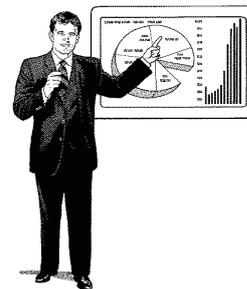


АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ



М.В. САМОЙЛОВ, В.Я. АСАНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Экономико-математические методы в настоящее время нашли широкое применение в практике исследования и моделирования производственной деятельности субъектов хозяйствования. Однако при любом моделировании, включая моделирование производственной деятельности, неизбежно закладывается несоответствие между исследуемым объектом и его моделью: модель представляет собой упрощенное теоретическое представление действительности, имеющее отношение к объективной реальности, которое намеренно вычленяется из нее для исследования и анализа той или иной стороны изучаемого явления.

Сложность моделирования производственной деятельности, в свою очередь, определяется рядом причин:

- неоднородностью выпускаемой продукции;
- технологическими особенностями производства;
- нарушениями стабильности снабжения производства или сбыта продукции;
- нерегулярностью финансовых потоков, «подпитывающих» производственную деятельность;
- изменением условий хозяйствования, например, на законодательном уровне;
- внешней средой предприятия с ее угрозами и благоприятными возможностями — общей экономической, технологической и социальной обстановкой в стране и т. д.

Отдельного рассмотрения требует проблема выбора принципа экономико-математического моделирования, а также математического метода интерпретации сложных явлений, происходящих в процессе производственной деятельности.

Абсолютное большинство современных методов экономико-математического моделирования основано на использовании действительных переменных. Однако в настоящее время все больше и четче выявляется ограниченность математического аппарата, основанного на использовании

Михаил Владимирович САМОЙЛОВ, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой технологий важнейших отраслей промышленности Белорусского государственного экономического университета;

Валерий Яковлевич АСАНОВИЧ, доктор химических наук, профессор кафедры прикладной математики и экономической кибернетики Белорусского государственного экономического университета.

только действительных переменных, аппарата, который не способен в достаточной мере адекватно описать все многообразие процессов, происходящих в реальной экономике [1; 2].

Как показывает практика, модели действительных переменных, упираясь в естественные рамки своих возможностей, не всегда корректно описывают экономические процессы, что ограничивает возможности использования математических моделей для решения практических задач и делает их теоретическими построениями, имеющими зачастую мало общего с реальной производственной деятельностью. Введение в модели дополнительных ограничений и предположений, с одной стороны, приводит к тому, что нередко они начинают обладать свойствами, которых нет в реальных производственных объектах. С другой стороны, включение в модели новых переменных или усложнение математических расчетов, благодаря использованию все более производительных компьютеров, еще сильнее отрывает модель от реально описываемого объекта.

Поэтому в настоящее время все острее ощущается потребность в использовании иных подходов при экономико-математическом моделировании производственной деятельности, и такие подходы, как нам представляется, заложены в теории функций комплексных переменных, лежащей в основе нового научного направления — комплекснозначной экономики [1].

Цель данной статьи — привести результаты исследования динамики промышленного комплекса национальной экономики с использованием методологии теории функций комплексных переменных.

Теория функций комплексных переменных широко используется в естественно-научных и инженерно-технических науках, при этом модели комплексных переменных значительно проще описывают сложные объекты и явления, чем модели действительных переменных.

Ученые, занимающиеся экономико-математическим моделированием, не замечают очевидного факта — комплекснозначная переменная сама по себе может рассматриваться как модель, которая описывает свойства объекта более комплексно, нежели просто действительная переменная, характеризующая объект [2].

Исследование динамики прибыли промышленного предприятия, например, позволяет проанализировать только итог производственной деятельности. Однако для принятия управленческих решений результатов этого исследования явно недостаточно: необходимы также сопоставимые сведения о динамике затрат (издержек) на производство и реализацию продукции, составляющих ее себестоимость. Традиционно анализ производственной деятельности проводят, соотнося прибыль с себестоимостью, т. е. рассчитывая рентабельность реализованной продукции. Поскольку рентабельность является экономическим показателем, который отражает и затраты, и прибыль от производственной деятельности, то его и используют как для оценки экономической эффективности производства, так и для принятия управленческих решений по его усовершенствованию. Однако показатель рентабельности, по сути, является статичной величиной, констатирующей эффективность реализованной производственной деятельности, он не обладает прогностическим потенциалом.

В то же время возможность одновременного моделирования двух параметров — прибыли и затрат на производство продукции — появляется при рассмотрении результата производственной деятельности (w) в виде комплексного числа:

$$w = G + iC = \rho e^{i\theta}, \quad (1)$$

где G — валовая прибыль; i — мнимая единица; C — затраты (издержки) производства; ρ — модуль комплексной переменной; e — основание натурального логарифма; θ — полярный угол переменной.

Графическая интерпретация записи комплексного числа (1) представлена на рис. 1.

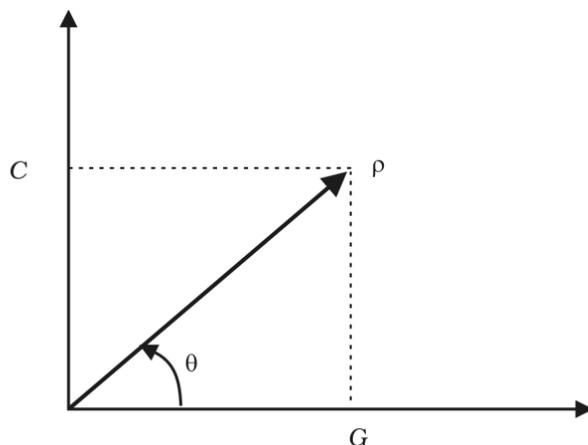


Рис. 1. Изображение комплексного числа на плоскости

Данное комплексное число, по сути, является само по себе моделью, отражающей результаты производства. Анализируя параметр ρ мы одновременно учитываем и прибыль, и затраты на производство, поскольку они являются неотъемлемыми характеристиками комплексного числа. Следовательно, использование комплексной переменной как некоторой модели, связывающей воедино два экономических показателя, позволяет получить значительно более компактную запись, с одной стороны, и включить в экономико-математическую модель более подробную информацию о моделируемом объекте, с другой стороны [1].

Действительно, суммирование вещественной и мнимой части комплексной переменной ($G + C$) дает нам величину выпуска продукции, а их отношение (C/G) — рентабельность (арккотангенс угла θ на рис. 1). Более того, появляется возможность анализировать динамику одной комплексной переменной при изменении двух действительных переменных. При этом, как показано на рис. 2, меняется либо модуль комплексной переменной (например, от значения ρ_1 до ρ_2), либо величина угла наклона результирующего вектора ρ (например, от значения θ_1 до значения θ_2), либо изменение величины вектора и угла его наклона происходит одновременно.

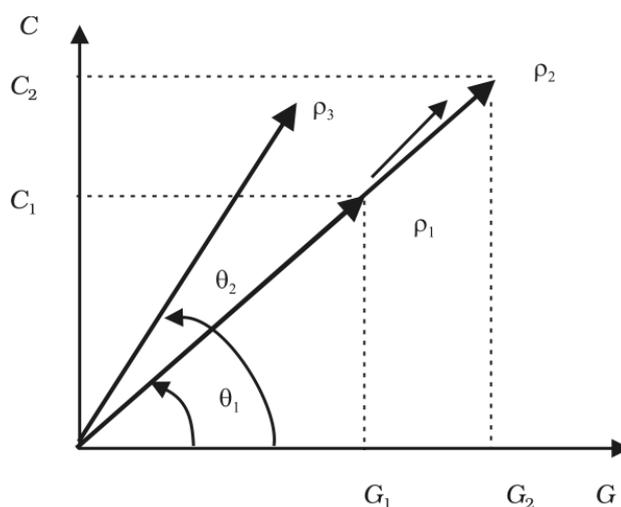


Рис. 2. Динамика комплексной переменной

Итак, при определении значения одной комплексной переменной (например, выпуска продукции) в ходе исследования производственной

деятельности появляется возможность найти значения (или проанализировать динамику на протяжении ряда лет) не только двух переменных (например, прибыли и затрат), но и дополнительных показателей, являющихся производными от них (например, рентабельности).

При этом модуль комплексного числа (1), определяемый как

$$\rho = \sqrt{G^2 + C^2}, \quad (2)$$

представляет собой технико-экономический показатель, отражающий масштаб производственной деятельности [1].

Представление экономических показателей и факторов в форме комплексного числа (1) дает новые возможности как для исследования экономических процессов, так и для экономико-математического моделирования.

Для того чтобы использовать аппарат теории функций комплексных переменных, при объединении двух экономических показателей в одну комплексную переменную необходимо выполнение двух условий:

1) показатели должны быть двумя характеристиками одного процесса или явления, т. е. отражать разные стороны этого явления;

2) показатели должны иметь одинаковую размерность.

Интересно связать производственную деятельность объекта с теми ресурсами, которые приводят к соответствующим результатам. Например, производственную функцию комплексных переменных в общем виде можно представить как зависимость комплексного производственного результата w от комплексной переменной взаимозаменяемых производственных ресурсов K и L (капитала и труда соответственно):

$$w = K + iL = re^{i\varphi}, \quad (3)$$

где r — модуль комплексной переменной; φ — полярный угол переменной r .

В общем виде, при сопоставлении зависимостей (1) и (3) имеем:

$$G + iC = f(K + iL). \quad (4)$$

Для степенной производственной функции с действительными коэффициентами такую зависимость можно представить в виде конформного отображения:

$$G + iC = a(K + iL)^b, \quad (5)$$

где a и b — действительные коэффициенты производственной функции.

Геометрически отображение, осуществляемое функцией (5), сводится к растяжению модуля комплексной переменной в b -ю степень и увеличению полярного угла в b раз (рис. 3). Таким образом, для простой степенной функции (3) рост модуля и полярного угла комплексной переменной (рост трудовых ресурсов в большей степени, чем капитала) будет означать увеличение производственных результатов с опережающим ростом издержек производства над валовой прибылью.

Если рассмотреть производственный процесс, в котором затраты капитала больше, чем трудовых ресурсов, то будем иметь вариант увеличения производственных результатов с опережающим ростом валовой прибыли над издержками производства.

Представляет интерес практическая проверка данного подхода, что и было сделано нами при анализе динамики развития промышленного комплекса Республики Беларусь за 2004—2010 гг.

В ходе нашего исследования были поставлены следующие задачи:

- выявить возможности использования аппарата теории функций комплексных переменных для исследования динамики промышленного производства;
- определить показатели для анализа развития промышленного комплекса национальной экономики;

- исследовать динамику этих показателей;
- выявить важнейшие тенденции в динамике развития промышленного комплекса национальной экономики.

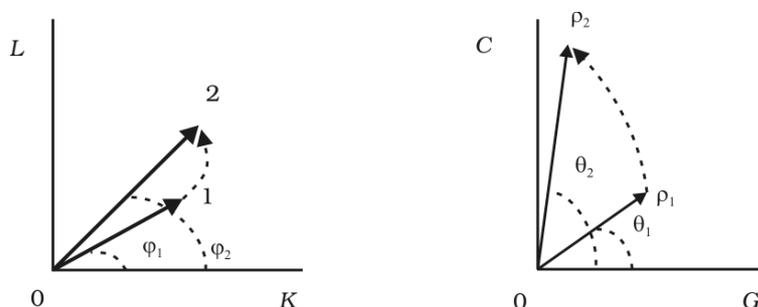


Рис. 3. Конформное отображение $w = \rho^b$ при $1 < b < 1,5$, когда вектор ресурсов перемещается из точки 1 в точку 2

Для корректного сопоставления статистические данные [3; 4] по объему производства, прибыли организаций промышленного производства, затратам на производство продукции, затратам труда и затратам капитала были пересчитаны в ценах 2004 г.

Динамика важнейших показателей, характеризующих развитие отечественного промышленного производства за исследуемый период, представлена на рис. 4.

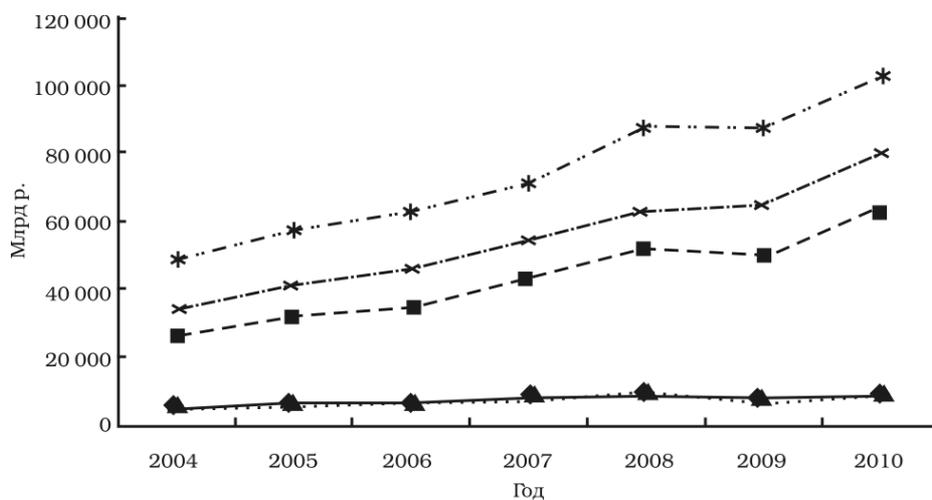


Рис. 4. Динамика важнейших показателей развития отечественного промышленного производства: ◆ - труд; ▲ - прибыль; ■ - капитал; × - затраты; * - объем производства

Как видно из рис. 4, отображение динамики важнейших показателей развития промышленного комплекса национальной экономики в действительных переменных недостаточно наглядно и не позволяет выявить их взаимообусловленность. Напротив, отображение этих же параметров в комплексных переменных лишено такого недостатка. Более того, появляется возможность компактно и наглядно сопоставлять факторы производства с результатами производственной деятельности (рис. 5).

При этом можно математически «связать» производственную деятельность объекта с теми ресурсами, которые приводят к соответствующим результатам через производственную функцию, представленную в формуле (4).

Из расчетов, которые мы провели для всего промышленного комплекса экономики в целом и отдельных его отраслей, следует, что до 2008 г. про-

мышленность Республики Беларусь функционировала и развивалась относительно успешно, однако после 2008 г. наступил спад, когда резко снизилась прибыль организаций промышленности (рис. 5). Тем не менее после 2009 г. определенные усилия по стабилизации производственной деятельности дали положительные результаты.

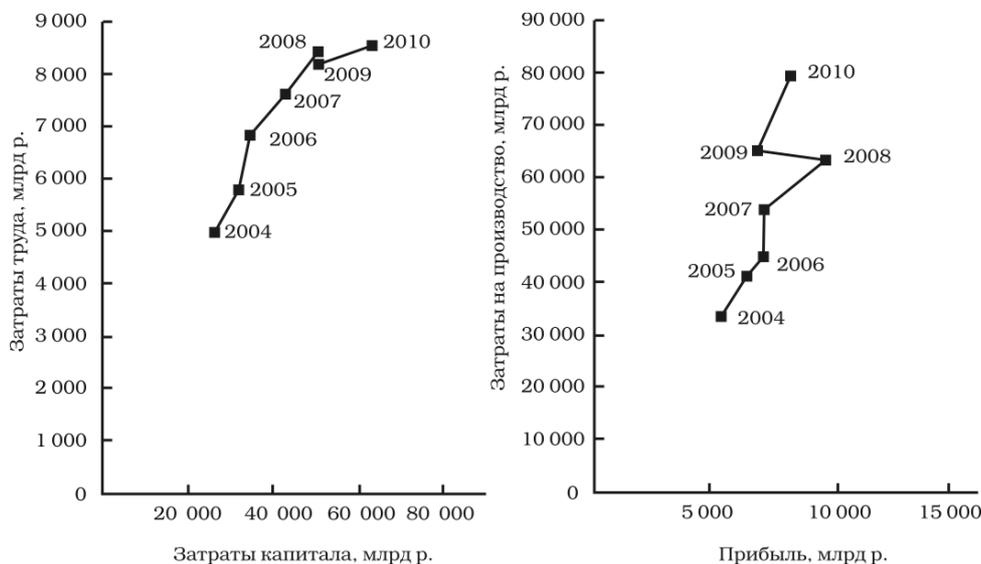


Рис. 5. Графическая интерпретация производственной функции комплексных переменных для промышленного комплекса

Итак, можно сформулировать преимущества использования комплексных переменных для исследования и моделирования производственной деятельности:

- компактная запись модели, выраженной в комплексных переменных;
- возможность одновременного моделирования двух и более параметров исследуемого явления;
- комплексная переменная по сравнению с действительной переменной сама по себе может рассматриваться как модель, которая системно характеризует свойства описываемого объекта;
- возможность анализировать динамику одной комплексной переменной при одновременном или раздельном изменении двух действительных переменных;
- возможность найти значения (или проанализировать динамику на протяжении ряда лет) не только двух переменных, но и дополнительных показателей, являющихся производными от них.

Таким образом, использование нового для экономики математического аппарата [1; 2] расширяет инструментальную базу исследования, анализа и моделирования производственной деятельности.

Литература

1. Светуныков, С.Г. Производственные функции комплексных переменных. Экономико-математическое моделирование производственной динамики / С.Г. Светуныков, И.С. Светуныков. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
2. Светуныков, С.Г. Основы эконометрии комплексных переменных / С.Г. Светуныков. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2008.
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2011: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; отв. за вып. Е.М. Палковская. — Минск: ИВЦ Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — 2011.
4. Промышленность Республики Беларусь, 2011: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; отв. за вып. О.А. Довнар. — Минск: ИВЦ Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — 2011.

Статья поступила
в редакцию 05.01. 2012 г.

□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□.
□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.