

Егупов Ю.А.

к.э.н., доцент,

Одесский национальный экономический университет, г. Одесса

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Переход к рыночным условиям хозяйствования обуславливает необходимость радикальных изменений методологических и организационных основ формирования производственной программы промышленного предприятия. В современных условиях существенно изменились место и роль данного раздела в системе планов предприятия. В соответствии с новой парадигмой тактического планирования формирование производственного плана является стержневым процессом, интегрирующим всю совокупность расчетов, осуществляемых в контексте текущего и перспективного планирования на предприятии.

К важнейшему инструменту маркетингового и ресурсного обоснования производственной программы относятся оптимизационные расчеты, осуществляемые на основе экономико-математических методов. Оптимизация плана производства в настоящее время относится к наиболее важным направлениям мобилизации внутренних резервов предприятия. С развитием рыночных отношений, как отмечает целый ряд зарубежных и украинских ученых, интерес к выбору оптимального ассортимента у отечественных предприятий будет значительно возрастать.

Оптимизация производственной программы предприятия относится к задачам принятия решений. Фундаментальные основы данной теории заложенные в работах таких известных отечественных и зарубежных ученых, как А.Г. Гранберг, Дж. Данциг, Л.В. Канторович, Т.И. Кумпанс, В.В. Новожилов и др. Особый вклад в развитие методов многоцелевой оптимизации внесли украинские ученые Г.П. Донец, Н.К. Максишко, В.С. Михалевич, В.О. Перепелица, И.В. Сергиенко и Ю.Ю. Червак. Теоретические основы построения интерактивных процедур решения оптимизационных задач представлены в работах известных российских ученых О.И. Ларичева, А.В.

Лотова, В.В. Подиновского, В.В. Царева и др.

Вместе с тем, широкому использованию оптимизационных расчетов в процессе формирования производственной программы в настоящее время препятствует наличие целого ряда методологических и методических проблем, а также недостаточная проработка прикладных аспектов применения методов оптимального планирования на промышленных предприятиях.

Так, на сегодняшний день нет четкости в определении места оптимизационных расчетов в процессе формирования текущих и перспективных производственных планов. Не определена сфера применения методов одноцелевой и многоцелевой оптимизации производственной программы. Отсутствуют строгая систематизация различных способов реализации многоцелевого подхода (МЦП) к оптимизации производственной программы промышленного предприятия и теоретически обоснованные рекомендации по их практическому применению. Требуют дальнейшего развития подходы к выбору критериев оптимальности и построению системы ограничений для различных итераций и этапов осуществления оптимизационных расчетов в процессе формирования производственного плана.

В настоящей работе исследованы современные требования к экономико-математическому моделированию оптимизационных задач и обоснованы рекомендации, направленные на повышение действенности данного инструмента в формировании оптимальной производственной программы (ОПП) промышленного предприятия.

Исследования работ известных отечественных и зарубежных ученых-специалистов в области оптимального планирования позволили нам сформулировать современные требования к построению экономико-математических моделей (ЭММ) ОПП и осуществлению комплекса расчетов по ее формированию, к основным из которых следует отнести:

- выполнение оптимизационных расчетов в контексте разработки как текущих, так и перспективных производственных планов;

- использование итеративного подхода к формированию ОПП;
- осуществление оптимизационных расчетов на различных этапах формирования производственной программы;
- использование сугубо интерактивных процедур оптимизации производственного плана;
- значительное расширение целевых установок при формировании оптимального плана производства и использование многоцелевого подхода к решению данной задачи.

Первое требование, на наш взгляд, логически вытекает из принципа непрерывности планирования производственной деятельности предприятия. При этом разработка ОПП на текущий, среднесрочный и долгосрочный периоды должна базироваться на различных условиях производства (технологии, организации производства, требований к качеству продукции и т.п.) [1,с.423]. Указанные различия должны находить свое отражение в системе основных ограничений ЭММ ОПП предприятия.

Итеративный подход к формированию оптимального плана производства, по мнению О.А. Орлова, позволяет осуществлять оптимизационные расчеты на основе нескольких экономико-математических моделей, имеющих различные ограничения. Такой подход, как отмечает автор, позволяет перевести расчеты ОПП их некоторых умозаключительных построений в реальную плоскость практических потребностей предприятия [2,с.40].

Справедливость данной точки зрения не вызывает сомнений. Однако следует обратить внимание, что итеративный подход автор необоснованно сводит к простой совокупности последовательных расчетов оптимального плана на основе различных экономико-математических моделей. Действенность же оптимизационных расчетов, по нашему убеждению, во многом определяется возможностью осуществления отдельных итераций на различных этапах формирования производственной программы предприятия.

Таким образом, эффективное использование итеративного подхода к проведению оптимизационных расчетов обуславливает необходимость

обоснования места каждой итерации в процессе формирования производственной программы предприятия. Остановимся подробно на авторском видении решения данной задачи.

Традиционно оптимизационные расчеты принято осуществлять на конечных этапах формирования производственной программы – когда известна величина рыночного спроса и разработаны плановые калькуляции полной себестоимости отдельных видов продукции. Это объясняется тем, что, во-первых, в систему ограничений, помимо предельно допустимого расхода ресурсов, необходимо включать и ограничения по выпуску отдельных видов продукции (обусловленные величиной рыночного спроса). Во-вторых, в качестве коэффициентов в целевой функции, как правило, используется удельная прибыль, рассчитанная исходя из полной себестоимости единицы продукции.

Правомерность учета величины рыночного спроса в системе ограничений экономико-математической модели ОПП не вызывает сомнений. По мнению целого ряда экономистов, в контексте формирования производственной программы предприятия спрос выступает основным фактором внешней среды (основным внешним ограничением) и его обязательно следует учитывать в расчетах оптимального плана производства.

Что же касается коэффициентов целевой функции, то использование в качестве последних величины удельной прибыли на единицу продукции существенно искажает результаты оптимизационных расчетов. Это обусловлено двумя основными причинами:

- высоким субъективизмом в расчетах удельной прибыли из-за отсутствия корректных методов распределения косвенных затрат;
- использованием в ЭММ ОПП упрощенной линейной функции к отражению более сложного (нелинейного) в реальной практике характера взаимосвязи общей величины прибыли с объемами продукции.

Для устранения указанных недостатков О.А. Орлов предлагает в расчетах общей суммы прибыли использовать показатель удельной маржинальной

прибыли на единицу продукции [2,с.39]. В этом случае целевая функция принимает следующий вид:

$$f(x) = \sum_{j=1}^m MP_j \times X_j - ЗП \rightarrow \max , \quad (1)$$

где X_j – количество j -ой продукции; MP_j – величина маржинальной прибыли на единицу j -ой продукции; $ЗП$ – величина постоянных затрат предприятия в расчетном периоде.

Как было отмечено выше, эффективность оптимизационных расчетов во многом определяется возможностью их осуществления на нескольких этапах формирования производственной программы предприятия. Остановимся кратко на их содержании.

Первый этап оптимизационных расчетов, на наш взгляд, следует выполнять на начальной стадии формирования производственной программы с целью составления базового номенклатурного плана. Основным требованием к построению ЭММ на данном этапе является минимизация информационной базы. При этом можно использовать как одноцелевые, так и многоцелевые математические модели, включающие различные критерии с учетом стоящих перед предприятием задач. Как известно, глобальной субъективной целью деятельности любого предприятия является получение прибыли. Поэтому финансовый результат должен непременно находить свое отражение в целевой функции на всех этапах осуществления оптимизационных расчетов.

Однако использование целевой функции (1) требует наличия информации об общей сумме постоянных затрат предприятия, что не позволяет осуществлять оптимизационные расчеты на начальных этапах формирования производственной программы. В этой связи на данных этапах в качестве критериального показателя, на наш взгляд, следует использовать общую величину не валовой, а маржинальной прибыли. В этом случае целевая функция (1) примет следующий вид:

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

На первом этапе оптимизационных расчетов целесообразно включать ограничения только по наличным производственным ресурсам. Глубокие исследования рыночного спроса на отдельные виды продукции следует проводить только после формирования исходного оптимального номенклатурного плана, т.е. по результатам первого этапа оптимизационных расчетов. Это обеспечит значительное сокращение расходов на маркетинг.

На *втором этапе* в ЭММ добавляются ограничения по выпуску отдельных видов продукции, сформированные по результатам исследования рыночного спроса. *Последующие этапы* будут отличаться составом ограничений в ЭММ оптимизационной задачи.

Заключительный этап оптимизационных расчетов осуществляется на конечных стадиях формирования производственной программы. В многоцелевую ЭММ на данном этапе следует включать целевую функцию (1), поскольку максимальное значение целевой функции (2) не гарантирует покрытие общей величины переменных и постоянных расходов предприятия.

Процесс формирования производственного плана в современных условиях отличается широким составом участников и сложным характером их взаимодействия. Отсюда, по нашему мнению, вытекает целесообразность и необходимость применения интерактивного подхода к формированию ОПП промышленного предприятия. Причем, как в контексте одноцелевой, так и в контексте многоцелевой оптимизации производственного плана. В основе указанного подхода лежит использование интерактивной оптимизационной процедуры.

Основные детерминанты и состав участников интерактивной процедуры оптимизации производственной программы предприятия нами определены в работе [3, с.65-70]. Полный состав участников процесса формирования ОПП, по нашему мнению, должен быть представлен шестью субъектами, включая: владельца проблемы (ВП), лицо, принимающее решение (ЛПР), лицо, осуществляющее оптимизационные расчеты (ЛООР), лицо, формирующее информационное поле (ЛФИП), экспертов и консультантов. При этом, первые

три субъекта представляют собой три вертикальных уровня компетенций процесса формирования ОПП предприятия. На первом – высшем уровне компетенций – находится ВП, на втором – ЛПР и на третьем – ЛООР.

Интерактивная процедура оптимизации производственной программы промышленного предприятия представляет собой четко структурированную процедуру, построенную на активном взаимодействии ее трех основных субъектов, находящихся на трех вертикальных уровнях компетенций процесса принятия решений (ВП, ЛПР и ЛООР). Она носит итеративный характер и предусматривает при переходе к каждой новой итерации изменение исходных данных вследствие информационного взаимодействия между ЛПР и ЛООР. Взаимодействие субъектов является важнейшей детерминантой интерактивной оптимизационной процедуры, поскольку, по мнению Р.Л. Акоффа, взаимодействие является синонимом самого понятия «интерактивизм» [4, с. 64].

На сегодняшний день одно из центральных мест в методологии оптимизации производственной программы занимает проблема обоснования целесообразности и возможности применения многоцелевого (многокритериального) подхода к решению данной задачи. Основное его отличие от одноцелевого подхода заключается в наличии в ЭММ нескольких критериев (вектора критериев) оптимальности. Отсюда методы, используемые в контексте реализации данного подхода, принято также называть методами векторной оптимизации.

На необходимость применения методов многокритериальной оптимизации (МКО) при формировании производственной программы, вытекающей из требований системного подхода к управлению предприятием, указывают многие современные ученые-экономисты [5;6 и др.]. Так, В.В. Царев отмечает, что предпочтение следует отдавать плановым решениям, обеспечивающим достижение не одной, а некоторой совокупности наиболее важных для предприятия целей [5,с.170]. Результаты, получаемые при переходе от одноцелевой к многоцелевой оптимизации, являются «экономически более

предпочтительными» [5,с.156].

Действительно, для обеспечения устойчивых рыночных позиций современное предприятие на каждом этапе своего развития должно реализовывать не одну, а множество различных по своей природе целей. Отсюда многоцелевая экономическая постановка и адекватная ей математическая формализация более полно соответствует сущности оптимизационных задач, решаемых в современных системах планирования [5,с.155].

Несмотря на отмеченные выше преимущества многоцелевой оптимизации, следует констатировать, что на сегодняшний день наибольшее распространение на практике получил одноцелевой подход к оптимизации производственной программы предприятия. Наиболее распространенный аргумент в пользу использования одноцелевого подхода к решению данной задачи основан на развитии известного принципа научного управления – выделения главного звена. В соответствии с указанным принципом для каждого планового периода (как текущего, так и перспективного) на предприятии всегда можно выделить одну наиболее важную цель, подчинив ее достижению все остальные частные цели и задачи.

Отсюда одноцелевой подход, на наш взгляд, может быть оправдан лишь только в том случае, когда можно выделить на тот или иной плановый период абсолютно доминирующую цель деятельности предприятия, «цена» достижения которой во внимание не принимается. Например, любым путем занять доминирующее положение на целевом рынке (такую цель неоднократно ставила и достигала фирма «Кока-кола») или обеспечить максимальную величину прибыли от операционной деятельности.

В тех же случаях, когда предприятие готово ценою некоторого отступления от экстремального значения главного критериального показателя попытаться учесть требования других критериев, следует применять методы многокритериальной (векторной) оптимизации.

Однако широкому применению методов векторной оптимизации в

решении экономических задач в настоящее время препятствует наличие целого ряда проблем методологического и методического характера, среди которых особое место занимает проблема, связанная с отсутствием строгой научной систематизации способов реализации многоцелевого подхода к решению оптимизационных задач.

На сегодняшний день в экономической литературе встречается множество методов решения оптимизационных задач в многоцелевой постановке. Их систематизация позволила известному российскому ученому В.В. Цареву выделить три принципиально различных способа реализации МЦП к получению оптимальных решений плановых задач, которые автор рассматривает в качестве основных форм «проявления многоцелевого подхода к решению оптимизационных экономических, финансовых, плановых, управленческих и инвестиционных задач» [5, с. 158], включая:

1. выбор наилучшего плана из решений, полученных на основе одноцелевых экономико-математических моделей с различными критериями;
2. осуществление оптимизационных расчетов на основе одноцелевой ЭММ, построенной по доминирующему (основному) критерию;
3. поиск наилучшего решения на основе методов векторной оптимизации.

Первый способ, по нашему мнению, находится на стыке одно- и многоцелевого подходов к решению оптимизационных задач. Его привлекательность заключается в том, что, во-первых, он обеспечивает получение оптимального решения как минимум по одному из включенных в систему ЭММ критериев. А во-вторых, его применение позволяет избежать проблем, возникающих при использовании методов векторной оптимизации. Однако традиционные методы анализа результатов одноцелевой оптимизации производственной программы предприятия, представленные в экономической литературе, имеют целый ряд недостатков, наличие которых существенно снижает корректность получаемых на их основе оценок.

В работе [7] нами обоснована целесообразность использования для

решения данной задачи многомерных статистических методов. В частности, высокую корректность выбора наилучшего плана из решений, полученных на основе одноцелевых экономико-математических моделей с различными критериями, обеспечивает применение таксономического метода [7, с. 132-134]. Рассмотренный выше способ вполне аргументированно *можно отнести к одному из способов реализации МЦП* к решению оптимизационных задач.

Оптимизация на основе одноцелевой ЭММ, построенной по доминирующему критерию, на наш взгляд, *не может рассматриваться в качестве отдельного способа реализации МЦП*. Данный способ практически сводится к методу *ведущего критерия*, сущность которого заключается в выборе основного (ведущего) критерия и переводе всех целевых функций (кроме главной) в разряд ограничений. Указанный метод, как известно, относится к методам векторной оптимизации [8, с.11].

Только *третий способ* в полной мере реализует все принципы многокритериальной оптимизации. Он основан на использовании большого количества различных по своей природе методов векторной оптимизации. Однако столь неоднородная совокупность, которую представляет собой данная группа методов, по нашему мнению, не может быть использована в рамках одного способа реализации МЦП решения оптимизационных задач. На базе методов векторной оптимизации должны быть разработаны принципиально различные способы реализации указанного выше подхода. С этой целью исследуем действующие классификации методов векторной оптимизации.

В разработанную В.В. Царевым классификацию включено более двадцати методов МКО, сгруппированных (рис. 1) по четырем классам [5, с.184-185]. В состав методов *первого класса* входят методы, не предусматривающие использование дополнительной информации («правило северо-западного угла»; метод В.В. Подиновского; метод попарного сравнения векторных оценок). К методам *второго класса* относятся методы, предусматривающие использование дополнительной информации (метод цепочек; метод опорных множеств; метод порядковых коэффициентов важности).

В состав методов *третьего класса* входят эвристические методы. К данному классу В.В. Царевым отнесено двенадцать методов, включая метод главного критерия, симметрически-лексикографический, скаляризации критериев, последовательной уступки, решающих матриц и др.

Что касается методов *четвертого класса* – аксиоматических методов, то в рассматриваемой работе В.В. Царев ограничился только их общей характеристикой. В частности, автор отмечает, что эти методы основываются на некоторой системе аксиом и достаточно строго выводятся на основе принятия гипотезы о выполнении (учете) этих аксиом [5, с.185].

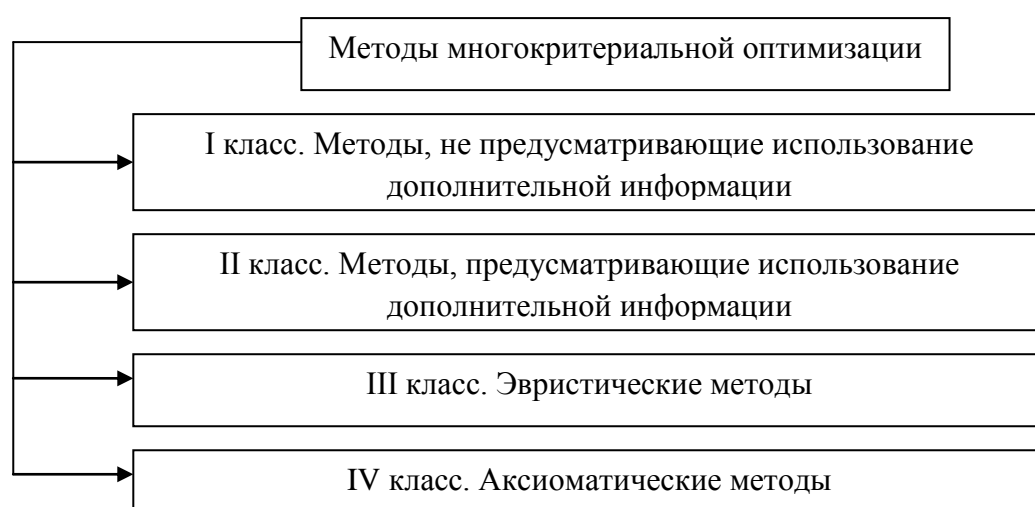


Рис. 1. Классификация методов многокритериальной оптимизации В.В. Царева

Данная классификация, по нашему убеждению, имеет существенные недостатки, поскольку в ней использованы различные группировочные признаки. Так, в основе отнесения методов к одному из первых двух классов лежит признак, формулируемый следующим образом: «Предусматривает ли данный метод использование дополнительной информации?». Поскольку на данный вопрос существуют только два возможных ответа – «нет» или «да», то и всю совокупность методов многокритериальной оптимизации по данному признаку можно разделить только на две группы (два класса) методов – не предусматривающих и предусматривающих использование дополнительной информации. Любой из методов, относящихся к третьему и четвертому

классам, по указанному выше признаку может быть вполне однозначно отнесен либо к первому, либо ко второму классу.

Здесь естественным образом возникает вопрос относительно признака, лежащего в основе выделения методов третьего и четвертого классов. Из всех известных характеристик природы *эвристических* методов наиболее существенной, на наш взгляд, является то, что это способы нахождения и реализации решений путем общения и переговоров. К *аксиоматическим* относятся те методы принятия многокритериальных решений, в которых осуществляется попытка преодолеть природную и модельную неопределенность за счет введения некоторой аксиомы, выражающей знание проектировщика о поиске оптимального решения в определенной форме.

Из приведенных выше определений следует, что основные различия эвристических и аксиоматических методов заключаются в способе выражения и учета предпочтений ЛПР. В эвристических методах последние учитываются в процессе поиска наиболее предпочтительного решения, а аксиоматических – до или после получения решений.

В теории МКО в качестве решения принято рассматривать множество недоминируемых решений в пространстве критериев или Парето-оптимальное множество в пространстве решений. Поскольку все точки данного множества в соответствии с теорией векторной оптимизации равноценны, то главную роль в определении наиболее предпочтительного решения играет ЛПР; «именно на основе учета предпочтений ЛПР находится то единственное Парето-оптимальное решение, которое считается результатом процесса выбора» [9, с.78].

Отсюда в основу выделения способов реализации МЦП к решению оптимизационных задач на базе методов векторной оптимизации, по нашему мнению, должна быть положена классификация последних в зависимости от роли ЛПР в процессе принятия решений. Следует подчеркнуть, что только в этом случае способы МЦП могут рассматриваться в качестве действенного инструмента интерактивной оптимизационной процедуры.

Следует отметить, что в рассмотренных выше классификациях методов МКО в качестве группировочного признака роль ЛПР в процессе принятия решений не используется. Отсюда данные классификации не могут служить основой для выделения способов реализации МЦП к решению оптимизационных задач.

Наиболее полные группировки методов МКО в зависимости от роли ЛПР в процессе принятия решений представлены в работах А.В. Лотова [9] и С.Л. Хванга (Hwang S.L.) [10] (табл. 1).

Таблица 1

Классификация методов многокритериальной оптимизации в зависимости от характера участия ЛПР в процессе принятия решений

Классификация А.В. Лотова [9]	Классификация С.Л. Хванга [10]
1. Методы МКО без участия ЛПР	1. Методы, не использующие информацию о предпочтениях ЛПР
2. Методы, использующие предпочтения ЛПР при построении правила выбора единственного или небольшого числа Парето-оптимальных решений	2. Методы, использующие информацию о предпочтениях ЛПР после получения решений, т.е. апостериори (методы a posteriori)
3. Интерактивные (итеративные) процедуры решения задачи с участием ЛПР	3. Методы, использующие информацию о предпочтениях ЛПР до получения решений, т.е. априори (методы a priori)
4. Методы, основанные на информировании ЛПР о паретовой границе с последующим указанием ЛПР той критериальной точки, по которой находят наиболее предпочтительное решение	4. Методы, учитывающие предпочтения ЛПР в процессе поиска нужного решения (интерактивные методы)

Ни одна из приведенных в таблице классификаций не является строгой в научном понимании. Так, некоторые методы могут быть отнесены к

нескольким классам [11, с.64]. Поэтому в целях выделения способов реализации МЦП к решению оптимизационных задач в рамках интерактивной процедуры мы предлагаем использовать комбинацию классификаций С.Л. Хванга и А.В. Лотова.

Методы 1-й группы указанных классификаций совпадают буквально. Также как и совпадают группы интерактивных методов, относимые в рассматриваемых классификациях соответственно к методам 3-й и 4-й группы. Методы апостериори и априори (2 и 3-й группы классификации С.Л. Хванга), по сути, конкретизируют роль ЛПР при построении правила выбора наиболее предпочтительного решения. Отсюда их можно рассматривать как вариации методов 2-й группы классификации А.В. Лотова.

Второй способ реализации МЦП (в разработанной нами систематизации) будет объединять методы 1-й и 2-й группы классификации А.В. Лотова и методы 1-3-й групп классификации С.Л. Хванга. Указанный способ основывается на утверждении об отсутствии априори лучшего метода МКО, поскольку данные методы различны по своей природе и в общем случае дают эффективные (Парето-оптимальные) решения, не совпадающие между собой. Он заключается в использовании совокупности методов векторной оптимизации с последующим выбором наиболее предпочтительного решения на основе принятого ЛПР принципа и включает ряд последовательных этапов:

1. формирование ЛПР совокупности методов для осуществления оптимизационных расчетов с использованием нескольких критериев;
2. получение совокупности эффективных решений на основе отобранных ЛПР методов;
3. обоснование правила выбора наиболее предпочтительного решения;
4. выбор наилучшего решения.

В совокупность методов осуществления оптимизационных расчетов, формируемую ЛПР на первом этапе, следует включить методы одноцелевой оптимизации для получения оптимальных решений по каждому из критериев оптимальности, а также методы 1-й и 2-й группы классификации А.В. Лотова и

методы 1-3-й групп классификации С.Л. Хванга, а именно методы: свертки критериев (как с одинаковыми, так и с различными весовыми коэффициентами); главного (ведущего) критерия; глобального критерия; «идеальной» точки и др.

Выбор наиболее предпочтительного из полученной совокупности решения является наиболее сложной задачей, решаемой в контексте второго способа реализации МЦП, а обоснование принципа осуществления указанного выбора относится к одной из центральных проблем теории многоцелевой оптимизации. Наличие последней существенно сдерживает практическое использование многоцелевого подхода при формировании оптимальной производственной программы предприятия.

Авторское решение указанной проблемы представлено в работе [12]. Так, в качестве принципа выбора наиболее предпочтительного решения нами предлагается использовать широко применяемый в теории многомерного статистического анализа принцип максимальной близости к идеальному объекту. В нашем случае – *максимального приближения полученных решений к искусственно сформированному оптимальному плану*, которому соответствуют максимальные значения всех включенных в ЭММ целевых функций. В этом случае проблема выбора наилучшего решения сводится к задаче упорядочения векторных оценок, для решения которой необходимо использовать многомерные статистические методы [12, с. 78].

В настоящее время аппарат многомерного анализа располагает большим арсеналом современных методов, позволяющих проводить корректное сравнение многомерных объектов, включая методы кластерного, дискриминантного, факторного и таксономического анализа. Среди указанных методов в контексте решения рассматриваемой проблемы, по нашему мнению, следует особо выделить метод таксономического анализа, который отличает простота математического аппарата, отсутствие каких-либо требований к совокупности исследуемых объектов, более удобный масштаб получаемых оценок, облегчающий анализ и ранжирование объектов. Рассчитываемый на

основе данного метода таксономический показатель (μ_i) будет характеризовать степень приближения каждого варианта эффективного (Парето-оптимального) решения к эталонному (идеальному) варианту, имеющему максимальные значения целевых функций, рассчитанных на основе одноцелевых моделей.

Предлагаемый нами алгоритм выбора наилучшего из всех полученных эффективных решений включает ряд последовательных этапов. На *первом* этапе по результатам оптимизационных расчетов, проведенных на основе сформированной ЛПР совокупности методов (включая методы одноцелевой оптимизации по каждому отдельному критерию), строится матрица числовых значений целевых функций. На *втором* этапе осуществляется их *стандартизация*. Для этого используется формула:

$$Z_{ij} = (F_{ij} - \bar{F}_j) / \sigma_j, \quad (3)$$

где Z_{ij} и F_{ij} соответственно стандартизированное и фактическое числовое значение j -ой целевой функции по i -му варианту эффективного решения; \bar{F}_j - среднее арифметическое числовых значений j -ой целевой функции; σ_j - среднеквадратическое отклонение числовых значений j -ой целевой функции. На *третьем* этапе рассчитываются расстояния от каждого варианта эффективного решения до эталонного (C_{i0}) по формуле:

$$C_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - Z_{0j})^2 \cdot \alpha_j}, \quad (4)$$

где Z_{0j} - максимальное стандартизированное значение j -ой целевой функции; α_j - весовой коэффициент j -го критерия.

На *четвертом* этапе определяются среднее арифметическое расстояние от эталонного объекта (\bar{C}_0), среднеквадратическое отклонение этих расстояний (S) и на их основе таксономический показатель (μ_i) для каждого варианта эффективного решения:

$$\mu_i = 1 - \frac{C_{i0}}{\bar{C}_0 + 2S} \quad (5)$$

Поскольку значения данного показателя должны находиться в интервале от 0 до 1, то при большом разбросе стандартизированных числовых значений целевых функций знаменатель формулы (5) следует увеличить на одно среднеквадратическое отклонение, т.е. использовать выражение $\bar{C}_0 + 3S$.

На заключительном *пятом* этапе на основе полученных результатов осуществляется сравнительный анализ и ранжирование вариантов в порядке убывания таксономического показателя. При этом, чем выше значение μ_i , тем соответствующее *i*-е решение ближе к идеальному. Наибольшую ценность при сравнительном анализе решений, полученных на основе сформированной ЛПР совокупности методов, на наш взгляд, представляют не сами ранги решений, а числовые значения таксономического показателя (μ_i), изменяющегося в интервале от 0 до 1 и характеризующего степень приближения соответствующего решения к идеальному. Так, как показали проведенные нами многочисленные расчеты, приемлемым для практической реализации ЛПР может быть признано не одно единственное решение, имеющее наивысший (1-й) ранг, а несколько решений, имеющих 2-й или 3-й ранги, однако незначительно уступающие наилучшему по уровню таксономического показателя.

Третий способ реализации МЦП базируется сугубо на использовании интерактивных методов (методов 3-й и 4-й групп классификаций А.В. Лотова и С.Л. Хванга соответственно). Их применение в наибольшей степени позволяет реализовать возможности интерактивного подхода к решению многокритериальных оптимизационных задач. Интерактивные методы представляют собой наиболее многочисленную группу методов МКО. К основным из них А.В. Лотов относит: лексикографический метод; метод уступок; метод Джоффриона-Дайера-Файнберга; метод Штойера; метод STEM и его модификацию; метод Корхонена-Лаакса; метод «Бег по множеству Парето»; метод «Шаг по паретовой границе»[9, с.96-121].

Наиболее полный перечень интерактивных методов МКО, на наш взгляд, представлен в работе К.М. Миттенен [11], в которой автором рассмотрено

более полутора десятков методов, включая метод Джоффриона-Дайера-Файнберга; методы ISWT, SPOT, метод «утопической» точки Чебышева; метод STEM; метод желаемой точки; метод удовлетворяющих уступок STOM; GUESS-метод; метод поиска световым лучом LBS; метод приближения в желаемом направлении RDA; метод NIMBUS [11, с.136-206].

Каждый из указанных выше методов имеет свои алгоритмические особенности. Однако, несмотря на это, все они основаны на единой процедуре решения многокритериальной оптимизационной задачи, заключающейся в последовательном, пошаговом приближении к наилучшему решению. При этом заключение о целесообразности перехода к последующему шагу делает ЛПР, оно же передает ЛООР информацию о необходимых изменениях в ЭММ. Данная процедура и определяет сущность третьего способа реализации МЦП к решению оптимизационных задач. А все многообразие интерактивных методов представляет собой различные вариации указанного способа.

Разработанная нами систематизация способов реализации МЦП к решению оптимизационных задач представлена на рис. 2.

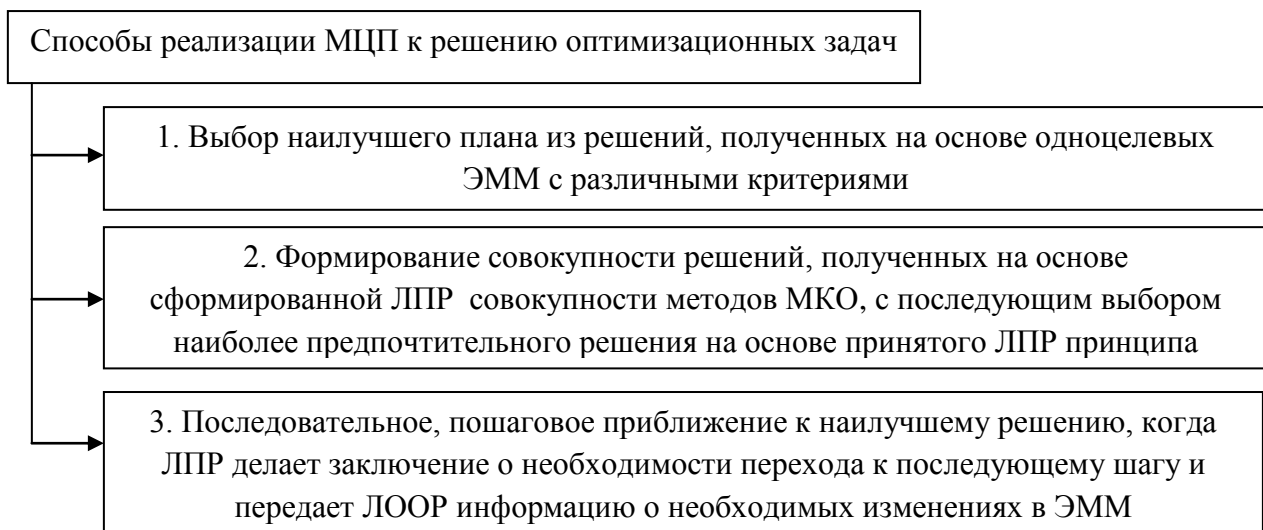


Рис. 2. Способы реализации МЦП к решению оптимизационных задач

Ни один из способов реализации МЦП не предусматривает наличие у ЛПР специальной математической подготовки. В контексте применения первого и второго способов от него только требуется установить приоритеты

каждого из критериев оптимальности и назначить соответствующие весовые коэффициенты. Большая часть методов пошагового приближения к наилучшему решению (третий способ реализации МЦП) основана на использовании информации о величине возможных уступок по каждому критерию, определение которой является прерогативой ЛПР. Знание алгоритмических особенностей методов МКО требуется только от ЛООР, причем сугубо при использовании второго и третьего подходов.

Таким образом, возможности применения каждого конкретного способа реализации МЦП определяются наличием определенных условий (см. табл. 2).

Таблица 2

Условия применения отдельных способов реализации МЦП

Необходимые условия	Наличие необходимого условия применения способа реализации МЦП (+;-)		
	I	II	III
1. Уровень математической подготовки ЛООР, обеспечивающий возможность использования методов МКО	-	+	+
2. Способность ЛПР установить приоритеты целевых установок, и соответствующих им критериев оптимальности и обосновать их весовые коэффициенты	+	+	-
3. Обоснование правила выбора ЛПР наиболее предпочтительного решения	-	+	-
4. Возможность назначения ЛПР величины уступки по каждому критерию оптимальности	-	-	+
5. Возможность осуществления активного диалога между ЛПР и ЛООР в процессе выполнения оптимизационных расчетов	-	-	+

Как мы видим (табл. 2), для применения первого способа достаточно выполнения только одного – 2-го условия; использование второго способа

определяется наличием 1-го, 2-го и 3-го условий; для применения третьего способа обязательным является выполнение условий 1,4 и 5.

Выводы.

1. Экономико-математическое моделирование в современных условиях является действенным инструментом формирования всесторонне обоснованной производственной программы предприятия.

2. Построение ЭММ ОПП и выполнение оптимизационных расчетов должно осуществляться с учетом ряда важнейших требований, к основным из которых следует отнести: а) выполнение оптимизационных расчетов на различных этапах формирования текущих и перспективных планов производства; б) использование итеративного подхода и интерактивных оптимизационных процедур при формировании ОПП предприятия; в) значительное расширение целевых установок при формировании оптимального плана производства и использование многоцелевого подхода к решению данной задачи.

3. Глобальной субъективной целью деятельности любого предприятия в долгосрочном периоде является получение прибыли. Поэтому финансовый результат должен непременно находить свое отражение в целевой функции на всех этапах осуществления оптимизационных расчетов. В качестве критериального показателя на всех этапах формирования ОПП (за исключением последнего) следует использовать общую величину маржинальной прибыли. При этом в качестве коэффициентов при основных переменных в целевой функции следует использовать показатель удельной маржинальной прибыли на единицу продукции. Только при этом условии будут обеспечены корректные результаты расчета общей величины маржинальной и валовой прибыли от реализации продукции.

4. Процесс формирования производственного плана в современных условиях отличается широким составом участников и сложным характером их взаимодействия. Отсюда, по нашему мнению, вытекает целесообразность и

необходимость применения интерактивного подхода к формированию ОПП промышленного предприятия, в основе которого лежит использование интерактивной оптимизационной процедуры.

Интерактивная процедура оптимизации производственной программы предприятия представляет собой четко структурированную процедуру, построенную на активном взаимодействии ее трех основных субъектов, находящихся на трех вертикальных уровнях компетенций процесса принятия решений (ВП, ЛПР и ЛООР). Она носит итеративный характер и предусматривает при переходе к каждой новой итерации изменение исходных данных вследствие информационного взаимодействия между ЛПР и ЛООР.

5. Для обеспечения устойчивых рыночных позиций современное предприятие на каждом этапе своего развития должно реализовывать не одну, а множество различных по своей природе целей. Отсюда многоцелевая экономическая постановка и адекватная ей математическая формализация более полно соответствует сущности оптимизационных задач, решаемых в современных системах планирования. Использование же одноцелевого подхода может быть оправдано лишь только в том случае, когда можно выделить на тот или иной плановый период *абсолютно доминирующую* цель деятельности предприятия, «цена» достижения которой во внимание не принимается.

6. Широкому применению методов векторной оптимизации в решении экономических задач в настоящее время препятствует наличие целого ряда проблем методологического и методического характера, среди которых особое место занимает проблема, связанная с отсутствием строгой научной систематизации способов реализации многоцелевого подхода к решению оптимизационных задач.

В предложенной нами систематизации выделены три способа реализации МЦП к решению оптимизационных задач. Один - на основе одноцелевых ЭММ и два способа - на базе методов векторной оптимизации. Все многообразие последних целесообразно объединить в две группы – в зависимости от характера участия ЛПР в процессе принятия решений.

Использование разработанной нами систематизации способов реализации МЦП к решению оптимизационных задач и рекомендаций относительно сферы применения последних в зависимости от состава, компетенции и уровня математической подготовки основных участников интерактивной оптимизационной процедуры существенно повысит действенность методов МКО как инструмента формирования оптимальной производственной программы предприятия.

7. Второй способ реализации МЦП базируется на выводах об отсутствии априори лучшего метода многоцелевой оптимизации и заключается в формировании совокупности решений, полученных на основе сформированной ЛПР совокупности методов МКО, с последующим выбором наиболее предпочтительного решения. Обоснование принципа осуществления указанного выбора относится к одной из центральных проблем теории многоцелевой оптимизации.

В качестве такого принципа мы предлагаем использовать принцип максимального приближения полученных решений к искусственно сформированному оптимальному плану, которому соответствуют максимальные значения всех целевых функций, включенных в одноцелевые ЭММ. Это позволяет задачу выбора наилучшего решения в математическом отношении свести к задаче упорядочения векторных оценок. Корректное решение последней может быть получено на основе метода таксономического анализа.

Литература

1. Шепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие для студентов экономических факультетов и вузов. 5-е изд., доп. и перераб. – 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. Егупов Ю.А. Интерактивная процедура формирования оптимальной производственной программы мясоперерабатывающего предприятия /Ю.А.Егупов// Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. №4. Том 3. Хмельницький, 2010. – с. 65-70.

4. Рассел Л. Акофф. Планирование будущего корпорации: Пер. с англ. – М.: Сирин, 2002 – 256 с.

5. Царев В.В. Внутрифирменное планирование. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с: ил. – (Серия «Учебники для вузов»)

6. Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций, 6-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

7. Єгупов Ю.А. Обґрунтування методу порівняльної оцінки варіантів одноцільової оптимізації виробничої програми підприємства /Ю.А.Єгупов// Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. №4. Том 1. Хмельницький, 2008. – с. 131-134.

8. Батищев Д.И., Шапошников Д.Е. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений /ИПН РАН. Нижний Новгород, 1994. – 92 с.

9. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

10. Hwang, C. L., Paidy, S. R. & Yoon, K. Mathematical programming with multiple objectives: A tutorial. Computers & Operations Research, 1980, №7. – с. 5-31.

11. Kaisa M.Miettinen/ Nonlinear Multiobjective Optimization //Kluwer AcademicPublishers, Boston, 1999. – 298 p.

12. Егупов Ю.А. Выбор эффективного решения многокритериальной задачи формирования производственного плана предприятия /Ю.А.Егупов// Економіст. 2008 . – № 11. – с. 76-80.