features of use of some modules which automate calculations and logic actions of the technologist of the designer by their results at an elementary level are described.

Постановка проблеми. Розробка будь-якого інженерного проекту конструкторського чи технологічного характеру в умовах ринкової економіки має бути варіантною, з доказовим вибором оптимального рішення з частковою чи абсолютною оптимізацією. У сфері технологічної підготовки виробництва методичні підвалини такого рішення на основі теорії структурної та параметричної оптимізації як основи вибору кращого із можливих варіантів технологічного процесу у 60-70 роках минулого століття заснував проф. Чарнко Д. Б. [1]. Дякуючи доступним нині обсягам оперативної пам'яті, швидкодії комп'ютерів та методиці об'єктно-орієнтованого програмування, маємо технічну можливість реалізувати плідні ідеї проф. Чарнко Д.В. як на виробництві, так і у навчальній практиці вищої школи у процесі підготовки фахівців-технологів. Проте алгоритмізація з наступним кодуванням процедур технічного нормування стримується через брак відповідно розвинутих методик. Звідси виникає проблема технічного нормування в автоматичному, так би мовити, комп'ютеризованому режимі.

Аналіз публікацій. В сучасній машинобудівній промисловості використовується ряд САПР регламентів технологічних процесів (РТП) АВТОПРОЕКТ, ТЕХНОПРО, ИНТЕРМЕХ і деякі інші. По своєму змісту і суті вони є спеціалізованими редакторами з розширеними технологічними можливостями в яких основна увага приділена оформленню технологічних процесів переважно для універсального металорізального обладнання. Певною мірою такі САПР виконують нескладні очевидні обчислення. Опираючись на можливості сучасних ПК, методику клієнт-серверних технологій та на розгалужені, накоплені у попередні роки бази даних, вони значно полегшують і пришвидшують процес оформлення тексту РТП, одночасно покращуючи його якість, головним чином, на рівні оформлення. Крім того, зберігаючи інформацію в електронному вигляді, такі системи порівняно легко вписуються у системи вищого рівня, зокрема корпоративні ERP (Enterprise resource planning – комплекс програм для керування виробництвом). Проте згадані САПР слабо зв'язані з теоретичними основами технології машинобудування, а орієнтація на виключне використання в процесі навчання САПР, розроблених спеціалізованими фірмами, до того ж без автоматичної економічної оцінки технологічного рішення, на думку авторів, з різних причин може бути основою підготовки інженерів-технологів з певними застереженнями. Такий підхід, певною мірою, негативно впливає на дидактичному рівні на процес навчання технологів-машинобудівників, оскільки стримує розвиток аналітичних професійних навичок у майбутнього технолога-проектувальника. До того ж при досить високій початковій вартості згадані САПР швидко ідеологічно старіють, так чи інакше вимагають їх постійної підтримки, а рекламуєма відкритість їх інтерфейсів не може бути використана у практичній роботі технолога-проектувальника через непідготовленість останнього до такої роботи. Додамо, що при явних позитивах, в тому числі і фактичній можливості варіантного проектування, у таких САПР практично відсутні можливості оптимізації варіантів РТП по технологічній

собівартості чи продуктивності на основі економічної оцінки приймаємих часткових рішень не тільки в процесі проектування, а й інтегральних по його закінченню. Таке становище склалось, очевидно, з трьох причин: 1) через складність та трудомісткість трудового нормування в силу складної структури нормативів та методик нормування і, відповідно, проблем з алгоритмізацією таких методик; 2) через суттєво різну структуру технічної норми часу на операцію в різних типах виробництва; 3) почасти через неготовність рядового технолога-проектувальника до взаємодії з автоматизованими системами, а почасти і через відсутність таких систем з широким діапазоном функціональності. Останнє сталося так тому, що нова обчислювальна техніка ще в часи СРСР спочатку появилась на заводах військово-промислового комплексу, а вже потім у всіх інших, в тому числі і сільськогосподарського машинобудування, а на самих заводах спочатку в бухгалтерію та управління підприємством, в другу чергу до конструкторів, а до технологів-проектувальників в останню чергу і по якості і по часу появи. Так чи інакше, вирішуючи сьогоденні потреби підприємств, вищезгадані САПР, є кроком назад по відношенню до ідей оптимізації та варіантного проектування в пакетному режимі, які були розвинуті в 60-80 роки минулого віку проф. Горанським Г.К., Цветковим В.Д., Капустіним Н.М., Норенковим І.П. та іншими розробниками. Одночасно слід відмітити, що розвиваючи пакетний режим автоматизованого проектування РТП згадані розробники основну увагу зосереджували на розробці структури операцій, виходячи з можливостей тогочасного технологічного, перш за все верстатного обладнання, конструкцій ріжучих інструментів, теорії розмірних ланцюгів, опираючись на теорію графів, множин, баз знань та баз правил тощо, а питання автоматизації технічного нормування в автоматичному режимі розглядалось мимохідь, як щось само собою зрозуміле і просте. Проте це не так і це питання ускладнює впровадження та адаптацію розробленого програмного забезпечення, та його супроводження і підтримку в умовах конкретного підприємства. Тому, розробляючи програмне забезпечення для оперативної оцінки технологічних рішень, необхідно по можливості **чітко відділити питання трудового нормування**, результати якого обумовлюють організаційну сторону виробництва (завантаження обладнання по типам робіт та групам верстатів, розробку календарних планів, диспетчерування тощо) від питань технологічної собівартості виконання тих чи інших варіантів технологічного переходу, операції та РТП в цілому, які певною мірою пов'язані з питаннями соціальними. Так чи інакше, а економічна сторона питання автоматизації технічного нормування виявилась обділеною увагою дослідників, не дивлячись на те, що продуктивність та технологічна собівартість це два із трьох (третій якість) наріжних каменів на яких базується галузь знань, яку прийнято називати технологія машинобудування.

Оптимальне (варіантне) вирішення технічної, а надто технологічної задачі, єдино можливе з використанням мов програмування. Програмоване вирішення навіть відносно простої інженерної задачі вимагає її декомпозиції на певні блоки, вибір змісту яких – не проста фахова задача для технолога не програміста. Вона вимагає одночасних знань як у сфері технології машинобудування, так і сфері систематики, мов та методик програмування. Кожному елементарному блоку, отриманому на етапі декомпозиції, в майбутньому має бути поставлена певна закінчена процедура чи функція. Вибір змісту кожного з блоків значною мірою визначається його універсальністю та внутрішньою логічною завершеністю. На цьому напрямку дослідження є можливість накопичити з часом комплект алгоритмічних рішень певного спрямування, у вигляді окремих достатньо дрібних процедур та функцій [1], та зібрати їх у програмовані елементарні технологічні модулі (ПЕТМи), що автоматизують типові технологічні проектні рішення та дії технолога-проектувальника. Такий напрямок досліджень відкриває можливості відносно

швидкого синтезу нових систем динамічного аналітичного проектування (ДАПР) і, головне, швидкої реалізації нових конфігурацій гнучкого програмного продукту з іншою чи суттєво зміненою функціональністю, націленою на техніко-економічний аналіз технологічних рішень в момент їх прийняття. Зрештою, це відкриває шлях до економічно обґрунтованого впровадження нових технологічних рішень на даному виробництві, а не впровадження новацій по аналогії (так робимо як у сусіда чи як «за бугром»).

Метою дослідження є виділення певних типових фрагментів професійної функціональної діяльності технолога-проектувальника, в першу чергу пов'язаних з технічним нормуванням та оцінкою технологічної собівартості, їх алгоритмізація та автоматизація рішення шляхом розробки відповідних достатньо дрібних, логічно завершених ПЕТМів. Останні, будучи збережені як файли з розширеннями *.dll чи *.dcu (в середовищі Delphi), фактично консервують згадані типові фрагменти у об'єктному виді і подальшому можуть бути використані для автоматичного рішення того чи іншого локального питання кожний окремо, чи зібрані в той чи інший ПЕТМ і, зрештою, підключені до уже існуючого програмного забезпечення.

Виклад основної частини. В напрямку досягнення поставленої мети нами розроблено ряд ПЕТМів різної складності, функціональності та підпорядкованості. Всі нижченазвані модулі створені на основі пакету базових процедур технолога (ПБП) [2]. Нижче описані функції та особливості використання таких модулів.

В різного роду інженерних розрахункових задачах **виникає потреба** – результати розрахунку зкорегувати по певному ряду чисел, **який прийнято розглядати як преференційний**. Так результати розрахунку вала по крутному моменту та навантаженням на зріз уточнюють по ряду нормальних лінійних розмірів згідно стандарту [3], діаметри шийок вала корегують по наявним посадочним розмірам відповідного ряду кулькових чи роликових шарикопідшипників, розрахункове значення подачі чи частоти обертання – по паспортним даним металорізального верстата. Для автоматичного рішення цієї задачі може бути використаний ПЕТМ **ObertCheck_5_xxxxxx**. Початково він розроблявся для рішення задачі уточнення розрахункового числа обертів шпинделя згідно паспортних даних верстата. Такі дані для певної кількості верстатів універсального призначення розміщені в мікробазі даних. Алгоритм роботи модуля опирається на _023 процедуру із уже згаданого ПБП і разом із описом формальних параметрів детально викладено в [2, 4]. Оператор звертання до модуля виглядає так:

ObertCheck_5_xxxxxx (civ, rX_Normal, OneDimensionArray, rX_Design, sModelVerstat, sNameSubDir, sFileName, boRotate, iNumberParametr, rLowValueRow, rHighValueRow, iNumberOfStep, iLowLimit, iMiddleLimit, iHighLimit, bCorection); (1)

Формальні параметри ПЕТМа ObertCheck_5_xxxxxx передбачають автоматизоване керування процесом прийняття рішення, відслідкування коректності відпрацювання процедури та формування преференційного масиву із внутрішньої бази даних, а в разі, якщо її даних недостатньо, зчитування з зовнішнього файлу, або формування спеціального демонстраційного масиву (з генерацією відповідного ситуаційного повідомлення) для забезпечення неперервності процесу обчислення.

Серед інших технологічних задач, призначення режимів різання є задачею практично обов'язковою в будь-якій програмі автоматичного чи автоматизованого проектування РТП. Причому загальноновизнано, що серед інших етапів проектування ця задача найлегше піддається формалізації, а відтак і розробці відповідного алгоритму та послідовного кодування останнього. Є принаймі три напрямки розробки ПЕТМів для вирішення цього питання у автоматичному режимі, які відрізняються нормативною базою, покладеною в основу алгоритму. В якості такої бази звичайно використовують: 1) емпіричні формули (математичні моделі); 2) нормативи режимів різання, що видаються

різними офіційними організаціями та установами; 3) спеціальні таблиці, в яких приводяться рекомендуємі режими різання для певних груп верстатів та матеріалів, оброблюваних типовими інструментами. Використання таблиць в останній час набуло значного поширення у зв'язку з появою в промисловості України широкого ряду нових матеріалів для оснащення ріжучої частини інструмента, каталоги яких супроводжуються, як правило, табличною інформацією щодо рекомендованих режимів різання. Як складову програмного забезпечення динамічної оцінки технологічного рішення при проектуванні РТП для одношпіндельних токарно-револьверних автоматів (ОТРА) було розроблено два ПЕТМи [2,5], а для верстатів з ЧПК один ПЕТМ призначення режимів різання, в основу яких покладено:

1) табличні дані по рекомендованим режимам різання Хабаровського верстатобудівного заводу; оператор звертання до такого модуля виглядає так:

TableRegim_xxxxxx (civ, Ekonomik, Technol); (2)

2) широко відомі нормативи режимів різання для ОТРА [6]; оператор звертання до такого модуля виглядає так:

RegimOtraBta_21_300_xxxxxx (civ, Ekonomik, Technol); (3)

3) нормативи режимів різання для верстатів з числовим програмним керуванням (найновіші нормативи на просторах країн СНД) [7]; оператор звертання до такого модуля виглядає так:

RegimForCNC_xxxxxx (civ, Ekonomik, Technol); (4)

Кожний із вищезгаданих ПЕТМів забезпечує можливість призначити в автоматичному режимі раціональні (з погляду тої чи іншої методики) режими різання при виготовленні деталей форми тіл оберту з прутків типових для ОТРА груп матеріалів чи при виготовленні деталей на верстатах з ЧПК. В умовах конкретного виробництва вони проявляють свої сильні та слабкі сторони: складність чи простоту експлуатації, перевагу офіційних загальнодержавних (чи загальновизнаних) нормативів над досвідом власного підприємства або фірми чи навпаки, складність чи простоту підтримки та модернізації в процесі експлуатації тощо.

Незалежно від того діалоговий чи пакетний режим лежить в основі ДАПР при проектуванні будь-якої технологічної операції ми невідворотно стикаємось з необхідністю проектування змісту технологічного переходу як базової складової технологічної операції. З метою автоматизації цієї частки роботи технолога-проектувальника було розроблено типовий модуль проектування технологічного переходу для ОТРА, оператор звертання до якого виглядає так:

Transition_1B140_xxxxxx (civ, sFileName3, sTransition_OTRA, Ekonomik, Technol); (5)

ПЕТМ Transition_1B140_xxxxxx на основі даних щодо операційного ескізу однієї інструментальної операції, матеріалу заготовки та ріжучої частини інструмента, шорсткості та точності оброблюваної поверхні, розмірів останньої, використання мастильно-охолоджувальної рідини, жорсткості системи ВПІД та деяких інших атрибутів, притаманних переходу, визначає елементи режиму різання, основний час на його виконання, кількість обертів деталі, за час його виконання тощо. Цей ПЕТМ автоматично редагується як програмна одиниця досить складної структури і до його складу включаються всі вищезазначені та деякі не названі ПЕТМи.

Так, з метою економічного обґрунтування доцільності використання вибраного переходу до *Transition_1B140_xxxxxx* входить ПЕТМ *Technologichna-Sobivartist_500_xxxxxx* [6] – призначений для розрахунку технологічної собівартості виконання переходу і в цілому операції через визначення вартості однієї хвилини виконання технологічного переходу. Звертання до останнього виконується оператором на-

ступного виду:

TechnolSobivart_500_xxxxxx (civ_500, civ_505, civ_520, civ_525, civ_530, civ_535, civ_540, civ_545, civ_541, Economik, Technol); (6)

Основу алгоритму основної вирішуючої процедури (ОВП) ПЕТМа TechnolSobivart_500_xxxxxx складають дев'ять функціональних процедур визначення витрат на протязі однієї хвилини по дев'яти статтям, передбаченим нормативною методикою оцінки технологічної собівартості. Для врахування можливості різних алгоритмів розрахунку витрат по вказаним статтям, що може мати місце на різних підприємствах і фактично має місце в різних довідниках та посібниках. Для кожної із цих статей витрат передбачена окрема функціональна процедура, кожна з них може бути розроблена в декількох варіантах, а гнучка система компіляції та редагування ОВП Transition_1B140_xxxxxx вкупі із ідентифікаторами контролю відпрацювання процедур ПЕТМа TechnolSobivart_500_xxxxxx, забезпечує достовірність обчислень на етапі підключення наново розроблених функціональних процедур з новими або зміненими алгоритмами.

Накінець, в ПЕТМі **Operacia_OTRA_191_xxxxxx** [4, 6] відпрацьовується ідея параметричної оптимізації технологічної операції, виконуваної на ОТРА. Вона базується на тому, що кожна певна структура РТП для ОТРА, може бути реалізована принаймі в шести параметричних варіантах режиму обробки, при цьому кожний з варіантів на кожному з переходів характеризується певним рядом чисел обертів шпинделя, виходячи із можливостей їх автоматичного перемикавання. В кожному разі значення елементів ряду залежать, з однієї сторони, від положення ручок перемикавання на коробці швидкостей, а з іншого – від установленної пари зубчатих коліс в гитарі швидкостей. Кожний, визначений таким чином ряд чисел обертів шпинделя верстата, має три правих та три лівих напрямки обертання. При проектуванні технологічної наладки на ОТРА з використанням даного ПЕТМа ми отримуємо шість варіантів технологічного процесу та їх економічну оцінку по продуктивності і вартості виготовлення деталі. Проаналізувавши отриману інформацію, технолог-проектувальник зможе вибрати кращий по продуктивності чи собівартості варіант технологічної операції. Оператор звертання до даного ПЕТМу виглядає так:

Operacia_OTRA_191_xxxxxx (civ, rEpsilonDop, Path, StringGrid1, Tproek, Trozr, bRobTransition, ArrayParametrTransition, ArrayOfSixVariantThree, TehProcesArray, Economik, Technol); (7)

В міру розробки ПЕТМів різної функціональності, складності та ієрархії, а також порядку введення їх значень в середовище ДАПР виникла необхідність певні групи вихідних даних (ідентифікаторів) об'єднати в особливий тип даних – запис. Саме на записи двох структур Economik та Technol є відсилка в операторах 2-7. Ідентифікатори в цих структурах, різні за походженням, актуальності їх значень в певних модулях сукупності модулів ДАПР в абсолютному вимірі часу та іншими ознаками, додатково об'єднані в середині згаданих структур в підгрупи за спільністю ознак та джерелом походження. В цих двох записах налічується більше сотні ідентифікаторів, тому в даній статті перераховувати та пояснювати їх значення не дозволяє розмір даної публікації. Тому вони винесені в окремі здані до публікації статті [8, 9]. Для успішного відпрацювання вище перерахованих ПЕТМів необхідно: 1) правильно організувати їх виклик (оператори 1-7); 2) підключити ПБП [1]; 3) підключити виокремлені процедури структур даних Unit_StructureTechnol_xxxxxx та Unit_StructureEconomik_xxxxxx; 4) задати значення всім ідентифікаторам на головній формі проекту.

Висновки. Звернуто увагу на проблеми технічного нормування в розповсюджених в промисловості країн СНД САПР технологічного проектування, а відтак і на проблеми оптимізації регламентів технологічних процесів, які можуть бути вирішені лише

в разі опори на відповідні загальновизнані технологічні нормативи та описано функціональність ряду модулів пропонованої методики динамічного аналітичного технологічного проектування.

Список літератури: 1. Развитие ПО. Будущее за модульностью. Chip. Компьютеры и коммуникации -№12. - 2004. - 65с. 2. Криськов О.Д., Петренко М.М. Основы комп'ютерної технології обґрунтування структури технологічних операцій та графічного моделювання. – Кіровоград, «РВЛ КНТУ», 2009. – 348 с. 3. Допуски и посадки. Справочник в 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б. Романов и др. -6 изд. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч.1 543с.,ил. 4. Шадурський А.С. Модуль уточнення розрахункового значення по преференційному ряду в системах автоматизованого рішення конструкторських та технологічних задач. Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету /Техніка у сільському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація / Вип. 17. – Кіровоград: КДТУ. – 2006. – С.323 - 328. 5. Березовський Д.В. Модуль призначення режимів різання для САПР регламентів технологічних процесів виготовлення деталей на одношпиндельних токарно-револьверних автоматах. Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету /Техніка у сільському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/. Вип. 17. – Кіровоград: КДТУ. –2006. – С. 334 - 339. 6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на токарно-автоматные работы. – М.: Машгиз, 1962, -272 с. 7. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И. В. и др. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерных расточных станков с программным управлением. Справочник. Под ред. В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2007. – 369с. 8. Криськов О.Д., Іваник І.М. Робочі структури та поля САПР «TECHNOL». Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету /Техніка у сільському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація / Вип. 17. – Кіровоград: КНТУ. – 2010. 9. Криськов О.Д., Іваник І.М., Щербина К.К. Робочі поля програмованого елементарного модуля TECHNOLOGICHNASOBIVARTIST та структура ECONOMIK. Вісник Чернігівського державного технічного університету, 2010.

Надійшла до редакції 29.04.2010 р.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМОВАНИХ ЕЛЕМЕНТАРНИХ МОДУЛІВ ПРИ ДИНАМІЧНІЙ ОЦІНЦІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

Криськов О.Д., Іваник І.М. (КНТУ, м. Кіровоград, Україна)

Анотація. Стаття присвячена виділенню певних типових фрагментів професійної функціональної діяльності технолога-проектувальника, в першу чергу пов'язаних з технічним нормуванням та оцінкою технологічної собівартості, їх алгоритмізація та автоматизація рішення шляхом розробки відповідних достатньо дрібних, логічно завершених ПЕТМів.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МОДУЛЕЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Криськов О.Д., Іваник І.М. (КНТУ, м. Кіровоград, Україна)

Аннотация. Статья посвящена выделению определенных типичных фрагментов профессиональной функциональной деятельности технолога-проектировщика, в первую очередь связанных с техническим нормированием и оценкой технологической себестоимости, их алгоритмизация и автоматизация решения путем разработки соответствующих достаточно мелких, логично завершенных, ПЕТМ.