Деятельность современного экономиста немыслима без использования интеллектуального анализа данных. Там, где невозможно применить традиционные методы оптимизации, поиска зависимостей, прогнозирования, кластерного анализа, успешно применяются технологии генетических алгоритмов, нечеткой логики, нейронных сетей, эвристического программирования, объединенные общим названием Data Mining или интеллектуального анализа данных.

Основанные на теории искусственного интеллекта и воплощенные в компьютерные программы, подобного рода методы являются мощных инструментом обработки имеющейся информации для принятия решений в различных экономических ситуациях.

Магистранты, имеющие склонность к исследовательской работе, приобретут весьма ценные навыки, получают дополнительные знания современных методов анализа.

Недостатком этого подхода является то, что он не может охватить всех студентов. Поэтому, вероятней всего, с ростом потребностей сегодняшних и будущих экономистов в новых методах анализа данных и принятия решений, в учебных планах по экономическим специальностям будут появляться новые основные и специальные курсы по методам интеллектуального анализа данных.

Список использованной литературы

1. Замятин А.В. Интеллектуальный анализ данных Учебное пособие. — Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. — 120 с.
2. Петрунин Ю.Ю. Изучение методов интеллектуального анализа данных при подготовке управленцев. Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). №3 – 2004 г.

УДК 519.865.3

СПОСОБ ВКЛЮЧЕНИЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В МОДЕЛЬ ЧАСТИЧНОГО РАВНОВЕСИЯ

Светлов Н.М., д.э.н., профессор
Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва

Ключевые слова: частичное равновесие, анализ политики, первая теорема двойственности.
Key words: partial equilibrium, policy analysis, first duality theorem.

Аннотация: Включение задачи выбора производственной программы непосредственно в вычислимые модели частичного равновесия преодолевает ряд их недостатков и расширяет их возможности, но сталкивается с неприемлемыми вычислительными трудностями. В статье предложен способ избежать этих трудностей, пригодный для случая, когда производственные возможности описываются непараметрической границей производственных возможностей.
Summary: By means of introducing the producer's problem directly into a computable partial equilibrium model, it is possible to avoid some flaws of the partial equilibrium framework and to expand its functionality. However, such approach rises unacceptable computational difficulties. The paper suggests a method that allows avoiding them, restricted to the case when the technology is defined via non-parametric production frontier.

Роль государства в научно-технической политике не ограничивается её разработкой. Существуют весомые причины для участия государства в её осуществлении [2,1 и др.]. Это участие, помимо прямого эффекта, имеет косвенные последствия для рынков. Для их выявления требуется моделирование реакции рынков на действия государства с помощью вычислимых моделей равновесия: общего [3] или частичного [4]. Предмет данной статьи – приём, расширяющий возможности и устраняющий некоторые недостатки моделей частичного равновесия.

Суть приёма заключается в следующем. Во-первых, в модели частичного равновесия предлагается заменить функцию предложения задачей линейного программирования, описывающей выбор производственной программы при заданных ценах. При этом предполагается, что граница производственных возможностей задана в непараметрической форме согласно [4]. Во-вторых, вводится способ избежать вычислительных сложностей, с которыми сопряжено решение получившейся задачи. Этот способ основан на теории двойственности в линейном программировании.

Условие частичного равновесия $\mathbf{s}(\mathbf{p}) = \mathbf{d}(\mathbf{p})$, где $\mathbf{s}(\mathbf{p})$ и $\mathbf{d}(\mathbf{p})$ – вектор-функции спроса и предложения от вектора цен $\mathbf{p}$, можно переформулировать в задачу

$$\arg\max_{\mathbf{s}} \left(\mathbf{ps} - \mathbf{c}(\mathbf{s}) \mid \mathbf{s} \in S \right) = \mathbf{d}(\mathbf{p}), \tag{1}$$

решаемую относительно вектора $\mathbf{p}$. В этой задаче $\mathbf{s}$ – вектор объёмов производства (предложения), S – множество технологически достижимых объёмов выпуска, $\mathbf{c}(\mathbf{s})$ – функция издержек. Такая формулировка подразумевает, что многочисленные независимые поставщики выбирают планы, максимизирующие их краткосрочную прибыль, в предположении, что имеется возможность обмениваться или торговать ресурсами, но нет возможности устанавливать цены **p** по своей воле. В результате при заданных ценах **p** совокупный производственный процесс обеспечивает такой выпуск **s**, который соответствует максимуму (в пределах *S*) суммы краткосрочных прибылей всех поставщиков.

Для численного решения задачи (1) потребовалась бы процедура, которая вначале решает оптимизационную задачу о производственной программе $\max\limits_{\mathbf{s}}\left(\mathbf{ps}-\mathbf{c}(\mathbf{s})\,|\,\mathbf{s}\in S\right)$ при заданных (фиксированных) ценах; затем, вычислив образовавшийся дисбаланс между спросом и предложением, корректирует цены; уточняет производственную программу при новых ценах; повторяет эти действия до тех пор, пока спрос и предложение не сойдутся по всему набору благ. Сходимость такой процедуры осложняется тем, что многомерная функция предложения от цен, задаваемая оптимизационной задачей, в общем случае не непрерывна. Встаёт следующий вопрос: можно ли переформулировать задачу (1) таким образом, чтобы её можно было эффективно решать, используя существующие инструментальные средства.

Основываясь на [4], введём следующую спецификацию задачи о производственной программе:

$$\mathbf{A}\boldsymbol{\lambda}\le\mathbf{a}_0;\ \ \mathbf{B}\boldsymbol{\lambda}\ge\mathbf{s};\ \ \boldsymbol{\lambda}\ge\mathbf{0};\ \ \mathbf{s}\ge\mathbf{0}; \tag{2}$$

$$\mathbf{ps}-\mathbf{c}\boldsymbol{\lambda}\to\max. \tag{3}$$

В выражениях (2) и (3) переменными являются $\boldsymbol{\lambda}$ – вектор интенсивности производственных процессов и **s** – вектор объёмов производства. Параметры: $\mathbf{a}_0$ – вектор объёмов ресурсов, **A** и **B** – матрицы расхода ресурсов и выпуска продукции при единичной интенсивности каждого производственного процесса; **p** – вектор цен продукции каждого вида; **c** – вектор издержек на единицу интенсивности каждого производственного процесса. Условия (2) задают границу производственных возможностей технологии, которой владеет моделируемый объект. Оптимальный план задачи (2)…(3) обозначим через $\left(\boldsymbol{\lambda}^*;\mathbf{s}^*\right)$.

Теперь рассмотрим вектор **p** как переменную. Введём функцию спроса **s**(**p**), значение которой равно вектору $\mathbf{s}^*$, полученному в результате решения задачи (2)…(3) при ценах **p** и неизменных значениях остальных параметров. Дополним задачу условием равновесия

$$\mathbf{s}(\mathbf{p})=\mathbf{d}(\mathbf{p}), \tag{4}$$

где функция спроса **d**(**p**) непрерывна, монотонно убывает по норме вектора **p**, а её матрица Якоби определена при любом **p**.

Получившаяся система (2)…(4) является спецификацией задачи (1), если её подсистема (2)…(3) решается относительно $\boldsymbol{\lambda}$ и **s**.

Первая теорема двойственности позволяет преобразовать подсистему (2)…(3) из экстремальной задачи в систему линейных уравнений и неравенств. Составим новую задачу, эквивалентную (2)…(4). Эта задача, наряду с выражением (2), содержит следующие неравенства и уравнения:

$$\boldsymbol{\delta}\mathbf{A}-\boldsymbol{\eta}\mathbf{B}\geq-\mathbf{c};\ \left(\boldsymbol{\eta}\mathbf{I}\right)\mathbf{s}\geq\mathbf{p};\ \boldsymbol{\delta}\geq\mathbf{0};\ \boldsymbol{\eta}\geq\mathbf{0} \tag{5}$$

$$\mathbf{ps}-\mathbf{c}\boldsymbol{\lambda}=\boldsymbol{\delta}\mathbf{a}_0 \tag{6}$$

$$\mathbf{s}=\mathbf{d}(\mathbf{p}) \tag{7}$$

В системе (2),(5)…(7) переменными являются, помимо $\boldsymbol{\lambda}$ и **s**, цены **p**, объективно обусловленные оценки ресурсов $\boldsymbol{\delta}$ и продукции $\boldsymbol{\eta}$. Через **I** обозначена единичная матрица подходящего порядка. Выражение (5) – это система неравенств, двойственная по отношению к (2). Уравнение (6) представляет собой условие равенства целевых функций прямой и двойственной задач. Наконец, уравнение (7) выражает условие равновесия. Все уравнения и неравенства системы линейны, за исключением уравнений (7).

В силу первой теоремы двойственности решение этой системы есть частичное равновесие для спроса $\mathbf{d}(\mathbf{p})$ и предложения, задаваемого задачей (2)…(3). В силу той же теоремы решение задачи (2),(5)…(7) существует, если существует оптимальное решение задачи (2)…(3), а множество значений функции $\mathbf{d}(\mathbf{p})$ представляет собой неотрицательный ортант пространства продуктов. При этих условиях проекция любого решения $\left(\boldsymbol{\lambda}^*,\mathbf{s}^*,\boldsymbol{\delta}^*,\boldsymbol{\eta}^*,\mathbf{p}^*\right)$ задачи (2),(5)…(7) на пространство переменных задачи (2)…(3) совпадает с некоторым оптимальным решением $\left(\boldsymbol{\lambda}^*,\mathbf{s}^*\right)$ задачи (2)…(3) при ценах $\mathbf{p}^*$.

Таким образом, для отыскания частичного равновесия больше не требуется решать задачу (2)…(3), итеративно согласовывая её решение с функцией спроса. Достаточно решить систему уравнений и неравенств, некоторые уравнения которой могут быть нелинейными. На практике целесообразно заменить выражение (6) эквивалентным выражением $\boldsymbol{\delta}\mathbf{a}_0-\left(\mathbf{ps}-\mathbf{c}\boldsymbol{\lambda}\right)\to\min$, чтобы упростить поиск решения.

Что даёт предложенный приём?

Во-первых, он позволяет избежать параметрической идентификации многомерной функции предложения. Это очень важно, поскольку общего решения этой задачи, вполне удовлетворяющего требованиям практики, не существует. Определять функцию предложения с помощью регрессионного анализа фактических данных о ценах и объёмах продаж недопустимо. В предположении равновесного ценообразования изменение фактических цен связано со *смещением* кривых спроса и предложения, поэтому нет возможности допустить, что ряд наблюдаемых цен и объёмов сделок принадлежит одной и той же кривой предложения.

На практике функция предложения выводится через условия первого порядка из производственной функции или, реже, через лемму Хотеллинга из функции прибыли. Параметрическая идентификация производственной функции – задача, безусловно, разрешимая; но если из неё предстоит выводить функцию предложения для модели частичного равновесия, то *вся* совокупность поставщиков на рынках, охваченных этой моделью, должна соответствовать выбранной модели производственной функции. На деле, добиваясь адекватности модели, почти всегда приходится исключать из выборки некоторых поставщиков, занимающих некоторую долю рынка. Кроме того, для много продуктовых моделей частичного равновесия требуются, соответственно, многопродуктовые производственные функции, а теория их параметрической идентификации пребывает в зачаточном состоянии: после работы [6] существенного прогресса на этом направлении не произошло. Трудности идентификации функций спроса и предложения – причина осторожного отношения учёных к моделям частичного равновесия: см. [3]. Предложенный метод устраняет половину этих трудностей.

Во-вторых, при параметрическом представлении производственной функции (для последующего вывода из неё функции предложения) почти всегда предполагается, что все ресурсы используются без остатка. Это предположение особенно уязвимо в сельском хозяйстве, где погодные условия могут предопределять вынужденное недоиспользование тех или иных ресурсов. Предложенный подход решает и эту проблему.

В-третьих, появляется возможность моделирования последствий интервенций государства в производственный процесс. Если вмешательство в торговлю – квоты, пошлины, субсидии – отражается в обычных моделях частичного равновесия без затруднений, то интервенции в производство – например, предоставление доступа к определённым ресурсам на нерыночных условиях – требует корректировок функции предложения, для которых, однако, нет ни методик, ни даже теории. Предложенный подход позволяет отразить действие политических инструментов, влияющих на производство, в подзадаче о производственной программе.

В-четвёртых, в рамках предложенного подхода появляется принципиальная возможность весьма точного отражения в числе факторов предложения не только производства, но также логистики, неопределённости, элементов внеэкономической мотивации. Все эти возможности особенно востребованы при моделировании рынков сельскохозяйственной продукции.

Список использованной литературы

1. Дементьев, В.Е. Догоняющее развитие через призму теории «длинноволновой» технологической динамики: аспект «окон возможностей» в кризисных условиях // Российский экономический журнал. 2009. № 1-2. С. 34–48.
2. Прокопьев, М.Г. Классификация и математические аспекты разработки моделей частичного равновесия // Региональные проблемы преобразования экономики. 2015. №6. С. 88-95; №7. С. 83-91.
3. Abler, D. Approaches to Measuring the Effects of Trade Agreements // Journal of International Agricultural Trade and Development. 2007. №3. P. 155-171.
4. Farrell, M.J. The measurement of productive efficiency // Journal of Royal Statistical Society: Series A (General). 1957. №3. P.253-290.
5. Melo, J. de, Tarr, D. A general equilibrium analysis of U.S. foreign trade policy. Cambridge: The MIT Press, 1991. 309 p.
6. Mundlak, Y. Specification and Estimation of Multiproduct Production Functions // Journal of Farm Economics. 1963. №2. P.433-443.
7. Stiglitz, J.E., Wallsten, S.J. Public-private technology partnerships: Promises and pitfalls // American Behavioral Scientist. 1999. №1. P.52-73.

УДК 631.153

АСПЕКТ РАЗВИТИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ФОНДА ОПЛАТЫ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Цыганов В.А., к.ф.-м.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск
Joanna Adrianowska
University of Lodz
Katsiaryna Tsyrkina
University of Lodz

Ключевые слова: ресурсный подход, прибыль, фонд оплаты труда, экономическое развитие
Key words: the resource-based approach, profit, labor compensation fund, economic development

Аннотация: В работе на основе ресурсного подхода предлагается способ качественной оценки возможного экономического развития организации в зависимости от величины фонда оплаты труда.
Summary: In the work on the basis of the resource approach, a method of qualitative assessment of the possible economic development of the organization depending on the size of the labor compensation fund is proposed.