

УДК 005.311.2:004.94

В.В. Трейтяк, аспірант**П.М. Павленко**, д-р техн. наук**А.О. Хлевний**, аспірант

Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ВИРОБНИЧОГО ЗАМОВЛЕННЯ

Розглянуто формалізований опис етапів автоматизованого аналізу та оцінки виробничого замовлення, використання яких забезпечує інформаційну підтримку процесів прийняття рішень по замовленню.

Постановка проблеми

Однією з основних задач ефективного функціонування машинобудівного підприємства є прийом виробничих замовлень та прийняття оптимального рішення відносно нього. Ефективність прийняття рішення по замовленню залежить від багатьох чинників. Це, насамперед, достовірність та оперативність проектних, виробничих та планових даних, які постійно змінюються. На жаль, на машинобудівних підприємствах України не вирішена проблема створення інтегрованого інформаційного середовища та забезпечення обміну даними між інтегрованими автоматизованими системами управління виробництвом ERP-системами та системами управління даними про виріб PDM-системи. Відсутня така інтеграція і на рівні автоматизації технічної підготовки виробництва засобами CAD/CAM- систем та САПР ТП [1].

Автоматизація задачі оцінки замовлення потребує інформації з різних структурних підрозділів підприємства або з впроваджених вище названих автоматизованих систем. Тобто, існує нагальна потреба в розробці інтегрованої підсистеми, універсальної до автоматизованих систем виробничого призначення, яка б могла оперативно і ефективно для даного конкретного підприємства забезпечувати оцінку отриманого замовлення.

Об'єднання даних про існуючу продукцію та ресурси підприємства і замовлення може значно скоротити терміни проектування виробу і технологічної підготовки його виробництва, а також своєчасно погоджувати із замовником технічні характеристики за рахунок оперативного доступу до інформації та прийняття оптимального рішення по замовленню.

Формулювання цілей статті

Тому є актуальною задача як формалізації проектних процедур оцінки замовлення, так і представлення отриманих результатів у вигляді методики автоматизованого аналізу та оцінки виробничого замовлення, яка і представлена в даній статті.

Виклад основного матеріалу дослідження

Дослідження процесу аналізу та оцінки виробничих замовлень на базових машинобудівних заводах показав, що в прийнятті рішень задіяні фахівці різних служб з використанням різнопланової інформації. Аналіз даних, формалізація та алгоритмізація процесів прийняття рішень дозволила розробити два взаємопов'язані методи, а саме метод оцінки виробничого замовлення та метод корегування параметрів технологічного процесу.

Подальша розробка проектних процедур реалізації методів та розробка відповідних прикладних програм, інтегрованих в інформаційне середовище автоматизованої системи технічної підготовки виробництва на базі PDM- системи ENOVIA SmarTeam V6, забезпечила вирішення вище описаної науково-технічної задачі.

Для подальшого використання методів та програмних засобів з аналізу та оцінки виробничих замовлень розроблена технологія інформаційної підтримки процесів прийняття рішень по замовленню.

В загальному вигляді дана технологія представлена як послідовність кроків по визначенню спроможності та економічного ефекту виробництва продукції по замовленню. Розглянемо детально кожен з цих кроків.

Етап 1. Після надходження формалізованого замовлення (згідно вимог підприємства) проводиться первинна оцінка замовляемого виробу [2]. В ході оцінки фахівці служби маркетингу або іншого підрозділу підприємства дають оцінку можливості виготовлення виробу, виходячи з таких загальних характеристик як габарити виробу, вимоги до його якості (точність, жорсткість та ін.), матеріал та ін.

Етап 2. Отримавши позитивне рішення, фахівець передає вхідні дані замовлення для подальшої обробки в інтегровану підсистему «Замовлення».

Підсистема включає набір прикладних програм аналізу вхідної інформації замовлення, аналізу і обробки існуючих баз даних та реалізації розроблених методів, а саме:

1. ANALOG – проводить пошук технологічного процесу (ТП)-аналога;
2. MARSH – встановлює технологічні операції та їх послідовність;
3. RESUR – визначає необхідні ресурси;
4. VARIAN – встановлює варіанти технологічного обладнання;
5. FINAN – розраховує фінансові показники від виготовлення виробів по замовленню;
6. RISHEN – вибудовує рейтинг замовлень.

Програмні модулі підсистеми «Замовлення» реалізовані на мові програмування високого рівня Visual Basic в середовищі Borland Delphi 7.0. Використана система управління базами даних Oracle. Використані модулі створення та редагування структур баз даних (Smart Wizard) та екранних форм (Form Designer), які дозволяють проводити гнучке налагодження підсистеми «Замовлення» без використання програмування. Використана також бібліотека функцій доступу до баз даних за допомогою API-інтерфейсів, завдяки якій створені нові інструментальні засоби користувача для обробки інформації в середовищі розробленої підсистеми.

В ході 2-го етапу проводиться пошук аналогів виробу-замовлення та існуючих відповідних ТП їх виготовлення (рис. 1).

При наявності ТП проводиться аналіз існуючого виробничого обладнання та інших ресурсів. При відсутності ТП-аналога або типового чи групового ТП розробляється можливий маршрутний ТП, в якому узагальнено формулюються кількість та послідовність операцій виготовлення виробу.

При цьому використовується програмний модуль «MARSH».

Етап 3. Маючи структуру даних по технологічному процесу виготовлення виробу, визначаємо вільну виробничу потужність обладнання з урахуванням параметрів виробу і обладнання, технологічної оснастки та режимного фонду. Цей етап є трудомістким і потребує інформаційної підтримки баз даних (БД) обладнання та оснастки [3].

Також на цьому етапі використовується конструкторсько-технологічна документація щодо типорозмірів та фізико-механічних характеристик виробів.

Враховуючи вищенаведене, підсистема розраховує кількість виробів (N), яку можна виготовити на даному обладнанні, за формулою:

$$N_i = \frac{Rf_i - Tz_i}{Pt_i},$$

де Rf – режимний фонд часу;

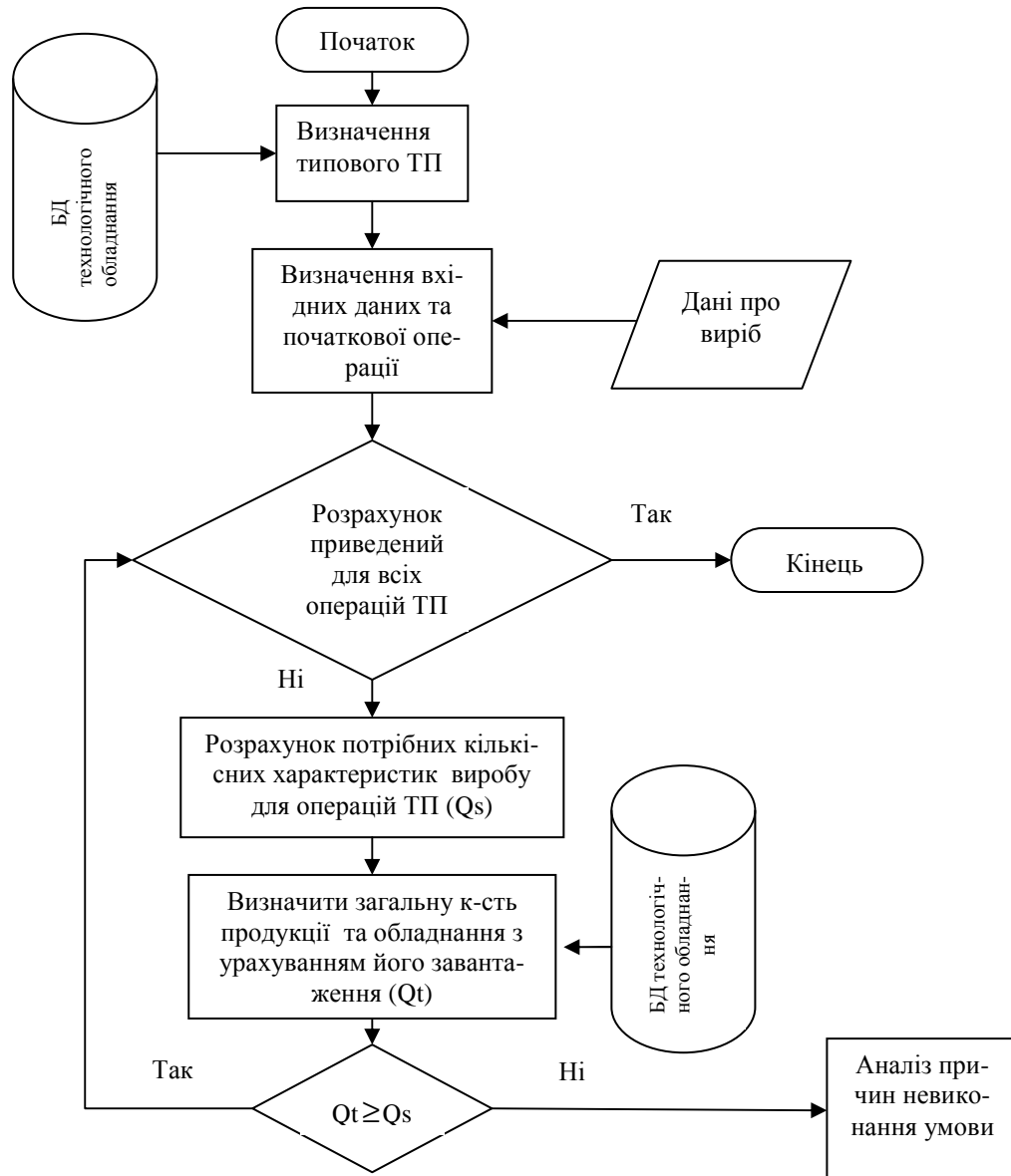


Рис. 1. Алгоритм розробки структури ТП та визначення вільної виробничої потужності

T_z – завантаження обладнання (час, необхідний для виготовлення продукції, включеної до плану виробництва на заданий період);

P_t – норма часу.

Для оцінки спроможності випуску заданої кількості виробів по замовленню підсистема встановлює кількість незавершеної продукції на кожній операції ТП за формулою:

$$N_p = \{np_1, np_2, \dots, np_o\},$$

де np_o – розрахункова кількість незавершеної виробництвом продукції на кожній технологічній операції;

o – кількість технологічних операцій.

Таким чином, технічна спроможність (TP) виготовлення даної кількості виробів на наявних виробничих площах визначається за формулою:

$$TP = (n_1 \geq np_1) \cup (n_2 \geq np_2) \cup \dots \cup (n_k \geq np_k)$$

Етап 4. Маючи інформацію про спроможність виготовлення виробів існуючими на підприємстві ресурсами, вибираємо варіанти обладнання та технологічну оснастку,

враховуючи конструкторсько-технологічну документацію щодо виробів по замовленню. У разі неспроможності виконання замовлення, технологіями підприємства проводиться аналіз можливих причин (відсутність обладнання з заданими характеристиками, завантаженість обладнання, недостатній режимний фонд часу та ін.) та можливі шляхи вирішення. Інформаційна підтримка БД обладнання та оснастки є першочерговою умовою для даного етапу [4].

Етап 5. Встановивши на попередньому етапі виробничі ресурси, необхідні для виконання виробничого замовлення, визначаємо варіанти технологічного обладнання d . Під час їх вибору використовуємо адитивний критерій [5], який містить:

- а) оцінку перемінних витрат d -го варіанту обладнання ($fz(d)$);
- б) експертну оцінку рівня складності наладки d -го варіанту технологічного обладнання ($fe(d)$);
- в) оцінку вартості технологічної оснастки d -го варіанту обладнання ($fc(d)$);
- г) оцінку вільної виробничої потужності d -го варіанту обладнання ($fi(d)$);
- д) оцінку продуктивності d -го варіанту обладнання ($fx(d)$).

Для кожного варіанту технологічного обладнання, що відповідає обмеженням, підсистема розраховує цільову функцію та кількість виробів, яку можна виготовити на даному обладнанні при існуючих умовах завантаження та змінності по формулі:

$$Fc(d) = (k_1 \cdot fz(d) + k_2 \cdot fe(d) + k_3 \cdot fc(d)) + k_4 \cdot ft(d) + k_5 \cdot fx(d),$$

де d – варіанти обладнання;

k_{1-5} – вагові коефіцієнти, які відображають значимість критеріїв.

Етап 6. Визначивши варіанти технологічного обладнання, оснастки та складність наладки верстатів, встановлюємо перемінні витрати, які в подальшому формуватимуть дані для розрахунку за методом маржинального доходу [6,7].

Метою розрахунків за методом маржинального доходу є визначення можливих фінансових результатів від виконання замовлення, яке полягає в оцінці величини прибутків (збитків) від реалізації продукції. Кожний виріб (P) характеризується перемінними витратами (PC), ціною (S) та об'ємом продажу (Q).

Маржинальний дохід (A) конкретного виду продукції визначається за формулою:

$$A = \sum_{j=1}^n (S_j - PC_j) \cdot Q_j,$$

де n – кількість j -тих контрактів на даний вид продукції.

Відносний маржинальний дохід (Av) показує долю маржинального доходу у вартості продукції

$$Av = \frac{\sum_{j=1}^n (S_j - PC_j) \cdot Q_j}{\sum_{j=1}^n S_j \cdot Q_j}$$

Залежно від величини відносного маржинального доходу підсистема виконує формування рейтингу виробів.

Етап 7. Провівши аналіз та оцінку замовлення, підсистема забезпечує фахівців підприємства необхідною інформаційною підтримкою для прийняття оптимального для даного підприємства рішення по конкретному виробничому замовленню. Ця інформація включає в себе:

1. Відповідь на питання, чи можливо виготовити дану кількість виробів по замовленню при існуючих на підприємстві ресурсах з урахуванням завантаження обладнання та режимного фонду часу.

2. У випадку неспроможності випуску виробів по замовленню встановлює причини та можливі шляхи вирішення.

3. Економічні показники від виконання замовлення.

Виконання кожного з етапів вимагає відповідної підготовки та чіткої координації дій спеціалістів та фахівців підприємства.

Трьохрівнева архітектура реалізації розробленої інформаційної технології (рис. 2) передбачає, окрім сервера БД, також виділення сервера додатків, який акумулює в собі основну частину бізнес-логіки системи.

В залежності від запропонованої сервером додатків функціональності виконання бізнес-логіки може бути розділене між сервером додатків та функціонально навантаженим клієнтським програмним забезпеченням, яке здійснює доступ до ресурсів системи (в тому числі бізнес-логіки) за допомогою інтернет- чи інтранет мереж.

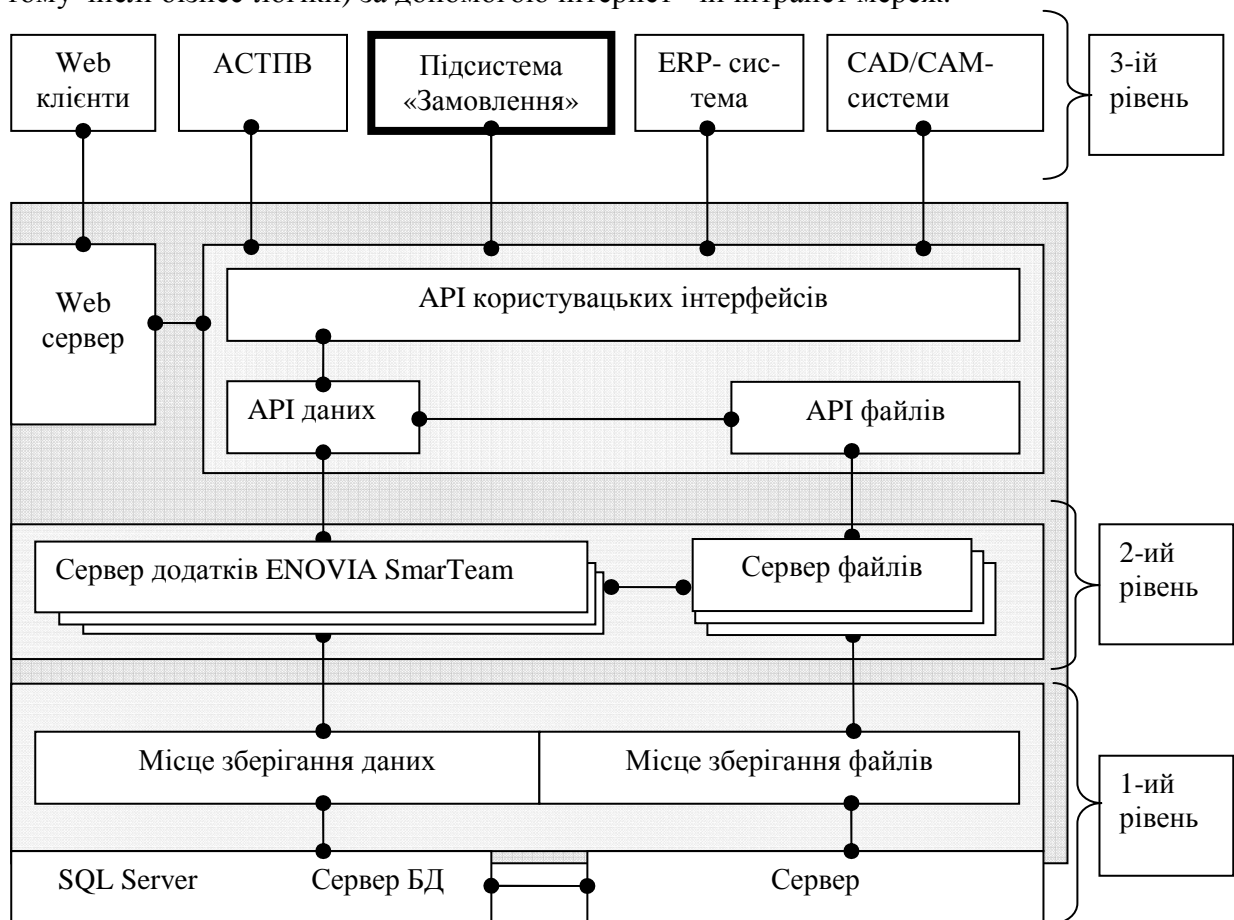


Рис. 2. Трьохрівнева архітектура реалізації розробленої інформаційної технології на промисловому підприємстві

Сама трьохрівнева архітектура реалізації розробленої інформаційної технології не обмежує підприємство у виборі конкретного рішення для організації роботи сервера додатків.

Розроблена інформаційна технологія впроваджена та пройшла апробацію на таких машинобудівних підприємствах України, як ВАТ «Сумське машинобудівне науково виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе» (м. Суми), ВАТ «Мотор Січ» (м. Запоріжжя) та ТОВ «Український кардан» (м. Чернігів).

Після впровадження розробленої підсистеми «Замовлення» інформаційної підтримки процесу прийняття рішення по виробничому замовленню на підприємствах відбули-

ся зміни в інформаційних процесах підтримки етапів життєвого циклу виробів (ЖЦВ). На рисунку 3 приведено схему ЖЦВ після впровадження підсистеми. Спочатку на основі типового ТП створюється індивідуальний ТП, відбувається його параметричне налагодження, оцінюється наявність технічної спроможності щодо конкретних видів обладнання на кожній операції ТП.

Виконання даних функцій забезпечує також автоматизована система технологічної підготовки виробництва і в результаті її експлуатації створюється ТП для конкретного типорозміру з переліком ресурсів кожної операції ТП. У випадку відсутності технічної спроможності технолог отримує необхідну інформацію для прийняття наступних рішень.

1. Відмова від розміщення замовлення.

2. Необхідність виконання проектних робіт відносно ТП для іншої продукції з метою зниження завантаження потрібного обладнання.

3. Необхідність проведення організаційних заходів.

В результаті параметричного корегування ТП та точного визначення ресурсів технологічних операцій перед початком проектування самого виробу виникає можливість паралельного проектування виробу та оснастки. А оскільки проектування технологічної оснастки складає основну частину робочого часу конструкторів, то дана можливість дозволяє скоротити строки розробки конструкторської документації.

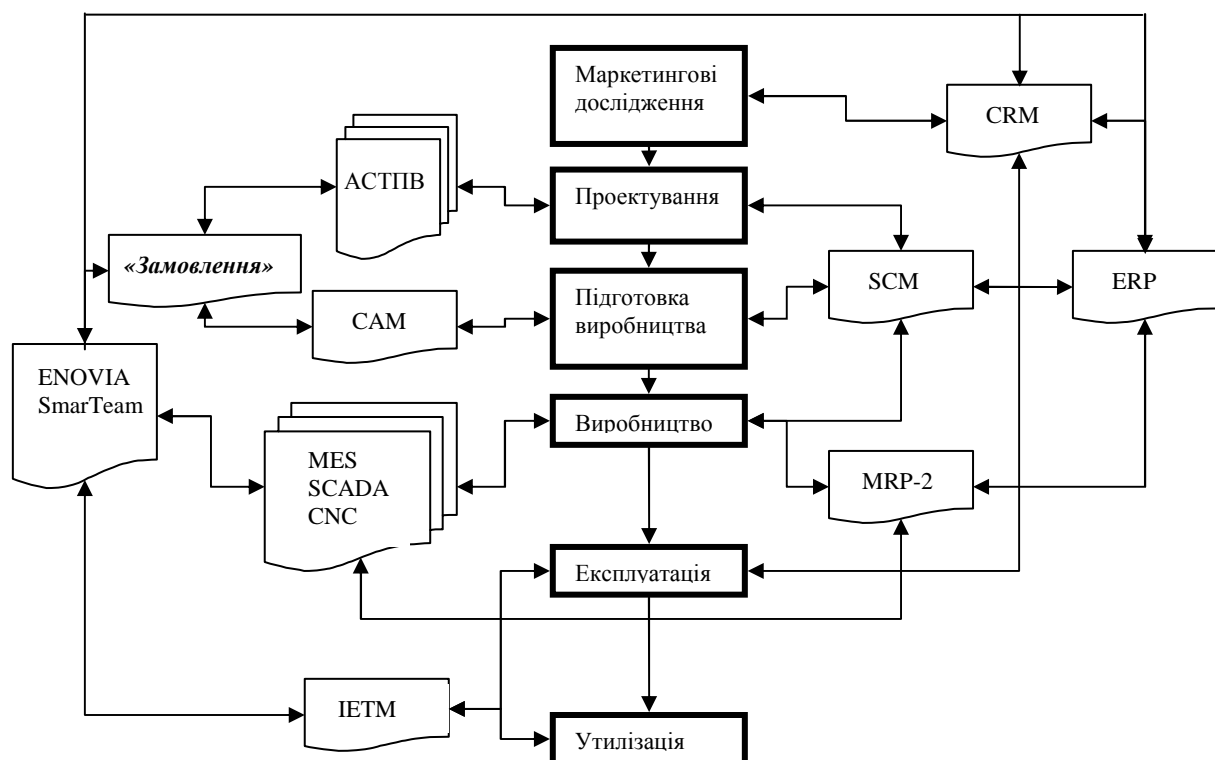


Рис. 3. Схема ЖЦВ після впровадження підсистеми інформаційної підтримки прийняття рішення по виробничому замовленню

Ці зміни дозволили підвищити ефективність використання робочого часу висококваліфікованих спеціалістів технічного відділу за рахунок реорганізації переліку проектних робіт згідно наявності технічної спроможності та економічних показників. Отже, досягається скорочення строків технологічної підготовки виробництва, знижується завантаження диспетчерів планово-диспетчерського відділу та цехових спеціалістів.

Висновки

Використання технології інформаційної підтримки прийняття рішень по замовленню та відповідних програмних засобів передбачає обмін та доступ до даних про виробу, процеси та ресурси, що забезпечує скорочення строків узгодження із замовником контрактних зобов'язань. Використання приведеної технології дозволяє достовірно в стислі терміни відповісти на питання: чи можливо виготовити вироби згідно вимог замовника та який економічний ефект це буде мати?

Список літературних джерел

1. Информационные технологии и управление предприятием / В.В. Баронов, Г.Н. Калынов, Ю.И. Попов, И.Н. Титовский. – М.: ДМК, 2004. – 328 с.
2. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с.
3. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.
4. Управление жизненным циклом продукции / А. Ф. Колчин, М. В. Овсянников, А. Ф. Стрекалов, С. В. Сумароков; Под ред. А. Пальчикова. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.
5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. 2-М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2002. - 366с.
6. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. пособие / Г.В.Савицкая. - Мн.: Новое знание, 2002.- 704 с
7. Тафинцева В.Н. Маржинальный доход, как инструмент оценки финансовых результатов//Финансовый менеджмент. — 2001. - №3. - С. 15-27.