УДК 519.865.7

Е. П. Белоусова,
Р. А. Портных

ЗАДАЧА ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РОСТЕ

Аннотация: *задачи оптимального управления естественно возникают в экономике при рассмотрении динамических моделей оптимального распределения ресурсов. Часто такие задачи связывают с исследованием процессов экономического роста. В последние годы интерес к задачам оптимального управления в экономике резко возрос. Это вызвано как повышением общего интереса к динамическим моделям в экономике, так и появлением новых моделей оптимального экономического роста — прежде всего моделей развития экономик, основанных на знаниях, и моделей, учитывающих глобальные последствия развития мировой экономики. В любой экономике обязательно производится выбор между обеспечением текущего спроса (потребления) и будущего (капитальных вложений). Несмотря на то, что более высокий уровень потребления всегда предпочтительнее низкого, этот уровень потребления означает меньшие капитальные вложения, что влечет за собой уменьшение объема выпуска в будущем и как следствие понижение уровня будущего потребления. Поэтому возникает задача выбора той или иной политики в области потребления. Одной из крайностей является политика, при которой насколько возможно полно удовлетворяются текущие потребности, даже если это грозит катастрофой в будущем из-за понижения уровня потребления. Другой крайностью является политика, при которой стремятся ограничить текущее потребление, для того чтобы увеличить капитал и уровень потребления в будущем. Множество функций времени для потребления, капиталообразования и выпуска продукции возникает при выборе между потреблением и накоплением капитала. Из этого множества возможных траекторий роста необходимо выбрать одну. Но предварительно следует получить оценку соотношения текущего и будущего уровня потребления. Как только такая оценка выполнена, тотчас возникает задача выбора оптимальной траектории роста, то есть задача об оптимальном экономическом росте.*

Ключевые слова: *потребление, производство, экономический рост, оптимальное управление.*

UDK 519.865.7

E. P. Belousova,
R. A. Portnykh

THE TASK OF OPTIMAL ECONOMIC GROWTH

Abstract: *optimal control problem arise naturally in the economy when considering dynamic models of optimal allocation of resources. Often these tasks relate to the study of the processes of economic growth. In recent years, interest in tasks of optimal control in the economy has increased dramatically. This is called as the improvement of the general interest in dynamic models in economy and the emergence of new models of optimal economic growth — particularly models of economic development based on knowledge and models that take into account the global implications of the development of the world economy. In any economy, necessarily choose between current demand (consumption) and the future (capital investments). Despite the fact that higher consumption is always preferable to low, this level of consumption means lower capex, which entails a reduction in output in the future, and as a consequence of the downgrading of future consumption. It is therefore the task of choosing one or another policy in the field of consumption. One extreme is politics, in which as much as possible full met current needs, even if it threatens a catastrophe in the future due to*

the lowering of the level of consumption. At the other extreme is a policy, which seek to limit current consumption in order to increase capital and level of consumption in the future. Many functions of time for consumption, capital formation and output occurs when choosing between consumption and capital accumulation. From this multitude of possible trajectories of growth, you must select one. First, you should get an estimate of the ratio of the current and future level of consumption. Once the assessment is completed, immediately raises the task of choosing optimal growth path, that is, the problem of optimal economic growth.

Keywords: *consumption, production, economic growth, good governance.*

Теоретическая постановка задач

Изучаемая нами задача описывает экономический рост в агрегированной замкнутой экономике. Согласно определению, в [1], агрегированная экономика означает, что за время t производится единственный однородный продукт, объем производства которого, обозначим как $Y(t)$. Замкнутость экономики означает, что весь выпуск либо потребляется, либо инвестируется в экономику. Обозначив общее потребление через $C(t)$, а суммарные инвестиции через $I(t)$ получим, согласно тождественному равенству доходов и расходов,

$$Y(t) = C(t) + I(t). \tag{1}$$

Инвестиции, в свою очередь используются для увеличения капитала $K(t)$ и для восстановления обесцененного капитала. Пусть μ — коэффициент амортизации капитала, т. е. доля капитала, требующая замены, а $\mu K(t)$ есть обесцененный капитал, тогда выполняется следующее тождество для валовых инвестиций:

$$\mathrm{I(t)} = \mathrm{K}'(\mathrm{t}) + \mu K(t). \tag{2}$$

Таким образом, чистые капитальные вложения составляют ту часть инвестиций, которая не идет на замещение изношенного капитала.

Обозначим через $L(t)$ потребность в рабочей силе в момент времени t и предположим, что L растет с известной экспоненциальной скоростью n:

$$L' = nL.$$

Нормируем объем производства $Y(t)$, общее потребление $C(t)$, суммарные инвестиции $I(t)$ и прирост капитала $K(t)$ на одного рабочего и введем обозначения:

$$y = YL^{-1},\ c = CL^{-1},\ i = IL^{-1},\ k = KL^{-1}.$$

В этих обозначениях тождество доходов и расходов (1) можно переписать как

$$y(t) = c + i \tag{3}$$

а тождество валовых инвестиций (2) как

$$i(t) = K'L^{-1} + \mu k. \tag{4}$$

Скорость изменения величины капиталовооруженности рабочего можно записать следующим образом:

$$\frac{dk}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{K}{L}\right) = \frac{K'}{L} + \frac{K}{L}\frac{L'}{L},$$

или, полагая $\mu + n = m$ — суммой нормы амортизации капитала и темпа роста численности рабочей силы, получим

$$\frac{K'}{L} = k' + nk, i(t) = k' + mk. \tag{5}$$

Доход $y(t)$, приходящийся на одну единицу рабочей силы, предполагается известной дважды непрерывно дифференцируемой функцией $f(k)$, обладающей следующими свойствами:

$$f(k) > 0,\ f'(k) > 0,\ f''(k) < 0\ \ \forall k > 0,$$
$$f(0) = 0,\ f'(0) = \infty.$$

Учитывая полученные формулы (3)—(5), получим основное дифференциальное уравнение модели экономического роста:

$$k' = -mk(t) - c(t) + f(k(t)). \tag{6}$$

Прибыль, приходящаяся на одного рабочего, распределяется на потребление, приходящееся на одного рабочего $c(t)$, на поддержание уровня капитала, приходящегося на одного рабочего $mk(t)$ вследствие понижения стоимости капитала и увеличения единиц рабочей силы, и чистый прирост капитала $k'(t)$, приходящийся на одного рабочего. Функцией управления в задаче является уровень потребления $c(t)$, приходящийся на одну рабочую единицу, причем очевидно, что $c(t)$ удовлетворяет ограничениям

$$0 \le c(t) \le f(k).$$

Для упрощения задачи можно использовать ограничение $0 \le c(t) \le \bar{c}$, не зависящее от k. Целью экономического планирования является повышение уровня жизни населения, который мы будем оценивать с помощью функции $V(c)$, выражающей благосостояние в момент времени t. Задача оптимального управления состоит в максимизации функционала

$$J(c) = \int_{t_1}^{t_2} e^{-\delta(t-t_1)} V\big(c(t)\big)dt \to max.$$

Здесь $\delta > 0$, называемое нормой дисконтирования, характеризует скорость изменения интереса к благосостоянию. Большое значение δ указывает на то, что мы предпочитаем ближайшее время будущему. Множитель $e^{-\delta(t)}$ задает предпочтение потребления для различных моментов времени. Считаем, что $V(c)$ — функция полезности, определяющая полезность V в любой момент времени как функцию от потребления на одного рабочего. Будем считать, что функция полезности известная, дважды непрерывно дифференцируемая функция, удовлетворяющая условиям:

$$V(c) > 0,\ V'(c) > 0,\ V''(c) < 0,$$
$$V'(0) = \infty,\ V(+\infty) = +\infty$$

Пусть в начальный момент времени t_1 известна величина $k(t_1)$, $k(t) \geq 0$, $k(t_2) \geq k_2$, т. е. в конченый момент времени уровень капитала должен быть не ниже заданного значения k_2.

Таким образом, задача оптимального роста для агрегированной замкнутой экономики представляет собой задачу траектории потребления на одного рабочего $c(t)$ такой, что

$$J(c) = \int_{t_1}^{t_2} e^{-\delta(t-t_1)} V\big(c(t)\big)dt \to max,$$
$$k' = f(k) - mk - c,$$
$$k(t_1) = k_1$$
$$0 \leq c(t) \leq \bar{c}$$

Учет ограничения $k(t) \geq 0$, $c(t) \leq f(k)$, $t_1 \leq t \leq t_2$ приводит нас к задаче оптимального управления с фазовыми и смешанными ограничениями. Для построения оптимального процесса сформулируем принцип максимума Понтрягина [2]. Построим функцию Гамильтона:

$$H(t, k, c, \lambda) = -e^{-\delta(t-t_1)}V(c) + \lambda[f(k) - mk - c]$$

Если функция Понтрягина достигает максимума во внутренней точке множества допустимых значений управления c, то оптимальное $\bar{c}$ является решением уравнения

$$e^{-\delta(t-t_1)}V(c) + \lambda = 0. \qquad (7)$$

Уравнение для сопряженной функции имеет вид

$$\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial k} = -\lambda[f'(k) + m]. \qquad (8)$$

Введем функцию

$$g(t) = \lambda(t)e^{-\delta(t-t_1)}.$$

С помощью этой функции уравнения (7), (8) перепишутся в виде

$$V'(c) + g(t) = 0,$$
$$g' = \delta g - f'g - gm$$

или

$$\frac{\dot{g}}{g} + f'(k) = \mu + n + \delta$$

Это уравнение можно интерпретировать так, что чистый доход от применения единицы капитала на одного рабочего равен нулю; при этом чистый доход складывается из предельного продукта и доходов с капитала $(\frac{\dot{g}}{g})$ минус потери от амортизации (μ), изменения в распределении в соответствии с ростом населения (n) и норма дисконтирования во времени (δ).

Поскольку на оптимальной траектории $g(t) = \lambda(t)e^{-\delta(t-t_1)}$, то после дифференцирования равенства по времени получим:

$$\frac{\dot{g}}{g} = -\frac{V''(c)}{V'(c)}c'$$

Отношение $\frac{\dot{g}}{g}$ может быть интерпретировано как выигрыш капитала в терминах функции полезности V. Окончательно из этих уравнений следует, что

$$\begin{cases} c' = \big(\sigma(c)\big)^{-1}(f'(k) - \mu - n - \delta)c; \\ k' = f(k) - (\mu + n)k - c, \end{cases} \qquad (8)$$

где $\sigma(c) = -c\frac{V''(c)}{V'(c)}$ — эластичность предельной полезности. Одним из допустимых решений этой системы будет такое решение, в котором ни потребление на одного рабочего, ни капиталовооруженность не меняются во времени:

$$c^* = 0,\ k^* = 0$$

Чтобы потребление на одного рабочего было постоянным, необходимо такое $k = k^*$, что

$$f'(k^*) = \mu + n + \delta$$

и капиталовооруженность рабочего сохраняет свое значение k^*, если потребление на одного рабочего $c = c^*$ равно

$$c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*.$$

Получим систему

$$\begin{cases} f'(k^*) = \mu + n + \delta; \\ c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*. \end{cases}$$

Это положение равновесия системы называется сбалансированным ростом, при котором

$$\begin{cases} L(t) = L_1 e^{n(t-t_1)}, c(t) = c^* L(t) = c^* L_1 e^{n(t-t_1)}; \\ K(t) = k^* L(t) = k^* L_1 e^{n(t-t_1)}, Y(t) = L_1 f(k^*) e^{n(t-t_1)}. \end{cases}$$

Такое положение равновесия может быть как устойчивым, так и неустойчивым. Для того чтобы исследовать решение (k^*, c^*) на устойчивость, линеаризуем систему (8) в окрестности точки (k^*, c^*), учитывая только линейные по отклонению слагаемые. Имеем

$$\begin{cases} c' = \left(\sigma(c^*)\right)^{-1} c^* f''(k^*)(k - k^*); \\ k' = \delta(k - k^*) - (c - c^*). \end{cases}$$

Построим характеристическое уравнение этой системы:

$$\det\begin{pmatrix} -\rho & \left(\sigma(c^*)\right)^{-1} c^* f''(k^*) \\ -1 & \delta - \rho \end{pmatrix} = \rho^2 - \delta\rho + \left(\sigma(c^*)\right)^{-1} c^* f''(k^*) = 0.$$

Функция $f''(k) < 0$, поэтому характеристическое уравнение имеет два действительных корня противоположного знака, и точка равновесия (k^*, c^*), соответствующая сбалансированному росту, является седловой точкой, а положение равновесия является неустойчивым.

Практическая часть: разработка программного комплекса

Для реализации задачи об оптимальном экономическом росте был разработан программный комплекс. Программа состоит из двух частей и имеет следующую логическую структуру.

1. Вычисление значения интеграла методом трапеций, в зависимости от значений параметров, которые вводятся пользователем с клавиатуры.

2. Построение графика системы двух дифференциальных уравнений первого порядка на заданном интервале.

Так как в ходе выполнения данной работы стояла необходимость визуализации (построение графиков функций), было решено реализовывать техническую часть на языке C#.

Язык программирования C# — объектно-ориентированный язык программирования высокого уровня. Разработка велась в среде программирования Microsoft Visual Studio 2015. C# стандартизирован в ECMA (ECMA-334) и ISO (ISO/IEC 23270) [6].

На данный момент доступна версия 7.0 (выпуск состоялся 7 марта 2017 года). Существует достаточное число официальных библиотек, содержащих большой спектр встроенных функций, классов и методов.

Выбранная среда разработки обеспечивает интерактивный способ конструирования диалоговых окон.

Приложение тестировалось на ЭВМ под управлением операционных систем Windows 10 и Windows 8.1. Для корректной работы программы необходима версия ОС под управлением Windows версии не ниже 7, а так же компонент Microsoft.NET Framework версии не ниже 4.5.2.

Вычислительный эксперимент

В данном разделе представлены результаты вычислительного эксперимента с использованием разработанной программы.

Во всех приведенных ниже примерах будут использоваться функции

$$f(k) = \sqrt{k},\ V(c) = \sqrt[3]{c} + a,\ a > 0.$$

Проверим, выполняются ли для этих функций требуемые условия.

Функция $f(k)$ должна удовлетворять условиям:

$$f(k) > 0,\ f'(k) > 0,\ f''(k) < 0\ \ \forall k > 0,$$
$$f(0) = 0,\ f'(0) = \infty.$$

Пусть эта функция имеет вид:

$$f(k) = \sqrt{k} > 0,$$
$$f'(k) = \frac{1}{2\sqrt{k}} > 0,$$
$$f''(k) = -\frac{1}{4\sqrt{k^3}} < 0,$$
$$f(0) = \sqrt{0} = 0,$$
$$f'(0) = \frac{1}{2\sqrt{0}} = \infty.$$

Функция $V(c)$ должна удовлетворять условиям:

$$V(c) > 0,\ V'(c) > 0,\ V''(c) < 0,$$
$$V'(0) = \infty,\ V(+\infty) = +\infty$$

Выберем эту функцию в виде:

$$V(c) = \sqrt[3]{c} + a > 0,$$
$$V'(c) = \frac{1}{3\sqrt[3]{c^2}} > 0,$$
$$V''(c) = -\frac{2}{9\sqrt[3]{c^5}} < 0,$$
$$V'(0) = \frac{1}{3\sqrt[3]{0}} = \infty,$$
$$V(+\infty) = +\infty.$$

Обе функции удовлетворяют требуемым условиям.

Пример 1.

Начальные условия:

$$f(k) = \sqrt{k},\ V(c) = \sqrt[3]{c} + 1,$$
$$t_1 = 0,\ t_2 = 180,\ \mu = 0{,}06,\ n = 0{,}01,$$
$$\delta = 5.$$

Найдем k^* из уравнения $f'(k^*) = \mu + n + \delta$. Получим

$$\frac{1}{2\sqrt{k^*}} = 0{,}06 + 0{,}01 + 5$$
$$k^* = \left(\frac{1}{10{,}14}\right)^2$$
$$k^* = 0{,}0097$$

Подставим k^* в $c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*$. Тогда

$$c^* = \sqrt{0{,}0097} - (0{,}06 + 0{,}01)0{,}0097$$
$$c^* = 0{,}0979.$$

Подставим c^* в $J(c)$:

$$J(c) = \int_0^{180} e^{-5(t-0)}\left(\sqrt[3]{0{,}0979} + 1\right)dt =$$
$$= 0{,}46\int_0^{180} e^{-5t}\,dt + \int_0^{180} e^{-5t}\,dt \approx$$
$$\approx 0{,}46\left(-\frac{1}{5}e^{-900} + \frac{1}{5}e^0\right) +$$
$$+ 1\left(-\frac{1}{5}e^{-900} + \frac{1}{5}e^0\right) = 0{,}092 + 0{,}2 = 0{,}292.$$

На рисунке 1 представлен результат работы программы с данными параметрами:

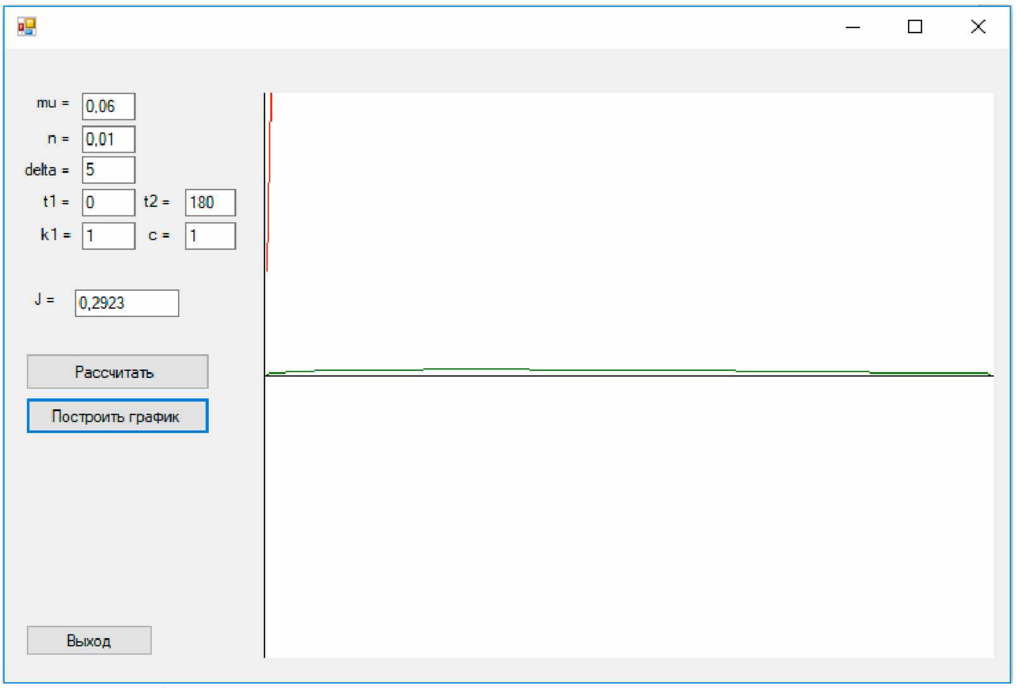

Рис. 1. Потребление резко растет, инвестиции практически отсутствуют

Пример 2.

Начальные условия:

$f(k) = \sqrt{k}, V(c) = \sqrt[3]{c} + 10,$

$t_1 = 0,\ t_2 = 180,\ \mu = 0{,}06,\ n = 0{,}01,\ \delta = 5.$

Аналогично вычислениям из примера 1 имеем

$$\frac{1}{2\sqrt{k^*}} = 0{,}06 + 0{,}01 + 5$$

$$k^* = \left(\frac{1}{10{,}14}\right)^2$$

$$k^* = 0{,}0097$$

$$c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*$$

$$c^* = \sqrt{0{,}0097} - (0{,}06 + 0{,}01)0{,}0097$$

$$c^* = 0{,}0979.$$

Подставим c^* в $J(c)$:

$$J(c) = \int_0^{180} e^{-5(t-0)}\left(\sqrt[3]{0{,}0979} + 10\right)dt =$$

$$= 0{,}46\int_0^{180} e^{-5t}\,dt + 10\int_0^{180} e^{-5t}\,dt$$

$$\approx 0{,}46\left(-\frac{1}{5}e^{-900} + \frac{1}{5}e^{0}\right) +$$

$$+ 10\left(-\frac{1}{5}e^{-900} + \frac{1}{5}e^{0}\right) = 0{,}92 + 2 = 2{,}092.$$

На рисунке 2 представлен результат работы программы с данными параметрами:

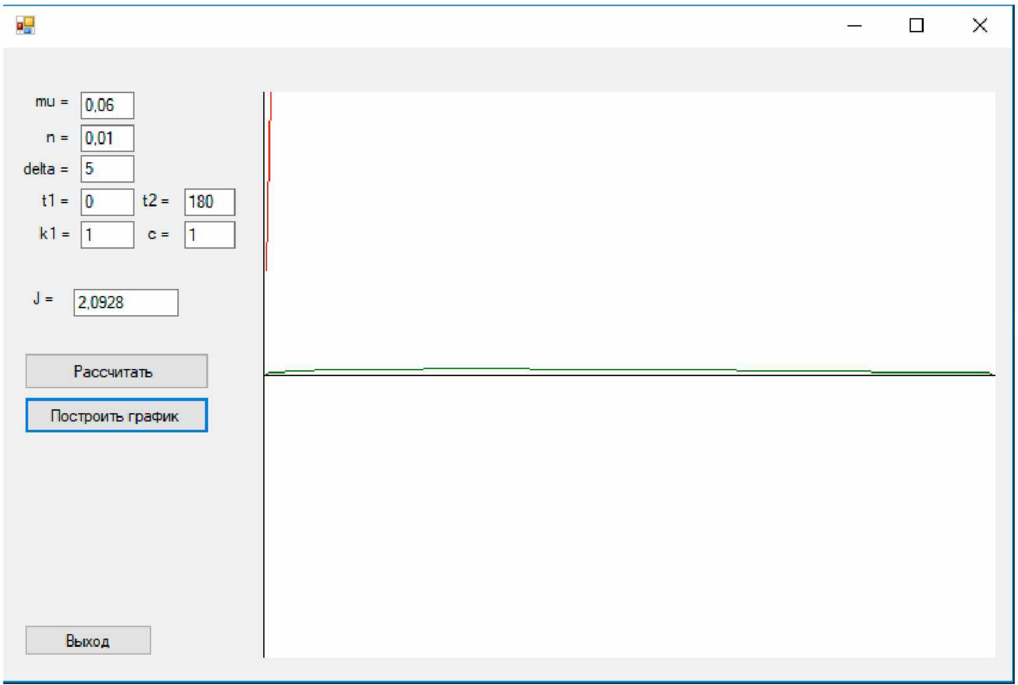

Рис. 2. Результаты вычислений схожи с результатами примера 1

Пример 3.

Начальные условия:

$f(k) = \sqrt{k}, V(c) = \sqrt[3]{c} + 20,$

$t_1 = 0,\ t_2 = 180,\ \mu = 0{,}3,\ n = 0{,}05,$

$\delta = 0{,}5.$

Посчитаем все необходимые величины:

$$\frac{1}{2\sqrt{k^*}} = 0{,}3 + 0{,}05 + 0{,}5$$

$$k^* = 0{,}346$$

$$c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*$$

$$c^* = \sqrt{0{,}346} - (0{,}3 + 0{,}05)0{,}346$$

$$c^* = 0{,}467$$

Подставим c^* в $J(c)$:

$$J(c) = \int_0^{180} e^{-0{,}5(t-0)}\left(\sqrt[3]{0{,}467} + 20\right)dt =$$

$$= 0{,}77\int_0^{180} e^{-0{,}5t}\,dt + 20\int_0^{180} e^{-0{,}5t}\,dt =$$

$$= 0{,}77(-2e^{-90} + 2e^{0}) + 20(-2e^{-90} + 2e^{0}) \approx$$

$$\approx 0{,}77 \cdot 2 + 20 \cdot 2 = 41{,}54.$$

На рисунке 3 представлен результат работы программы с данными параметрами:

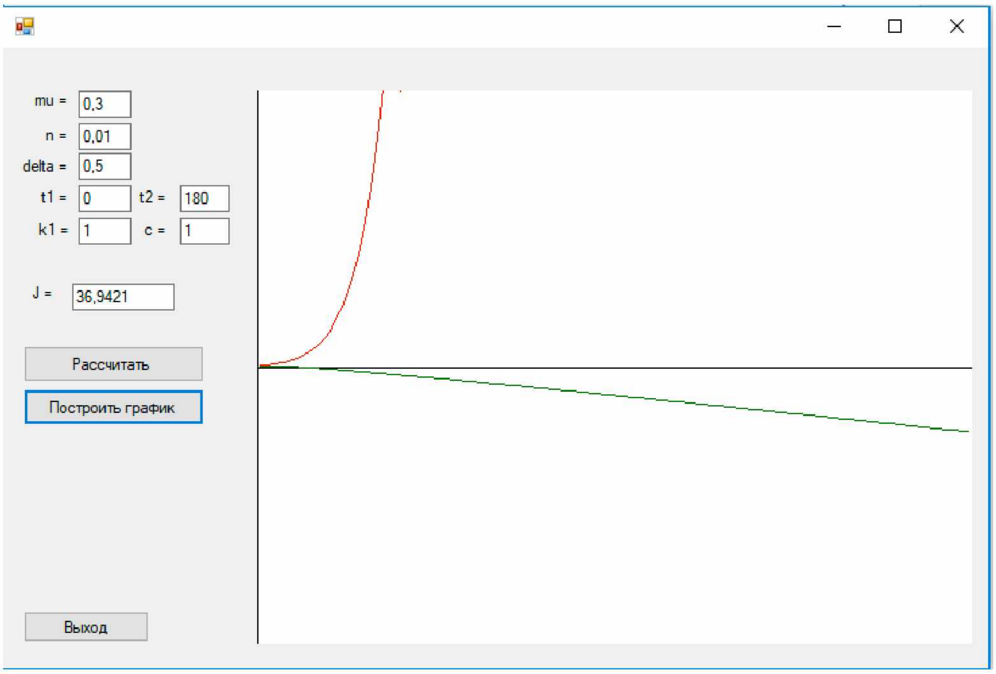

Рис. 3. Очевидно, что инвестиции не растут, а напротив, резко убывают.

Из примеров 1—3 видно, что увеличение коэффициента амортизации капитала μ также незначительно замедляет рост.

Во всех приведенных примерах прирост капитала неизбежно снижается со временем и добиться его роста можно только в случае уменьшения уровня инфляции.

Пример 4.

Начальные условия:

$f(k) = \sqrt{k}, V(c) = \sqrt[3]{c} + 20,$

$t_1 = 0,\ t_2 = 180,\ \mu = 0{,}3,\ n = 0{,}05,\ \delta = 0{,}5.$

Тогда

$$\frac{1}{2\sqrt{k^*}} = 0{,}3 + 0{,}05 + 0{,}5$$

$k^* = 0{,}346$

$c^* = f(k^*) - (\mu + n)k^*$

$c^* = \sqrt{0{,}346} - (0{,}3 + 0{,}05)0{,}346$

$c^* = 0{,}467$

Подставим c^* в $J(c)$:

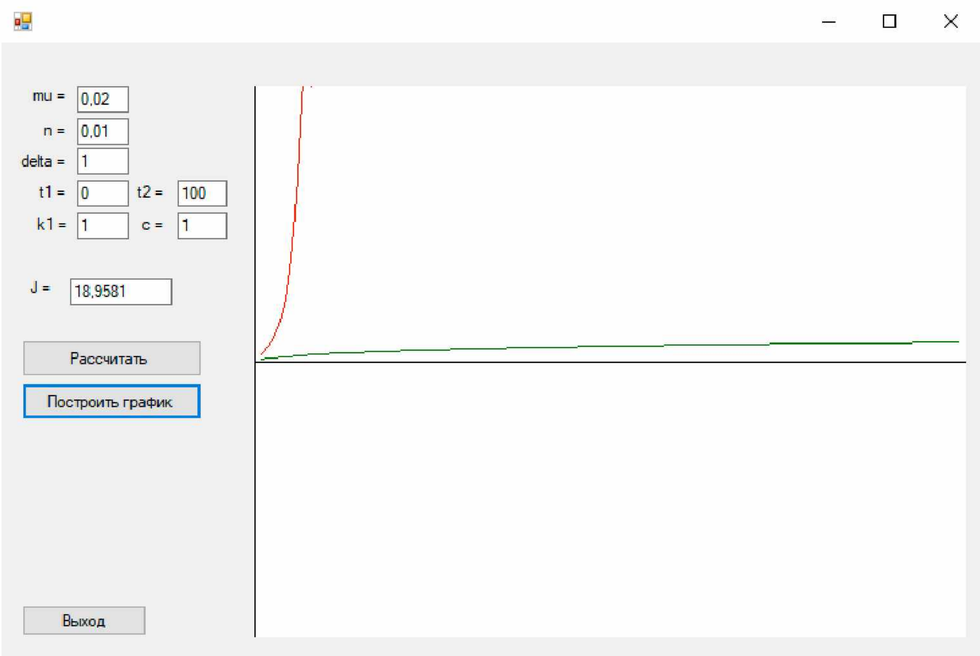

Рис. 4.

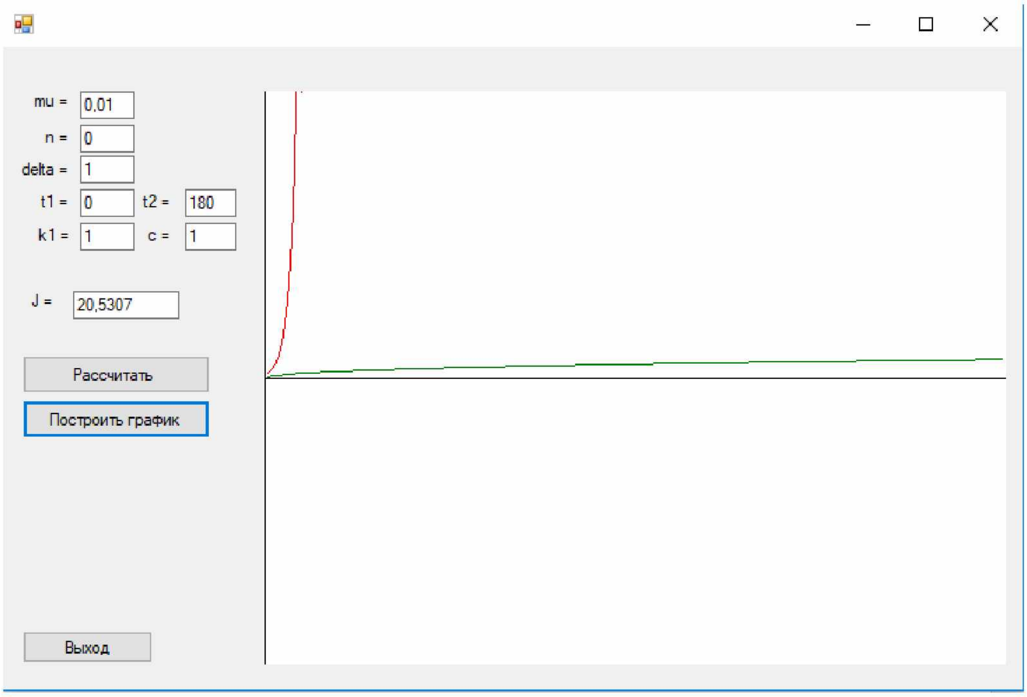

Рис. 5.

Рисунки 4—5 — примеры увеличивающегося прироста капитала.

По результатам вычислительного эксперимента можно сделать следующие выводы о влиянии различных параметров на экономический рост:

1. Изменение размера временного интервала *(t1, t2)* практически не влияет на получаемый результат.

2. Увеличение скорости роста рабочей силы *n* незначительно замедляет экономический рост.

3. Увеличение коэффициента амортизации капитала μ также незначительно замедляет рост.

4. Уменьшение нормы дисконтирования δ значительно увеличивает скорость роста, что говорит о важности долгосрочного планирования.

5. Изменение исследуемой функции не меняет величину влияния параметров на скорость роста.

Заключение

Главный вывод для задачи данной модели следующий: темп роста объема производства товаров во все периоды, совпадает с «экономическим» ростом, то есть с ростом денежной стоимости всех выпускаемых товаров и, следовательно, с процентом на капитал. При соответствующих значениях норм затрат и норм выпуска народное хозяйство в данной модели может находиться в состоянии неограниченного роста.

Принцип максимума может быть успешно использован при решении различных экономических задач, в которых участвуют переменные, зависящие от времени. В частности, это задача оптимального экономического роста. Следует отметить, что для получения нетривиальных результатов могут потребоваться определенные математические усилия.

В ходе исследовательской деятельности был сформулирован принцип максимума для задачи оптимального экономического роста. Все теоретические результаты, полученные в работе, были проиллюстрированы разработанным программным комплексом.

Таким образом, достигнуты следующие результаты:

1) исследована модель оптимального экономического роста;

2) предложены численные методы решения поставленной задачи;

3) разработан программный комплекс для проведения вычислительного эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Интриллигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интриллигатор. — М. : Прогресс, 1975. — 597 с.

2. *Андреева Е. А.* Вариационное исчисление и методы оптимизации : уч. пособие / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. — Тверь : Твер. гос. ун-т, 2001. — 576 с.

3. *Асеев С. М.* Принцип максимума Понтрягина и задачи оптимального экономического роста / С. М. Асеев, А. В. Кряжимский. — Тр МИАН, 2007. — Т. 257, 3—271.

Воронежский государственный университет

Белоусова Е. П., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры нелинейных колебаний

E-mail: e.p.belousova@gmail.com

Тел.: 8 (473) 220-86-49

Портных Р. А., бакалавр факультета ПММ

Тел.: 8 (473) 220-86-49

УДК 574.03+624.131

В. Л. Бочаров

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАТТЕРНЫ И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

(Статья публикуется по решению редакционной коллегии с целью обсуждения проблемы экологизации естественных наук)

Аннотация: *для современного этапа развития естествознания, характеризующегося динамичностью взаимоотношений человека и биосферы, свойственно формирование новой тенденции — экологизации естественных наук. Это связано как с проникновением экологических факторов в сложившуюся систему знаний, так и с применением естественнонаучного знания для решения конкретных экологических или природоохранных проблем. В качестве междисциплинарной экологизации особенно характерен пример возникновения такой смежной области знаний, как геоэкология, имеющей широкое распространение в геологических, географических, почвенных исследованиях.*

Ключевые слова: *геология, геоэкология, экологическая геология, экологическое почвоведение, естествознание, паттерны, экологизация науки.*

UDK 574.03+624.131

V. L. Bochаrov

ECOLOGICAL PATTERN AND MODERN SCIENCE

(Article is published according to the decision of editorial board for the purpose of discussion of a problem of greening of natural sciences)

Abstract: *the present stage of science development is characterized by dynamic relationship between man and the biosphere. It is forming a new trend - the ecologization of the natural sciences. This is due to the penetration of environmental factors into existing system of knowledge and with the use of scientific knowledge to solve specific ecological or environmental problems. Typical example of an interdisciplinary ecologization of such a related field of knowledge is geoecology, having widespread in geological, geographical, soil investigations.*

Keywords: *geology, geoecology, environmental geology, environmental soil science, natural science, patterns, the ecologization of science.*