

БИЗНЕС-РЕИНЖИНИРИНГ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Царьков В.А., к.т.н., нач. Аналитического управления
КБ «БФГ – Кредит»

Предложена модель, описывающая траекторию динамики экономического развития предприятия на основе операторных звеньев. Основное допущение при конструировании модели – относительно непрерывный характер потоков ресурсов, обусловленных движением производственного капитала предприятия. Получены аналитические выражения временной зависимости изменения доходов, расходов, прибыли и роста капитала.

Показано, при каких условиях обеспечивается расширенное воспроизводство капитала предприятия. Доказывается, что темп роста капитала равен произведению коэффициента капитализации добавленной стоимости и добавленной стоимости, деленной на время оборачиваемости капитала предприятия.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования последних лет показывают, что динамика экономических систем различного уровня (отрасли, производственного и торгового предприятия, кредитной организации и других объектов экономики) адекватно описывается многозвенными операторными звеньями, охваченными положительными и отрицательными обратными связями [1-6].

Долгое время непреодолимым препятствием для восприятия экономистами динамических моделей являлось отсутствие экономической интерпретации динамической характеристики: постоянной времени инерционного звена τ . Автору неоднократно приходилось сталкиваться с возражениями типа: "Рассматриваемые модели не могут применяться в экономике, так как в них используется постоянная времени τ , не имеющая экономического смысла". На наш взгляд, сегодня уже не надо подробно разжевывать "технарский смысл" инерционности экономических процессов и возможности с помощью постоянной времени τ оценки временных экономических лагов и запаздываний.

Постоянная времени инерционного звена τ приобрела "экономический смысл". В экономической системе, описывающей динамику процесса непрерывного расширенного воспроизводства она тождественна времени оборачиваемости капитала $\tau_{об}$ [1-5].

$$\tau = \tau_{об}$$

Рост капитала $K(t)$ в экономической системе воспроизводства с непрерывными потоками денежных поступлений и платежей описывается экспоненциальным уравнением:

$$K(t) = K_0 e^{(p/\tau)t}, \quad (1)$$

где

K_0 – это начальный объем капитала в момент времени $t=0$;

p – рентабельность, т. е. отношение прибыли к затратам;

β – коэффициент капитализации прибыли, показывающий какая доля прибыли направляется на увеличение капитала.

Эффективность воспроизводства капитала E , равная отношению прибыли $y_n(t)$ к текущей величине капитала $K(t)$ определяется соотношением:

$$E = y(t)/K(t) = p/\tau \quad (2)$$

Эти два уравнения являются фундаментальными, определяющими динамику роста экономической системы.

Однако с переходом к рыночной экономике все шире применяется в практике экономических расчетов такая категория, как добавленная стоимость. Добавленная стоимость служит исходным показателем как для расчета цены продукции, доходности капитала, так и для формирования рентабельности. В связи с этим в данной статье разработана обобщенная модель с использованием этого показателя. Это вносит определенную новизну, а также необходимость разработки иной нетрадиционной системы показателей эффективности использования ресурсов предприятия, адекватных рыночной экономике. Последнее обстоятельство не означает отрицания показателей эффективности, основанных на рентабельности предприятия, поскольку все показатели оказываются взаимосвязанными.

1. КАПИТАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ФИНАНСОВЫЕ ПОТОКИ

Кругооборот капитала в экономической системе любого уровня по существу есть не что иное, как процесс, протекающий в системе, содержащей цепочку из звеньев, охваченных положительной обратной связью. Входное воздействие, в форме капитала, поступающее на вход первого звена, с выхода последнего звена через определенное время поступает снова на вход первого звена. Если при этом в процессе своего движения по цепочке экономических звеньев, например, производственного звена и звена реализации капитал увеличивается на величину добавленной стоимости, то такая система имеет тенденцию к расширенному воспроизводству, в общем случае с возрастанием капитала в соответствии с уравнением (1).

Несмотря на дискретность отдельных операций, при их относительно большом числе и разновременности они образуют финансовые потоки денежных поступлений и платежей.

При измерении финансовых потоков единица измерения имеет размерность [руб./единица времени]. Как правило, используется единица с размерностью [руб./год]. Потоки ресурсов образуются вследствие кругооборота капитала, образуемого собственными и привлеченными финансовыми ресурсами. Размерность единицы измерения ресурсов (капитала) [руб.].

Отношение потоков к объему капитала служит характеристикой эффективности использования капитала. Экономические характеристики, измеряемые в форме отношения потока к объему ресурсов, имеют размерность [1/год.] или [%/год.]. Так, отношение потока добавленной стоимости u_d к производственным активам K_n является показателем их доходности E_d , изме-

ции от аргумента s , после чего по таблице соответствия находится временная функция вектора.

По существу модель строится в соответствии со структурой, адекватной системе интегро-дифференциальных уравнений, описывающих изучаемый объект.

Модель, представленная на рис.1, содержит минимальный набор агрегированных показателей, определяющих динамику роста (убывания) производственного капитала предприятия.

Она содержит следующие звенья (операторы):

- звено себестоимости с коэффициентом передачи $1/\tau_{об}$, преобразующее вектор производственных активов K_n в вектор потока перенесенной себестоимости $y_{пс}$;
- звено добавленной стоимости с коэффициентом передачи $p_{дс}$, преобразующее вектор перенесенной себестоимости в вектор потока добавленной стоимости;
- звено текущих расходов с коэффициентом передачи $\gamma_{мп}$, преобразующее вектор потока добавленной стоимости $y_{дс}$ в вектор текущих расходов $y_{мп}$ (расходы на зарплату, амортизацию, налоги, отчисления в различные фонды);
- интегрирующее звено в цепи обратной связи с коэффициентом передачи $1/s$, преобразующее вектор потока $y_{чп}$ в вектор чистой прибыли $Y_{чп}$ нарастающим итогом;
- звено капитализации чистой прибыли с коэффициентом передачи $\beta_{чп}$, преобразующее чистую прибыль $Y_{чп}$ в прирост производственного капитала предприятия ΔK_n .

В блок-схеме в наглядном виде зафиксирована следующая система уравнений.

производственный капитал $(K_n(t)) =$
=капитал при $t=0$ ($K_{п0}$) + коэффициент капитализации чистой прибыли ($\beta_{чп}$) * интеграл от потока чистой прибыли ($y_{чп}$)
чистая продукция ($y_{чп}$) = добавленная стоимость ($y_{дс}$) – текущие расходы ($y_{мп}$);
цена продукции предприятия ($y_{чп}$) =
=перенесенной себестоимости ($y_{пс}$) + добавленная стоимость ($y_{дс}$).

Особенностью модели является свойство ее саморазвития после подачи вектора собственного начального капитала $K_{п0}$. При выполнении равенства $K_{п0}=0$ система остается в режиме покоя, все другие векторы равны нулю. После подачи на вход модели $K_{п0} > 0$ система переходит из состояния покоя в состояние динамического развития. Величина каждого вектора будет изменяться со временем. Характер траектории изменения векторов будет зависеть от параметров операторов, входящих в блок-схему модели.

Для любого вектора блок-схемы можно вычислить аналитические выражения траектории их изменения во времени.

Прежде чем перейти к уравнениям векторов введем следующие обозначения:

$$\beta_{д} = \beta_{чп} (1 - \gamma_{р}), \tag{7}$$

где

$\beta_{д}$ – это коэффициент капитализации добавленной стоимости, показывающий долю добавленной стоимости, направляемую на увеличение капитала.

$$E_{д} = p_{дс} / \tau_{об}, \tag{8}$$

где

$E_{д}$ – коэффициент эффективности использования производственного капитала.

Ниже покажем, что он равен отношению добавленной стоимости к величине капитала:

$$\mathcal{Y}(t) = \exp \beta_{д} E_{д} t, \tag{9}$$

где

$\mathcal{Y}(t)$ – временной множитель, определяющий экономическую динамику предприятия. Не будем останавливаться на процедуре математических выкладок. Запишем конечный результат вычислений для каждого вектора;

$$y_{пс} = (K_{п0} / \tau_{об}) \mathcal{Y}(t); \tag{10}$$

$$y_{дс} = K_{п0} (p_{дс} / \tau_{об}) \mathcal{Y}(t); \tag{11}$$

$$y_{чп} = (1 - \gamma_{д}) (p_{дс} / \tau_{об}) K_{п0} \mathcal{Y}(t); \tag{12}$$

$$y_{чп} = y_{пс} + y_{дс} = (K_{п0} (1 + p_{дс}) / \tau_{об}) \mathcal{Y}(t); \tag{13}$$

$$\Delta K_n(t) = K_{п0} (\mathcal{Y}(t) - 1); \tag{15}$$

$$K_n(t) = K_{п0} \mathcal{Y}(t). \tag{16}$$

Рассмотрев совместно уравнения (11) и (16), получим:

$$E_{д} = p_{дс} / \tau_{об} = y_{дс} / K_n(t) \tag{17}$$

Последняя формула раскрывает сущность показателя $E_{д}$ и его взаимосвязь с добавленной стоимостью и оборачиваемостью капитала предприятия.

Из (16) несложно получить уравнение (1). Доказательство предоставим читателю, обратив его внимание на то, что из схемы на рис. 1 очевидно равенство для рентабельности предприятия $p = (1 - \gamma_{д}) p_{дс}$, соответственно, прибыльность

$$E_n = (1 - \gamma_{д}) E_{д}.$$

Полученные уравнения (10) – (16) наглядно иллюстрируют экспоненциальный характер траектории роста экономики предприятия.

Введем обозначение темпа роста капитала предприятия:

$$\omega = dK_n(t) / (dt K_n). \tag{18}$$

Из совместного рассмотрения (8), (9), (16) и (18) получим:

$$\omega = \beta_{д} E_{д} = \beta_{д} p_{дс} / \tau_{об}. \tag{19}$$

Таким образом, темп роста капитала равен произведению коэффициента капитализации добавленной стоимости и коэффициента добавленной стоимости, деленному на время оборачиваемости капитала предприятия.

Для понимания экономической динамики важно четко представлять, что для экономического роста требуется одновременное выполнение 2-х условий: $\beta_{д} > 0$ и $E_{д} > 0$. Расширенное воспроизводство капитала невозможно реализовать, если эффективность использования капитала $E_{д}$ или коэффициент капитализации $\beta_{д}$ не будут положительной величиной. При $\beta_{д} = 0$ темп роста капитала $\omega = 0$. Если при этом выполняется неравенства $E_{д} > 0$ и $(1 - \gamma_{д}) > 0$, то предприятие будет функционировать в режиме простого воспроизводства.

При отрицательном $\beta_{д} < 0$ величина капитала будет убывать со временем. Такой режим воспроизводства можно назвать деградирующим.

3. УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ДИНАМИКИ

Временной множитель $\mathcal{Y}(t)$, определяющий динамику роста предприятия, представляет экспоненциальную функцию от времени, которую можно упростить без большой потери в точности вычисления для относительно небольших временных периодов.

5. ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ

Агрегированные показатели, используемые в модели, определяются из бухгалтерского баланса предприятия. Целесообразно воспользоваться ежемесячными данными: ежемесячным доходом, расходами, среднедневными величинами собственных производственных активов и привлеченных ресурсов.

Добавленная стоимость определяется как разность между платежами за реализованную продукцию и платежами за перенесенную стоимость (комплектующие, энергозатраты, платежи за коммунальные услуги, за услуги сторонних предприятий, платежи по оплате налога на добавленную стоимость).

Для вычисления коэффициента затрат γ_d суммируются расходы на оплату труда, платежи в налоговые органы, в различные фонды, процентные расходы за привлеченные ресурсы. Полученная сумма делится на величину добавленной стоимости. Величина коэффициента капитализации чистой прибыли $\beta_{чп}$ зависит от ежемесячных платежей дивидендов акционерам, спонсорских расходов и других платежей уменьшающих долю прибыли, направляемую на увеличение собственного капитала предприятия. При отсутствии этих платежей $\beta_{чп}=1$, при этом коэффициент капитализации добавленной стоимости становится равным $\beta_d = (1-\gamma_p)$.

Определенную трудность может вызвать расчет среднедневной величины производственного капитала, состоящего, как правило, из собственных активов (производственные фонды плюс оборотные средства) и привлеченных ресурсов. Расчет потребует определения ежедневного сальдо по счетам активов и привлеченных ресурсов и расчета среднедневного сальдо за месяц. Для такого расчета можно рекомендовать использовать специализированные программы.

Относительная простота определения агрегированных показателей, используемых в модели, позволяет применить ее при планировании бюджета предприятия с определением этих показателей для каждого месяца планового периода.

Литература

1. Царьков В.А. О проблеме единого критерия оценки экономической эффективности научно-технической и производственной деятельности – АН СССР, Институт экономики, Научный Совет по экономическим проблемам научно-технической революции. Препринт доклада. Москва 1982 г. – 25 стр., 4 илл.
2. Царьков В.А. Использование методов теории автоматического управления при построении и анализе динамических моделей экономики производства. - Измерения Контроль Автоматизация, ISSN – 2295, №4, 1984 г. – стр.66-78.
3. Царьков В.А. Экономическая динамика и эффективность капитальных вложений, ISBN5-89463-001-0. - М.: ЛЕКЦИОН, 1997 г. – 104 стр., 21 илл
4. Царьков В.А. Агрегированная динамическая модель банка. – Банки и технологии, РЕГ. №012846, №3, 1998 г., стр.66-71
5. Царьков В.А. Моделирование экономической динамики банка. – Банковское дело, РЕГ. №012296, №6 2000 г., стр. 25-30.
6. Царьков В.А. План-прогноз на основе модели экономической динамики банка. – Банковское дело, РЕГ. №012296, №12, 2000 г., стр. 25-28.

Царьков В.А.