О норме сбережения на природный капитал

Воробьева Татьяна Владимировна
Аспирантка
Томский государственный архитектурно-строительный университет, факультет экономики и менеджмента, Томск, Россия
E-mail: lax@tomsk.su

Предлагается математическая модель, являющаяся модификацией модели Солоу. Особенностью предлагаемой модели является учет необходимости возобновления природных ресурсов (природного капитала). Очевидно, что уменьшение природного капитала определяется прежде всего объемом добычи полезных ископаемых, а также величиной ущерба, наносимого окружающей природной среде промышленным производством [1]. Эти соображения позволяют рассмотреть в качестве одного из факторов производства основные фонды добывающей промышленности в динамике и во взаимосвязи с другими факторами.

Итак, рассмотрим следующую модель

Пусть Y - валовый внутренний продукт, I_B – внешние инвестиции. Объем денежных средств, распределяемых в системе равен $Y+ I_B$.

Все показатели, входящие в модель, рассматриваются как функции времени, если не оговорено противное. Для простоты обозначений будем считать $Y = Y(t)$, $K= K(t)$ и т.п.

Сделаем следующие предположения:

1. $Y = C+I+P$,где C – инвестиции в человеческий капитал (средства, расходуемые на здравоохранение и образование), I – инвестиции в основной капитал, которые складываются из инвестиций в основные фонды добывающей промышленности I_2 и все остальные основные фонды I_1 , т.е. $I = I_1 + I_2$. Кроме того, $I = (s_1+ s_2)Y$, $I_1 = s_1Y_1$, $I_2 = s_2Y_2$, где Y_2, Y_1 – валовый внутренний продукт добывающей промышленности и всей остальной, соответственно, и и $s=s_1+s_2$ – норма сбережения.; P – инвестиции в природоохранные мероприятия, $P = s_3Y$, здесь s_3 норма сбережения на природный капитал $s_o = s_1 + s_2 + s_3$ - обобщенная норма сбережения, и $C =(1- s_o)\cdot Y$.

2. Численность занятых в момент времени t определяется по формуле $L(t) = L_0e^{gt}$ где L_0 - численность занятых в момент времени t_0, g – темп прироста числа занятых.

1. Динамика развития основных фондов K описывается уравнением

$$\frac{dK}{dt} = I - mK, \quad K(0) = K_0, \quad m = const$$

где m – норма амортизации, K_0 – начальное значение основных фондов.

Основной капитал рассматривается как сумма основных фондов добывающей промышленности K_2 и всех остальных основных фондов K_1, т.е. $K = K_1 + K_2$

Соответствующие уравнения динамики и начальные условия будут выглядеть следующим образом:

$$\frac{dK_1}{dt} = I_1 - m_1K_1 \qquad K_1(0)=K_{10}, \quad m_1=const$$

$$\frac{dK_2}{dt} = I_2 - m_2K_2 \qquad K_2(0)=K_{20}, \quad m_2=const$$

где m_1, m_2 – соответствующие нормы амортизации.

1. Динамика изменения природного капитала задается уравнением

$$\frac{dK_n}{dt} = -Y_2 - uY + eP, \qquad K_n(0) = K_{n0}$$

где e-эффективность, использования инвестиций, u - ущерб, наносимый окружающей среде в результате производства условной единицы продукции.

При $P = 0$ предположения (1) – (3) представляют собой достаточно подробно исследованную односекторную модель Солоу. Для того, чтобы все показатели можно было рассматривать во взаимосвязи, производственная функция Y представляется в виде функции Кобба-Дугласа $Y=AK^{\alpha}L^{\beta}$, и анализ модели сводится к исследованию аналитического решения дифференциального уравнения [2, С. 179-184]. Если рассматривать основные фонды в целом, не выделяя добывающую промышленность, то и при $P>0$ схема анализа останется прежней, меняется лишь доля ВВП, расходуемая на потребление. Следуя [2, с. 179-184], представим Y в виде $Y = Y_0 (K/K_0)^{\alpha} (L/L_0)^{1-\alpha}$, тогда, после преобразований, аналогичных [2, С. 179-184], среднедушевое потребление при сбалансированном росте в нашей модели $C/L=(1-s_o)\cdot Y/L=E(1-s_o)s^{\alpha/(1-\alpha)}$, где $E=(Y_0/L_0)(Y_0/((m+g)K_0))^{\alpha/(1-\alpha)}=const$.

Функция $z(s_o)=(1-s_o)s^{\alpha/(1-\alpha)}=(1-s_o)(s_o-s_3)^{\alpha/(1-\alpha)}$, от которой зависит среднедушевое потребление, достигает максимума при $s_o=\alpha+s_3(1-\alpha)$.

(При $s_o<\alpha+s_3(1-\alpha)$, $dz(s_o)/ds_o>0$ и функция $z(s_o)$ возрастает, а при $s_o>\alpha+s_3(1-\alpha)$ убывает.) Таким образом, мы получили оптимальное по критерию среднедушевого потребления значение обобщенной нормы сбережения. Если норма затрат на природный капитал $s_3=0$, то $s_o=s$, и $s=\alpha$ в соответствии с «золотым правилом» экономического роста. Используя соотношение $s=s_o-s_3$, получаем, что оптимальная норма затрат на основные фонды будет равна

$$s=\alpha\cdot(1-s_3), \text{ и } s_3=(1-s/\alpha).$$

Из предположения 4 следует, что в состоянии равновесия

$$eP = Y_2 + uY.$$

Пусть d – доля добывающей промышленности в ВВП, величину u можно рассматривать как долю ВВП, которую нужно потратить на полную ликвидацию ущерба. Тогда $es_3Y = dY + uY$, и $s_3 = (d+u)/e$.

Вопрос, насколько это реально для современной экономики, выходит за рамки данной работы. Очевидно, что чем выше объем производства, в том числе и добывающей промышленности, тем больший объем инвнстиций в природный капитал требуется для достижения состояния равновесия.

Предолженная модель позволяет оценить нормы затрат на основные фонды и природный капитал в состоянии равновесия. Внесение в модель дополнительных факторов и предположений делает затруднительным аналитическое исследование решения. Кроме того, величины ущерба u и начального значения природного капитала K_{n0} неизвестны. Проблема их оценки широко обсуждается в связи с экологической коррекцией экономических показателей («зеленый» ВВП, показатель истинных сбережений), но нет единой методики, позволяющей вести статистический учет этих показателей. Тем не менее, данная модель полностью или частично может быть использована для предварительного анализа и численных прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004 – 499 с.
2. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М.: ИЗОГРАФ, 1997. – 224 с.