ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, 2009, том 45, № 4, с. 74–83

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА НЕЯВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ*

© 2009 г. В.И. Цымбал

(Москва)

Исследуется явление, названное “неявной оптимизацией”, которое регулярно наблюдается в социально-экономических системах. Оно характеризуется тем, что выработка управленческих решений (программ, планов, параметров функционирования) происходит на основе компромисса между несколькими субъектами управления, а затем эти решения объявляются оптимальными. На самом же деле ничто не подтверждает, что задача ставилась и решалась как оптимизационная. В таком случае исследователь вынужден выяснять математическими методами, при каких условиях заявление об “оптимальности” действительно ей соответствует. Задача, которую решает исследователь, оказывается противоположной задаче классической оптимизации, а само решение в общем случае – неоднозначным. Излагаются методология анализа и метод решения для простейшего частного случая оптимизации одного числового параметра. Работоспособность метода иллюстрируется на примере, который связан с реформированием авиационной отрасли России.

ВВЕДЕНИЕ[1]

При планировании развития и управлении социально-экономическими системами (СЭС) стало модно говорить об “оптимальности”. При этом управленцы, несмотря на наличие у многих из них ученых степеней и званий, как правило, используют понятие оптимальности не в строгом смысле этого слова: ни в общетеоретическом (Моисеев, Иванилов, Столяров, 1978; Поляк, 1983), ни в зауженном – применительно к экономике (Лопатников, 2003). На самом деле задача оптимизации вообще не ставится и не решается. Соответственно не объявляется целевая функция или критерий, не называется метод, с помощью которого установлена “оптимальность” навязываемого проекта. Так происходит даже, казалось бы, в простейших случаях, когда речь идет об установлении какого-либо числового параметра, например уровня налогообложения граждан (пусть даже в его нынешней “плоской” форме), или ставки рефинансирования Центрального банка РФ, или продолжительности военной службы по призыву, или “проходного барьера” при выборах политических партий в Государственную думу и т.п. Совершеннейший математический инструментарий оптимизации, возможности которого для СЭС показаны, например, в статье (Багриновский, Горошко, 2001) и других работах специалистов ЦЭМИ РАН, зачастую остается невостребованным. Возложить ответственность за это на какое-либо физическое или юридическое лицо, принимающее решение (ЛПР), наладить взаимодействие с ним, как рекомендует наука (Ларичев, 2003), невозможно, поскольку оно в явном виде отсутствует или недоступно. Законопроекты, например, готовят в различных управленческих структурах и ведомствах, рассматривают и корректируют в правительстве, затем в Государственной думе и Совете Федерации. Подписывает закон президент. Согласовать с такими субъектами постановку прямой оптимизационной задачи, в принципе, невозможно. Да и сама формулировка результатов такой оптимизации зачастую расплывчатая. С этим приходится мириться. Такова жизнь.

И работникам науки не остается ничего другого, как, обозначив этот феномен каким-либо именем, например “неявной оптимизацией” (Цымбал, 2002), изучать его, как и любое другое реальное явление, со всем пристрастием.

Для обозначения такого рода исследовательской деятельности логично предложить еще один термин – “проявление неявной оптимизации” (ПНО) (Цымбал, 2007а). В данной статье речь

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 08-02-0003а).

пойдет о методологии изучения ПНО. Ее суть состоит в решении не оптимизационной, а противоположной задачи: в нахождении условий, при которых заявленное “оптимальное” решение на самом деле является таковым, но уже без кавычек.

Автор сознательно называет здесь рассматриваемую задачу “противоположной”, а не “обратной” по отношению к классической оптимизационной задаче, потому что термин “обратная задача” перенасыщен толкованиями. Далеко не всегда под “обратными задачами оптимизации” профессиональные математики (Антипин, 2003) понимают то же, что и автор в данной статье, а прикладные математики – часто совершенно другое. Так, исходя из “двойственности” возможной постановки оптимизационной задачи ее варианты в экономике (обеспечить максимум эффективности при ограниченных затратах или минимум затрат при заданной эффективности) называют “прямой” и “обратной” задачами оптимизации. В технических науках, например в “обратных задачах динамики в теории автоматического управления” (Крутько, 2004), они рассматриваются в смысле “отыскания силы”, которая осуществит движение по желательной траектории, в отличие от задачи “отыскания движения при заданной силе”. И делается это применительно к техническим устройствам, элементы которых действуют в соответствии с заложенными в них алгоритмами, т.е. автоматически.

В СЭС управление осуществляют люди, и каждый из них – “себе на уме”, действует не только в соответствии с доверенными ему функциями и полномочиями, не только в общих интересах, но и в собственных или узкокорпоративных. Из-за специфики СЭС как объектов управления и особенностей реализации управления в СЭС существует самостоятельная научная специальность 08.00.05 “Экономика и управление народным хозяйством”, отличительным признаком которой от других ветвей экономической науки является, как сказано в формуле определения специальности, “исследование экономических систем исключительно в управленческом аспекте”. На этом поприще известны теоретические разработки и практические рекомендации, например (Гераськин, 2005), по оптимизации управления корпоративными СЭС достаточно высокого уровня сложности. Однако вопрос о том, согласятся ли реальные управленцы с тем вариантом управленческого решения, который выдает им “алгоритм оптимизации”, даже не обсуждается. Большинство вопросов в корпорации решается все-таки на основе переговоров, споров, согласований, голосований с выражением особого мнения и т.п. Иногда даже грубой силой. Можно ли полученное после всего этого решение считать оптимальным? Не возникнет ли желание и его “проявить”?

Конечно же, в рамках экономической науки ПНО не может завершаться только установлением условий, при которых достигается оптимальность. Не менее важна социально-экономическая, содержательная интерпретация выявленных условий. Но начнем с теории, а точнее, с формализованной постановки задачи.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Допустим, что система принятия и осуществления управленческих решений (СПОУР) состоит из J субъектов, различаемых по индексу $j = 1, \ldots, J$. Цель действий СПОУР – установить и затем удерживать на установленном уровне некоторый параметр управления, выражаемый действительной величиной x. Каждый субъект СПОУР стремится к тому, чтобы его целевая функция $F_j(x)$, зависящая от x, достигала наиболее предпочтительного (для определенности будем считать – наибольшего) значения.

Коль скоро после установления компромиссного значения x оно объявляется “оптимальным” и обозначается x^0, исследователь вправе понимать это так, что некая общая целевая функция СПОУР $K_{1jJ}(x)$, аддитивно обобщающая все $F_j(x)$, оказывается при $x = x^0$ в точке своего экстремума. Именно эта точка и ее окрестности важны для анализа оптимальности в смысле ее проявления. Но если в энциклопедической статье А.С. Антипина (Антипин, 2003) и других работах, посвященных “обратной задаче оптимизации”, речь идет о поиске некоего системного параметра “в параметрическом семействе задач выпуклого программирования”, при котором обеспечивается оптимум по x^0, то задачу ПНО ставим существенно шире – установить не одно значение параметра, а все множество (область нахождения) таких параметров.

В данной статье используется известный со времен Ньютона прием аппроксимации, позволяющий заменить в окрестности аргумента x любую “гладкую” дифференцируемую функцию

$F_j(x)$ полиномом второй степени – параболой $K_j(x) = a_{2j}x^2 + a_{1j}x + a_{0j}$. Аппроксимация делается исходя из выполнения требований

$$K_j(x) = F_j(x), \quad dK_j(x)/dx = dF_j(x)/dx, \quad d^2K_j(x)/dx^2 = d^2F_j(x)/dx^2,$$

что позволяет вычислить коэффициенты аппроксимирующего полинома:

$$a_{2j} = 0.5d^2F_j(x)/dx^2, \quad a_{1j} = dF_j(x)/dx - x(d^2F_j(x)/dx^2),$$
$$a_{0j} = F_j(x) - x(dF_j(x)/dx) + 0.5(d^2F_j(x)/dx^2)\,x^2.$$

Но условие "гладкости" $K_j(x)$ не является обязательным. Скачка функции $K_j(x)$ в точке x^0 вообще не может быть, коль скоро в этой точке заявлен оптимум. А в тех случаях, когда у функции $F_j(x)$ в точке x^0 имеются некоторые другие "особенности", например нарушена непрерывность первой производной, можно воспользоваться приемом (Мудров, Ивлев, 1987), восходящим опять-таки к Ньютону, и перейти к полиному второй степени посредством построения мажоранты (либо миноранты) этой функции в окрестности x^0. Так или иначе, далее будем пользоваться именно параболическим представлением целевых функций.

Для определенности будем также считать, что речь идет о максимуме целевой функции $K_{1j,J}(x)$, который находится внутри области значений x, допустимых по смыслу задачи. Чтобы не потерять наглядность, уделим основное внимание случаям, когда $J = 3$, тогда

$$K_{1j,J}(x) = K_{123}(x) = K_1(x) + r_2K_2(x) + r_3K_3(x).$$

Коэффициенты r_2 и r_3 характеризуют "вес" целевых функций второго и третьего субъектов СПОУР по отношению к первому среди рассматриваемых, у которого $r_1 = 1$.

Коль скоро факт максимизации функции $K_{123}(x)$ при $x = x^0$ считается заданным, то, опираясь на него, можно считать выполненными необходимые и достаточные условия оптимальности функции $K_{123}(x)$, не утруждая себя доказательством существования оптимального решения.

Задача нашего исследования противоположна той, которая решается при традиционной оптимизации. Там мы должны были бы, согласовав с ЛПР вид частных и общих целевых функций, а также значения весовых коэффициентов, найти значение x^0, при котором $K_{123}(x)$ достигает максимума. В случае ПНО решаем следующую задачу.

Пусть даны функции $K_1(x)$, $K_2(x)$, $K_3(x)$ и значение $x = x^0$, о котором говорится, что оно обеспечивает максимум общей целевой функции СПОУР. Требуется найти такое множество M^0 взаимосвязанных значений весовых коэффициентов r_2^0 и r_3^0, на элементах которого действительно при $x = x^0$ обеспечивается максимум $K_{123}(x)$ по параметру x.

2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ ПНО

Начнем с парного рассмотрения целевых функций субъектов СПОУР. Для пары, состоящей из первого и второго субъектов СПОУР, общая целевая функция $K_{12}(x) = K_1(x) + r_2K_2(x)$. Если бы исследователь решал оптимизационную задачу и знал, что $r_2 = r_2^0$, он мог бы воспользоваться необходимым условием экстремума $dK_{12}(x)/dx = 2(a_{21} + r_2a_{22})x + a_{11} + r_2a_{12} = 0$ и из него найти оптимизирующее $K_{12}(x)$ значение $x^0 = -[(a_{11} + r_2^0a_{12})/(a_{21} + r_2^0a_{22})]/2 = -(a_{11} + r_2^0a_{12})/[2(a_{21} + r_2^0a_{22})]$. Особые частные случаи попадания оптимума на границу области допустимых значений не рассматриваем, чтобы не отвлекаться от общего случая. А попадание за пределы этой области исключено постановкой задачи. Мы вправе считать, что все трудности оптимизации были преодолены субъектами СПОУР, когда они решали оптимизационную задачу.

Решение нашей, противоположной, задачи (нахождения неизвестного r_2^0 по известному x^0) дает для рассматриваемой пары субъектов следующий результат:

$$r_2^0 = -(2a_{21}x^0 + a_{11})/(2a_{22}x^0 + a_{12}).$$

Это значение и будет единственным элементом множества M^0 в рассматриваемом случае, когда в выработке оптимального решения участвуют два субъекта.

Для полной ясности полезно исследовать также и значение второй производной $d^2K_{12}(x)/dx^2 = 2(a_{12} + r_2a_{22})$, которая, обратим на это внимание, при параболическом представлении целевой функции явно не зависит от x. Выполнение условий максимума означает, что $d^2K_{12}(x)/dx^2 < 0$. Вместо проверки этого неравенства, используемой при прямой оптимизации, для ПНО важнее знать положение точки смены характера экстремума с максимума на минимум, т.е. значение r_2^{00}, при котором $d^2K_{12}(x)/dx^2 = 0$. Оно равно $r_2^{00} = -a_{21}/a_{22}$.

Аналогичный анализ ситуации для другой пары субъектов СПОУР (первого и третьего) дает два других характерных значения весового коэффициента r_3, соответствующих задаче ПНО:

$$r_3^0 = -(2a_{21}x^0 + a_{11})/(2a_{23}x^0 + a_{13}), \quad r_3^{00} = -a_{21}/a_{23}.$$

Рассмотрим теперь результат совместного воздействия трех субъектов СПОУР на процесс оптимизации параметра x. Для начала будем рассматривать гипотетическую целевую функцию $K_{123}(x) = F_1(x) + r_2F_2(x) + r_3F_3(x)$, еще не подвергнутую параболической аппроксимации, предполагая, что первые две производные этой функции при $x = x^0$ существуют. Из уравнения, выражающего необходимые условия экстремума,

$$dK_{123}(x)/dx = dF_1(x)/dx + r_2dF_2(x)/dx + r_3dF_3(x)/dx = 0$$

следует ряд методологически важных утверждений.

1. Решение задачи ПНО при каждом $x = x^0$ в общем случае оказывается неоднозначным.

2. Множества M^0 оптимальных весовых коэффициентов $\{r_2^0, r_3^0\}$, одновременно соответствующих условиям оптимальности (если эти условия рассматривать в двумерном пространстве коэффициентов r_2 и r_3), будут находиться на участках прямых линий – разных (в общем случае) для различных значений x^0. Границы отрезков определяются не только формальными математическими условиями, но и смысловым содержанием задачи.

Отметим теперь другие особенности решения задачи ПНО, возникающие после аппроксимации частных целевых функций F_j полиномами второй степени K_j. Если аппроксимация (или замена негладких функций F_j минорантами Ньютона) осуществлена, то необходимое условие экстремума примет вид $dK_{123}(x)/dx = dK_1(x)/dx + r_2dK_2(x)/dx + r_3dK_3(x)/dx = 2(a_{21} + r_2a_{22} + r_3a_{23})x + a_{11} + r_2a_{12} + r_3a_{13} = 0$, удобный с точки зрения обычной оптимизации. С точки зрения ПНО более интересна иная запись этого уравнения:

$$dK_{123}(x)/dx = (2a_{22}x^0 + a_{12})r_2 + (2a_{23}x^0 + a_{13})r_3 + 2a_{21}x^0 + a_{11} = 0,$$

в котором заданным считается значение $x = x^0$, а искомыми $r_2 = r_2^0(x^0)$ и $r_3 = r_3^0(x^0)$, точнее, множество их значений M^0, удовлетворяющих условиям оптимальности.

Это уравнение отображается прямой линией в пространстве коэффициентов r_2 и r_3. На ней расположено искомое множество, включающее, естественно, и найденные выше точки $(r_2^0, 0)$ и $(0, r_3^0)$.

На этом основании можно сформулировать еще одно утверждение.

3. Поскольку для построения прямой линии достаточно знать любые две точки, принадлежащие ей, решать задачу ПНО при числе субъектов СПОУР, превышающем два, можно на основе их более простого анализа по парам. Эта возможность определяется аддитивным характером вхождения частных целевых функций в общую целевую функцию и не зависит от числа субъектов.

Для ПНО, как будет показано ниже, полезно также знать уравнение линии, в точках которой происходит смена характера экстремума с минимума на максимум и наоборот:

$$d^2K_{123}(x)/dx^2 = a_{21} + r_2a_{22} + r_3a_{23} = 0.$$

На этой линии находятся и ранее найденные точки $(r_2^{00}, 0)$, $(0, r_3^{00})$ пересечения ею осей координат. Заметим, что положение этой линии в рассматриваемом двумерном пространстве r_2 и r_3 не зависит от x^0.

Таким образом, решением задачи ПНО следует считать множество M^0, находящееся в пространстве искомых весовых коэффициентов r_2 и r_3 на отрезке (участке) прямой линии, уравнение которой определяется необходимыми условиями экстремума, а границы – формальным условием максимума и смысловым содержанием задачи.

3. АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Теперь можно приступить к методологии анализа различных суждений об оптимальности, которые могут исходить от различных субъектов СПОУР, или вариаций заявленного "оптимального" решения x^0 и их влияния на значения весовых коэффициентов, соответствующих заявленной оптимальности, в частности r_2^0 и r_3^0, а также и других элементов множества M^0.

Заметим сразу же, что речь идет не только об анализе малых отклонений и соответственно характеризующих их дифференциалов типа $dr_2^0(x)/dx$ и $dr_3^0(x)/dx$, рассматриваемых для этих (r_2^0 и r_3^0) точек множества M^0. Они вычисляются по известным правилам дифференциального исчисления, в результате чего при $x = x^0$ получаем выражения

$$dr_2^0(x)/dx = 2(a_{11}\,a_{22} - a_{12}\,a_{21})\,(2a_{22}x^0 + a_{12})^2\,,$$

$$dr_3^0(x)/dx = 2(a_{11}\,a_{23} - a_{13}\,a_{21})/(2a_{23}x^0 + a_{13})^2.$$

При этом оптимальность заявленного значения x^0 считается неизменной.

Здесь же рассматривается несколько иной вид вариаций. Допустим, что новое значение $x = x^{н}$ существенно отличается от $x = x^0$. Так же, как и x^0, по тем или иным причинам оно тоже объявляется альтернативно оптимальным. Вместе с тем будем считать, что аппроксимации $F_j(x)$, полученные в точке x^0, остаются приемлемыми для достаточно широкого диапазона окрестностей x^0, включающих $x^{н}$, или даже для всего диапазона возможных значений x. Необходимые условия экстремума для объявляемых оптимальными x^0 и $x^{н}$ дадут нам два схожих уравнения:

$$(2a_{22}x^0 + a_{12})\,r_2 + (2a_{23}x^0 + a_{13})\,r_3 + 2a_{21}x^0 + a_{11} = 0,$$
$$(2a_{22}x^{н} + a_{12})\,r_2 + (2a_{23}x^{н} + a_{13})\,r_3 + 2a_{21}x^{н} + a_{11} = 0,$$

определяющих две прямые линии в пространстве коэффициентов r_2 и r_3.

Эти линии в общем случае не параллельны и, естественно, где-то пересекаются. Рассматривая их как систему уравнений, можно найти точку пересечения, которая (после ряда упрощающих преобразований) определяется координатами

$$r_2^{000} = (a_{11}\,a_{23} - a_{21}\,a_{13})/(a_{22}\,a_{13} - a_{12}\,a_{23}),$$

$$r_3^{000} = (a_{21}\,a_{22} - a_{11}\,a_{12})/(a_{22}\,a_{13} - a_{12}\,a_{23}).$$

Обратим внимание на принципиальную особенность: координаты этой точки не зависят ни от x^0, ни от $x^{н}$. Прямой подстановкой их значений в уравнение, определяющее границу между зонами максимума и минимума, можно убедиться в том, что это уравнение обращается в тождество. Иными словами, найденная точка принадлежит также и этой линии.

Указанное свойство рассматриваемого нами решения задачи ПНО не столь очевидно, как предыдущие. Его можно сформулировать (для случая $J = 3$) так: прямые линии, на отрезках которых располагаются множества взаимосвязанных весовых коэффициентов r_2 и r_3, соответствующие условиям оптимальности K_{123} при $x = x^0$ и всех других значениях, для которых коэффициенты аппроксимирующих полиномов неизменны, образуют пучок линий, пересекающихся в одной точке. Эта точка расположена также и на линии, отображающей выполнение условий смены характера экстремума с максимума на минимум.

Правомочность сделанного утверждения можно объяснить решением основной системы уравнений с двумя неизвестными (r_2 и r_3), соответствующей задаче ПНО:

$$\begin{cases} dK_{123}(x)/dx = 2(a_{21} + r_2\,a_{22} + r_3\,a_{23})x + a_{11} + r_2\,a_{12} + r_3\,a_{13} = 0, \\ d^2K_{123}(x)/dx^2\,a_{21} + r_2\,a_{22} + r_3\,a_{23} = 0. \end{cases}$$

Действительно, поскольку второе уравнение "обнуляет" множитель при x в первом уравнении, система уравнений преобразуется к виду, не зависящему от x:

$$\begin{cases} a_{11} + r_2 a_{12} + r_3 a_{13} = 0, \\ a_{21} + r_2 a_{22} + r_3 a_{23} = 0, \end{cases}$$

в результате чего сразу находим установленные выше координаты (r_2^{000}, r_3^{000}) искомой точки в пространстве исследуемых весовых коэффициентов. Естественно, эта точка существует только в том случае, если $a_{22}a_{13} \neq a_{12}a_{23}$.

Таким образом, формальная часть последовательного решения задачи ПНО не ограничивается (при $J = 3$) нахождением одной прямой линии, проходящей в пространстве коэффициентов r_2 и r_3 через точку с координатами r_2^{000}, r_3^{000}. Попутно мы находим пучок линий, соответствующих другим значениям $x \neq x^0$, которые могут быть объявлены оптимальными. На линиях этого пучка лежат значения весовых коэффициентов, соответствующих условиям оптимальности в окрестности каждого заявленного оптимального решения. Графически это выражается тем, что указанные линии в зависимости от заявляемого x^0 "вращаются" вокруг точки (r_2^{000}, r_3^{000}).

Окончательно границы участков (отрезков), в пределах которых находится искомое множество решений задачи ПНО, соответствующее каждому значению параметра x, которое объявляется оптимальным, определяются уже не формальным, а фактическим, т.е. смысловым, содержанием задачи. Обычно это условия типа $r_2 \geq 0$ и $r_3 \geq 0$.

Завершая методическую часть статьи, отметим следующее. При дальнейшем увеличении размерности задачи (более трех учитываемых субъектов СПОУР) области нахождения множеств решений будут иметь соответственно другой, более сложный вид: не линий, а линейно ограниченных участков плоскости в трехмерном пространстве при $J = 4$, а при $J > 4$ – и соответствующих гиперплоскостей (фигур) в гиперпространствах более высокого порядка. При этом, естественно, будет расширяться множество точек M^0, соответствующих условию оптимальности в пространстве весовых коэффициентов. Однако повторим: все построения искомых множеств могут быть осуществлены на основе предварительного рассмотрения субъектов СПОУР попарно.

4. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПНО

Изложенная выше методология ПНО использована для решения ряда конкретных задач. Например, результаты, полученные при анализе реформы системы комплектования российской армии, опубликованы в сборнике ЦЭМИ РАН (Цымбал, 2007б), вышедшем под редакцией Ю.Н. Гаврильца.

Не менее продуктивным оказалось и ее применение для анализа оптимальности планов развития гражданской авиации России (Цымбал, 2007в). Как известно, в 2006 г. в Российской Федерации была создана Объединенная авиапромышленная корпорация (ОАК). Деятельность ОАК направляется на усиленное развитие гражданской продукции всех авиапредприятий, даже ОКБ им. Сухого, ранее занимавшегося главным образом военной авиацией. Появился проект региональных и ближнемагистральных самолетов семейства Russian Regional Jet (RRJ). Кроме того, в России вскоре появится новый крупный авиаперевозчик – конкурент "Аэрофлота". Это российская компания AirUnion, объединяющая пять региональных авиаперевозчиков. Ожидается, что практически все средства этой компании будут направлены на покупку самолетов у холдинга "Сухой" и что она будет ориентирована не столько на внутрироссийские, сколько на международные авиаперевозки.

Таким образом, круг авиапредприятий, в центре которого оказалась ОАК, замыкается. Организационные шаги государства осуществлены. Финансирование гражданской авиации предусмотрено бюджетом. Осталось позаботиться только об эффективности расходов.

Казалось бы, создание ОАК и нового эксплуатанта его будущей гражданской продукции россиянам (обществу) следует только приветствовать, так же как и создание внутри ОАК отдельного ЗАО "Гражданские самолеты Сухого", заметим, закрытого от сограждан, хотя его продукция – сугубо гражданская. Вот и становятся актуальными не только общие стратегические проблемы отрасли, но и частные показатели планов развития, в частности важнейший показатель – доля (x)

новейших самолетов, которыми будут пользоваться россияне, от планируемого будущего объема производства.

Информация о стратегии развития гражданской авиации в Российской Федерации полна противоречий. С одной стороны, повторяются давно известные соображения, согласно которым авиапроизводителям любой страны рационально направлять на внутренние потребности более половины самолетов, а на экспорт – соответственно менее половины. Однако приходится слышать и об иных намерениях, которые частично отражены в таблице.

Неудивительно, что, реагируя на подобные высказывания и на ожидаемые цены машин семейства RRJ, российские авиакомпании в 2007 г. подписали контракты на подержанные (порядка 10 лет) зарубежные самолеты по ориентировочной цене 25–30 млн долл. за 200-местный самолет.

Информация о стратегиях производства продукции ОАК

Источник СМИ	Информация
“Российская газета”, 07.01.07	Ожидается, что цена RRJ будет в диапазоне 30–35 млн долл. Общий выпуск – около 700 самолетов. Доля самолетов для РФ ≈ 7%, поставки за рубеж ≈ 93 (35 – США; 25 – страны Европы; 10 – страны Латинской Америки; 7% – КНР)
“Военно-промышленный курьер”, 28.02–06.03.07	Одобрен продуктовый ряд гражданских самолетов ОАК: 16 самолетов Ил-96-300/400 + 78 самолетов Ту-204/214, или Ту-334-100 + + 74 самолета Ан-148 + 150 самолетов Ан-140 и Ан-38 – главным образом для внутренних авиалиний; в малом количестве – за рубеж; RRJ – главным образом за рубеж
“Известия”, 12.03.07	Заявление президента ЗАО “Гражданские самолеты Сухого”: “Мы изначально планировали свой продукт на международный рынок. На российский сектор приходится около 30% от планируемого объема продаж”

Как обществу следует воспринимать такую информацию? Для ответа на этот вопрос был использован методический аппарат ПНО. Основываясь на анализе публичных выступлений должностных лиц государства, были построены условные зависимости нормированных в диапазоне от 0 до 1 показателей заинтересованности $K_j(x)$ основных субъектов, которые входят в состав системы принятия и осуществления управленческих решений (СПОУР) в Российской Федерации. Тремя главными субъектами СПОУР (зависимости их $K_j(x)$ представлены на рис. 1) считались:

1) общество – “субъект”, заинтересованный в том, чтобы основная доля наиболее комфортных и надежных пассажирских самолетов предназначалась гражданам России;

2) военная организация РФ, более всех заинтересованная в пропорции 50 на 50, которая дает возможность влиять на выпуск не только военных, но и гражданских самолетов: частично – для транспортных надобностей армии, частично – для так называемых “офсетных сделок” при продаже военных самолетов за рубеж;

3) ЗАО – производители гражданских суперсамолетов и авиакомпании, которые собираются работать на международных линиях. Их интересы определяются прибылью от продаж летательных аппаратов (ЛА) и услуг. Они заинтересованы в авиаперевозчиках и авиапассажирах, имеющих возможность заплатить более высокую цену за повышенный комфорт и надежность.

Расчетные коэффициенты аппроксимирующих полиномов полагались равными $a_{21} = -1$; $a_{22} = -2$; $a_{23} = 0$; $a_{11} = 2$; $a_{12} = 2$; $a_{13} = -0.8$; $a_{01} = 0$; $a_{02} = 0.5$; $a_{03} = 1$ и неизменными для всего диапазона возможных значений x от 0 до 1. Графически характер зависимости целевых функций субъектов СПОУР от x показан на рис. 1.

Рассмотрение двух пар субъектов (общество – военная организация и общество – ЗАО) после действий по методике ПНО дало следующие результаты:

$$r_2^0 = (x^0 - 1)/(1 - 2x^0), \quad r_2^{00} = -0.5, \quad r_3^0 = 2.5(x^0 - 1), \quad r_3^{00} = \infty \text{ (вырожденный случай).}$$

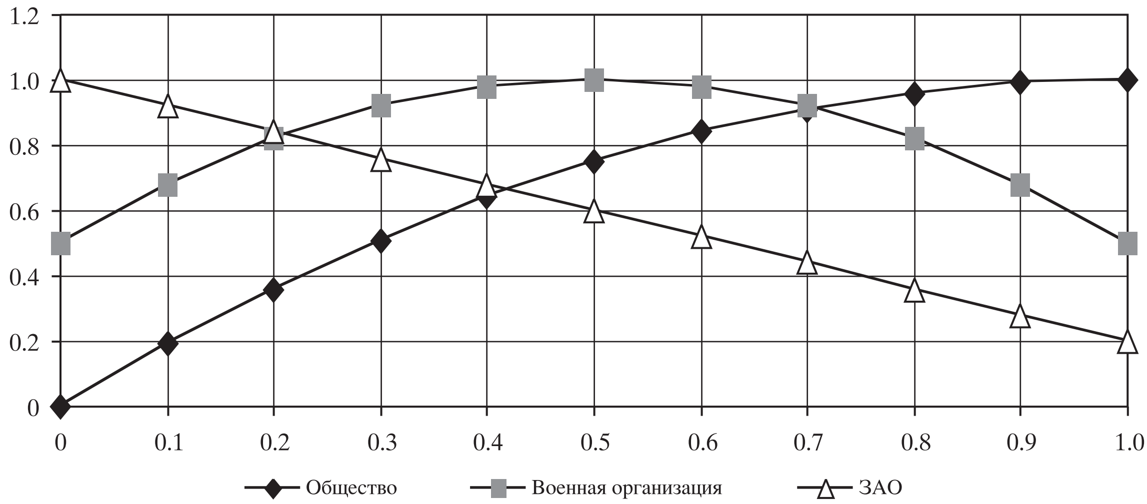

Рис. 1. Зависимость частных показателей субъектов СПОУР от x

При совместном рассмотрении всех трех субъектов решение оказывается неоднозначным. Пучок линий, характеризующих области нахождения весовых коэффициентов, соответствующих оптимальности тех или иных значений x^0, показан На рис. 2, а точка, в которой линии пересекаются, имеет координаты $r_2^{000} = -0.5$; $r_3^{000} = 1.25$.

Как видно из рис. 2, участки линий, соответствующих оптимальности при заявляемых значениях $x^0 = 0.1$ и $x^0 = 0.3$, являются лучами, восходящими из точек A и B, расположенных на оси r_3 ($r_2^0 = 0$). И на всем множестве точек, лежащих на этих лучах, весовой коэффициент ЗАО r_3^0 превышает единичный вес общественных интересов. А вот множество значений r_2^0 и r_3^0, соответствующих оптимальности при $x^0 = 0.6$ и $x^0 = 0.7$, будет представлено точками, лежащими на отрезках CD и EF соответствующих прямых линий. При $x^0 = 0.7$ на множестве оптимальных решений, соответствующих условиям $r_2^0 > 0$ и $r_3^0 > 0$, преобладания интересов ЗАО и военной организации над интересами общества не будет. В то же время их интересы нельзя считать существенно ущемленными. При $x^0 = 0.6$ можно говорить только о некотором преобладании интересов военной организации.

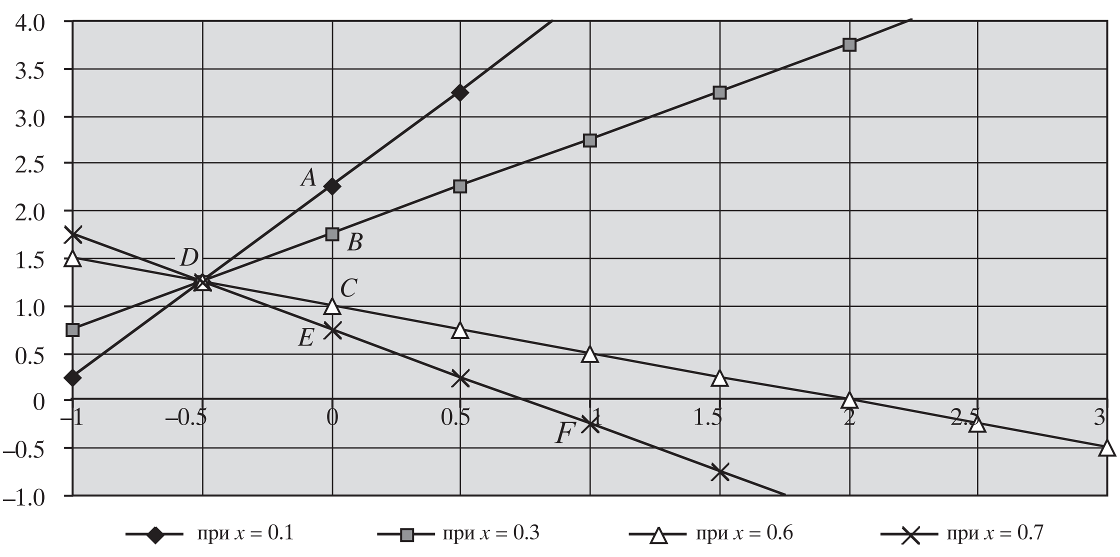

Рис. 2. Расположение множеств весовых коэффициентов (r_2^0 по оси абсцисс, r_3^0 по оси ординат), соответствующих решению задачи ПНО

Переходя от цифр и графиков к результатам содержательного анализа, можно констатировать, основываясь на количественных оценках, что интересы общества при ориентации на варианты $x < 0.5$ учитываются недостаточно. Более подробно эта проблема обсуждалась на конференции в ИНИОН РАН (Цымбал, 2007в).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Основываясь на изложенных в статье методических материалах и опыте решения задач ПНО, можно утверждать, что анализ "неявной оптимизации" как социально-экономического явления, и особенно решение задач ПНО, является в ряде случаев продуктивным занятием.

2. В связи с возможностями, которые дает ПНО, во многих случаях должна меняться роль исследователей. Им следует заниматься не только выработкой рекомендаций для принятия оптимальных управленческих решений и осуществления оптимального управления, но и проявлением оптимальности предлагаемых и осуществляемых управленческих решений, включая в этот процесс также и выявление скрытых факторов. Более всего это важно для общества, не располагающего подведомственными ему научными институтами и специалистами, которым можно было бы дать поручение, заказ или даже приказ: обосновать "нужные" управленческие решения.

3. Обратим еще раз внимание на то, что многие утверждения, сформулированные выше, проистекают не из вида функциональных зависимостей $F_j(x)$, а из аддитивного характера их вхождения в гипотетическую общую целевую функцию, которую, как правило, при "неявной оптимизации" никто не формулирует и, тем более, не ищет ее экстремум. Тем не менее анализ свидетельствует о том, что именно аддитивный характер целенаправленных воздействий СПОУР может рассматриваться как основа при ПНО, поскольку это соответствует реально действующим механизмам и правилам выработки управленческих решений в СЭС: по числу голосов, акций, потенциалу "административного ресурса" субъектов СПОУР и т.д.

4. Необходимо отметить также и психологическую особенность многозначности "неявной оптимизации". Она позволяет, отстаивая на словах интересы одного субъекта, фактически содействовать другим. Неоднозначность ситуации зачастую коррупциогенна. В таком случае решение задачи ПНО дает возможность приоткрывать истинные мотивы отстаивания того или иного значения "оптимального" параметра.

5. Говоря о теоретической стороне методики ПНО, следует признать, что полученные результаты скорее всего не содержат новизны для математики как "науки о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира", притом что "отношения и формы как бы отделены от их истинного содержания" (Колмогоров, 1988).

Интерес может представить другое, а именно то, что с помощью процедуры ПНО решения обратных (противоположных) оптимизационных задач превращаются из теоретической абстракции в реальный инструмент прикладных научных исследований. Достаточно ли этого обстоятельства для привлечения внимания математиков к "неявной оптимизации" как явлению и к способам ее "проявления" – судить им самим. К докладам автора на эту тему интерес с их стороны был проявлен (Цымбал, 2004; 2006).

6. Представляется полезным привлечь внимание к исследуемым нами проблемам специалистов по кибернетике. Изучение своеобразной "неявной оптимизации" с помощью процедур ПНО необходимо в рамках общей теории управления.

Данная статья построена на простейших постановках задач. Не затронуты случаи дискретной оптимизации и особенности ее проявления, влияние неопределенностей и случайных возмущений, а также устойчивость процедур ПНО. Нет анализа динамики взаимодействия субъектов СПОУР через процедуру ПНО в процессе управления СЭС. Все это темы и направления дальнейших исследований и публикаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антипин А.С. (2003): Обратная задача оптимизации: Экономико-математический энциклопедический словарь. М.: Большая российская энциклопедия.

Багриновский К.А., Горошко И.В. (2001): Согласованное управление в социальной системе-организации. В сб.: "*Современные технологии и наукоемкие производства*". Вып. 2. М.: ЦЭМИ РАН.

Гераськин М.И. (2005): Согласование экономических интересов в корпоративных структурах. М.: ИПУ РАН, Анко.

Колмогоров А.Н. (1988): Математика. В кн.: "*Математический энциклопедический словарь*". М.: Советская энциклопедия.

Крутько П.Д. (2004): Обратные задачи динамики в теории автоматического управления. М.: Наука.

Ларичев О.И. (2003): Теория и методы принятия решений. М.: Логос.

Лопатников Л.И. (2003): Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. М.: Дело.

Моисеев Н.Н., Иванилов Б.П., Столяров Б.М. (1978): Методы оптимизации. М.: Наука.

Мудров В.И., Ивлев А.А. (1987): Мажоранты Ньютона в прикладных задачах. Теория, алгоритмы, программы. М.: Радио и связь.

Поляк Б.Т. (1983): Введение в оптимизацию. М.: Наука.

Цымбал В.И. (2002): Метод неявной оптимизации как инструмент стратегического планирования и опыт его использования при обосновании военной реформы: Материалы Третьего всероссийского симпозиума "Стратегическое планирование и развитие предприятий". М.: ЦЭМИ РАН.

Цымбал В.И. (2004): Обратные оптимизационные процедуры при обосновании управленческих решений: Материалы конференции "Дискретный анализ и исследование операций". Новосибирск, 28 июня – 2 июля 2004 г. Новосибирск: Изд-во Института математики РАН.

Цымбал В.И. (2006): Особенности неявной оптимизации параметров социально-экономических систем на примере системы комплектования военной организации государства личным составом: Материалы Третьей всероссийской конференции "Проблемы оптимизации и экономические приложения". Омск, 10–15 июля 2006 г. Омск: Изд-во Филиала Института математики РАН.

Цымбал В.И. (2007а): Методические возможности проявления заявляемой оптимальности стратегий и планов развития: Материалы Восьмого всероссийского симпозиума "Стратегическое планирование и развитие предприятий". М.: ЦЭМИ РАН.

Цымбал В.И. (2007б): Неявная оптимизация социально-экономических систем и методы ее проявления с их иллюстрацией на примере военной реформы. В сб.: "*Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов*". Вып. 4. М.: ЦЭМИ РАН.

Цымбал В.И. (2007в): Научные основы независимого контроля оптимальности государственной и отраслевой политики (на примере развития гражданской авиации в России). В сб.: "*Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение стратегического управления, разработки и реализации приоритетных национальных проектов и программ*". М.: ИНИОН РАН.

Поступила в редакцию
17.01.2008 г.

Methodology of Analysis of Non Obvious Optimization of Socio-Economic Systems Management

V.I. Tsymbal

The author analyses the phenomenon called "non obvious optimization" which is regularly observed in socio economic systems. This phenomenon is characterized by the fact that decision making (programs, plans, parameters of functioning) takes place on the basis of a compromise between several subjects of governance, and then these decisions are declared to be optimal. In fact, there is no confirmation that the task was to be optimal. In this case the researcher is forced to clarify using mathematical methods in what conditions "optimal" is true. The issue turns out to be opposite the classical optimization and solution turns out to be controversial. This publication provides methodology for the analysis of a simple particular case of optimization for one digital parameter. Feasibility of the method is illustrated on an example connected to the reforming aviation industry in Russia.