УДК 331.103.243

О. М. Гребінчук,
викладач, Кіровоградський інститут комерції

ОПТИМІЗАЦІЯ КЛЮЧОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ ОПЕРАТИВНО-КАЛЕНДАРНОМУ ПЛАНУВАННІ НА МАШИНОБУДІВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

У статті розглянуто методи оптимізації ключових параметрів потокового виробництва: тривалості виробничого циклу, програм запуску-випуску деталей, вимоги, що висуваються до процесу розробки та функціонування системи виробництва, зв'язок з інформаційними базами даних про ходу виробництва та її раціональне інформаційне забезпечення.

Methods of optimisation of key parametres of a line production — duration of a production cycle, programs of start-release of details, requirements to process of working out and functioning of system of production, communication with information databases about a course of production and its rational supply with information are considered in the article.

Ключові слова: оперативне управління, потокове виробництво, групове виробництво, виробничий цикл, оперативно-календарне планування, оперативно-виробниче планування.

Key words:the operational management, the production line, production group, production cycle, the operative-calendar scheduling, the production scheduling.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Виробничий процес як процес відтворення матеріальних благ є сукупністю процесів праці та природних процесів, необхідних для виготовлення певного виду продукції. На машинобудівному підприємстві він складається з основних, допоміжних та обслуговуючих процесів.

Весь процес розбивається на елементи, основною структурною одиницею яких є операція — частина виробничого процесу, що виконується на одному робочому місці без переналагодження устаткування над одним або декількома виробами одним або декількома робітниками (бригадою), а за умов автоматичного виробництва — під спостереженням і контролем робітника.

Основними принципами раціональної організації виробничого процесу є: спеціалізація; паралельність; безперервність; пропорційність; прямоточність; автоматичність; ритмовість.

Раціональна організація виробничого процесу передбачає виконання усіх часткових процесів протягом мінімально можливого часу, з мінімальними затратами праці й коштів. У підсумку забезпечується скорочення не лише тривалості виробничого процесу (ТВЦ), але й мінімізація всього виробничого циклу.

ТВЦ є одним з головних розрахункових елементів при визначенні показників обсягу виробництва. При цьому ТВЦ — календарний час, протягом якого предмет праці на даній дільниці виробництва проходить всі етапи виробничого процесу, починаючи з моменту своєї появи на ній і закінчуючи виходом у готовому вигляді.

ТВЦ залежить від ряду чинників. Перш за все, це елементи її структури, які самі є похідними і залежать від типу виробництва, режиму роботи підприємства (цеху, дільниці), від організації виробництва. З іншого боку, тривалість перебування предметів праці в процесі виробництва є функцією швидкості їх переміщення по операціях технологічного процесу. Її величина також не є постійною і залежить як від чинників, що впливають на структурні елементи тривалості, так і від характеру переміщення предметів праці.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Основний масив здійснених фундаментальних розробок методів вирішення завдань оперативно-календарного планування (ОКП) припадає на середину минулого сторіччя, проте і сьогодні вони представляють значний науковий і, особливо, практичний інтерес.

Перш за все, зазначимо, що серйозних успіхів у розробці методів вирішення завдань календарного планування досягли знані вітчизняні та вчені близького зарубіжжя: С. Соколіцин, К. Татевосов, В. Шкурба, Ф. Парамонов, В. Петров, С. Митрофанов, В. Дудорін, Б. Ігумнов, М. Бусленко та ін. [1; 4; 6—12]. Зокрема, ними були запропоновані різні прийоми і способи побудови календарних графіків запуску-випуску деталей.

Ідея групового виробництва вперше зародилася в кінці 50-х — початку 60-х років минулого сторіччя. Зазначимо, що у 60-ті роки цьому методу організації виробництва приділялася значна увага як у теоретичному, так і в практичному плані. Досі переважна більшість фахівців вважає, що груповий метод організації виробництва є одним з найбільш вагомих досягнень XX сторіччя в області організації виробництва.

Останнім часом дана проблема розглядалась у роботах В.М. Гончарова, А.М. Зінченко, Н.В. Зінченко, О.М. Кравцова тощо [2; 3; 5]. У своїх наукових працях вони здійснюють подальше поглиблене дослідження особливостей організації потокового виробництва за умов запровадження його потоково-групового різновиду.

МЕТА СТАТТІ

Метою є дослідження особливостей оптимізації параметрів групового потокового виробництва у ході здійснення його ОКП.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Метод розрахунку і оптимізації виробничого циклу, що приймається у остаточному підсумку, має бути адекватним до виробничої системи. У

зв'язку з цим необхідно класифікувати основні різновиди первинних виробничих систем.

На наш погляд, найбільш адекватною до вирішуваної проблеми є класифікація, у основу якої покладено наступні ознаки: форма спеціалізації; номенклатура деталей (складальних одиниць), що є предметом спеціалізації виробничої системи; специфічні особливості технологічних процесів обробки деталей (складальних одиниць).

У залежності від форми спеціалізації множина виробничих систем поділяється на системи з технологічною і предметною спеціалізацією. При цьому технологічна спеціалізація передбачає виконання кожною виробничою системою однорідних операцій сукупного виробничого процесу. Предметну спеціалізацію орієнтовано на виготовлення виробничою системою однорідних деталей або збирання складальних одиниць.

Якщо за технологічної спеціалізації виробнича система оснащується однорідним устаткуванням, то за предметної — різноманітним устаткуванням, що забезпечує замкнутий цикл виготовлення деталей або збирання складальних одиниць.

Предметна спеціалізація має ряд переваг у порівнянні з технологічною, що полягає у: спрощенні процедури управління внаслідок того, що у якості планово-облікової одиниці приймається деталь, а не операція технологічного процесу; створенні об'єктивних передумов для підвищення якості виконуваних робіт та продукції, що випускається, за рахунок одноосібної відповідальності за якість продукції кожного найменування конкретного керівника виробничої системи і колективу виконавців; скороченні обсягів транспортувальних операцій; зменшенні циклу виготовлення деталей і складальних одиниць, що приводить до зменшення обсягів незавершеного виробництва, потреби в обігових коштах; створенні передумов для вибору найбільш досконалих форм потокової організації виробництва. Переваги потокових форм полягають у тому, що характерним для них є високий ступінь механізації і автоматизації виробничих процесів; створенні об'єктивних передумов для формування гнучких виробничих систем (ГВС) в умовах серійного та дрібного серійного виробництв, що дозволяє здійснювати швидкий перехід від виготовлення одного найменування виробу до іншого.

Перевага технологічної форми спеціалізації у порівнянні з предметною полягає в тому, що у випадку зміни об'єкта виробництва не виникає необхідності проводити перепланування і перестановку устаткування. Доцільним є застосування такої форми спеціалізації в умовах дослідного виробництва, що характеризується доволі частою зміною об'єкту виробництва.

Проте, сьогодні спостерігається тенденція відмови від технологічної форми спеціалізації, оскільки сучасні умови організації виробничої діяльності дозволяють проводити швидку перестановку устаткування за рахунок використання спеціальних фундаментів.

У залежності від кількості найменувань виробів усі виробничі системи поділяються на однопредметні і багатопредметні.

Перші спеціалізовані на виготовленні одного найменування виробів і застосовуються у випадку, коли трудомісткість конкретного предмета праці є достатньою для повного завантаження виробничих систем за заданого обсягу випуску. У залежності від властивостей технологічного процесу виготовлення предметів праці вирізняють два окремих види потокових ліній:

— безперервну потокову лінію характеризує повна фактична синхронізація технологічного процесу виготовлення предметів праці;

— перервна потокова лінія створюється у випадку неможливості синхронізації процесу.

У випадку, якщо трудомісткість виготовлення окремо взятого предмета праці при заданій програмі випуску не є достатньою для повного завантаження виробничих систем, на дільниці виробництва формується багатопредметна виробнича система. При цьому за кожною із них закріплюється така кількість найменувань деталей і складальних одиниць, щоб забезпечити умову повного завантаження сформованої системи.

Такі багатопредметні системи мають декілька різновидів: постійний потік, у основі формування і управління яким лежить єдиний ритм виготовлення повного набору деталей і складальних одиниць; перемінний потік, у основу організації якого також покладається ритм роботи, але запуск у виробництво предметів праці здійснюється партіями (а не комплектами, як у попередньому випадку).

У залежності від властивостей технологічних процесів, як постійні, так і перемінні багатопредметні потоки можуть набувати форми безперервного або перервного потоку.

Багатопредметні перемінні потоки доцільно формувати за додержанні умови ідентичності технологічних процесів виготовлення заданої номенклатури деталей і складальних одиниць. Кількісно ця тотожність повинна виражатися у тому, що однойменні операції технологічних процесів виготовлення відносяться між собою як сумарні трудомісткості їх виготовлення.

Якщо ця умова не виконується, то виробнича система формується у вигляді групових потокових ліній. Такі лінії набувають різновиду одногрупової потокової лінії, що спеціалізуються на виготовленні деталей однієї конструктивно-технологічної групи (КТГ), або багатогрупової потокової лінії, що спеціалізуються на виготовленні деталей двох і більше КТГ.

Потокове виробництво є передовою, ефективною формою організації виробничого процесу, що характеризується:

— закріпленням одного або обмеженого числа найменувань виробів, деталей або складальних одиниць за певною групою робочих місць, кожної окремої операції — за певним спеціалізованим робочим місцем (декількома робочими місцями); таким чином, забезпечується дотримання принципу спеціалізації групи робочих місць;

— виконанням на кожному робочому місці однієї або невеликого числа операцій, за рахунок чого досягається вузька спеціалізація робочих місць і працівників;

— розташуванням робочих місць по ходу технологічного процесу, що забезпечує найкоротшу відстань руху деталей у процесі їхнього обробітку;

— високим ступенем безперервності виробничого процесу, що забезпечує проходження кожного окремого виробу, деталі або складальної одиниці по робочих місцях з найменшими перервами між операціями; є можливим за умови дотримання принципів пропорційності та паралельності організації виробничих процесів;

— високим ступенем ритмічності виконання окремих операцій і всього процесу в цілому, що набуває свого виразу в здійсненні запуску в обробіток і випуску з обробітку виробів, деталей і складальних одиниць з певним ритмом.

Отже, потокове виробництво є економічно доцільною формою організації процесу виготовлення виробів (складових елементів виробу) за рахунок дотримання основних принципів раціональної організації виробничого процесу. Первинною і основною ланкою потокового виробництва є потокова лінія — група робочих місць, на якій здійснюється виробничий процес обробки або збирання виробів одного або декількох найменувань у відповідності до зазначених вище ознак потокового виробництва. Потокові лінії є найбільш довершеним різновидом предметно замкнутих дільниць виробництва.

Як вже зазначалося, в основу методики розрахунку тривалості виробничого циклу покладаються найбільш характерні для виробництва об'єктивні чинники: характер руху предметів праці й характер їх переміщення (транспортування) по операціях технологічного процесу.

Аналіз дає змогу пересвідчитись, що розробити універсальний метод розв'язання задач оперативно-календарного планування (ОКП), зокрема задачі розрахунку і оптимізації тривалості виробничого циклу обробки деталей і збирання складальних одиниць первинними виробничими системами, не виявляється можливим. Це також означає, що для кожного з різновидів виробничих систем є необхідним оригі-

нальний метод, що враховує специфічні особливості як організації, так і системи управління ними.

Тривалість виробничого циклу обробки деталей і комплектування збиральних одиниць не є самодостатньою економічною категорією, оскільки визначення тривалості виробничого циклу є лише одним зі складових елементів комплексу ОКП. Саме тому розв'язання задачі розрахунку тривалості виробничого циклу органічно пов'язується з вирішенням завдань ОКП виробництва.

Сьогодні в основу концепції розвитку провідних галузей промисловості, зокрема машинобудування, покладено орієнтацію на інноваційну модель розвитку. У підсумку це має забезпечити технологічну незалежність і економічну безпеку країни з урахуванням посилення ролі держави в управлінні інноваційними процесами з їх комплексною законодавчою і фінансовою підтримкою.

Характерним для ринкової економіки є переважання таких типів виробництв, що забезпечують виготовлення широкого асортименту постійно оновлюваної продукції. Ринок примушує сучасне машинобудівне підприємство випускати широку номенклатуру різноманітних виробів і моделей (типорозмірів), оскільки основною його вимогою до підприємства є послідовна орієнтація на клієнта і, отже, розширення асортименту (мультиноменклатурність). За цих умов найбільш перспективним є функціонування ГВС.

Складність управління багатономенклатурним виробництвом відбивається на рівні складності об'єкта управління, адже чим ширшою є номенклатура, тим більш укрупненим є виробничий процес, а, отже, більш невизначеним управлінський. Основним якісним показником систем управління протягом періоду третьої промислової революції (автоматизація) є економічність носіїв даних. Зниження обсягу інформаційних потоків і скорочення відстаней пересування виробів стає одним з основних завдань управління. Вирішити його можна за умови чіткої організації процесів управління, адекватного виразу якісних та кількісних ознак різноманітної продукції широкої номенклатури, з метою прийняття оптимального управлінського рішення стосовно послідовності виконання операцій, застосування методів і використання устаткування.

Зокрема, залишається вельми актуальним завдання мінімізації тривалості виробничого циклу. Актуальність цієї проблеми визначається тим, що вдосконалення прийомів ОКП покращує використання всіх ресурсів, що використовуються, а також економічні показники структурних підрозділів виробничих формувань від окремо взятого робочого місця до підприємства в цілому.

Зазначимо, що всі існуючі методи вирішення завдань ОКП за ступенем досягнення екстремального результату поділяються на дві чітко виражені підгрупи — точних і наближених рішень.

До випробуваних на практиці точних методів вирішення задач ОКП слід віднести:

— зведення задачі планування до цілочисельної задачі лінійного програмування;

— застосування динамічного програмування;

— використання комбінаторних методів, а саме: послідовного аналізу, конструювання і відсіювання варіантів;

— метод "гілок і меж".

До наближених методів вирішення задач ОКП відносять:

— частковий перебір;

— направлений перебір;

— метод Монте-Карло;

— аналітико-пріоритетні методи;

— евристичні методи.

До переліку наближених методів розв'язання задач ОКП входить вельми представницька група, яку можна віднести до аналітико-пріоритетних методів. Особливість методів цієї групи полягає в органічному використанні при розв'язанні задачі математичної моделі, що будується з врахуванням економіко-організаційної сутності завдання, а також алгоритмів, що враховують найважливіші виробничі обмеження на основі ранжування за рівнем значимості правил переваг (пріоритетів).

Ці методи не слід ототожнювати з евристичними. У аналітико-пріоритетних методах застосовується математична модель з цільовою функцією — критерієм, що дозволяє наблизити рішення до оптимального, тоді як в евристичних методах така функція відсутня (присутня у неявно вираженій формі або задається як локальна функція пріоритету).

Перспективними є також методи вирішення завдань ОКП з позицій евристичного програмування. Евристичні методи грунтуються на застосуванні встановлених властивостей і прийомів рішення завдань інших суміжних груп, а також інтуїтивних властивостей і прийомів пошуку. У зв'язку з цим застосування евристичного методу базується на здійсненні аналізу схеми рішення, яку людина використовує на практиці, тобто на моделюванні її діяльності. При вирішенні завдань календарного планування у якості правил переваги використовуються найбільш вдалі прийоми, що застосовуються досвідченими диспетчерами, майстрами і плановиками при розподілі деталей між верстатами. Наприклад, такими правилами перевага у запуску надається: деталеопераці з мінімальним часом завершення; деталі з максимальним часом обробки, що залишився; деталеопераці з найбільш раннім терміном надходження; деталеопераці зі старшим порядковим числом тощо.

Відзначимо, що комбінаційне застосування функцій переваги все ж вимагає багатоваріантного перебору, що обмежує розміри вирішуваних завдань.

Відсутність точних математичних методів розв'язання задачі ОКП або методів, що забезпечують оцінку відхилення отримуваного календарного плану від оптимального, примушує дослідників звертатись до евристичних методів пошуку рішень. Евристичні алгоритми дозволяють гнучко враховувати численні обставини при розв'язанні завдань ОКП, які притаманні тій або іншій технологічній структурі виробництва. Доволі часто евристичні алгоритми є математичною розробкою.

Плідним є шлях побудови приблизно оптимальних, за заданими критеріями, календарних графіків за допомогою евристичних алгоритмів, що передбачають побудову так званої "функції переваги". Використання функції переваги припускає приписування кожній деталі певного рівня преференції, у відповідності до якої вона надходить на чергову операцію обробки. Функція переваги повинна давати інформацію, на підставі якої евристичний алгоритм швидше просуває деталі, що потенційно запізнюються.

Існує велика кількість правил, за якими визначається рівень переваги. Наприклад, рівень переваги може бути визначено на основі врахування часу пролежування деталей. Одночасно цей метод визначення функцій переваги не враховує такі істотні чинники, як час обробки деталей і терміни постачання.

Виходячи з викладеного, є підстави стверджувати, що до цих пір ще не отримано вираз ефективної функції переваги, на основі якої евристичні алгоритми могли б успішно застосовуватися при вирішенні завдань ОКП в оброблювальних цехах серійного виробництва.

Свого часу було запропоновано наближений метод вирішення задачі ОКП, що засновується на визначенні часу поєднання виготовлення деталей різних найменувань на різних операціях [4].

При цьому застосовується припущення, що одна і та ж деталь не може оброблятися на одному і тому ж верстаті більше одного разу; деталі різних найменувань проходять всі операції; в процесі обробки порядок руху деталей зберігається.

Останнім часом до вирішення завдань ОКП почали залучати теорію масового обслуговування (МО). Така можливість з'явилась у зв'язку з розвитком в її надрах спеціальної теорії черг з пріоритетом. Проте, якщо в завданнях МО потік вимог на обслуговування є випадковим процесом, то в завданнях календарного планування вимоги надходять у детермінованому порядку. Разом з тим, якщо при проходженні вимог (партії деталеопераций) через велику кількість оброб-

лювальних пристроїв (верстатів) відбуваються затримки в обслуговуванні, то надходження вимоги на наступний оброблювальний пристрій також може бути розглянуте як випадкова подія. У такому розумінні зв'язок теорії розкладів із завданнями теорії черг з пріоритетом обслуговування може бути використано у якості засобу наближеного вирішення проблеми розкладів.

Значна кількість завдань календарного планування відноситься до класу завдань, для яких нездійсненною є конкретна аналітична постановка, неявно сформульовано величину критерію ефективності та відсутні ефективні алгоритми чисельного розв'язання. Останнє пов'язане з тим, що функції комбінаторних завдань, що мінімізуються, лежать не в безперервній області перемінних, а на різних дискретних перестановках елементів.

Таким чином, застосування наближених методів, що засновані на поєднанні аналітичних принципів і моделюванні календарних планів з використанням правил преференцій і природних принципів переробки інформації людиною, в даний час є перспективним напрямом практичного вирішення даного класу завдань ОКП.

Сучасна теорія організації передбачає побудову виробничої системи на принципі інтеграції, тобто шляхом об'єднання частин в єдине закінчене ціле. Наводячи визначення системи як "сукупності множини компонентів, що спроектовано для досягнення певної мети у відповідності до плану" [8], можемо виділити її ключові моменти: повинна існувати мета (завдання), для досягнення (розв'язання) якої створено систему; систему має бути спроектовано, тобто має бути встановлено порядок компонентів; потоки інформації і матеріалів повинні розподілятися відповідно до плану.

Перелічені визначальні моменти побудови систем, у тому числі виробничих, повністю підтверджують наведене раніше припущення про необхідність діалектичної єдності планів розбудови і функціонування об'єкта управління з метою забезпечення високої економічної ефективності виробництва.

З визначальних ознак великих систем і теорії управління виходить, що цілі й критерії ефективності систем, управляючої та керованої, повинні збігатися. Враховуючи це, а також наведені вимоги щойно побудови системи стосовно умов виробництва, констатуємо, що цілі й критерії ефективності моделей виробничого процесу і оперативного управління виробництвом мають бути адекватними.

Якщо під моделлю виробничого процесу розуміти його просторову побудову, що відображає технологічно-організаційну сутність через виробничу структуру, то під моделлю плану виробництва — кількісно-часову організацію руху предметів праці в ході виробничого процесу. У такому випадку модель оперативного управління — функціональне виділення тієї частини управляючої системи, призначенням якої є утримання перемінних параметрів керованого об'єкту в заданих планом порогових значеннях.

Викладене свідчить, що одним з перспективних напрямів забезпечення необхідної відповідності структури виробничого процесу, календарного плану виробництва і оперативного управління може бути перебудова механообробних цехів шляхом створення дільниць та багатономенклатурних потокових ліній групового виробництва, що базуються на подетальній спеціалізації.

ВИСНОВКИ

Груповий метод організації виробництва, що на сьогодні є найбільш ефективним методом постановки і вирішення завдань ОКП, є об'єктивним результатом науково-технічного розвитку. Одним із завдань оперативно-календарного планування є здійснення розрахунку тривалості виробничого циклу виготовлення деталей і складальних одиниць, яким визначаються календарні терміни початку і закінчення обробки виробничою системою та її окремими робочими місцями партії деталей (складальних одиниць) кожного найменування.

Груповий метод виробництва в своєму розвитку пройшов етапи: технологічної форми спеціалізації первинних виробничих систем; предметної форми спеціалізації у вигляді ГПЛ, ГВС.

Однією з найважливіших задач вдосконалення і підвищення ефективності робіт на ГПЛ і ГВС є вдосконалення системи оперативного управління ними. Розрізняють два рівні ОКП на машинобудівних підприємствах: міжцеховий і внутрішньоцеховий. Методи вирішення завдань календарного планування на цих рівнях різні.

Ядром системи оперативного управління ГПЛ є розклади роботи їх робочих місць, оскільки остаточно ефективність роботи ГВЛ визначається прийнятим планом виконання виробничого завдання, всі інші задачі в контурі управління реалізуються у процесі формування плану робіт.

Точність рішень, що отримуються при оптимізації завантаження робочих місць, значною мірою залежить від адекватності моделей, що вимагає включення до моделі максимальної кількості чинників, що впливають на ходу виробництва.

Велика розмірність вирішуваних задач при їх реалізації в системі оперативного управління ГВЛ виключає можливість оптимального їх розв'язання в ручному режимі. Тому розв'язання їх в автоматизованому режимі є об'єктивною необхідністю.

У зв'язку з великою розмірністю задачі складання розкладу до цих пір не існує точного методу її розв'язання, який міг би бути використаний на практиці в умовах експлуатації ГВЛ.

Зважаючи на стійку тенденцію до зростання продуктивності ЕОМ, основою для розробки нових алгоритмів оптимізації розкладу робіт слід вважати точні методи розв'язання комбінаторних задач або гібридні процедури, що поєднують підходи як точних, так і наближених методів.

Література:

1. Бусленко Н.П. Математическое моделирование производственных процессов / Н.П. Бусленко. — М.: Наука, 1964.

2. Влияние системы адаптации на совершенствование организации сборочного производства: Монография / [В.Н. Гончаров, А.М. Зинченко, Н.В. Зинченко, А.Н. Кирнос]. — Донецк: ДГАУ, 2004. — 172 с.

3. Гончаров В.М. Формування стратегії управління розвитком промислового підприємства на основі показників ефективності: монографія / В.М. Гончаров, М.В. Макаренко, В.Ю. Припутень. — Луганськ: вид-во СНУ ім. Даля, 2007. — 136 с.

4. Игумнов Б.Н. Системы нормирования производственной деятельности: монография / Б.Н. Игумнов, Т.П. Завгородняя, С.Н. Барский. — Хмельницкий: "Поділля", 1997. — 388 с.

5. Кравчук О.М. Функціонування допоміжного виробництва промислових підприємств за умов розвитку ринкових відносин (реформування, структуризація, управління): монографія / О.М. Кравчук. — Луцьк: РВВ Луцького державного технічного університету, 2007. — 240 с.

6. Парамонов Ф.И. Автоматизация управления групповыми поточными линиями. / Ф.И. Парамонов. — М. Машиностроение, — 1973. — 392 с.

7. Парамонов Ф.И. Моделирование процессов производства /Ф.И. Парамонов — М.: Машиностроение, 1984. — 231 с.

8. Петров В.А. Планирование гибких производственных систем / В.А. Петров, А.Н. Масленников, Л.А. Осипов. — Л.: Машиностроение. Л.о., 1985. — 182 с.

9. Петров В.А. Программно-целевая организация производства и оперативного управления в условиях групповой технологии и гибких автоматизированных производств / В.А. Петров, А.Н. Масленников. — Л.: Лениздат, 1984. — 176 с.

10. Соколицын С.А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством: учебник / С.А. Соколицын, Б.И. Кузин. — Л.: Машиностроение, Л.О., 1988. — 527 с.

11. Татевосов К.Г. Основы оперативно-производственного планирования на машиностроительном предприятии / К.Г. Татевосов. — Л.: Машиностроение, 1985. — 376 с.

12. Шкурба В.В. Задачи календарного планирования и методы их решения / В.В. Шкурба, Т.П. Подчасова, А.Н. Пшичук. — Киев: Наукова думка, — 1966.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2010 р.