

## ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО РАЦИОНАЛЬНОГО РАСХОДОВАНИЯ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ

*Ю.И. Дегтярев*

*Рассматриваются вопросы применения формализованных методов исследования организационно-экономических задач разных уровней на основе построения адекватных математических моделей. Подтверждена возможность использования строгих подходов к задачам, решаемым традиционными и зачастую неэффективными способами. Обращено внимание на необходимость получения обоснованных и объяснимых решений, открывающих путь к экономии дефицитных ресурсов.*

**Ключевые слова:** экономические проблемы, организационно-экономическая деятельность, математические модели, формализованные методы исследования, оптимизационные задачи и оптимальные решения, ограниченные (дефицитные) ресурсы.

Состояние экономики Российской Федерации, ее многолетняя зависимость от экспорта природных ресурсов, не всегда понятные направления проводимых реформ, кризисные явления, рост социальной напряженности и другие подобные обстоятельства вызывают серьезную озабоченность общества. На этом фоне появляются многочисленные оценки, рекомендации, прогнозы, определяющие и «размеры бедствия», и «главные направления действий», и зачастую — неизбежность «окончательной победы».

Не претендуя на содержательный анализ происходящих процессов и развернувшейся вокруг них полемики, полезно обратить внимание на ряд известных высказываний, появившихся в разное время и в разных исторических условиях, но проводящих идею разумного, взвешенного, обоснованного подхода к решению постоянно возникающих проблем. Из многочисленных примеров здесь можно назвать (на смысловом уровне) такие, как «тщательное научное исследование конкретных экономических условий должно предшествовать любому их реформированию» (П.А. Сорокин, первая половина XX в.); «в целях развития предпринимательства следует сближать капитал денег и капитал ума» (С.Ю. Витте, начало XX в.), «повышение роли науки, образования и культуры — важнейший фактор эффективности в новых экономических системах» (В.А. Медведев, конец XX в.), «благополучие высокоразвитых стран базируется на экономике, построенной на знаниях» (Ж.И. Алферов, начало XXI в.).

Несмотря на широкое признание высказанной идеи, превратившее ее в своеобразный постулат, наметился значительный разрыв между теоретическими разработками соответствующей направленности и повседневной практикой ведения дел. В частности, это напрямую коснулось применения математических методов исследований в экономике, вызывавших когда-то большой интерес, который не мог быть полностью удовлетворен в условиях административного управления плановым хозяйством как по субъективным, так и по объективным причинам. Среди последних главное место занимало начавшееся в середине XX столетия (и продолжающееся сейчас) усложнение экономических задач, опередившее поиск способов и средств их количественного анализа, породившее много неопределенностей и оказавшее негативное влияние на результативность более поздних исследований.

Некоторое оживление в этот процесс внесли попытки привлечь возможности вычислительной техники к изучению изменившихся условий экономической деятельности и конструированию подходящих решений, однако отсутствие единой теоретической базы и разнообразие предлагаемых алгоритмов привело скорее к обособлению получаемых результатов, чем к их унификации хотя бы для узких классов возникающих задач. Имея в виду исторически сложившуюся необходимость давать количественные обоснования принимаемых ответственных управленческих решений, можно предположить, что наиболее распространенные

приложения теоретических знаний должны относиться к сфере организационного управления (часто отождествляемого с менеджментом) во многих его проявлениях. Серьезным основанием для этого служат не только (и не столько) общие соображения, но и реальный факт существования почти 20-летнего периода развития «количественного менеджмента», с которым связаны разработки и применения строгих формальных моделей и методов анализа проблем экономики прошлого столетия.

Неудачи, сопровождавшие многие из этих попыток, были обусловлены общеизвестными причинами – ограниченными возможностями теории, невосприимчивостью «реальных секторов экономики» к предлагавшимся способам преодоления тех или иных трудностей, объективным усложнением задач экономического развития и т. п., что и предопределило переход (или возврат) в большинстве случаев к традиционным постановкам, обсуждениям, решениям возникающих вопросов либо на качественном (эмпирическом) уровне, либо в рамках сложившихся «практических подходов» со своими логическими обоснованиями, общей спецификой, статистическими данными и иногда забываемыми ограничениями.

В этом не было бы ничего необычного или предосудительного, если бы получаемые управленческие решения были объяснимы по сути и давали ощущаемый всеми положительный эффект хотя бы в среднесрочной перспективе. В реальности все оказывается гораздо сложнее – продолжающийся свыше 15 лет социально-экономический кризис в России является самым длительным в ее истории, и выход из него потребует чего-то большего, чем простое следование даже оправдавшим себя теориям, применимым в отлаженной экономике стран-лидеров, или чем постоянное повторение схемы «проб и ошибок» в освоении зарубежных рецептов и «авторитетных рекомендаций». Сюда же внесла свой вклад начавшаяся в 2004 г. административная реформа, нарушившая существовавшие «обратные связи» в системе управления экономическими процессами и заметно снизившая уровни ответственности должностных лиц за последствия предпринимаемых (или не предпринимаемых) ими шагов в пределах установленных полномочий. Остается надеяться, что продвижение в экономику сложившихся и новых методов исследования окажется хоть в чем-то полезным для проблем как макро-, так и микроэкономического уровня (тем более, что далеко не всегда очевидны приоритеты одних перед другими).

Несмотря на отмеченные трудности, работу, связанную с применением точных (математических) методов, продолжают и сохранившиеся научные коллективы, и отдельные специалисты, и даже корпоративные группы аналитиков, однако главной чертой этих усилий остается их разобщенность и часто – узкая направленность в отличие от того, что имело место в 60–70-х гг. XX в. в плане интенсивных разработок экономико-организационных, энергетических, космических, оборонных, информационных систем на основе государственного заказа.

Рассматриваемая ситуация связана и со многими внутренними (локальными) обстоятельствами, характерными для «экономики переходного периода» и оказывающими непосредственное влияние на перспективы использования формализованных подходов к поиску приемлемых вариантов действий. В частности, необходимо отметить традиционно недостаточную математическую подготовку специалистов собственно экономического профиля и, как следствие, затруднения с корректными постановками даже относительно простых задач, скрывающими в себе смысл и условия применимости будущих решений. Обычно есть понимание того, что и как должно происходить (в содержательном плане), но нет ни приемлемых количественных описаний соответствующих процессов, ни объяснений их отклонения от вроде бы понятных закономерностей (яркие примеры можно найти в сферах ценообразования, налогообложения, инфляционных ожиданий и др.). Сюда же можно отнести довольно распространенные суждения о необходимости тех или иных преобразований (например, социально-экономических) без указания путей (механизмов, стратегий) их реализации, обоснования требуемых затрат, понятной характеристики появляющихся результатов.

Аналогичная картина складывалась в 60-х гг. прошлого века в области подготовки инженерных кадров, и тогда было принято решение об открытии факультетов прикладной мате-

матики в ряде высших учебных заведений (одним из первых был факультет Вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова), что позволило не только изменить сложившиеся представления об инженерах-практиках, но и существенно расширить круг задач для инженеров-исследователей (развитие теории управления, создание операционных систем, разработка роботизированных производств и др.).

К негативным моментам следует причислить и затянувшиеся обсуждения понятийных и терминологических вопросов, затрудняющие (а иногда заменяющие собой) поиск полезного результата даже в тех направлениях исследований, которые представляются весьма актуальными (инновационная деятельность, экономические риски, интеллектуальная собственность). При всей важности четких понятий и определений их количество не должно превышать каких-то разумных пределов хотя бы по соображениям сопоставимости подготавливаемых решений, выводов, рекомендаций. Наглядный пример – десятки различных толкований знакомого слова «риск», начиная от общепринятого словарного «действие наугад в надежде на успех» или «опасность не достичь поставленной цели» и заканчивая несколько неожиданным «вероятность нежелательного события». То же самое можно сказать и о многострадальном термине «инновация», используемом в течение последнего десятилетия с разными смысловыми оттенками.

Серьезного внимания требует проблема оценки эффективности экономической деятельности, осуществляемой в различных масштабах и условиях. Обычно для этого используются стоимостные показатели (критерии), исчисляемые в денежных единицах (затраты, прибыль, доходы и др.). С одной стороны, это естественно в силу самой природы экономических задач, но с другой – всегда желательно иметь возможность использования родственных критериев (надежность коммерческого предприятия, пропускная способность систем обслуживания, затраты производственного времени и др.) в интересах расширения поля исследований и полноты получаемых оценок.

Дополнить сказанное полезно и упоминанием организационных аспектов исследовательской деятельности, заметно влияющих на ее результативность. Здесь можно обратить внимание на так называемое «бригадное проектирование», широко применявшееся при создании сложных технических систем, но редко встречающееся в разработках экономической направленности. Его суть заключена в стремлении наладить взаимодействие специалистов разного профиля, объединяемых в «бригаду разработчиков» и реализующих свои профессиональные возможности в исследовании общей задачи. При надлежащей организации дела это позволяет наиболее полно использовать потенциал каждого специалиста (например, системного аналитика, математика-прикладника, экономиста, социолога) и отказаться от трудновыполнимых предложений кого-то переучить, привлечь к «освоению новых профессий», расширить «зону ответственности» и т. п. Конечно, рядом должен присутствовать руководитель всей работы в лице опытного менеджера или другого человека, обладающего соответствующими знаниями и организаторскими способностями.

Перечень подобных замечаний мог бы быть продолжен, однако в данном случае это не является самоцелью и служит лишь общим фоном для более детального обсуждения способов формализованного описания ситуаций, встречающихся на практике и допускающих применение точных методов количественного анализа. К сожалению, еще остаются не востребованными многие достижения, принадлежащие А.Н. Колмогорову, Дж. Нейману, Л.В. Канторовичу, Дж. Данцигу, Н.Н. Моисееву, Т. Саати, Е.С. Вентцель, другим известным ученым, чьими трудами созданы новые направления в науке.

Есть все основания полагать, что в современной экономике с ее особенностями и сложностью существующих проблем применение математических методов оправдывает свое предназначение и поможет преодолеть хотя бы какую-то часть проблем как в плане более глубокого осмысления происходящих процессов, так и в плане подготовки объяснимых решений, служащих приемлемым ориентиром для представителей управленческих структур.

Высказанные выше суждения могут быть иллюстрированы примерами математических моделей (задач), относящихся к известным классам, но не используемых в повседневной организационно-экономической практике. Здесь можно говорить, в частности, о детерминированных моделях, разработка которых дает результаты, допускающие непосредственное применение «на местах» - в бюджетных учреждениях, коммерческих организациях, различных фирмах. На этом уровне весьма распространенными, но далекими от каких-либо обоснований (кроме умозрительных) оказываются бухгалтерские расчеты, связанные с составлением смет расходов денежных средств. Несмотря на сложившееся положение дел и традиционность принятого отношения к сметам как объектам внимательного рассмотрения (и последующего утверждения), все они остаются лишенными (в подавляющем большинстве случаев) характерных свойств или признаков, позволяющих выделять наиболее предпочтительные варианты (не говоря о «лучших» в каком-то смысле). Чтобы восполнить этот недостаток, полезно обратиться к следующей задаче.

Дана смета расходов некоего учреждения (см. таблицу) — перечень разделов, статей, значаемых денежных сумм по каждой статье ( $x_1, x_2, \dots, x_{11}$ ) при заданных  $S_I, S_{II}, S_{III}, S_{IV}$  и  $S = S_I + S_{II} + S_{III} + S_{IV}$  (величина  $S$  — годовой бюджет учреждения, определяемый вышестоящими инстанциями или иными руководящими структурами по его составляющим  $S_I, S_{II}, S_{III}, S_{IV}$ ).

При любом выборе конкретных значений представленных здесь величин выполняются соотношения (А):

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 = S_I \\ x_3 = \eta \cdot x_1 \quad (\eta - \text{коэффициент налогообложения}) \\ x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 = S_{II} \\ x_{10} + x_{11} = S_{IV} \\ x_1 + x_2 + \dots + x_{10} + x_{11} = S - S_{III} \\ \text{все } x_j \geq 0 \quad (j = 1, 11) \end{array} \right. \quad (\text{А})$$

Наименование статей расходов	Сумма на год
I. Оплата труда и начисления на нее: – заработная плата, – прочие выплаты, – начисления на оплату труда	$S_I$ $x_1$ $x_2$ $x_3$
II. Приобретение услуг: – услуги связи, – транспортные услуги, – коммунальные услуги, – услуги по содержанию имущества, – арендная плата за имущество, – прочие услуги	$S_{II}$ $x_4$ $x_5$ $x_6$ $x_7$ $x_8$ $x_9$
III. Прочие расходы	$S_{III} (x_{12})$
IV. Поступление нефинансовых активов: – увеличение стоимости основных средств, – увеличение стоимости материальных запасов	$S_{IV}$ $x_{10}$ $x_{11}$
V. Итого расходов	$S$

Исходя из формальных рассуждений, можно утверждать следующее: если найти какое-то численное решение системы уравнений (А), то появится один из возможных вариантов сметы, причем существует довольно много таких решений в силу избыточности системы (А) (5 уравнений с 11-ю неизвестными  $x_j$ ).

В существующей на сегодня практике значения некоторых  $x_j$  фиксируются заранее (это  $x_1, x_2, x_6, x_8$  и  $x_3$  — через известный коэффициент  $\eta$ ). Допускают изменения  $x_4, x_5, \dots, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}$  и даже  $S_{III}$  (7 величин). С учетом этого обстоятельства система (А) может быть преобразована и приведена к более удобному виду (В):

$$\left\{ \begin{array}{l} x_4 + x_5 + x_8 + x_9 = S_{II} - (x_6 + x_7) \\ x_{10} + x_{11} = S_{IV} \\ x_4 + x_5 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} = S - S_I - (x_6 + x_7) \\ x_{10} + x_{11} = S_{IV} \\ \text{все } x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,12}) \end{array} \right. \quad (B)$$

Здесь символом  $x_{12}$  обозначена изменяемая (в принципе) величина  $S_{III}$ ; в левых частях равенств собраны, как обычно, все переменные, в правых — все постоянные (заданные) величины. В итоге (В) представляет собой систему 3-х уравнений с 7-ю неизвестными (применительно к табл.1), остающуюся избыточной и допускающей тем самым формализованное представление всех возможных смет при различных вариациях значений  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 12$ ). Вопрос о том, какие вариации  $x_j$  допустимы (т. е. какие варианты сметы приемлемы), решается на основе каких-либо дополнительных соображений применительно к складывающимся условиям деятельности конкретного учреждения. Это приводит к трудностям объяснения преимуществ одной сметы перед другими (все происходит на уровне согласований), и в результате выбранная (утвержденная) смета будет лишь казаться лучшей, что часто подтверждается необходимостью ее последующих корректировок.

Преодолеть (хотя бы частично) этот негативный момент довольно просто, если ввести «коэффициенты полезности расходов»  $q_j$  ( $j = 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12$  для рассматриваемой системы (В)). В значениях  $q_j$ , выбираемых применительно к конкретным ситуациям руководящим звеном учреждения, отражаются приоритеты одних расходов перед другими. Например, услуги связи ( $x_4$ ) более важны, чем накопление материальных запасов с соответствующим ростом их стоимости ( $x_{11}$ ), или затраты на прочие услуги ( $x_9$ ) можно сократить по сравнению с затратами на приобретение основных средств  $x_{10}$  и т.д. Следовательно, назначая  $q_4 > q_1, q_{10} > q_9, \dots$  и выражая их в числах (произвольных или нормированных, но отражающих соотношения важностей расходов), можно ввести «функцию полезности»  $z = q_4 \cdot x_4 + q_5 \cdot x_5 + q_8 \cdot x_8 + q_9 \cdot x_9 + q_{10} \cdot x_{10} + q_{11} \cdot x_{11} + q_{12} \cdot x_{12}$  (для табл.1), которая будет объективной характеристикой каждого варианта сметы, каким бы способом он ни был получен.

Таким образом, появляется основа для различения вариантов сметы по уровню их «полезности», определяемому соответствующей величиной  $z$ . В свою очередь, это позволяет ставить задачу о составлении наилучшей (оптимальной) сметы, для которой величина  $z$  максимальна. В формальной классической интерпретации эта задача принимает вид: найти значения  $x_4, x_5, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ , доставляющие максимум функции  $z = q_4 \cdot x_4 + q_5 \cdot x_5 + q_8 \cdot x_8 + q_9 \cdot x_9 + q_{10} \cdot x_{10} + q_{11} \cdot x_{11} + q_{12} \cdot x_{12}$  при условиях (В) и выбранных так или иначе величинах  $q_4, q_5, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}, q_{12}$ .

Если пренебречь (для простоты) требованиями целочисленности  $x_j$  (в больших расходах всегда можно округлить копейки до ближайшей суммы рублей), то представленная оптимизационная задача идентифицируется как задача линейного программирования, решаемая сравнительно легко с помощью средств вычислительной техники даже при большом количе-

стве переменных и условий-ограничений. Это открывает путь к автоматизации расчетов смет, моделированию ситуаций с выбором  $q_j$ , подтверждению целесообразности намеченных денежных трат и другим подобным операциям. Вместе с тем, главным и очень важным моментом здесь является открывшаяся возможность объяснить получаемые результаты, дать количественную оценку (в единицах  $z$ ) разных вариантов смет и выбрать среди них наилучший (оптимальный) в смысле полезности для учреждения вариант. Последнее обстоятельство представляется весьма актуальным на фоне часто употребляемой невнятной (и некорректной) фразы «получено наиболее оптимальное решение...» («наиболее», как и «наименее», оптимальных решений не бывает).

Вполне возможно, что рассмотренный пример (табл. 1 и далее) выглядит неким курьезом с точки зрения сложившейся практики планово-бухгалтерских расчетов, которые никогда не выходили за рамки арифметических действий (пусть даже довольно громоздких). Но при этом нужно помнить о существующем расширительном толковании понятия «смета», к которому сводится и понятие «бюджет». Например, допустимо считать бюджет крупной корпорации или региона своеобразной сметой доходов-расходов, к которой применимы сделанные выше замечания. Если предположить, что оптимизационный подход к организационно-экономическим проблемам (в строго научном, а не декларативном смысле) станет реальной частью бюджетного планирования, то многие из названных выше трудностей будут преодолены с меньшими потерями имеющихся пока ресурсов, расходование которых требует все большей осмотрительности.

Следует заметить, что сфера применения формализованных моделей и методов их анализа достаточно широка и не ограничивается попытками упорядочения финансовых вопросов. Она может охватывать проблемы налогообложения, коммерциализации научных разработок, защиты интеллектуальной собственности, управления технологическими процессами и многое другие, но во всех этих случаях должна формироваться среда для подготовки обоснованных и объяснимых решений возникающих задач.