

М.В. Самойлов

кандидат технических наук, доцент

В.Я. Асанович

доктор химических наук, профессор

БГЭУ (Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В статье приведены результаты исследования развития промышленности Республики Беларусь с использованием динамической модели, разработанной на основе производственной функции. Показана перспективность использования данной модели для анализа явлений, происходящих в промышленности, принятия стратегических решений относительно ориентиров ее развития, а также формирования прогнозных показателей развития.

In article the results of research of development of the industry of Belarus with use of the dynamic model developed on the basis of production function are resulted. Perspectivity of use of the given model for the analysis of the phenomena occurring in the industry, for acceptance of strategic decisions concerning reference points of its development, and also formation of look-ahead indicators of development is shown.

Введение

Одним из важнейших условий инновационного развития национальной экономики является повышение ее конкурентоспособности за счет совершенствования собственного промышленного производства. Как показывает зарубежный опыт, инновационному развитию способствуют в первую очередь технологические нововведения, определяющее значение для появления которых имеют инвестиции в основной капитал, а также проведение собственных (внутренних) научных исследований и разработок.

Тем не менее очевидно, что научно обоснованное управление развитием промышленного производства Республики Беларусь невозможно без анализа тенденций его изменения в прошлом, а также определения его предполагаемого состояния в будущем. Поэтому предвидение возможных вариантов развития промышленности является одним из элементов ее государственного регулирования, призванного выявить имеющиеся проблемы и наметить стратегические направления развития.

В настоящее время большая часть прогнозных параметров развития экономики получается на основе использования экспертных оценок, что нередко снижает точность и достоверность прогноза.

Одним из инструментариев предвидения является аппарат моделирования исследуемых объектов и процессов для получения количественных и качественных результатов их анализа, а также определения возможных вариантов их развития. Использование модельных схем расчетов позволяет получать согласованные оценки параметров и при изменении одного из них отслеживать соответствующие изменения других. Это значительно сужает возможности произвольной корректировки прогнозных показателей.

Цель данного исследования: провести анализ динамики и определить варианты развития отечественной промышленности с использованием динамической модели, построенной на основе производственной функции.

Отправные данные для исследования были взяты из официальных статистических сборников [1, 2].

Основными исходными показателями для анализа являлись:

- объем Y промышленного производства, млрд руб.;
- инвестиции I в основной капитал, млрд руб.;
- внутренние затраты N на исследования и разработки, млрд руб.;
- среднесписочная численность промышленного производственного персонала, тыс. чел.;
- износ (амортизация) основных средств промышленности за год, млрд руб.;
- коэффициент обновления основных средств промышленности, %;
- коэффициент выбытия основных средств промышленности, %;
- структура затрат на производство продукции.

Динамика исходных и рассчитанных на их основе показателей анализировалась на протяжении 2005–2013 гг. При этом величины показателей в фактических (действующих) ценах индексировались в цены 2005 г. Годовые затраты труда L рассчитывались на основе сведений о среднесписочной численности промышленного производственного персонала. Годовые затраты капитала K брались из баланса основных средств с учетом их амортизации, выбытия и обновления, а также рассчитывались с учетом сведений о структуре затрат на производство продукции.

Постановка проблемы

В последнее время в арсенале стратегического управления социально-экономическими системами все большее применение находят методы научного предвидения. Основой научного предвидения является определение цепочки логически взаимосвязанных причинно-следственных связей, из которых можно сделать определенный вывод относительно будущего [3].

Научное предвидение основывается на выявлении закономерностей развития явления или события, когда известны причины его зарождения, формы функционирования и ход развития.

В зависимости от количества и качества (достоверности) исходной информации предвидение может выступать в форме:

- предсказания (недалекое будущее состояние исследуемого объекта или наступление события однозначно предопределено);
- прогноза (выявлено наиболее вероятное состояние объекта или наиболее вероятная возможность наступления события);
- предположения (приводится описание одного или нескольких возможных вариантов (гипотез) будущего состояния исследуемого объекта или явления).

Предвидеть — значит иметь опережающую картину возможной действительности, характеризуемую системой воздействующих факторов (внутренних и внешних) и обеспечивающую их учет, что позволяет предусмотреть потенциально благоприятное развитие ситуации в исследуемой социально-экономической системе.

Таким образом, все известные разновидности и направления предвидения объединяет единая цель: определить характер протекания процесса в будущем, получить научно обоснованные варианты тенденций развития (изменения) управляемого объекта (показателей его состояния) во времени и в пространстве. При этом все методы решения задачи предвидения имеют одну общую идею: обнаружить связи между прошлым и будущим, между информацией о процессе в контролируемый период и характером протекания процесса в дальнейшем. От того, насколько точно описаны исследуемые связи, будет зависеть точность предвидения.

Научный прогноз является одним из результатов предвидения, вероятностным суждением о будущем состоянии объекта исследования, основанным на моделировании этого состояния.

Для экономического прогнозирования, являющегося одной из форм предвидения, применяются различные методы, к важнейшим из которых относится инструментарий производственных функций, связывающих объем производства продукции с затратами факторов производства (ограниченных производственных ресурсов), а также эффективностью их использования.

Согласно производственной функции, рассматривающей исследуемый производственный объект на уровне входных (например, используемые ресурсы) и выходных (например, получаемый объем производства) параметров, объем производства в рамках технологически неизменного способа производства зависит от создающих его факторов (затрат труда и капитала). Для количественного описания производственной функции предложен ряд формальных математических зависимостей, при этом наибольшее распространение нашла полученная эмпирически производственная функция Кобба—Дугласа.

Динамическая производственная функция Кобба—Дугласа, определяемая по временному ряду выпусков и затрат ресурсов, — одна из простейших функций, применяемых при экономическом прогнозировании. Она показывает зависимость между объемом использованных факторов производства (труда L и капитала K) и объемом производства (выпуском) продукции Y

$$Y(t) = AK(t)^\alpha L(T)^\beta, \quad (1)$$

где A — коэффициент пропорциональности (технологический коэффициент); α и β — коэффициенты эластичности по труду и капиталу ($\alpha + \beta = 1$).

В случае постоянства используемой технологии (отсутствия технологического развития) исследуемого производственного объекта (так называемый нейтральный научно-технический прогресс, не материализованный ни в одном из факторов) величина коэффициента A постоянна во времени.

Тем не менее при построении производственной функции научно-технический прогресс (НТП) может быть учтен с помощью введения множителя НТП e^{gt} (так называемый экзогенный НТП), где параметр g ($g > 0$) характеризует темп прироста объема производства под влиянием НТП.

С учетом экзогенного влияния НТП динамическая функция Кобба—Дугласа принимает вид

$$Y(t) = Ae^{gt} K(t)^\alpha L(T)^\beta. \quad (2)$$

Производственная функция называется неоклассической, если она является гладкой и удовлетворяет следующим условиям:

- 1) $F(0, L) = F(K, 0) = 0$ — при отсутствии одного из ресурсов производство невозможно;
- 2) $\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \frac{\partial F}{\partial L} > 0$ — с ростом ресурсов выпуск растет;
- 3) $\frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0, \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0$ — при увеличении ресурсов скорость роста выпуска замедляется;
- 4) $F(+\infty, L) = F(K, +\infty) = +\infty$ — при неограниченном увеличении одного из ресурсов выпуск неограниченно растет.

Построение и описание динамической модели функционирования и развития промышленности

Построение динамической модели, описывающей состояние и изменение исследуемого объекта (в нашем случае — промышленности), является формализацией и определенным упрощением процессов и событий, в нем происходящих, так как при любом мо-

делировании неизбежно закладывается несоответствие между исследуемым объектом и его моделью: модель представляет собой теоретическое представление действительности, которое намеренно вычленяется из нее для исследования и анализа той или иной стороны изучаемых процессов и событий.

В связи с этим при моделировании промышленного производства требуется решение по крайней мере трех проблем:

- необходимо четкое определение объекта и цели моделирования;
- требует обоснования выбор соответствующего математического аппарата;
- следует конкретно выделить параметры (свойства) моделируемого объекта, которые являются предметом исследования.

Постановка цели определяет направление исследования и анализа процессов производства. Выбор принципа экономико-математического моделирования, а также математического метода интерпретации сложных явлений, происходящих в процессе производства продукции, предопределяет степень адекватности разрабатываемой модели. Четкое выделение исследуемых параметров (свойств) задает область исследования, а также возможность интерпретации результатов моделирования.

Кроме того, при построении математической модели неизбежно приходится вводить различные допущения и ограничения, поэтому из всего количества параметров объекта выбирают наиболее важные для данного исследования.

Таким образом, промышленность Республики Беларусь, являющаяся ключевым элементом национальной экономики, как объект исследования в модельном представлении вполне может быть выражена на уровне входных (затрат труда и капитала) и выходных (объем производства) параметров производственной функции вида (2), как изображено на рис. 1.

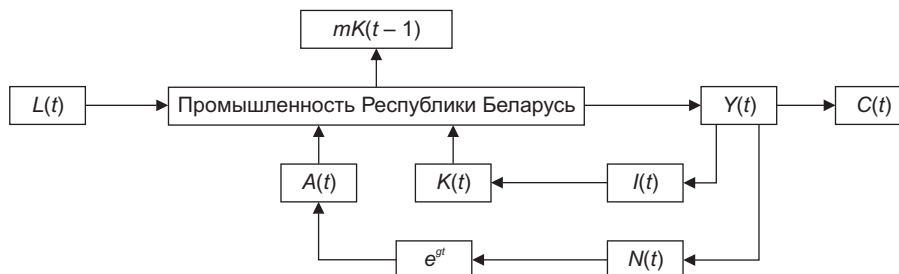


Рис. 1. Схема динамической модели функционирования и развития промышленного производства

Модель представлена в виде некоторого «черного ящика», на входе которого находятся ресурсы (затраты капитала $K(t)$ и труда $L(t)$ соответственно), а на выходе — выпуск (объем производства) $Y(t)$. В свою очередь выпуск $Y(t)$ может быть использован на потребление и сбережение $C(t)$, инвестиции в основной капитал $I(t)$, а также в качестве внутренних затрат на научные исследования и разработки $N(t)$. При этом очевидно, что инвестиции влияют на величину $K(t)$, что сказывается, с одной стороны, на обновлении основных средств в промышленности, с другой — на их выбытии, а затраты на проведение научных исследований и разработок через величину e^{gt} опосредованно определяют изменение технологического способа производства в промышленности, т.е. технологического коэффициента $A(t)$.

При адекватном количественном описании динамики промышленности Республики Беларусь с использованием производственной функции вида (2) появляется возможность нахождения оптимального распределения выпуска между потреблением, сбережением, инвестициями и научными исследованиями. Используя данную модель, мож-

но принимать решения относительно распределения финансовых ресурсов между капиталом и трудом. Фиксируя, например, определенные затраты на труд (по сути, определенный уровень зарплаты), можно определить объем денежных средств, который необходимо вложить в капитал (по сути, инвестиций), чтобы достичь определенного уровня рентабельности, а также узнать, какой объем производства и какая прибыль при этом будут получены.

Построение динамической производственной функции для отечественной промышленности и ее анализ

Для построения динамической производственной функции промышленности Республики Беларусь были рассчитаны величины объема промышленного производства Y , а также затраты труда L и капитала K . Для нахождения коэффициентов α и β производственной функции после логарифмирования обеих частей равенства (1)

$$\ln Y(t) = \ln A(t) + \alpha \ln K(t) + \beta \ln L(t) \quad (3)$$

и замены

$$\ln Y(t) = y; \quad \ln A(t) = a; \quad \ln K(t) = k; \quad \ln L(t) = l \quad (4)$$

было получено уравнение множественной линейной регрессии

$$y = a + \alpha k + \beta l. \quad (5)$$

Коэффициенты a, α, β этой регрессии были найдены на основе регрессионного анализа, проведенного в Excel, с использованием встроенных сервисов *Анализ данных/Регрессия*. Получено следующее уравнение:

$$y = 2,608 + 0,422k + 0,578l. \quad (6)$$

Тогда исходная производственная функция (1) принимает вид

$$Y(t) = 13,501K(t)^{0,422}L(t)^{0,578}. \quad (7)$$

В данном выражении технологический коэффициент A имеет усредненное значение. Чтобы определить экзогенное влияние НТП на коэффициент A за исследуемый период, воспользуемся известной зависимостью [4, с. 132]

$$A(t) = A_0 e^{gt}. \quad (8)$$

На основании известных Y, K, L, α, β были рассчитаны фактические значения технологического коэффициента $A_{\text{факт}}$ за период исследования. График динамики $A_{\text{факт}}$ (рис. 2) указывает на последовательное увеличение значений технологического коэффициента, что является подтверждением технологического развития отечественной промышленности.

После построения графика динамики $A_{\text{факт}}$, аппроксимации и сглаживания линии тренда была получена следующая зависимость для $A(t)$:

$$A(t) = 12,462 e^{0,0157t}. \quad (9)$$

Таким образом, окончательное выражение производственной функции промышленности Республики Беларусь с учетом экзогенного влияния НТП имеет вид

$$Y(t) = 12,462 e^{0,0157t} K(t)^{0,422} L(t)^{0,578}. \quad (10)$$

На рис. 3 представлено сопоставление фактических и расчетных значений объема промышленного производства, которые за исследованный период имеют хорошую сходимость.



Рис. 2. Динамика технологического коэффициента $A_{\text{факт}}$

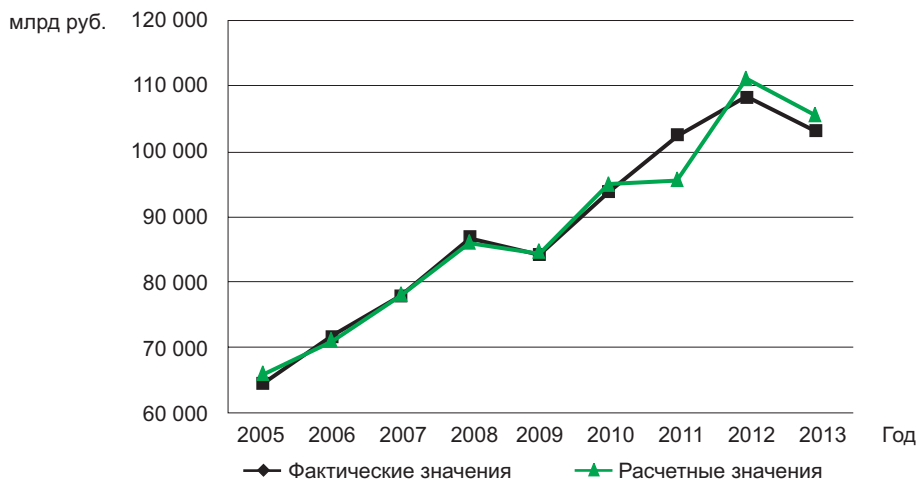


Рис. 3. Сопоставление фактических и расчетных значений объема промышленного производства

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что модель адекватна и соответствует реальному развитию промышленности.

Прогнозирование развития промышленности

Для любой модели помимо описательной функции (адекватное отражение фактического состояния исследуемого объекта) большое значение имеет прогностическая функция (способность определить оптимальное направление развития). С этой точки зрения представляет интерес построение модели оптимального развития промышленности на период 2014–2020 гг.

Самым простым вариантом является прогнозирование на основе ранее выявленных тенденций в динамике факторов производства. Динамика затрат труда за исследованный период представлена на рис. 4.

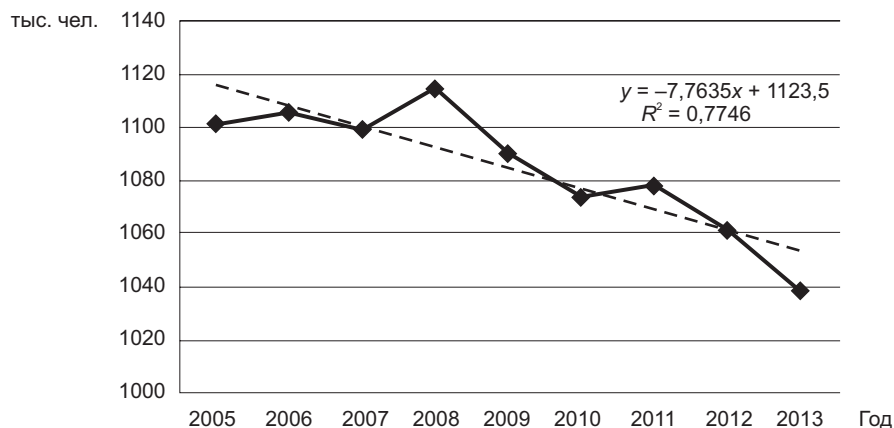


Рис. 4. Динамика затрат труда в промышленности

Для линейного тренда коэффициент детерминации получился вполне удовлетворительным.

В свою очередь динамика капитала в сопоставлении с инвестициями представлена на рис. 5.

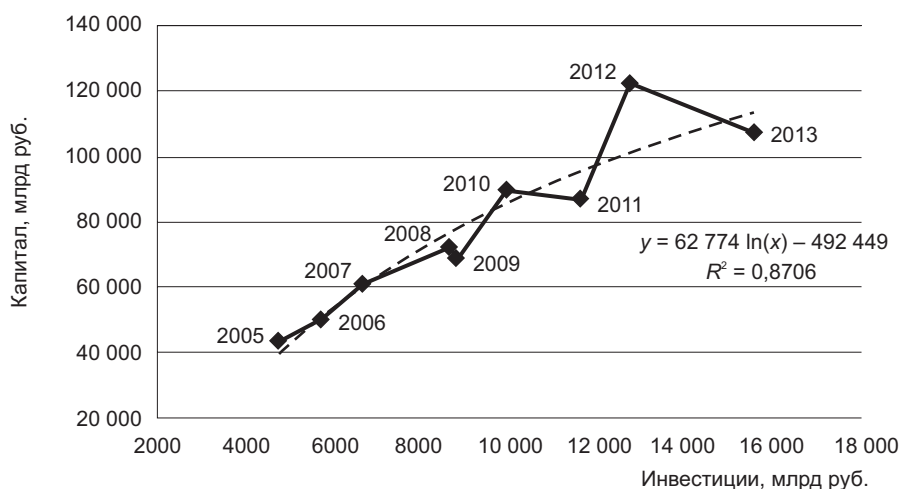
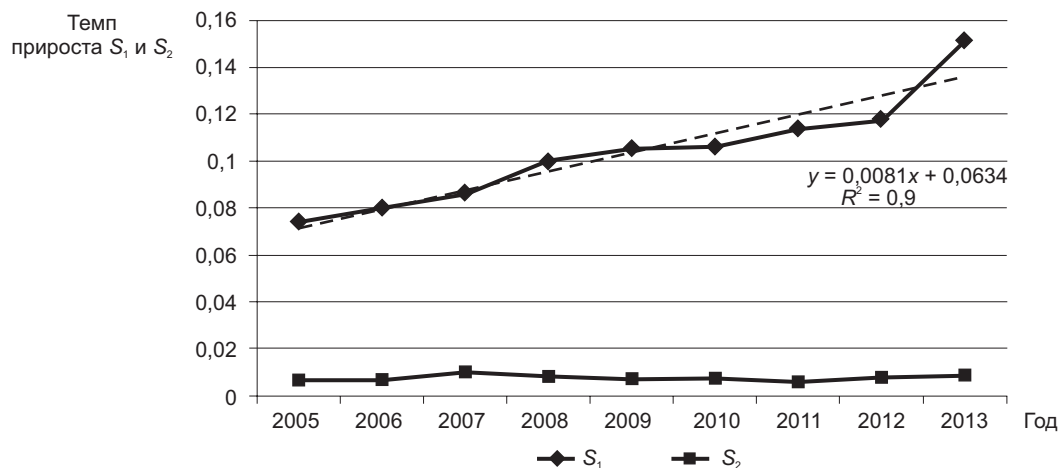


Рис. 5. Взаимосвязь капитала и инвестиций в основной капитал

На рис. 5 четко прослеживается влияние инвестиций в основной капитал на его рост.

Наконец, интерес представляет динамика относительных показателей, отражающих долю S_1 инвестиций в основной капитал в объеме промышленного производства и долю S_2 внутренних затрат на исследования и разработки в объеме промышленного производства (рис. 6).

На рисунке видны фактически линейный рост показателя S_1 и практическое постоянство показателя S_2 за исследованный период. Это косвенно подтверждает правильность допущения о постоянстве в зависимости (2) коэффициента g , характеризующего темп прироста объема производства под влиянием НТП, а также верность предположения (см. рис. 1) о том, что внутренние затраты на исследования и разработки N

Рис. 6. Динамика показателей S_1 и S_2

обеспечивают в первую очередь увеличение технологического коэффициента A (уровня технологии), а инвестиции — рост технической оснащенности производства, что в свою очередь способствует снижению затрат труда L .

На основании построенной модели рассмотрим (при всей их условности) несколько возможных вариантов прогноза (сценариев) развития промышленности Республики Беларусь до 2020 г. с точки зрения исследования динамики объема промышленного производства (рис. 7).

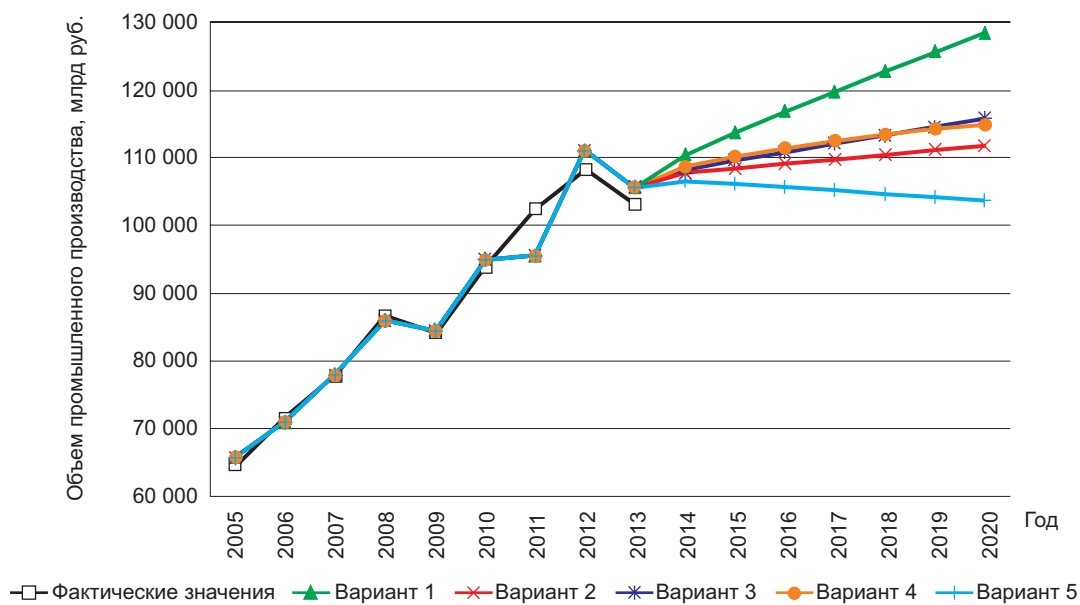


Рис. 7. Возможные варианты роста объема промышленного производства

Первый вариант (оптимистичный) основан на продолжении выявленных ранее тенденций снижения затрат труда, увеличения инвестиций в капитал и сохранения постоянной доли внутренних затрат на исследования и разработки в объеме промышленного производства.

Второй вариант прогноза, напротив, исходит из того, что инвестиции в основной капитал ежегодно будут снижаться на 2 % при сохранении тенденций в динамике остальных показателей.

Третий сценарий развития связан с фиксированием инвестиций в основной капитал на уровне 2013 г.

Четвертый вариант предполагает фиксирование значения технологического коэффициента A на уровне 2013 г. (по сути, замораживание внутренних затрат на исследования и разработки).

Наконец, пятый (пессимистичный) вариант предполагает замораживание как инвестиций, так и внутренних затрат на исследования и разработки на уровне 2013 г.

Таким образом, проведенный нами анализ доказывает перспективность использования разработанной на основе производственной функции динамической модели для исследования и анализа реальных явлений, происходящих в промышленном секторе национальной экономики, а также подтверждает возможность ее использования для прогнозирования направлений развития отечественной промышленности.

Выводы

Подводя итог, можно сказать, что:

- разработана динамическая модель, на основе которой исследовано функционирование и развитие промышленности Республики Беларусь;
- использование данной модели позволяет компактно представить исходную информацию, системно проанализировать ее во взаимосвязи исследуемых явлений, адекватно интерпретировать полученные данные;
- видится целесообразным использование разработанной динамической модели для принятия стратегических решений относительно ориентиров и приоритетности развития отечественной промышленности, определения объемов инвестиций, затрат на внутренние исследования и разработки, а также формирования прогнозных показателей развития промышленного сектора национальной экономики;
- с использованием данной модели можно принимать решения относительно распределения финансовых ресурсов между капиталом и трудом. Фиксируя, например, определенные затраты на труд (по сути, определенный уровень заработной платы), можно определить объем денежных средств, который необходимо вложить в капитал (по сути, инвестиций), чтобы достичь определенного уровня рентабельности, а также узнать, какой объем производства и какая прибыль при этом будут получены.

Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2014 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: В. И. Зиновский [и др.]. — Минск, 2014.
2. Промышленность Республики Беларусь 2014 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь ; редкол.: В. И. Зиновский [и др.]. — Минск, 2014.
3. Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. — 2-е изд., испр. — М. : ИНФРА-М, 1999.
4. Математическая экономика на персональном компьютере / М. Кубонива [и др.]. — М. : Финансы и статистика, 1991.

Статья поступила в редакцию 24.12.2014 г.