

*Единственный надежный источник  
превосходства над конкурентами –  
это способность учиться быстрее них.  
Арьи де Гейз*

УДК 681.518

О.Ю.Повстяной

Луцький національний технічний університет

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ T-FLEX/ТехноПро**

*Подана інформаційна модель предметної області технолога, який автоматизовано проектує технологічні процеси механічної обробки деталей. Показано застосування даної моделі для розробки технологічного процесу виробу, що дозволяє автоматизувати процес розробки та виводу технологічної документації за допомогою T-FLEX/ТехноПро.*

Ключові слова: *інформаційна модель, автоматизація процесу, технологічне проектування.*

Вступ.

Однією з головних задач реального сектору економіки України на сучасному етапі є підвищення конкурентоспроможності промислової продукції, що нерозривно пов'язано зі створенням нових матеріалів та виробів, підвищенням їх якості. Технічне переозброєння виробництва, інтенсифікація технологічних процесів, розвиток галузей нової техніки висувають високі вимоги до експлуатаційних характеристик нових деталей та механізмів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є вдосконалення технологічної підготовки виробництва і, зокрема, технологічних процесів (ТП) механічної обробки деталей.

Традиційна розробка ТП виготовлення деталей зазвичай залежить від кваліфікації технолога і не вільна від помилок, що як мінімум може призвести до затримки виготовлення окремих деталей. Тому прагнення підвищити якість ТП є актуальною задачею в галузі технологічної підготовки виробництва на сучасному етапі розвитку промисловості. Для цього розробляються та впроваджуються автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва, що враховують весь прогресивний досвід розробки ТП [1].

На даний час створено багато програмних засобів автоматизації технологічного проектування, що автоматизовують рутинні та творчі операції при розробці ТП, наприклад: САПр ТП – Автопроект, ТехПро («КОМПАС»), САПр ТП ВЕРТИКАЛЬ («АСКОН») [2, 3]. Системи даного типу розроблені на основі алгоритмічного ТП комплексної деталі. Вони автоматично проектують методом аналізу маршрут обробки деталей визначених класів і дозволяють автоматизувати як рутинні, так і творчі операції при розробці ТП технологом.

Проектування ТП у цих системах зводиться до підготовки вихідних даних у формі таблиці, введення їх в ЕОМ у пакетному або в діалоговому режимі за допомогою текстового редактора. Потім заповнюються задані таблиці й роздруковуються результати – маршрутні, операційні карти спроектованих ТП. Однак, незважаючи на визначені переваги, зазначені системи мають ряд недоліків (розроблені для застарілих типів ЕОМ, невеликі можливості та ін.), істотним із яких є необхідність введення даних вручну (що збільшує можливість появи помилок) особливо при взаємодії з сучасними офісними додатками, які також широко використовуються при проектуванні технології отримання виробів. Таким чином, багатьом із цих систем потрібна модернізація відповідно до сучасних вимог виробництва.

Постановка задачі.

У промисловості давно використовуються автоматизовані системи, можливості яких обмежені лише роботою діалога з користувачем. Таке обмеження у методах проектування встановлює фіксовану «межу» у рості продуктивності і якості проектування технологій. На рис.1 показаний життєвий цикл технолога при застосуванні традиційних технологій проектування.

Традиційно вітчизняні підприємства мають технологічні підрозділи, які вирішують основні виробничі задачі, що не завжди характерно для закордонних підприємств. Може й тому, жодна закордонна система не може надати допомогу у вирішенні питань автоматизації технологічного проектування. Система T-FLEX/ТехноПро стала еталоном програмних засобів автоматизації

технологічного проектування. Всі користувачі, які знайомі з T-FLEX/ТехноПро, знаходять у ній методи автоматизації своїх задач, незалежно від виду проектуючої технології [4].

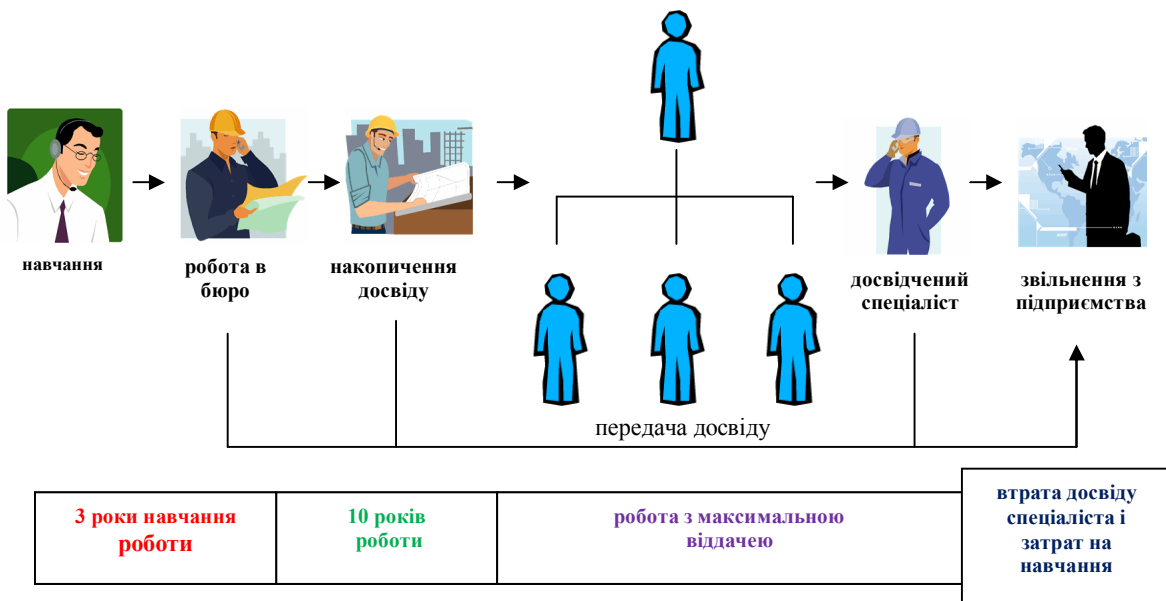


Рис. 1. Життєвий цикл технолога із застосуванням традиційних технологій проектування

Система T-FLEX/ТехноПро призначена для проектування операційної технології, включаючи операції: заготівельні, механічної та термічної обробки, нанесення покриттів, слюсарні, технічного контролю, складання та ін. Дана система видає в технологічні процеси: назву операції, обладнання, пристосіблення, допоміжні матеріали, формує тексти переходів, розраховує технологічні розміри з врахуванням припусків на обробку, забезпечує підбір ріжучого, вимірювального і допоміжного інструментів.

Основним принципом роботи T-FLEX/ТехноПро є накопичення знань досвідчених технологів конкретного підприємства з наступним використанням цього досвіду незалежно від них (рис.2).

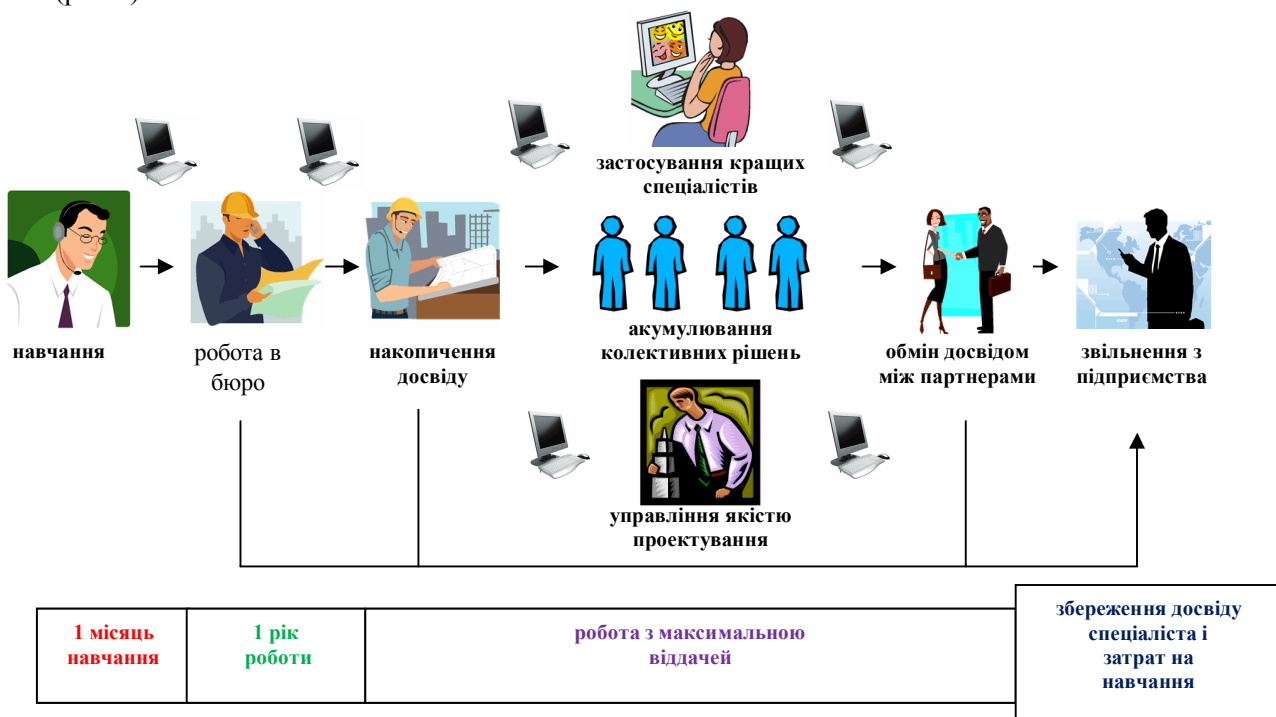


Рис.2. Життєвий цикл технолога із застосуванням системи T-FLEX/ТехноПро

Вихідною інформацією для вивчення даної системи є технологічні процеси виготовлення конкретних виробів, які використовуються на виробництві. У міру накопичення баз даних система T-FLEX/ТехноПро має можливість проектування технології виготовлення нових виробів, яких ще не було у виробництві.

Тому метою даної статті є розробка інформаційної моделі для отримання вихідної технологічної документації в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва T-FLEX/ТехноПро, що містить підсистему формування документації PDM.

Основна частина.

Розробку інформаційної моделі системи проведемо, використовуючи відомі діаграмні методики – DFD, SADT, ERD, STD [5]. Представимо інформаційну модель системи у вигляді контекстної DFD-діаграми, що моделює інформаційні потоки між підсистемою і зовнішніми сутностями, що відображає головну мету системи (рис.3).

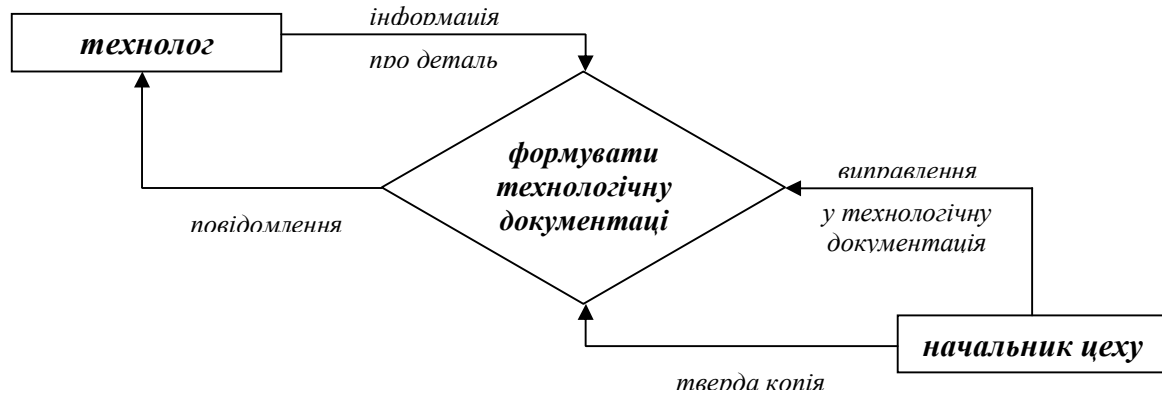


Рис.3. Контекстна DFD-діаграма

Контекстна діаграма вміщує два зовнішні етапи: «Технолог» (безпосередньо використовує даний програмний продукт), «Начальник цеху» (кінцевий користувач, що одержує тверду копію маршрутної карти). Доступ технолога до системи здійснюється відповідно до призначених йому прав.

Окремим елементом логічної структури виділений процес «Формувати документацію технологічного процесу», що реалізує функції проектування ТП. Внутрішня реалізація процесу «Формувати документацію технологічного процесу» містить у собі передачу потоків даних, керуючих потоків.

Деталізація DFD здійснюється на цих процесах, кожний із яких розкривається за допомогою DFD нижнього рівня або специфікації процесу. Результати останньої деталізації процесу «Формувати документацію технологічного процесу» показують аспекти керування всередині системи, зворотні зв'язки та виконавців (SADT-діаграма), які представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Потоки даних деталізуючої діаграми ТП

Назва процесу	Уведення даних про деталі	Формування технологічного процесу	Складання маршрутної карти	Внесення змін у маршрутну карту
Вхідні потоки	Інформація про деталі	Зміни в маршрутній карті	Дані про деталі	Маршрутна карта
Вихідні потоки	Дані про деталі	Текст технологічного процесу	Маршрутна карта	Зміни в маршрутній карті
Потоки керування	Технологічне рішення	Норми Обладнання Інструмент	Текст технологічного процесу	Реальні умови
Виконавці	Технолог Оператор	ЕОМ	ЕОМ	Начальник цеху, ЕОМ

На підставі аналізу предметної області, систем аналогів, вибору засобів розробки і програмного забезпечення розробляється структура і модульний склад програмного виробу – технологічної документації. Дана програмна технологічна документація має засоби керування, що дозволяють вибирати конкретні можливості з числа передбачених і враховують перспективи його використання в різних організаціях, орієнтовану на користувача визначеної кваліфікації згідно даної предметної галузі. Схема взаємодії даних модулів та їх зміст показані на рис.4.

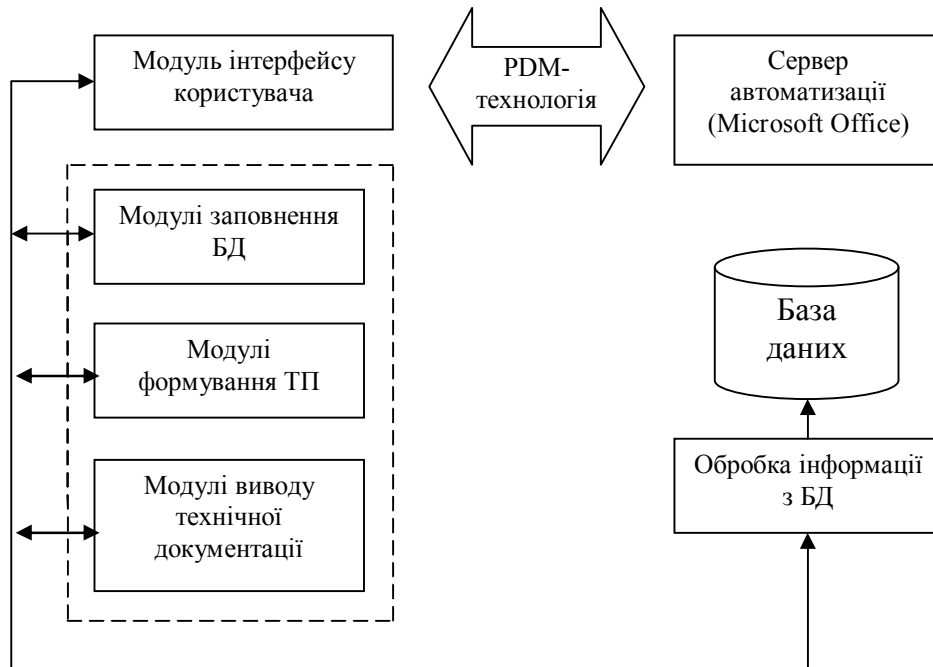


Рис.4. Загальна схема функціонування програмної технологічної документації

Модуль інтерфейсу користувача забезпечує діалог технолога з T-FLEX/ТехноПро. Модулі заповнення бази даних обслуговують інтегровану базу даних (БД), що складається з бази технологічних рішень, довідкової та нормативної бази даних. Модулі формування технологічного процесу формують ТП на основі інтегрованої БД. Модулі виводу технологічної документації формують вихідну документацію технологічного процесу у вигляді маршрутної, операційної карт. Ця операція здійснюється за допомогою PDM-технології, що зв'язує сервер автоматизації – додаток MS Office [6].

Програмна технологічна документація являє собою динамічну модель ТП і містить всю вихідну, проміжну та вхідну інформацію щодо ТП згідно з динамікою його створення. Як вхідна інформація системі передаються дані про ТП деталі, що знаходяться в базі даних типових ТП. Ця інформація являє собою текст ТП, що складається з індивідуальних даних про деталі, даних нормативної бази (норми часу, режими різання та ін.), довідкової і програмної технологічної документації (обладнання, оснащення, інструмент). Процес формування ТП покажемо на прикладі формування маршрутної карти ТП, який представимо у вигляді ER-діаграми (рис.5).

Усе керування системою T-FLEX/ТехноПро побудовано на реакціях на події: програмне забезпечення являє собою набір модулів обробки подій для тих або інших об'єктів (форм, елементів керування). Зв'язок устанавлюється динамічно в процесі виконання додатка в залежності від дій користувача, що викликають (генерують) певні події. Тому фактично структура алгоритму визначається ієрархією форм та наявністю у них елементів керування.

Таких форм у системі T-FLEX/ТехноПро нараховується близько двадцяти, і всі вони охоплюють весь процес проектування ТП. Зокрема, після входу до системи, технолог відкриває форму «Конкретные технологические процессы» призначену для вибору з бази даних ТП конкретної деталі (рис.6.).

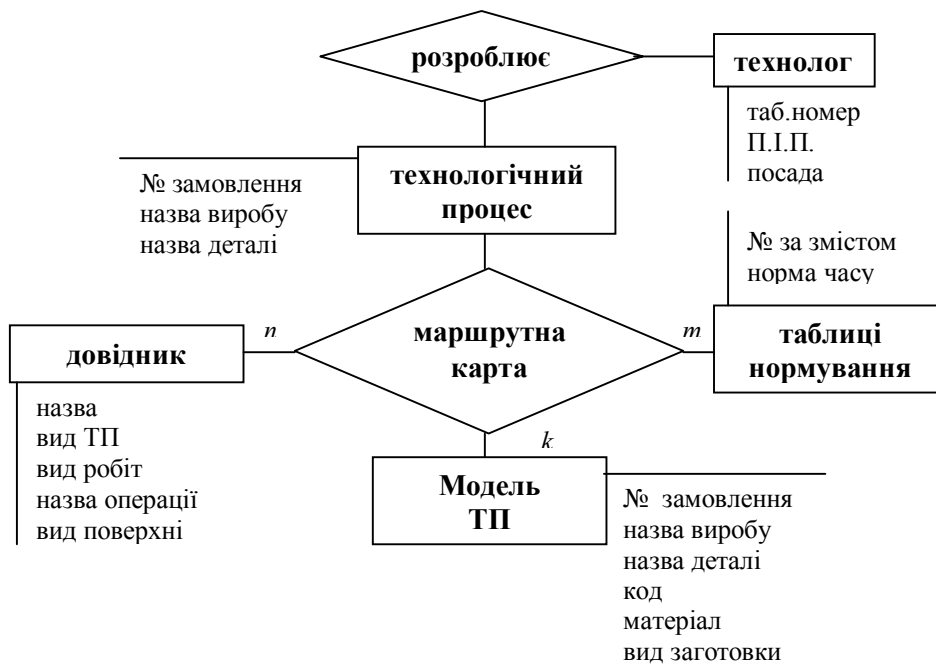


Рис.5. ER-діаграма процесу «Формування маршрутної карти»

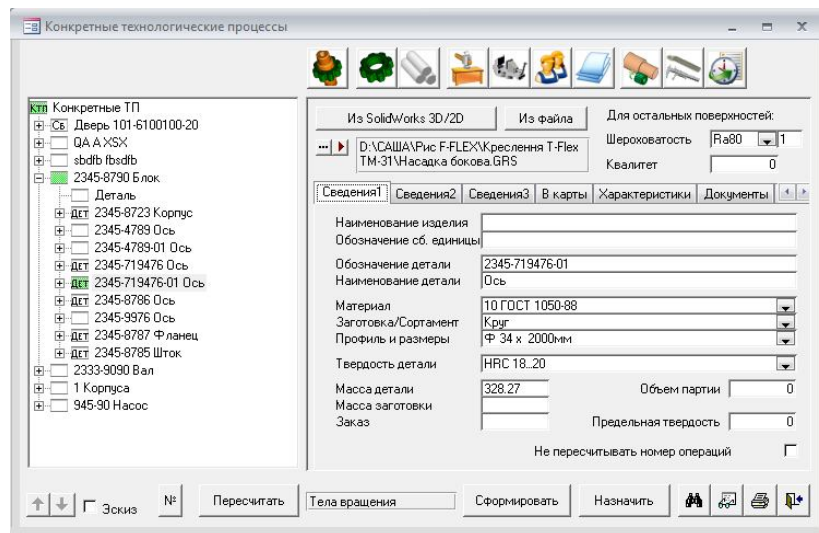


Рис.6. Дерево классификаций КТП

Щоб отримати технологічний процес обробки деталі потрібно зробити повний опис деталі. Спочатку технолог вводить найменування деталі. Далі заводиться всі інші необхідні відомості про деталь, яку проектують.

При необхідності додаються відомості про параметри термообробки - одиниці твердості, температурні режими.

Для автоматичного проектування ТП доступні всі прийоми коректування: переміщення операцій або переходів; видалення, додавання, копіювання операцій і переходів, змін їх змісту вибором технологічного оснащення з інформаційної бази; змін текстів переходів з клавіатури.

Після перегляду і редагування спроектованого ТП його можна видати на друк. Для цього треба вибираємо клавішу із зображенням принтера, що знаходиться справа внизу вікна бази КТП. Система T-FLEX/ТехноПро здійснить автоматичне заповнення технологічних документів (рис.7).

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1 САПР															
Дубль.															
Взам.															
Полн.															
ТехноПро								2	1						
Разроб.	Лисачев А.А.				ВЕРТОР										
Проверил	Иванов И.И.					2345-4789									
Нормир.	Рабинович Р.Р.														
Петролов	Сидоров С.С.														
И.комм.	Виноков Н.Н.					Ось									
М 1	10	ГОСТ 1050-88													
М 2	Код	ЕВ	ИД	ЕН	Н.раск.	КЭИ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	ИЗ			
А	Цех	УЧ	ГМ	Опер.			Круг	10x39				10.06			
В	Код наименования операции														
С	Обозначение документа														
А 1	06	05	13	005	1	Заготовительная		ИОТ N 5 / 325							
02															
В 03						Абразивно-отрезной	12	112345	14	11	11	11	110001	4,61	0,06
04						Пр. Тиски 7200-0008 160 ГОСТ 14904-80									
Т 05						Рукавицы х/б ГОСТ 124010-75									
С 07						1 Отрезать заготовку: φ 10 мм длиной L=39 ±±14 (±0,31) мм								1,51	2
08															
Т 11						ИИ. Круг отрезной 150x2 x32 14A341 ВУ ГОСТ 21963-82									
Т 12						СИ. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1-1 ГОСТ 166-89									
13															
А 14	3	1	2	1	12	1	010	1	Токарная						
15															
В 16						Токарно-центральной 16К20									4,5
17						Пр. Патрон D160 7100-0005 ГОСТ 2675-80									
Т 18															
19						А. Установить деталь на станке, закрепить и снять после обработки									0,2
О 20															
21						1 Торцевать диаметр с 10 мм, как чисто									0,391
0 22															
23						ИИ. Резец 20x12 2112-0033 ГОСТ 18871-73									
Т 24															
МК															

Рис.7. Маршрутно-операционная карта сформованого технологического процесса

**Висновки.**

На основі аналізу існуючих систем автоматизованої розробки технологічних процесів механічної обробки деталей була розроблена і представлена логічна модель інформаційної системи T-FLEX/ТехноПро, що дозволяє виконувати основні функції систем аналогів, виключивши їх недоліки. Ця модель була використовується для розробки даного програмного забезпечення, яке призначене для ліквідації рутинної праці технологів, пов'язаної з формуванням та і виведенням усієї документації технологічного процесу.

Так як комплекс T-FLEX/ТехноПро містить багато підсистем і кількість їх збільшується, то описані методи охоплюють і інші спеціальності, наприклад, такі як нормувальник та плановик.

Організація інтегрованого комплексу усього підприємства з використанням системи T-FLEX/ТехноПро у якості ядра підготовки показана на рис.8. Який би набір систем не використовувався на підприємстві, комплекс T-FLEX/ТехноПро забезпечить рішення задач технологічного проектування і підготовки виробництва. Даний комплекс отримує дані з CAD/CAM та PDM систем, а узагальнені технологічні дані передають в АСУТП і PDM.

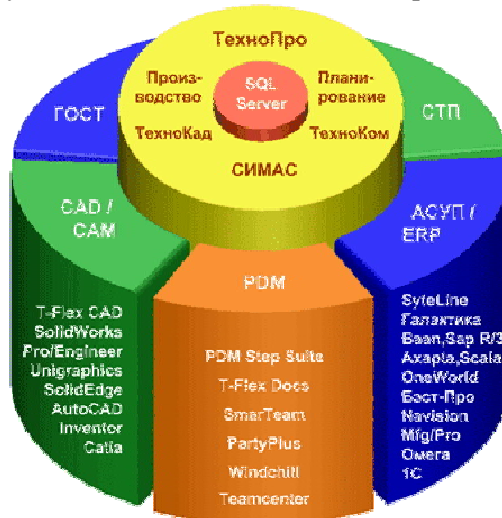


Рис.8. Концепція інтеграції

1. Корсаков В.С. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / Корсаков В.С. Капустин Н.М. — М.: Машиностроение, 1990. - 234 с.
2. Кравченко В.І. Автоматизація процесу розробки маршрутних карт механічної обробки деталей / Кравченко В.І., Зоненко В.В., Шабаліна Ю.А. // Вісник Донбаської машинобудівної академії. – 2006. - №1(6). – С.163-169.
3. Цыбанев В. И. Программное обеспечение для решения задач автоматизации технологической подготовки производства. Часть I. Обзор САПР для решения задач автоматизации технологической подготовки производства: Методические рекомендации / В.И. Цыбанев, С.А. Негрий, С.Ф. Цепа, А.Г.Нечуятов. - К.: УМК ВО,1992. - 116 с.
4. ТехноПро сохраняет опыт поколений [Електронний ресурс] / Ю.Й.Костенко // Бібліотечний вісник. – 2007. - №3. – С.56. – Режим доступу до журн.: <http://www.tehno.pro.com.ua/support/03.html>.
5. Менделевич В. А. Непроцедурные языки - новое поколение средств разработки АСУ ТП: Промышленные АСУ и контроллеры / Менделевич В. А. – М: Машиностроение, 2000. - №1. - С.40-43.
6. Зорекутцев В.У. Основы автоматизации и управления технологическими процессами в машиностроении / Зорекутцев В.У., Буткин Н. С. – Уфа: Технопро, 2000. - 132 с.