

УДК 519.865.7

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИКИ РОСТА ЭКОНОМИК

Асташенкова Н.В., Романова О.Ю., Собко А.И.

Кафедра системного и экономико-математического анализа

Поступила в редакцию 10.04.2007, после переработки 8.06.2007.

Рассмотрены три вида экономик: односекторная, двухсекторная, трехсекторная. Выведены соотношения их оптимального сбалансированного развития. Построены программно реализуемые математические модели исследования показателей экономик. Проведен вычислительный эксперимент и получены зависимости показателей функционирования экономик от факторов: налогов, кредитов, депозитов, инвестиций, научно-технического прогресса, нормы амортизации, заработной платы, темпа прироста работающих, затрат на производство, цен на продукцию. Выявлены условия роста экономик.

The article deals with three kinds of economics: one-sector, two-sectors, three-sectors. Ratios of their optimum balanced development have been deduced. Programmable mathematical models of studying the parameters of economics have been constructed. A computing experiment has been carried out to show the dependence of their functioning on various factors: taxes, credits, deposits, investments, scientific and technical progress, depreciation rate, wages, rate of staff growth, manufacture costs, prices. Conditions of economy growth have been revealed.

Ключевые слова: односекторная, двухсекторная, трехсекторная экономика; математическая модель экономики.

Keywords: one-sector, two-sectors, three-sectors economics; mathematical model of economy.

Введение. Целью статьи является разработка комплексной математической модели исследования показателей экономического роста односекторной, двухсекторной, трехсекторной экономик, обоснование рекомендаций по оптимальному их развитию.

Актуальность определяется необходимостью комплексного учета всех факторов, обуславливающих деятельность экономики, а именно таких, как: налоги, кредиты, депозиты, инвестиции, научно-технический прогресс, норма амортизации, заработная плата, темп прироста работающих, затраты на производство, цены на продукцию.

В настоящее время имеется достаточно большая совокупность математических моделей исследования показателей деятельности экономик [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Однако в каждой из них учитываются только отдельные из названных факторов, и они информационно несопрягаемы. Рассмотрим некоторые из существующих моделей.

Модель, описываемая в [7] достаточно приближена к реальной экономике. В ней учтены основные производственные фонды, работающие и не предоставляется возможность учитывать влияние на динамику роста, например, кредита, депозита, налоговых ставок, цен на рынке. А это неотъемлемые факторы для развития фирмы в современной рыночной экономике.

В модели [2] исследуется двухсекторная экономика с целью нахождения траекторий оптимального роста капиталовооруженности на одного рабочего и отношения заработной платы работающих к оплате капитала в условиях свободной конкуренции при различных технологиях производства. В модели не предоставляется возможность исследовать влияние на выпуск налогов, банковских кредитов.

В модели [3] исследуется трехсекторная экономика с целью выявления сбалансированных стационарных состояний при фиксированном распределении инвестиционных товаров и труда. В основу построения модели принята модель Солоу односекторной экономики. В результате установлено «золотое правило распределения труда и инвестиций между секторами». Однако, эта модель не позволяет распространять «золотое правило» на условия, когда требуется учитывать влияние налогов, кредитов, депозитов на распределение труда и инвестиций.

Таким образом, к настоящему времени не имеется моделей, учитывающих названные факторы. Но только учет их в совокупности может привести к полной и объективной оценке текущего состояния и тенденций роста любой из экономик. Поэтому разработка комплексной модели, предназначенной для исследования показателей экономической динамики в зависимости от указанных выше факторов, актуальна.

1. Математическая постановка задачи. Требуется найти траекторию оптимального роста экономик, при которой достигается максимум их прибыли, налоговых поступлений в бюджет, прибыли банка, максимум полезности потребления при ограничениях в виде дифференциальных уравнений, описывающих состояние основных производственных фондов, затраты на производство, кредиторскую задолженность, состояние депозитного счета с учетом научно-технического прогресса, нормы амортизации, заработной платы, темпа прироста числа занятых, цен на продукцию.

Это задача комплексная, многокритериальная, с ограничениями. В математических терминах она записывается следующим образом:

Критериальный функционал прибыли экономик:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p_0(t)a_0(t) + p_1(t)(1 - a_0(t)))X(t) - z(t) - w(t)L(t))(1 - \nu(t)) + \\ + \Phi(t) + r_2(t)D(t) - d(t) - H(t) dt \rightarrow \max_{I(t), d(t)}$$

Критериальный функционал средств от налоговых поступлений:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p_0(t)a_0(t) + p_1(t)(1 - a_0(t)))X(t) - z(t) - \\ - w(t)L(t))\nu(t) dt \rightarrow \max_{0 \leq \nu_1 \leq \nu(t) \leq \nu_2 \leq 1}$$

Критериальный функционал прибыли банка:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (H(t) - \Phi(t) - r_2(t)D(t) + d(t))dt \rightarrow \max_{r_1(t), r_2(t)}$$

Критериальный функционал полезности потребления:

$$\int_0^T e^{-\delta t} U(X(t))dt \rightarrow \max_{a_0(t)}$$

Ограничивающие условия:

- по основным производственным фондам:

$$\frac{dK(t)}{dt} = -\mu K(t) + I(t), \quad K(0) = K_0,$$

- по затратам на производство:

$$\frac{dz(t)}{dt} = g(t)(1 - v(t))(p(t)X(t) - z(t)), \quad z(0) = z_0,$$

- по депозиту:

$$\frac{dD(t)}{dt} = D(t) + d(t), \quad D(0) = D_0, \quad 0 < r_2 \leq r_2(t) \leq \bar{r}_2 < 1,$$

- по кредиторской задолженности:

$$\frac{dS(t)}{dt} = r_1(t)S(t) + (t) - H(t), \quad S(0) = S_0, \quad S(t) \leq K(t),$$

$$0 < r_1 \leq r_1(t) \leq \bar{r}_1 < 1,$$

- по объему расходов потребительского сектора:

$$a_0(t)p_0(t)X(t) \leq \psi(t),$$

где $X(t)$ – выпуск продукции;

$L(t)$ – число работающих;

$K(t)$ – объем основных производственных фондов;

$I(t)$ – объем инвестиций в основные производственные фонды;

μ – темп амортизации;

$z(t)$ – затраты на производство;

$g(t)$ – часть прибыли, составляющая затраты на производство в следующем году;

$p_i(t)$ – цена продукции;

$d(t)$ – размер депозитного вклада;

$H(t)$ – выплаты по кредиту;

$S(t)$ – размер кредиторской задолженности;

(t) – размер кредита;

$D(t)$ – размер средств на депозитном счете;

$w(t)$ – ставка заработной платы;

$\nu(t)$ – ставка налога;
 $r_2(t)$ – ставка по кредиту;
 $r_1(t)$ – ставка по депозиту;
 $\psi(t)$ – объем потребительских расходов;
 $U(X(t))$ – функция полезности потребителя;
 $a_0(t)$ – доля продукции, идущей на потребление.

Из такой постановки могут быть получены частные модели для исследования, односекторной, двухсекторной и трехсекторной экономик, которые реализуются в соответствующих режимах работы комплексной модели.

2. Режимы работы модели. 2.1. Односекторная экономика. Односекторная экономика – фирма, выпускающая единый продукт. Требуется построить траекторию оптимального роста с целью достижения максимальной прибыли фирмы, банка и бюджета с учетом налоговых поступлений, ставок по кредиту и депозиту, при ограничениях в виде дифференциальных уравнений, описывающих затраты на производство, кредиторскую задолженность, депозит, основные фонды.

Максимизация прибыли фирмы:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p(t)X(t) - z(t) - w(t)L(t))(1 - \nu(t)) + \Phi(t) + D(t) - d(t) - H(t)) dt \rightarrow \max_{I(t), d(t)} .$$

Максимизация средств от налоговых поступлений в бюджет:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p(t)X(t) - z(t) - w(t)L(t))\nu(t)) dt \rightarrow \max_{0 \leq \nu_1 \leq \nu(t) \leq \nu_2 \leq 1} .$$

Максимизация прибыли банка:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (H(t) - \Phi(t) - r_2(t)D(t) + d(t)) dt \rightarrow \max_{r_1(t), r_2(t)} .$$

При ограничениях:

- по затратам:

$$\frac{dz(t)}{dt} = g(t)(1 - \nu(t))(t - z(t)), \quad z(0) = z_0, \quad (1)$$

- по депозитам:

$$\frac{dD(t)}{dt} = r_2(t)D(t) + d(t), \quad 0 < \underline{r}_2 \leq r_2(t) \leq \bar{r}_2 < 1, \quad D(0) = D_0,$$

- по основным фондам:

$$\frac{dK(t)}{dt} = -\mu K(t) + I(t), \quad K(0) = K_0,$$

- по кредиторской задолженности:

$$\frac{dS(t)}{dt} = r_1(t)S(t) + \Phi(t) - H(t), \quad S(0) = S_0, \quad S(t) \leq K(t),$$

$$0 < r_1 \leq r_1(t) \leq \bar{r}_1 < 1.$$

Требуется установить траекторию оптимального роста экономики на отрезке $[0, T]$: $(X^*(t), I^*(t), \nu^*(t), K^*(t), r_1^*(t), r_2^*(t))$.

Выходы на магистраль дают нам право из любой точки перейти в точку, где достигается экономический рост и устойчивость.

Устойчивость математической модели показывает, что при использовании математической модели экономика не входит в кризис ближайшие пять лет и достигает экономического роста. Выведенное уравнение катастроф имеет тип уравнения сборки.

Данная модель применима в основном в краткосрочном периоде.

Создание такой модели поможет избежать ошибок, верно разрешить конфликты, добиться оптимальных результатов и оптимального управления. Полученные результаты адекватно отражают связи между факторами и их влияние на показатели экономического роста.

2.2. Двухсекторная экономика. В данной модели рассматриваются два сектора с различными технологиями производства продукции. В одном из секторов производятся однородные капитальные блага (средства производства), а в другом – однородные потребительские блага (предметы потребления).

$X1(t)$ – выпуск благ, идущих на капиталовложения во время t ;

$X2(t)$ – выпуск потребительских благ.

Весь конечный продукт первого (фондообразующего) сектора идет на инвестиции в первый и во второй сектора: $X1(t) = s(t)X1(t) + (1 - s(t))X1(t)$.

Весь конечный продукт второго сектора используется на потребление людьми, работающими в первом и втором секторах, он реализуется на рынке по цене p : $\Pi(t) = pX2(t)$. После чего уплачивается налог по ставке $\nu(t)$.

Часть прибыли $g(t)$ составит затраты на производство в следующем году $(t+1)$. Оставшиеся средства распределяются на инвестиции, часть из них может быть положена на депозитный счет $D(t)$ со ставкой $r_1(t)$. В случае взятия кредита $\Phi(t)$, выплачиваются проценты по ставке $r_2(t)$.

Требуется найти оптимальный процесс, при котором достигается максимум критериального функционала:

- прибыли экономики:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p * A2(K2(t))^{\alpha_2} (L2(t))^{1-\alpha_2} - z(t))(1 - \nu(t)) + \Phi(t) - H(t) + r_2(t)D(t) - d(t)) dt \rightarrow \max_{s(t), d(t)}$$

- средств от налоговых поступлений:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (p * A2(K2(t))^{\alpha_2} (L2(t))^{1-\alpha_2} - z(t)) \nu(t) dt \rightarrow \max_{0 \leq \nu_1 \leq \nu(t) \leq \nu_2 \leq 1}$$

- прибыли банка:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (r_1(t)S(t) - \Phi(t) + d(t) - r_2(t)D(t)) dt \rightarrow \max_{r_1(t), r_2(t)}$$

при ограничениях:

- по основным производственным фондам сектора средств производства:

$$\frac{K1(t)}{dt} = s(t)X1(t) - \mu_1 K1(t)$$

- по основным производственным фондам сектора предметов потребления:

$$\frac{K2(t)}{dt} = (1 - s(t))X1(t) - \mu_2 K2(t)$$

- по затратам на производство:

$$\frac{dz(t)}{dt} = g(t)(1 - \nu(t))(p * A2(K2(t))^{\alpha_2}(L2(t))^{1-\alpha_2}) - z(t) - z(t), z(0) = z_0 \quad (2)$$

- по кредиторской задолженности:

$$\frac{dS(t)}{dt} = r_1(t)S(t) + \Phi(t) - H(t)$$

- по депозиту:

$$\frac{dD(t)}{dt} = d(t) - r_2(t)D(t)$$

$$\begin{aligned} X1(t) &= A1(K1(t))^{\alpha_1}(L1(t))^{1-\alpha_1} = s(t)X1(t) + (1 - s(t))X1(t) \\ K1(0) &= K1, K2(0) = K2 \\ \nu_1 &\leq \nu(t) \leq \nu_2, 0 \leq s(t) \leq 1 \end{aligned}$$

Требуется установить оптимальный процесс на $[0, T]$:

$$(X_1^*(t), X_2^*(t), s^*(t), K_1^*(t), K_2^*(t), r_1^*(t), r_2^*(t), \nu^*(t)).$$

2.3. Трехсекторная экономика. Рассматривается трехсекторная экономика, состоящая из материального, фондосоздающего и потребительского секторов. Материальный сектор производит предметы труда в объеме $X_0(t)$, фондосоздающий – средства труда в объеме $X_1(t)$. Продукция материального и фондосоздающего секторов потребляется третьим сектором (потребительским) в объеме $a_0(t)X_0(t)$ и $a_1(t)X_1(t)$ по ценам $p_0(t)$, $p_1(t)$, соответственно. Остальная часть произведенной продукции $(1 - a_0(t))X_0(t)$ и $(1 - a_1(t))X_1(t)$ полностью реализуется на рынке по цене $p_2(t)$ и $p_3(t)$, соответственно. Из полученной материальным и фондосоздающим секторами выручки возмещаются расходы на производство $z(t)$, выплачивается заработная плата работникам $w(t)L(t)$.

$$\begin{aligned} &g(t)(1 - \nu(t)) \times ((p_0(t)a_0(t) + p_2(t)(1 - a_0(t)))X_0(t) + \\ &+(p_1(t)a_1(t) + p_3(t)(1 - a_1(t)))X_1(t) - z(t) - w(t)L(t)) \end{aligned}$$

— часть прибыли, составляющая затраты на производство в следующем году.

После уплаты налога, прибыль, оставшаяся в распоряжении предприятия, распределяется на инвестиции в основные производственные фонды, депозитные вложения. Банк выдает предприятию в кредит денежные средства (t), получает проценты по выданным кредитам $H(t)$, принимает денежные средства от предприятия на депозит $d(t)$, выплачивает проценты по депозитным вкладам $r_2(t)D(t)$.

Требуется найти оптимальный процесс, при котором достигается максимум критериального функционала:

- прибыли экономики:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p_0(t)a_0(t) + p_2(t)(1 - a_0(t)))X_0(t) + (p_1(t)a_1(t) + p_3(t)(1 - a_1(t)))X_1(t) - z(t) - w(t)L(t))(1 - \nu(t)) + \Phi(t) + r_2(t)D(t) - d(t) - H(t) dt \rightarrow \max_{I_0(t), I_1(t), d(t)}$$

- средств от налоговых поступлений:

$$\int_0^T e^{-\delta t} ((p_0(t)a_0(t) + p_2(t)(1 - a_0(t)))X_0(t) + (p_1(t)a_1(t) + p_3(t)(1 - a_1(t)))X_1(t) - z(t) - w(t)L(t))\nu(t) dt \rightarrow \max_{0 \leq \nu_1 \leq \nu(t) \leq \nu_2 \leq 1}$$

- прибыли банка:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (H(t) - \Phi(t) + d(t) - r_2(t)D(t)) dt \rightarrow \max_{r_1(t), r_2(t)},$$

- полезности потребления:

$$\int_0^T e^{-\delta t} U(X_0(t), X_1(t)) dt \rightarrow \max_{0 \leq a_0(t), a_1(t) \leq 1}$$

при ограничениях:

- по основным производственным фондам материального сектора:

$$\frac{dK_0(t)}{dt} = -\mu_0 K_0(t) + I_0(t), \quad K_0(0) = K_0, \quad (3)$$

- по основным производственным фондам фондосоздающего сектора:

$$\frac{dK_1(t)}{dt} = -\mu_1 K_1(t) + I_1(t), \quad K_1(0) = K_1,$$

- по затратам на производство:

$$\frac{dz(t)}{dt} = g(t)(1 - \nu(t))((p_0(t)a_0(t) + p_2(t)(1 - a_0(t)))X_0(t) + (p_1(t)a_1(t) + p_3(t)(1 - a_1(t)))X_1(t) - z(t) - w(t)L(t)) - z(t),$$

$$z(0) = z_0,$$

- по депозиту:

$$\frac{dD(t)}{dt} = D(t) + d(t), \quad D(0) = D_0, \quad 0 < r_2 \leq r_2(t) \leq \bar{r}_2 < 1,$$

- по кредиторской задолженности:

$$\frac{dL(t)}{dt} = r_1(t)L(t) + \Phi(t) - H(t), \quad L(0) = L_0, \quad L(t) \leq K(t),$$

$$0 < r_1 \leq r_1(t) \leq \bar{r}_1 < 1,$$

- по объему расходов потребительского сектора:

$$(p_0(t)a_0(t)X_0(t) + p_1(t)a_1(t)X_1(t)) \leq \psi(t).$$

Требуется найти оптимальный процесс на отрезке $[0, T]$:

$$(X_0^*(t), X_1^*(t), I_0^*(t), I_1^*(t), K_0^*(t), K_1^*(t), r_1^*(t), r_2^*(t), d^*(t), v^*(t), a_0^*(t), a_1^*(t)).$$

3. Схема комплексной модели. Комплексная схема представлена на рис. 1 и включает следующие блоки:

1. Блок выработки исходных данных по численности работников материального сектора.
2. Блок выработки исходных данных по численности работников фондосоздающего сектора.
3. Блок выработки исходных данных по ОПФ материального сектора.
4. Блок выработки исходных данных по ОПФ фондосоздающего сектора.
5. Блок выработки исходных данных по затратам на производство.
6. Блок выработки исходных данных по кредитам.
7. Блок выработки исходных данных по депозитам.
8. Блок выработки исходных данных по налогам.
9. Блок выработки исходных данных по заработной плате.
10. Блок выработки исходных данных по потреблению продукции.
11. Центральный блок – блок оптимизации показателей роста экономик. Предназначен для решения задач (1), (3), (4).
12. Блок формирования результатов оптимизации.

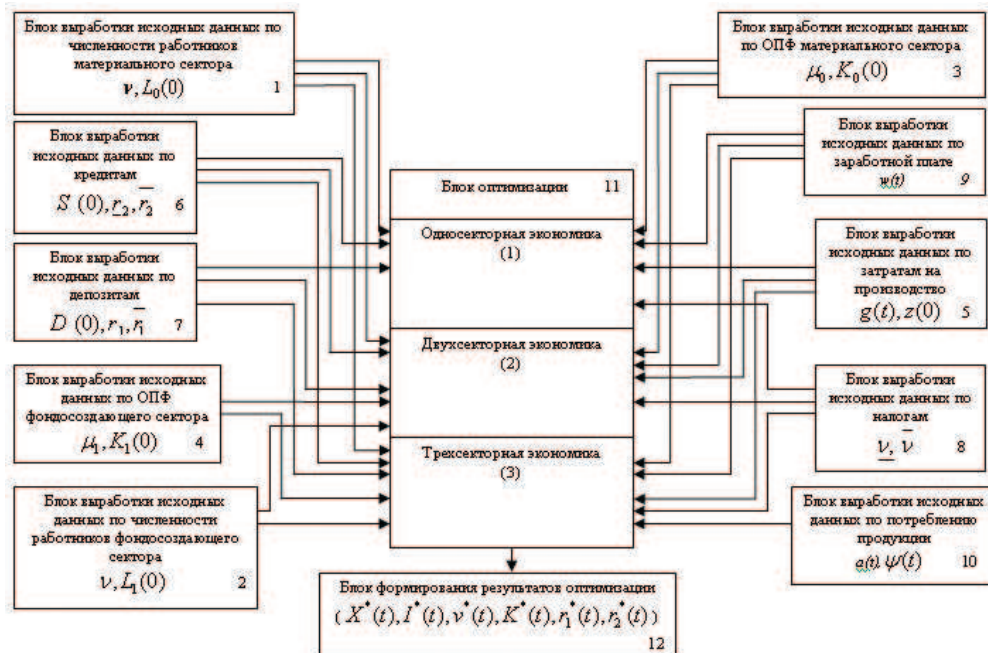


Рис. 1: Схема комплексной математической модели исследования показателей экономики

3.1. Метод решения задачи. Решение задачи найдено на основе оптимизации агрегирования критериев и путем решения многокритериальной оптимальной задачи. При этом поиск решения основывается по принципу максимума Понтрягина.

Исследования устойчивости функционирования динамической экономики осуществляется на основе принципов теории геометрических семи катастроф.

Соответствующие решения программно-реализованы в интерактивном режиме на ЭВМ.

4. Результаты математического моделирования экономик. 4.1. Односекторная экономика. Проведя вычислительный эксперимент, были установлены зависимости показателей функционирования экономики от различных факторов. Рассмотрим некоторые из них, например, влияние численности рабочих на выпуск продукции, влияние налоговой ставки на прибыль фирмы, влияние размера основных производственных фондов на выпуск продукции.

Исходные данные:

- темп научно-технического прогресса: $A_0=2,4$;
- норма амортизации: $\mu_0=0,09$;
- численность работающих: $L_0=460$;
- размер ОПФ на начальный момент времени: $K_0=160000$;

- ставка заработной платы: $w_0=1,5$;
- ставка по депозиту: $r_1=11\%$;
- ставка по кредиту: $r_2=19\%$;
- ставка по налогу: $\nu=23\%$.

1. Влияние численности работающих на выпуск продукции.

Варьируя численностью работающих и фиксируя все остальные исходные данные, получаем зависимость выпуска продукции от численности рабочих (рис. 2):

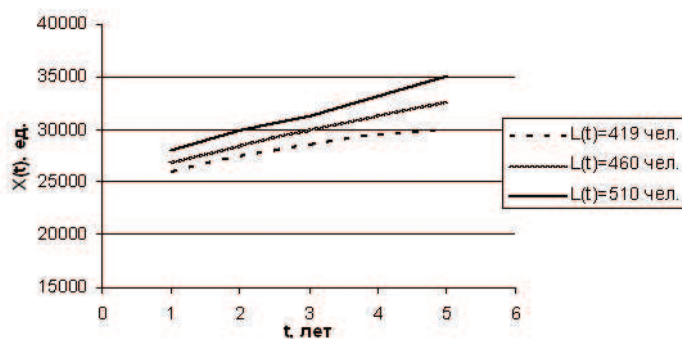


Рис. 2: Зависимость выпуска продукции от численности работающих

2. Влияние налоговой ставки на прибыль фирмы.

Варьируя налоговой ставкой и фиксируя все остальные исходные данные, получаем влияние налоговой ставки на прибыль фирмы (рис. 3):

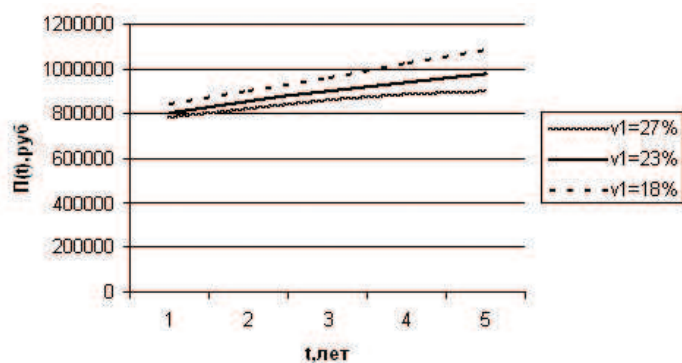


Рис. 3: Зависимость прибыли фирмы от налоговой ставки

Для предприятия выгодны невысокие налоговые ставки, т.к. прибыль фирмы при низких ставках больше и увеличивается в краткосрочном периоде быстрее.

3. Влияние размера основных производственных фондов на выпуск продукции.

Варьируя размерами основных производственных фондов и фиксируя все остальные исходные данные, получаем влияние размера основных производственных фондов на выпуск продукции (рис. 4):

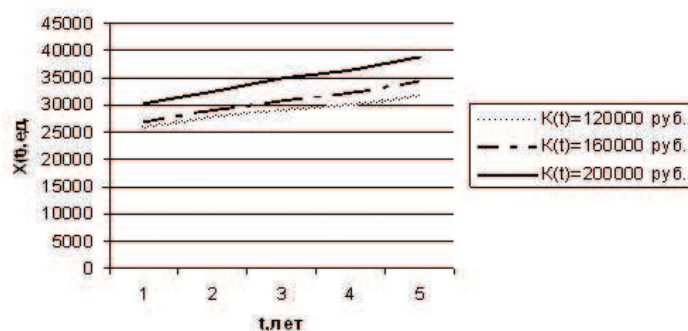


Рис. 4: Зависимость выпуска продукции от размера основных фондов

4.2. Двухсекторная экономика. Исходные данные:

- Темп научно-технического прогресса: $A_1=1,7$; $A_2=1,58$;
- Коэффициент эластичности по фондам: $\alpha_1=0,28$; $\alpha_2=0,35$;
- Норма амортизации: $\mu_1=0,02$; $\mu_2=0,02$;
- Численность работающих: $L_1=50000$; $L_2=350000$;
- Размер ОПФ на начальный момент времени: $K_1=2000000$; $K_2=1800000$;
- Цена на продукцию: $p=3,56$;
- Ставка заработной платы: $w_1=1,3$; $w_2=1,45$;
- Ставка по кредиту: $r_2=16\%$;
- Ставка по налогу: $\nu=23\%$.

Варьируя налоговой ставкой и фиксируя остальные исходные данные, получим зависимость прибыли фирмы от налоговой ставки (рис. 5):

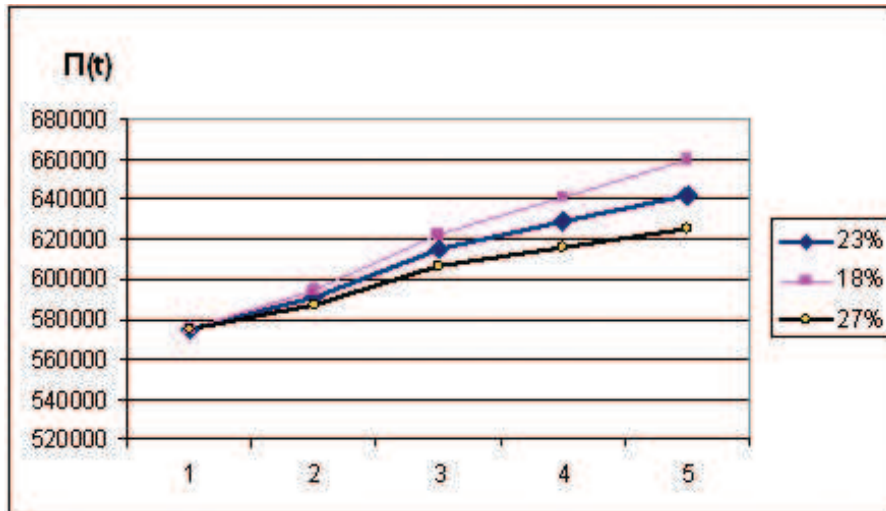


Рис. 5: Динамика прибыли фирмы в зависимости от налоговой ставки

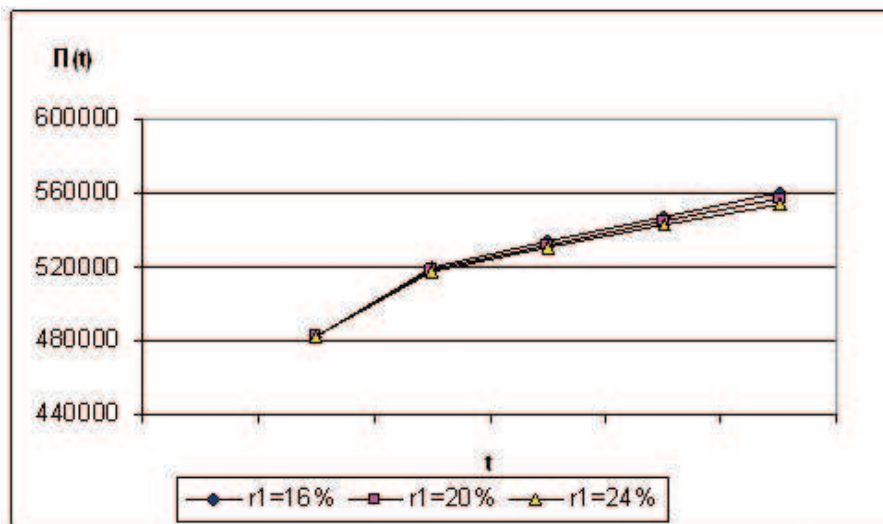


Рис. 6: Зависимость прибыли фирмы от ставки по кредиту

Варьируя ставкой по кредиту и фиксируя остальные исходные данные, получим зависимость прибыли фирмы от ставки по кредиту (рис. 6).

Мы наблюдаем скорейший рост прибыли фирмы при более низкой ставке налога и ставке по кредиту. Вполне естественно, что предприятие стремится минимизировать ставки, чтобы получить большую прибыль. В нашем примере выпуск, размеры основных производственных фондов и прибыль фирмы растут быстрее при $\nu=18\%$ и $r_2=16\%$.

4.3. Трехсекторная экономика. Исходные данные:

- Темп научно-технического прогресса: $A_0=2,31$; $A_1=2,47$;
- Коэффициент эластичности по фондам: $\alpha_0=0,38$; $\alpha_1=0,45$;
- Норма амортизации: $\mu_0=0,1$; $\mu_1=0,1$;
- Численность работающих: $L_0=300$; $L_1=350$;
- Размер ОПФ на начальный момент времени: $K_0=100000$; $K_1=110000$;
- Цена на продукцию секторов: $p_0=1,9$; $p_1=1,87$;
- Ставка заработной платы: $w_0=1,4$; $w_1=1,2$;
- Ставка по депозиту: $r_1=12\%$;
- Ставка по кредиту: $r_2=20\%$;
- Ставка по налогу: $\nu=24\%$.

Варьируя ставкой по кредиту и фиксируя остальные исходные данные, получим зависимость размера основных производственных фондов от ставки по кредиту (рис. 7):

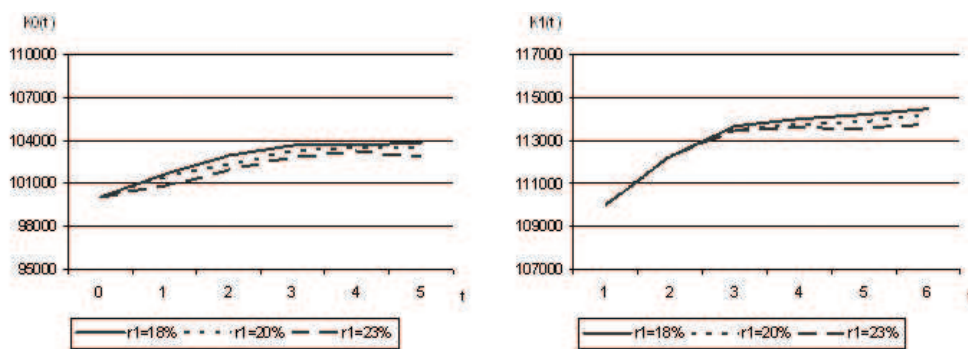


Рис. 7: Зависимость размера основных производственных фондов материального и фондосоздающего секторов от ставки по кредиту

Для предприятия выгодны невысокие ставки по кредиту, т.к. размер основных производственных фондов при низких ставках по кредиту больше, чем при высоких, а, значит, выпуск и прибыль предприятия выше.

Варьируя налоговой ставкой и фиксируя остальные исходные данные, получим зависимость выпуска продукции от налоговой ставки (рис. 8):

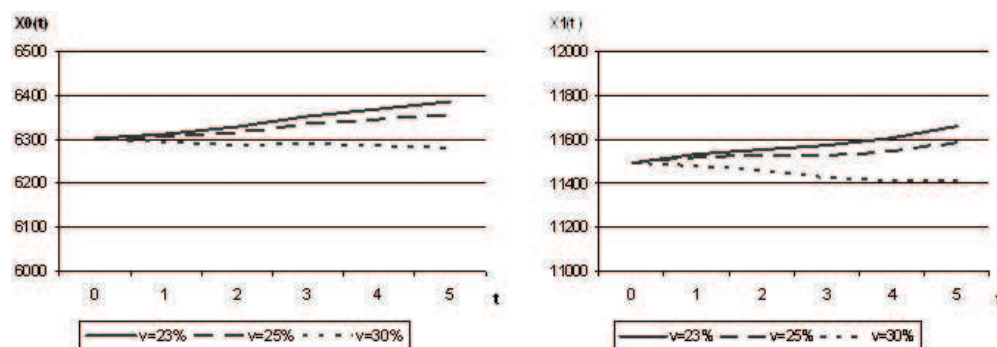


Рис. 8: Зависимость выпуска продукции материального и фондосоздающего секторов от налоговой ставки

Выпуск продукции материального и фондосоздающего секторов при высокой ставке налога на прибыль меньше, чем при более низкой, так как налоговые отчисления при ставке налога 30% больше, чем при ставке 23%. Выпуски при ставке налога 23% и 25% растут с течением времени, так как при решении оптимизационной задачи мы находим оптимальное распределение прибыли на инвестиции в ОПФ и депозитные вложения, при которых прибыль секторов максимальна.

Заключение. Вычислительный эксперимент показал, что малые изменения входных данных (налоговой ставки, ставки по кредиту, размера основных производственных фондов на начальный момент времени, численности работающих) не приводят к большим отклонениям показателей качества функционирования экономики (выпуска продукции, размера ОПФ, прибыли). Полученные результаты адекватно отражают связи между факторами и их влияние на показатели экономического роста. Так, увеличение налоговой ставки приводит к уменьшению прибыли фирмы, рост основных производственных фондов и числа занятых способствует увеличению выпуска продукции, высокие ставки по кредиту не позволяют фирме наращивать объем ОПФ, а, следовательно, получить фирме большую прибыль.

Разработанные модели позволяют определить влияние факторов (налоговых ставок, ставок по кредиту, инвестиций, научно-технического прогресса и др.) на показатели качества функционирования экономик, выбрать оптимальный путь развития, эффективно распределив ресурсы.

Разработанные модели являются вкладом в развитие базы для исследования показателей роста экономик с учетом совокупности факторов: налоги, кредиты, депозиты, инвестиции, научно-технический прогресс, норма амортизации, заработная плата, темп прироста работающих, затраты на производство, цены на продукцию.

Список литературы

- [1] Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. – М.: Наука, 1984 г.

- [2] Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / Пер. с англ. – М.: Айрис-пресс, 2002 г.
- [3] Колемаев В.А. Математическая экономика: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998 г.
- [4] Константинова Л.А. Роль налогов в регулировании экономики. – В кн.: Материалы научной конференции молодых ученых и студентов «Реформы в России и проблемы управления – 98», - М.: ГАУ, 1998 г.
- [5] Основы теории оптимального управления: под ред. Кротова В.Ф. – М.: Высшая школа, 1990 г.
- [6] Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат, 1996 г.
- [7] Петров А.А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1996.