

УДК 004.896.

О.Д.Криськов, проф., канд.техн.наук, К.К. Щербина, бакалавр
Кіровоградський національний технічний університет

ООП та методика проектування регламенту технологічного процесу

В статті викладено підвалини алгоритму проектування САПР регламенту технологічного процесу для обробки деталей на металорізальних верстатах на основі об'єктно-орієнтованого програмування та поточної техніко-економічної оцінки технологічних рішень на різних етапах проектування. Формування структури операції і призначення режимів різання виконується при допомозі функціональних програмованих елементарних технологічних модулів. Запропонований підхід направлено на пошук оптимальних з точки зору економіки технологічних рішень.
регламент технологічного процесу, техніко-економічна оцінка, технологічне рішення

Вступ. Не викликає сумніву необхідність своєчасної розробки оптимального, за прийнятим критерієм, технологічного процесу виготовлення деталей. Оперативне виконання цієї вимоги єдино можливе з використанням ПК та відповідного програмного забезпечення. Останнє підтверджується існуванням на ринку України САПР до десятка САПР регламентів технологічних процесів різних, переважно російських фірм [1,2,3]. Представник компанії SolidWorks в Росії фірма SolidWorks Russia також представляє свою версію програмного продукту САПР ТП “SWR-Технологія”. Найкращі програмні продукти, що поставляються на ринок в наш час розробляються, як правило, на основі методики об'єктно-орієнтованого програмування (ООП). Логіка організації системи процедур проектування регламенту технологічного процесу (РТП), як кінцевого продукту будь-якої САПР, підказує доцільність використання ООП, в якій РТП розглядається як об'єкт в реальному машинобудівному виробництві із його багаточисельними організаційними, часовими, розмірними, технічними та іншими зв'язками. Зауважимо, що природня ієрархія: технологічний процес – операція – перехід, співзвучна властивості наслідування, а використання властивостей інкапсуляції, поліморфізму та перегрузки методів сприяють розробці компактного проекту, який при необхідності порівняно легко модернізувати. Отже використання ООП відкриває принципову можливість розробки гнучкого, порівняно невеликого за розміром при забезпеченні широкої функціональності програмного продукту.

Метою досліджень є розбудова підвалин алгоритму проектування САПР РТП на основі ООП та СОМ технологій, який дозволить поточну (біжучу) техніко-економічну оцінку (ТЕО) рішень в момент їх прийняття технологом на рівні переходу, операції та РТП в цілому.

Основна частина. Згідно з основною концепцією ООП, проектування базується на понятті класу, який є логічним розвитком фундаментального поняття відомого у програмуванні як тип даних. РТП з точки зору ООП є сукупність трьох реальних об'єктів: технологічний процес, технологічна операція та технологічний перехід. В проекті `TexprocesExample_xxxxxx` було відповідно створено три класи: технологічний процес (`TexprocesClass`), операція (`OperacionClass`) та перехід (`PerehodClass`). Кожний

клас декларує притаманні йому поля та (чи) властивості, які з урахуванням механізмів ООП можуть бути використані в дочірніх класах.

Прийmemo до уваги, що для класа `TexprocesClass` характерними будуть поля та поля-властивості перш за все організаційно-економічного плану, що характеризують за тою чи іншою прийнятою на даному виробництві системою позначень: тип виробництва, вказівки щодо способу технічного нормування, міри оснащення проектуемого технологічного процесу, особливостей вибору спеціальних чи універсальних пристроїв, прізвищ розробників РТП та керівників технологічних підрозділів а також поля для розміщення назви, шифру, 2D чи 3D моделі, маси деталі тощо. Крім того, в класі `TexprocesClass` очевидно слід виділити поля для запису як загальної трудомісткості виготовлення деталі так і часткових тудомісткостей по видам робіт (ливарних, ковальських тощо) чи операцій (токарних, фрезерних, свердлувальних), загального та часткового розміру витрат по видам інструментів. Тут очевидно мають бути поля для запису марки матеріалу, міцності чи твердості заготовки, вартості 1 кВт електроенергії на даному відрізьку часу, загальних витрат на електроенергію по операціям та для реалізації проектуемого РТП у цілому тощо. Згідно методиці ООП на базі класу `TexprocesClass` створено об'єкт `ТЕХПРОЦЕС`, поля якого дозволять описати найбільш загальні риси реалізуемого в цеху технологічного процесу виготовлення деталі. Це тим більш важливо, що поняття `ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС` є поняття комплексне і крім механічних операцій, включає, як правило, операції заготівельні, ковальські, ливарні, термічні, гальванічні, покрасочні тощо. Кожен з таких об'єктів буде мати свої притаманні для даного виду робіт поля.

Орієнтуючись на ООП технологію, зокрема таку особливість як наслідування та поліморфізм прийmemo як базовий в проекті (батьківський) клас `TexprocesClass`. Очевидно, що такий клас має нам дозволити створення об'єктів цього класу (за необхідністю) `ЗАГОТІВЕЛЬНОГО`, `ОБРОБКИ РІЗАННЯМ`, `ГАЛЬВАНІЧНОГО`, `ТЕРМІЧНОГО` чи `КОМПЛЕКСНОГО`.

У відповідності до традиційної ієрархії структур РТП клас `OperacionClass` створено як похідний (дочірній) клас по відношенню до класу `TexprocesClass`. Останній, наприклад для операцій механічної обробки, має нам дозволити створити об'єкти відповідні назвам операцій `ТОКАРНА`, `СВЕРДЛУВАЛЬНА`, `ФРЕЗЕРНА` тощо. Поля притаманні класу `OperacionClass`, будуть представляти в системі проектування назви операцій, операційні ескізи, групи верстатів, їх моделі, вартість та паспортні дані, вид затискного та контрольного пристроїв на операції, їх вагу та вартість, термін експлуатації тощо. На базі класу `OperacionClass` породжуються об'єкти `ОПЕРАЦІЯ`. Кількість останніх визначається складністю проектуемого регламенту причому згідно принципу наслідування поля класу `TexprocesClass` є доступними в класі `OperacionClass`. Прикладом значення поля назва операції є текст: `токарна`, `свердлильна`, `фрезерна` тощо.

На базі класу `OperacionClass` створимо як дочірній клас `PerehodClass`, який дозволяє створити свої об'єкти `ПЕРЕХОД_1`, `ПЕРЕХОД_2`, `ПЕРЕХОД_3...` `ПЕРЕХОД_n`, що відображають зміст технологічного переходу в даній операції. В класі `PerehodClass` об'явлено поля, на яких розміщується інформація, притаманна саме для переходу: технологічний зміст переходу, елементи режимів різання, назви інструментів та їх позначення згідно стандарту, вартість по прейскурантом, стійкість, допустима кількість переточок, вага, габаритні та приєднувальні розміри і таке інше. Очевидно тут мають бути поля для запису технологічної собівартості переходу, технологічної собівартості роботи інструменту та витрат електроенергії на переході тощо. Зауважимо, що в класі `PerehodClass` доступні певні поля батьківських класів

TexprocesClass та OperacionClass. При цьому в об'єкті OperacionClass відповідно до структури конкретного РТП можуть бути декілька об'єктів PerehodClass.

В процесі технологічного проектування деякі з полів вищезгаданих класів заповнюються технологом в інтерактивному режимі, інші, наприклад, паспортні дані верстата чи інструмента та їх вартості - з баз даних, а деякі динамічно заповнюються в результаті відпрацювання тих чи інших процедур проекту. Крім того, слід виділити групу полів-властивостей, що заповнюються інформацією безпосередньо в процесі математичного моделювання операції, наприклад, основний час по переходам, технологічна вартість, трудомісткість операції в цілому та по їх складовим тощо.

Використовуючи методику ООП алгоритм роботи процедур організовано так, щоб до ряду полів мати безпосередній доступ, до інших, так званих полів-властивостей (полів-членів) тільки опосередковано - при допомозі методів Get і Set. Прикладом полів з безпосереднім доступом є поле на якому записано прізвище розробника. До полів-властивостей відносять, як правило, ті з числа вище перерахованих, які по природі свого виникнення та існування у віртуальному просторі моделювання регламенту взаємопов'язані. Зміна значень такого поля обов'язково має викликати певні зміни значень взаємно пов'язаних (за логікою проектування) полів, наявних у різних об'єктах, породжених різними класами. Так, наприклад, зміна значення властивості - стійкість інструменту природно автоматично має викликати зміни значень полів швидкості різання, чисел обертів та ефективної потужності різання, основного часу в певному об'єкті ПЕРЕХОД_n, викликавши відповідні зміни полів трудомісткості операції, її вартості і таке інше в ОБ'ЄКТІ операція, а зрештою в ряді полів об'єкту ТЕХПРОЦЕС. Використання полів-властивостей та доступу до них методами Get і Set допомагає зберігати цілісність даних. В проекті, як і в природі розглядуваних явищ, існує певна залежність між об'єктами. Кожному об'єкту класу OperacionClass відповідають конкретні об'єкти класу PerehodClass. Якщо взяти за приклад об'єкт класу OperacionClass "токарна операція", притаманним для нього будуть об'єкти класу PerehodClass: "підрізка торця", "проточка", "прорізання канавки" тощо.

Заповнення полів має місце в момент присвоювання певному полю значення результату за допомогою спеціального метода (конструктора), який прийнято називати типовою назвою Create, а вивільнення пам'яті - за допомогою спеціального метода (деструктора) з типовою назвою - Free.

Згідно методики ООП дочірні класи можуть використовувати властивості і поля батьківських класів, що виключає багаторазовий опис полів для однієї і тієї ж інформації у класах різного рівня прийнятої ієрархії. Крім того такий підхід виключає дублювання окремих властивостей та разом з методами SET і GET захищає від несанкціонованої зміни значень окремих полів у дочірніх класах, чітко розділяючи елементи інформації по класам та об'єктам.

Доступність інформації, занесеної в поля батьківських класів для процедур та функцій дочірніх класів, представлена у виді поліморфної поведінки класу. Для цього в середовищі Delphi передбачливо введено службовий оператор **inherited**. Нижче наведено приклад застосування цього оператора до ряду полів (*CodeMaterialDet, PrizvuscheRozrob...*), описаних і наповнених змістом відповідним конструктором у TexprocesClass, які доступні до використання в OperacionClass:

```
inherited SetAll(NameDet, ShufrDet, CodeMaterialDet, PrizvuscheRozrob,  
PrizvuscheZatver, PrizvuscheNormKont, NumberChex,  
XarakterZagot, TupVurob);
```

Зворотній зв'язок визначається захищеністю полів-властивостей, що забезпечено їх описом в різних сферах захищеності, обумовлених службовими словами

protected, private та **public**. Як приклад захищеного поля-властивості візьмемо марку матеріала деталі, яка залишається незмінною від батьківського до всієї можливої низки дочірніх класів та породжених на їх основі об'єктів.

private sXarakterZagot:string;

Другим прикладом опису доступності полів є опис поля штучного часу на операцію, зміст якого залежить від суми основних часів на перехід.

public rTshtuch:real;

Для більш чіткого розуміння спадкоємності структурних елементів РТП візьмемо за приклад сортамент, розміри та механічні властивості заготовки чи її вид, які описані в класі *TexprocesClass*. В подальшому ця інформація буде використовуватись при виборі кріпильних пристроїв чи обладнання в *OperacionClass*, для розрахунку режимів різання в *PerehodClass*. Адже при виборі ріжучої частини інструменту чи розрахунку режимів різання при проектуванні технологічних переходів потрібно знати механічні властивості матеріалу деталі, які описуються в класі *TexprocesClass*. Ще одним аналогічним прикладом є поле для запису типу виробництва, яке описане в цьому ж класі. Значення цього поля заповнюється перед початком проектування РТП і впливає на вибір устаткування та міру оснащення в *OperacionClass*, методику технологічного нормування, а в *PerehodClass* - на розрахунок технологічної собівартості переходу.

Враховуючи засоби обмеження доступності до даних різних класів у батьківському класі нашого проекту *TexprocesClass* опис захищених даних має вигляд:

private

procedure SetsXarakterZagot(XarakterZagot:string);

а доступність до таких даних у дочірніх класах забезпечується службовим оператором **inherited**. Відповідно в класі *OperacionClass* маємо:

*inherited SetAll(NameDet,ShufrDet,CodeMaterialDet,PrizvuscheRozrob,
PrizvuscheZatver,PrizvuscheNormKont,NumberChex,
XarakterZagot,TupVurob);;*

а у класі *PerehodClass* -

Inherited

*SetAll(NameDet,ShufrDet,CodeMaterialDet,PrizvuscheRozrob,
PrizvuscheZatver,PrizvuscheNormKont,NumberChex,XarakterZagot,TupVurob,
GroupVerst,ModelVerstat,NameOper,Prisposob,Vudprivod,KontPrispo,SposobNorm,
FVerst,P,KiltDvug,KiltYRE,VartistOblad);*

При призначенні режимів різання на *i*-тий перехід *j*-тої операції необхідна інформація про паспортні дані верстата. Поля, які зберігають цю інформацію, природньо описати в класі операція і заповнити конкретною інформацією при виборі моделі верстата відповідною процедурою з типовою назвою *Constructor*.

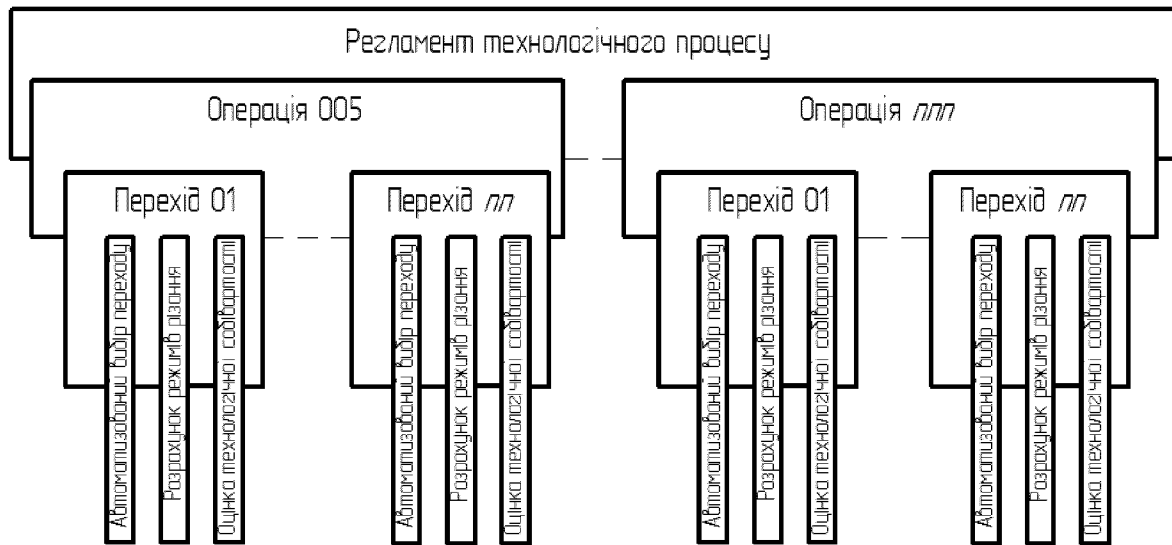


Рисунок - Типова структура проектування регламенту технологічних процесів

Для оформлення технологічної документації необхідні прізвища розробників, керівників різних служб, які узгоджують та затверджують зміст РТП. Відповідні поля описані в `TexprocesClass` і в подальшому значення цих полів використовується в при автоматичному оформленні операційних карт та карт ескізів, як об'єктів, створених на базі цього класу.

Проект дозволяє в діалоговому режимі (рисунок) розробити розгалужену базу технологічних процесів, завдяки тому що вони, як такі, та їх структурні складові мають спільні властивості, в тому числі певну кількість технологічних операцій із загальними для останніх властивостями, а кожна із операцій, в свою чергу, має невизначену наперед кількість переходів із своєю групою властивостей.

Висновок. На основі ООП запропонована ідеологія розбудови програмного продукту для проектування РТП у діалоговому режимі виготовлення деталей на металорізальних верстатах, яка передбачає біжучу оцінку ТЕО рішень у момент їх прийняття з використанням функціональних ПЕТМ, зокрема, призначення режимів різання, оцінки технологічної собівартості операції та переходу, формування структури технологічних операцій та РТП в цілому.

Список літератури

1. САПР и графика 5'2008 А.А.Серебряков (стр. 70-75) "Библиотека технологических решений как инструмент автоматизации технологической подготовки производства"
2. <http://ascon.ru/press/articles/> за 10.06.09
3. http://www.technologics.ru/program/info/text_16902.html?page=3 за 10.06.09
4. Сухарев.М. Delphi. Полное руководство. _СПб.: Наука и техника, 2008. –1040с.:Ил.(+DVD с видеокурсом).
5. Криськов О.Д. Економічна оцінка технологічного рішення в момент його прийняття. Сборник трудов XV Международной научной-технической конференции / Машиностроение и техносфера XXI века / в г. Севастополе 15-20.09.2008 Том.2. Донецк, 2008.– С. 161-165
6. Криськов О.Д. Оперативна техніко-економічна оцінка рішення технолога-проектанта в САПР регламентів технологічних процесів. Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету / Техніка у сільському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація /. Вип. 21. – Кіровоград: КДТУ. 2008. – С.328-331.

О.Криськов, К.Щербина

ООП и методика проектирования регламента технологического процесса

В статье изложены основы алгоритма проектирования САПР регламента технологического процесса обработки деталей на металлорежущих станках на основе объектно-ориентированного программирования. Предусматривается текущая технико-экономической оценка технологических решений на разных этапах проектирования. Формирование структуры операции и назначение режимов резания выполняется при помощи специально разработанных функциональных программируемых элементарных технологических модулей. Предложенный подход направлен на поиск оптимальных с экономической точки зрения технологических решений.

O.Kriskov, K.ShCherbina

ООП and a technique of designing of the rules of technological process In article bases of algorithm of designing САПР of the rules of technological process of processing of details on metal-cutting machine tools are stated on the basis of object-oriented programming. The estimation of technological decisions at different design stages is provided current technical and economic. Formation of structure of operation and purpose of modes of cutting is carried out with the help of specially developed functional programmed elementary technological modules. The offered approach is directed on search optimum from the economic point of view of technological decisions.

Одержано 22.09.09