

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Досліджені сучасні підходи до ЕММ оптимальної виробничої програми підприємства. Обґрунтована сфера застосування методів одноцільової і багатоцільової оптимізації виробничого плану. Дані рекомендації щодо вибору критеріїв оптимальності і побудові системи обмежень для різних стадій здійснення оптимізаційних розрахунків.

Modern approaches to EMM optimal production program an industrial enterprise are discussed. Necessity application methods set and broad set optimization production plan is substantiated. There are recommendation on development system constrains and cryterias for different stages optimization.

Постановка проблеми. Виробнича програма є ключовим розділом в системі тактичного планування діяльності промислового підприємства, що визначає особливі вимоги до рівня її обґрунтованості. Сучасні умови господарювання диктують гостру необхідність використання адекватних підходів до формування плану виробництва і реалізації продукції.

До найважливішого інструменту маркетингового і ресурсного обґрунтування виробничої програми відносяться оптимізаційні розрахунки, здійснювані на основі економіко-математичних методів. Оптимізація плану виробництва в даний час відноситься до найважливіших напрямів мобілізації внутрішніх резервів підприємства. З розвитком ринкових відносин, як відзначає цілий ряд українських учених, інтерес до вибору оптимального асортименту у вітчизняних підприємств значно зростатиме.

У зв'язку з цим назріла необхідність в розробці методичних рекомендацій, що містять сучасні вимоги до побудови економіко-математичної моделі (ЕММ) оптимальної виробничої програми, підготовки масиву початкової інформації, вибору комп'ютерних програм, здійсненню розрахунків на ЕОМ і економічній інтерпретації отриманих результатів. В даних рекомендаціях повинні бути враховані галузеві особливості підприємства, а також визначено місце оптимізаційних розрахунків в процесі формування його виробничої програми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичними проблемами оптимізації виробничої програми підприємства в різний час займалися такі відомі зарубіжні і вітчизняні учені, як А.Гранберг, Дж.Данциг, Л.Канторовіч, В.Новожілов, О.Орлов, В.Царьов та ін. Проте, не дивлячись на велику кількість фундаментальних праць і прикладних робіт по оптимальному плануванню, даний математичний апарат на сьогоднішній день так і не знайшов належного застосування в практиці планової роботи на підприємствах.

Як показали проведені нами дослідження, широкому використанню оптимізаційних розрахунків в процесі формування виробничої програми в даний час перешкоджає наявність цілого ряду методологічних і методичних проблем, а також недостатнє опрацювання прикладних аспектів застосування методів оптимального планування на промислових підприємствах.

Так, на сьогоднішній день немає чіткості у визначенні місця оптимізаційних

розрахунків в процесі формування поточних і перспективних виробничих планів. Не визначена сфера застосування методів одноцільової і багатоцільової оптимізації виробничої програми. Вимагають подальшого розвитку підходи до вибору критеріїв оптимальності і побудови системи обмежень для різних ітерацій і етапів здійснення оптимізаційних розрахунків в процесі формування виробничого плану. Відсутні теоретично обгрунтовані рекомендації щодо практичного використання багатоцільового підходу до оптимізації виробничої програми промислового підприємства.

Мета статті. Метою статті є дослідження сучасних вимог до економіко-математичного моделювання оптимізаційних задач і обгрунтування напрямів підвищення дієвості даного інструменту у формуванні виробничої програми підприємства.

Виклад основного матеріалу. Дослідження робіт відомих вітчизняних і зарубіжних учених-фахівців в області оптимального планування дозволили нам сформулювати сучасні вимоги до побудови ЕММ і здійснення розрахунків оптимальної виробничої програми:

- виконання оптимізаційних розрахунків в контексті розробки як поточних, так і перспективних виробничих планів;
- використання ітеративного підходу до формування оптимальної виробничої програми;
- здійснення оптимізаційних розрахунків на різних етапах формування виробничого плану;
- використання багатоцільового підходу до оптимізації виробничої програми підприємства;
- значне розширення цільових установок при формуванні оптимального плану виробництва;
- істотні зміни складу обмежень в ЕММ задачі.

Перша вимога, на наш погляд, логічно витікає з принципу безперервності планування виробничої діяльності підприємства. При цьому розробка оптимальної виробничої програми на короткий і тривалий періоди повинна базуватися на різних умовах виробництва (технології, організації виробництва, вимог до якості продукції і т.п.) [1,с.423]. Вказані відмінності повинні знаходити своє віддзеркалення в системі обмежень.

Ітеративний підхід до формування оптимальної виробничої програми, на думку О.Орлова, дозволяє здійснювати оптимізаційні розрахунки на основі декількох ЕММ, що мають різні обмеження. Такий підхід, як відзначає автор, дозволяє перевести розрахунки оптимального плану виробництва із деяких умовивідних побудов в реальну площину практичних потреб підприємства [2,с.40].

Справедливість даної точки зору не викликає сумнівів. Проте слід звернути увагу, що ітеративний підхід автор необгрунтовано зводить до простої сукупності послідовних розрахунків оптимального плану на основі різних ЕММ. Дієвість же оптимізаційних розрахунків, на наше переконання, багато в чому визначається можливістю здійснення окремих ітерацій на різних етапах формування виробничої програми підприємства. При цьому ЕММ, що використовуються на різних ітераціях, на нашу думку, повинні відрізнятися не тільки системою обмежень, але і складом критерійних показників.

Таким чином, ефективне використання ітеративного підходу до проведення оптимізаційних розрахунків обумовлює необхідність обгрунтування місця кожної

ітерації в процесі формування виробничої програми підприємства. Зупинимося детально на авторському баченні рішення даної задачі.

Традиційно оптимізаційні розрахунки прийнято здійснювати на кінцевих етапах формування виробничої програми – коли відома величина ринкового попиту і розроблені планові калькуляції повної собівартості окремих видів продукції. Це пояснюється тим, що, по-перше, в систему обмежень, крім гранично допустимої витрати ресурсів, необхідно включати і обмеження по випуску окремих видів продукції (обумовлені величиною ринкового попиту). По-друге, в якості коефіцієнтів в цільовій функції, як правило, використовується питомий прибуток, розрахований виходячи з повної собівартості одиниці продукції.

Правомірність обліку величини ринкового попиту в системі обмежень ЕММ оптимальної виробничої програми не викликає сумнівів. На думку цілого ряду економістів, в контексті формування виробничої програми підприємства попит виступає основним чинником зовнішнього середовища (основним зовнішнім обмеженням) і його обов'язково слід враховувати в розрахунках оптимального плану виробництва.

Що ж до коефіцієнтів цільової функції, то використання в якості останніх величини питомого прибутку на одиницю продукції істотно спотворює результати оптимізаційних розрахунків. Це обумовлено двома причинами:

- високим суб'єктивізмом в розрахунках питомого прибутку через відсутність коректних методів розподілу постійних витрат;
- істотним заниженням загальної величини прибутку від реалізації продукції з причини того, що зміна останньої відбувається більш високими темпами, ніж зростання об'ємів виробництва.

Для усунення вказаних недоліків О.Орлов пропонує в розрахунках загальної суми прибутку використовувати показник питомого маржинального прибутку на одиницю продукції [2,с.39]. В цьому випадку цільова функція набуває наступного вигляду:

$$f(x) = \sum_{j=1}^m M_j * X_j - B_n \rightarrow \max \quad (1)$$

де X_j – кількість j - ой продукції; M_j – величина маржинального прибутку на одиницю j -ой продукції; B_n – величина постійних витрат підприємства в розрахунковому періоді.

Як було відзначено вище, ефективність оптимізаційних розрахунків багато в чому визначається можливістю їх здійснення на декількох етапах формування виробничої програми підприємства. Причому кожний окремих етап відрізняється як цільовою установкою розрахунків, що проводяться, так і складом критерійних показників, особливістю побудови цільової функції і складом обмежень.

Перший етап оптимізаційних розрахунків, на наш погляд, слід виконувати на початковій стадії формування виробничої програми з метою складання базового номенклатурного плану. Основною вимогою до побудови ЕММ на даному етапі є мінімізація інформаційної бази. При цьому можна використовувати як одноцільові, так і багатоцільові математичні моделі, включаючи різні критерії з урахуванням задач, що стоять перед підприємством. Як відомо, глобальною суб'єктивною метою діяльності будь-якого підприємства є отримання прибутку. Тому фінансовий результат повинен неодмінно знаходити своє віддзеркалення в цільовій функції на всіх етапах здійснення оптимізаційних розрахунків.

Проте використання цільової функції (1) вимагає наявності інформації про загальну суму постійних витрат підприємства, що не дозволяє здійснювати

оптимізаційні розрахунки на початкових етапах формування виробничої програми. В зв'язку з цим на даних етапах в якості критерійного показника, на наш погляд, слід використовувати загальну величину не валового, а маржинального прибутку. Даний критерій був запропонований в роботі [3,с.12]. В цьому випадку цільова функція (1) набуде наступного вигляду:

$$f(x) = \sum_{j=1}^m M_j * X_j \rightarrow \max \quad (2)$$

На першому етапі оптимізаційних розрахунків доцільно включати обмеження тільки по наявних виробничих ресурсах. Глибокі дослідження ринкового попиту на окремі види продукції слід проводити тільки після формування початкового оптимального номенклатурного плану, тобто за наслідками першого етапу оптимізаційних розрахунків. Це забезпечить значне скорочення витрат на маркетинг.

На *другому етапі* в ЕММ додаються обмеження по випуску окремих видів продукції, сформовані за наслідками дослідження ринкового попиту. *Подальші етапи* відрізнятимуться складом обмежень в ЕММ оптимізаційної задачі.

Заключний етап оптимізаційних розрахунків здійснюється на кінцевих стадіях формування виробничої програми. В ЕММ на даному етапі слід включати цільову функцію (1), оскільки максимальне значення цільової функції (2) не гарантує покриття загальної величини змінних і постійних витрат підприємства.

На сьогоднішній день одне з центральних місць в методології оптимізації виробничої програми займає проблема обґрунтування доцільності і можливості застосування багатоцільового (багатокритерійного) підходу до рішення даної задачі. Основна його відмінність від одноцільового підходу полягає в наявності в економіко-математичній моделі декількох критеріїв оптимальності.

На необхідність застосування методів багатоцільової оптимізації при формуванні виробничої програми, що витікає з вимог системного підходу до управління підприємством, указують багато сучасних учених-економістів [4,5,6 і др.]. Так, В.Царьов відзначає, що перевагу слід віддавати плановим рішенням, що забезпечують досягнення не однієї, а деякої сукупності найбільш важливих для підприємства цілей [4,с.170]. Результати, які отримують при переході від одноцільової до багатоцільової оптимізації, є «економічно більш переважними» [4,с.156].

Дійсно, для забезпечення стійких ринкових позицій сучасне підприємство на кожному етапі свого розвитку повинне реалізовувати не одну, а сукупність різних по своїй природі цілей. Звідси багатоцільова економічна постановка і адекватна їй математична формалізація більш повно відповідає сутності оптимізаційних задач, що вирішують в сучасних системах планування [4,с.155].

Слід підкреслити, що, на відміну від однокритерійного підходу, всі методи багатоцільової оптимізації дозволяють отримати не оптимальне, а квазіоптимальне рішення. Останнє, зване частіше ефективним рішенням, тільки намагається врахувати всі приватні цільові функції, але, як правило, не співпадає з їх оптимальними рішеннями [5,с.368].

Найважливішим елементом багатоцільової оптимізації є визначення ступеня важливості різних цілей. Для вирішення даної задачі можуть використовуватися два підходи: порядковий (ранжування) і кількісний (нормування) [6,с.108]. Ранжування цілей і критеріїв полягає в наданні кожній цілі і відповідному їй критерію порядкового номера. При нормуванні для кожної мети (критерію) визначається коефіцієнт значущості (ваговий коефіцієнт).

Ефективне рішення, отримане в результаті рішення багатоцільової задачі, є

квазіоптимальним, як правило, по відношенню до всіх (або більшої частини) включених в модель критеріїв. Проте, як показав проведений нами аналіз, ступінь наближення даного рішення до оптимального по кожному приватному критерію залежить від його рангу або вагового коефіцієнта. Чим вище ранг критерію (або вище значення вагового коефіцієнта), тим більшою мірою реалізується відповідна йому приватна ціль. Звідси витікає найважливіша вимога до рівня обґрунтованості результатів ранжування і нормування цілей і критеріїв оптимальності. По сьогоднішній день основним методом рішення даної задачі є метод експертних оцінок, що допускає істотний суб'єктивізм при визначенні ступені значущості цілей і критеріїв.

Не дивлячись на відзначені вище переваги багатоцільової оптимізації, слід констатувати, що на сьогоднішній день найбільше розповсюдження на практиці отримав одноцільовий підхід до оптимізації виробничої програми. Одна з основних причин цьому, як відзначає В.Царьов, полягає у відсутності добре розробленої концепції багатоцільової оптимізації в області планування на промислових підприємствах, що характеризуються дискретним характером виробництва [4,с.171]. Особливі труднощі, на думку автора, пов'язані з вибором методу вирішення багатокритерійної планової задачі. Причому ці труднощі є складнішою проблемою, ніж розробка багатоцільових ЕММ [4,с.159].

Інша причина, на наш погляд, пов'язана з недостатнім опрацюванням прикладних аспектів використання на промислових підприємствах як методів оптимального планування в цілому, так і методів багатоцільової оптимізації виробничої програми зокрема.

Найбільш розповсюджений аргумент на користь використання одноцільового підходу до оптимізації виробничої програми підприємства заснований на розвитку відомого принципу наукового управління – виділення головної ланки. Відповідно до вказаного принципу для кожного планового періоду (як поточного, так і перспективного) на підприємстві завжди можна виділити одну найважливішу мету, підпорядкувавши її досягненню всі приватні цілі і задачі. Причому ця цільова установка не завжди може співпадати з глобальною суб'єктивною метою діяльності підприємства – збільшенням прибутку і, в першу чергу, прибутку від реалізації продукції.

Сказане вище дозволяє нам зробити висновки про доцільність поєднання методів одноцільової і багатоцільової оптимізації плану виробництва, оскільки кожний з них має свою сферу практичного застосування.

Одноцільовий підхід, на наш погляд, може бути виправданий тільки у тому випадку, коли можна виділити на той або інший плановий період абсолютно домінуючу мету діяльності підприємства, «ціна» досягнення якої до уваги не приймається. Наприклад, будь-яким шляхом зайняти домінуюче положення на цільовому ринку (таку мету неодноразово ставила і досягала фірма «Кока-кола») або забезпечити максимальну величину прибутку від операційної діяльності.

В тих же випадках, коли підприємство готове ціною деякого відступу від екстремального значення головного критерійного показника спробувати врахувати вимоги інших критеріїв, слід застосовувати методи багатоцільової оптимізації.

В роботі В.Царева [4] представлені принципи вибору показників, що включаються в багатоцільові моделі як критерії оптимальності: формалізованість, незалежність, повнота, впорядкованість, ненадмірність і узгодженість [4,с.182-183]. У вказаних принципах відображені основні вимоги, що пред'являються до критерійних показників. На їх основі слід формувати систему критеріїв оптимальності

багатоцільових ЕММ задачі оптимізації виробничої програми.

При використанні багатоцільового підходу до складу критеріїв оптимальності, які задовольняють всі розглянуті вище вимоги, традиційно включаються такі цільові установки, як максимізація реалізованої продукції, максимізація валового прибутку (або, як запропоновано у даній статті, маржинального прибутку), максимізація завантаження устаткування, мінімізація собівартості продукції. С.Іщук пропонує оптимальні об'єми виробництва визначати на основі максимізації чистого прибутку від реалізації продукції [7,с.124]. Розвиток ринкових відносин зумовив необхідність розширення цільових установок при формуванні оптимального плану виробництва. Зокрема, за рахунок включення таких критеріїв, як максимізація частки освоєного цільового ринку, максимізація ринкової вартості підприємства та ін.

Сучасні умови господарювання підприємств зумовили значні зміни у складі системи обмежень ЕММ оптимальної виробничої програми. А саме – розширення складу зовнішніх обмежень при скороченні внутрішніх. Це пояснюється посиленням ролі чинників зовнішнього середовища і ринкової орієнтації виробничої діяльності підприємств. В зв'язку з цим спостерігається повна єдність думок щодо доцільності обліку ринкового попиту як верхнього обмеження виробництва окремих видів продукції в оптимізаційних розрахунках виробничої програми підприємства [1,с.422; 2,с.39;8,с.33 і др.].

Що ж до внутрішніх обмежень, то тут слід зазначити наявність найрізноманітніших точок зору по їх складу. Так, одні автори указують на необхідність обліку всіх виробничих і фінансових ресурсів підприємства [8,с.33-35]. Інші пропонують обмежитися тільки обліком виробничих потужностей і матеріальних ресурсів [1,с.422]. Треті вважають, що в умовах ринкової економіки вводити які-небудь обмеження по ресурсах недоцільно [2,с.39]. Правда, незрозуміло, які ресурси має на увазі автор. Справедливість даної точки зору, на наш погляд, можна розділити тільки по відношенню до матеріальних ресурсів. І то, з деякою обмовкою, оскільки у ряді випадків обсяги отримання високоякісної сировини і комплектуючих виробів можуть носити обмежений характер. Що ж до обмежень щодо наявних трудових ресурсів, то тут все йде набагато складніше (навіть в умовах ринку праці, що склався). Дане обмеження неодмінно слід враховувати при оптимізації поточних виробничих планів.

При цьому всі економісти, включаючи і автора даної статті, як основне внутрішнє обмеження виділяють наявні виробничі потужності підприємства. Слід зазначити, що конкретна форма задання даного обмеження має свою специфіку для окремих видів тактичного плану підприємства. Так, при розробці оптимальної виробничої програми на поточний період (рік, квартал) у якості обмеження по потужності повинні прийматися середньорічні обсяги наявних ресурсів всіх підрозділів основного виробництва (верстато-години роботи окремих груп устаткування, м²-години складального цеху ділянки і т.п.). В перспективних же планах слід враховувати тільки обмеження по потужності провідної виробничої одиниці (цеху, ділянки, групи устаткування, технологічної лінії).

Що стосується побудови ЕММ на останній ітерації, здійснюваній на завершальній стадії формування виробничої програми, то в дану модель, на наш погляд, слід включити обмеження, що реалізує вимогу забезпечення мінімально допустимого рівня надійності операційної діяльності підприємства.

Необхідно звернути увагу на те, що одні і ті ж умови (вимоги), як відзначає В.Царьов, можуть бути формалізовані як у вигляді обмежень, так і у якості критеріїв оптимальності [4,с.179]. Тому при побудові ЕММ оптимальної виробничої програми

важливо визначити вид формалізації вимог і цілей, тобто, що задавати у вигляді обмежень, а що у вигляді критеріїв.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Економіко-математичне моделювання є найважливішим інструментом маркетингового і ресурсного обґрунтування виробничої програми промислового підприємства. Проведені дослідження дозволили сформулювати сучасні вимоги до математичного моделювання оптимальної виробничої програми і виробити рекомендації щодо підвищення дієвості даного інструменту у формуванні виробничих планів.

Сучасні умови господарювання диктують необхідність застосування ітеративного підходу до оптимізації плану виробництва і реалізації продукції. Економіко-математичні моделі, що використовуються на різних ітераціях, повинні відрізнятися як складом обмежень, так і видом критерійних показників. При цьому, окремі ітерації слід здійснювати на різних етапах формування виробничої програми.

На сьогоднішній день необхідно поєднувати одноцільовий і багатоцільовий підходи до оптимізації виробничого плану, чітко розділивши сфери їх практичного застосування.

Реалізація пропозицій по вибору критерійних показників і складу обмежень для окремих ітерацій істотно підвищить оперативність оптимізаційних розрахунків при формуванні виробничої програми підприємства і забезпечить значне скорочення витрат на аналіз ринкового попиту.

Подальші дослідження в даному напрямі пов'язані з проблемою математичної формалізації низки цільових установок і обмежень, а також обґрунтуванням вибору конкретних методів багатоцільової оптимізації.

Література

1. Шепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие. – М.: ИКЦ «Март», Ростов-на-Дону: Издательский центр «Март», 2004. - 608 с.
2. Орлов О.О. Планування діяльності промислового підприємства. Підручник. – К.: Скарби, 2002. – 336 с.
3. Відоменко І.О. Організаційно-економічний механізм реалізації стратегії конкуренції підприємствами борошномольної промисловості: Автореф. дис. канд. екон. наук / Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАНУ. – Одеса, 2005.-21с.
4. Царев В.В. Внутрифирменное планирование. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
5. Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций, 6-е издание: Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
6. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики: Учеб. пособие для экон. вузов и фак. - М.: Экономика, 1978. -351 с.
7. Іщук С.О. Методи визначення оптимальних виробничих програм за фінансовими критеріями розвитку підприємства // Економіка і прогнозування. – 2006. - №4. – с.123-132.
8. Морозов Ю.П., Боровков Е.В. и др. Планирование на предприятии: Учебное пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 256с.