Раздел IV

ЭКОНОМИЧЕСКИИ РОСТ

С течением времени в среднем реальный доход страны, как правило, растет Бывают периоды, когда он падает (периоды рецессий), но в целом тренд в долгосрочном аспекте указывает на постоянный рост

Экономический рост — актуальнейшая тема экономической теории и практики Принято считать, что одна из важнейших задач макроэкономики — понять причины краткосрочных колебаний выпуска вокруг тренда, т е экономических циклов Однако во время рецессии страна теряет несколько (редко больше 2—3%) процентов реального дохода по сравнению с трендовым значением В то же время расчеты показывают, что если бы в такои экономически развитой державе, как США, темпы роста за последнее столетие были в среднем ниже на один процентный пункт, то в конце XX в эта страна имела бы примерно такой же реальный ВВП на душу населения, как Венгрия или Мексика, и намного ниже, чем Португалия или Греция

Поэтому не менее важная задача — объяснить причины роста реального выпуска в долгосрочном периоде, проанализировать различные сценарии этого роста, выявить показатели, влияющие на рост Решение этой задачи помогает выявить причины межстрановых различии в уровне жизни и наметить пути их ликвидации

Перечисленные проблемы рассматриваются в теории экономического роста, под которым обычно понимается рост потенциального выпуска или потенциального выпуска на душу населения

В настоящем разделе будет проведен обзор существующих моделей экономического роста и примеров их прикладного анализа

Глава 9

МОДЕЛЬ СОЛОУ

Формулировка модели Устойчивые (стационарные) состояния Темпы роста основных макроэкономических показателей в устойчивом состоянии

Влияние изменения нормы сбережения на темпы экономического роста Золотое правило накопления Переход к устойчивому состоянию по Золотому правилу Возможность динамической неэффективности

Оценка темпов экономического роста Остаток Солоу

Темпы экономического роста при переходе к устойчивому состоянию Проблема конвергенции Оценка скорости конвергенции

Модель Солоу исследует влияние на экономический рост сбережений, роста населения и технологического прогресса

Модель экономического роста Солоу является необходимой отправной точкой практически всех исследований экономического роста С ее помощью выявляются причины временного и постоянного, устойчивого роста экономики и существования различий в уровне жизни населения разных стран

В модели рассматриваются четыре переменные выпуск $У$, капитал K, труд L и E— уровень «знаний», накопленных в обществе Выпуск $У$ может изменяться во времени только при изменении факторов производства K, L, E

Если научно-технический прогресс способствует совершенствованию технологии в целом, не изменяя соотношения предельных производительностей капитала и труда, $Y= EF(K, L)$, то такой прогресс носит название «нейтральный по Хиксу» Если же он способствует увеличению производительности капитала $У= F(KE, L)$, то он называется капиталосберегающим (прогресс по Харроду)

В модели Солоу переменная E отражает эффективность труда одного работника, зависящую от состояния его здоровья, образования и квалификации

Изменение численности работников и эффективности труда E всегда рассматриваются совместно: в каждый момент времени t в экономике насчитывается L_t работников с возросшей эффективностью труда или возросшее число работников с постоянной (начальной) эффективностью труда (L_tE_t). Таким образом, выпуск описывается производственной функцией $Y_t = F(K_t, L_tE_t)$. Это означает, что в модели Солоу предполагается так называемый трудосберегающий тип научно-технического прогресса, под влиянием которого повышается эффективность труда одного работника.

Рассматривается неоклассическая производственная функция, т. е. предполагается, что выполняются следующие свойства:

1) положительная и убывающая предельная производительность факторов

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial^2 K} < 0, \qquad \frac{\partial F}{\partial L} > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial^2 L} < 0; \tag{9.1}$$

2) несущественность влияния других факторов производства, в частности земли и природных ресурсов;

3) постоянная отдача от масштаба

$$F(\lambda K, \lambda(LE)) = \lambda F(K, LE) \tag{9.2}$$

Содержательно такая предпосылка соответствует достаточно большой экономике, для которой выигрыш от специализации уже исчерпал себя, и поэтому новые факторы производства используются тем же технологическим способом, что и уже существующие;

4) условие Инада: если капитал (или труд) бесконечно мал, то его предельная производительность бесконечно велика; если капитал (или труд) бесконечно велик, то его предельная производительность бесконечно мала

$$\lim_{K \to 0}(F_K) = \lim_{L \to 0}(F_L) = \infty; \tag{9.3}$$

$$\lim_{K \to \infty}(F_K) = \lim_{L \to \infty}(F_L) = 0. \tag{9.4}$$

Перечисленные свойства предполагают, что каждый фактор необходим для производства $F(K, 0) = F(0, LE) = 0$ и выпуск неограниченно растет при неограниченном росте каждого фактора.

Предположение о постоянной отдаче от масштаба позволяет перейти к производственной функции в интенсивной форме — в расчете на единицу труда с постоянной эффективностью:

$$\frac{Y}{LE} = F\left(\frac{K}{LE}, 1\right) = \frac{1}{LE} F(K, LE).$$

Обозначим $k = \dfrac{K}{LE}$ как уровень капиталовооруженности одного работника с постоянной эффективностью труда; $y = \dfrac{Y}{LE}$ — производительность труда одного работника с постоянной эффективностью труда. Получим зависимость производительности труда от уровня капиталовооруженности $y = f(k)$.

Таким образом, выпуск в расчете на единицу труда с постоянной эффективностью зависит только от уровня капиталовооруженности и не зависит от масштаба экономики[1].

Для производственной функции в интенсивной форме сохраняются все вышеперечисленные свойства.

Наиболее часто используется конкретный пример производственной функции, обладающей перечисленными свойствами, — функция Кобба-Дугласа $F(K, LE) = K^{\alpha}(LE)^{1-\alpha}$, $0 < \alpha < 1$.

9.1. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Выпуск в экономике расходуется на потребление и инвестиции, государство отсутствует, экономика закрытая, так что основное тождество национальных счетов имеет вид $y = c + i$, где c, i — соответственно потребление и инвестиции на единицу труда с неизменной эффективностью.

Все, что сберегается, инвестируется, т. е. инвестиции равны сбережениям. Одна единица инвестиций превращается без дополнительных издержек в одну единицу нового капитала. Лаг капитальных вложений отсутствует. Сбережения пропорциональны доходу. Норма сбережения s задается экзогенно и постоянна во времени $(0 < s < 1)$. Таким образом, $i = sy = sf(k)$.

Понятия «население» и «рабочая сила» совпадают.

[1] Поэтому можно вместо анализа экономики в целом исследовать единичную экономику, обладающую одной единицей труда с постоянной эффективностью и $\dfrac{K}{LE}$ единицами капитала.

Существующий капитал изнашивается с постоянной нормои δ Тогда изменение запасов капитала определяется разностью общеи величины инвестиций sY и износа капитала δK, т е $K = sY - \delta K$

В расчете на единицу труда с постоянной эффективностью уровень капиталовооруженности изменится на

$$k = \frac{K}{LE} - \frac{K}{(LE)^2}\left(LE + LE\right) = \frac{sY - \delta K}{LE} - \frac{K}{LE}\,\frac{L}{L} - \frac{K}{LE}\,\frac{E}{E} =$$

$$= sf(k) - (n + g + \delta)k$$

где $n = \frac{L}{L}$ — темп роста численности населения,

$g = \frac{E}{E}$ темп роста технологического прогресса

Таким образом,

$$k = sf(k) - (n + g + \delta)k \qquad (9\ 5)$$

Соотношение (9 5) является ключевым в модели Оно утверждает, что величина изменения уровня капиталовооруженности одного работника с постояннои эффективностью труда определяется соотношением двух величин в расчете на одного работника — инвестиции *sf(k),* фактически произведенных в экономике, и величины инвестиций, необходимых для того, чтобы сохранять

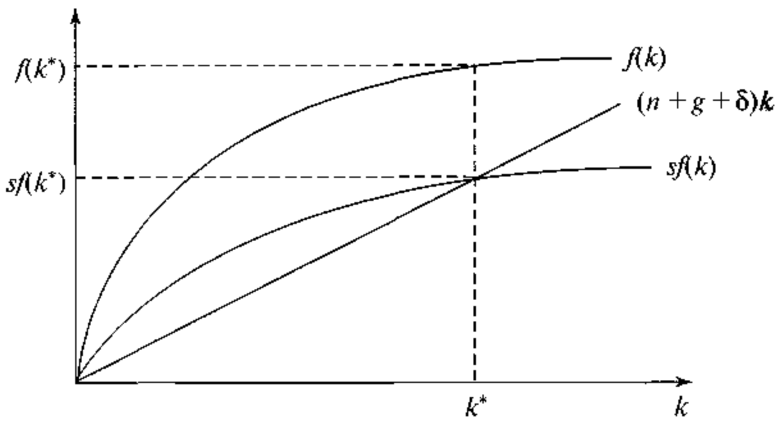

Рис 9 1 Устойчивый уровень капиталовооруженности κ

достигнутыи уровень κ в условиях роста населения с темпом *n,* роста эффективности труда с темпом *g* и выбытием капитала с нормои δ (вычитаемое в правой части (9 5))

Уровень капиталовооруженности κ падает, если фактические инвестиции меньше, чем необходимые для сохранения уровня κ, и возрастает, если

$$s\left(f(k)\right) > (n + g + \delta)k$$

Вводится понятие стационарного состояния κ, при котором $k = 0$,а следовательно, величины фактических и необходимых инвестиций совпадают (см рис 9 1), т е из $\kappa = 0$ следует, что $sf(k^*) = (n + g + \delta)k^*$ Еще одним стационарным состоянием является $\kappa = О$, однако по вышеописанным причинам это состояние не является устойчивым

В устойчивом состоянии κ^* неизменно, постоянна и производительность труда работника с постоянной эффективностью $y = f(k^*)$ Общий объем производства $Y = y(LE)$ растет с темпом $(n + g)$, а производительность труда $\frac{Y}{L} = yE$ растет с темпом *g,* так же как и уровень капиталовооруженности труда $\frac{K}{L} = \frac{k(LE)}{L} = kE$

Более подробная характеристика устойчивого состояния экономики приведена в табл 9 1, из которой видно, что рост производительности труда в устойчивом состоянии определяется исключительно темпом роста технологического прогресса

В отсутствии технологического прогресса (т е при неизменной эффективности труда) для экономики с растущим населением в устойчивом состоянии уровень капиталовооруженности остается постоянным, производительность труда не меняется, общий выпуск и общий запас капитала растут с темпом, равным темпу роста населения *n* Если же отсутствуют и рост населения, и технологический прогресс, то в устойчивом состоянии при постоянном уровне капиталовооруженности производительность труда, общий выпуск и общий запас капитала остаются неизменными

Таким образом, причинами, определяющими рост общего выпуска и общего запаса капитала в устойчивом состоянии, являются увеличение численности населения и технологический прогресс, а устойчивый рост производительности труда и капиталовооруженности достигается только при наличии технологического прогресса

Таблица 9 1

Темпы роста показателей в устойчивом состоянии экономики

Показатели	Наличие НТП и роста населения		
	$n > 0, g > 0$	$n > 0, g = 0$	$n = 0, g = 0$
Капиталовооруженность работника с постоянной эффективностью $k = \frac{K}{LE}$	0	0	0
Капиталовооруженность работника $\frac{K}{L} = kE$	g	0	0
Общий запас капитала $K = k(LE)$	$n + g$	n	0
Производительность труда одного работника с постоянной эффективностью $y = \frac{Y}{LE} = f(k)$	0	0	0
Производительность труда одного работника $\frac{Y}{L} = yE$	g	0	0
Общий выпуск $Y = y(LE)$	$n + g$	n	0

Изменение численности населения влияет на величину устойчивого уровня капиталовооруженности, но не влияет на темпы роста производительности труда и капиталовооруженности в устойчивом состоянии

9.2. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НОРМЫ СБЕРЕЖЕНИЯ

Предположим, что экономика находится в устойчивом состоянии, характеризующемся устойчивым уровнем капиталовооруженности k_1^* и соответствующей нормой сбережения s_1 Пусть под влиянием внешних изменений произошло возрастание нормы сбережения до s_2 Это приведет к увеличению устойчивого уровня капиталовооруженности до k_2^*, так как инвестиции при k_1 превысят уровень необходимых для поддержания k на прежнем уровне и капиталовооруженность начнет расти, пока не достигнет k_2 (рис 9 2)

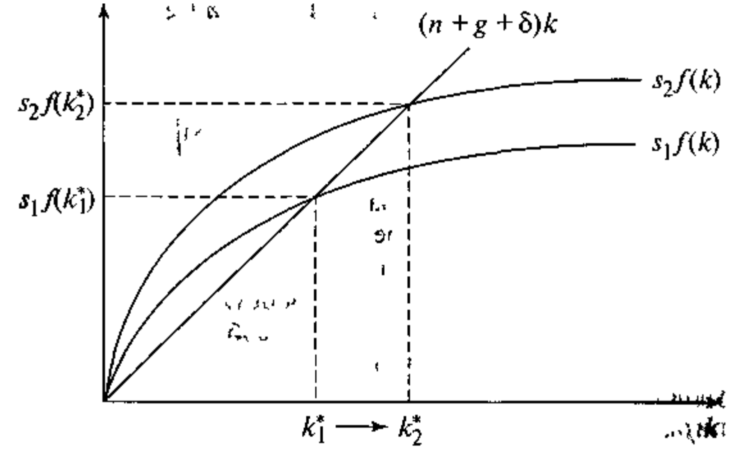

Рис. 9 2 Переход в новое устойчивое состояние при изменении нормы сбережений

Производительность труда $\frac{Y}{L} = Ef(k)$ будет расти в связи с ростом k и с ростом эффективности труда E Поэтому в переходный период темп роста производительности труда превысит g Как только k достигнет k_2^*, темп роста производительности труда упадет до g Таким образом, увеличение нормы сбережения приведет к временному увеличению темпа роста производительности труда Это изменение влияет на уровень капиталовооруженности и производительности, а не на темпы их роста в устойчивом состоянии

9.3. СРАВНЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ СОСТОЯНИЙ. ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО

Благосостояние населения зависит не только от величины общего дохода, но и от его распределения на потребление и инвестиции Увеличение s увеличивает k^* и выпуск, но его влияние на потребление может быть двояким Поэтому возникает вопрос при каком уровне k^* достигается максимум потребления[9]

Другими словами, ищется

$$\max_s c[k(s)]$$

при условии

$$c\left[k(s)\right] = (1-s)y = f\left[k(s)\right] - (n+g+\delta)k(s)$$

Отсюда

$$\frac{\partial c}{\partial s} = \left[f'\left(k(s)\right) - (n+g+\delta)\right]\frac{\partial k}{\partial s}$$

Возрастание *s* увеличивает ***к*** Влияние же на величину потребления зависит от того, превысит ли предельная производительность капитала *f'(k)* величину *(n + g +* 5)

Увеличение уровня капиталовооруженности на единицу увеличивает величину инвестиций, необходимых для того, чтобы капиталовооруженность сохранилась на новом, более высоком уровне, на *(n + g +* δ) Если предельная производительность капитала меньше величины *(n + g +* 8), то прирост общего выпуска недостаточен для поддержания *к* на новом устойчивом уровне и, следовательно, потребление должно упасть, хотя экономика достигнет нового устойчивого состояния Если же предельная производительность капитала больше, чем (*n + g +* δ), то прирост общего выпуска превышает объем необходимых инвестиций, так что увеличиваются и инвестиции, и потребление

Если *f{k)* = (л + *g*+ 8), то это означает, что достигается максимально возможное потребление из всех возможных устойчивых состояний и небольшое изменение в *к* никак не повлияет на величину потребления Устойчивый уровень капиталовооруженности, при котором достигается максимально возможное потребление, называется уровнем, соответствующим Золотому правилу накопления Золотое правило накопления состоит в выборе нормы сбережении *s,* обеспечивающей достижение именно этого устойчивого состояния

Геометрически это означает, что график *f(k)* и линия (*n + g +* δ)*k* имеют одинаковые наклоны в соответствующей точке *к"** (рис 9 3)

Норма сбережении, соответствующая Золотому правилу, определяется из следующих условий

$$sf(k) = (n+g+\delta)k, \qquad (9\ 6)$$

$$f'(k) = (n+g+\delta) \qquad (9\ 7)$$

Из **(9.6) и** (9 7) следует, что $sf(k) = f'(k)k$

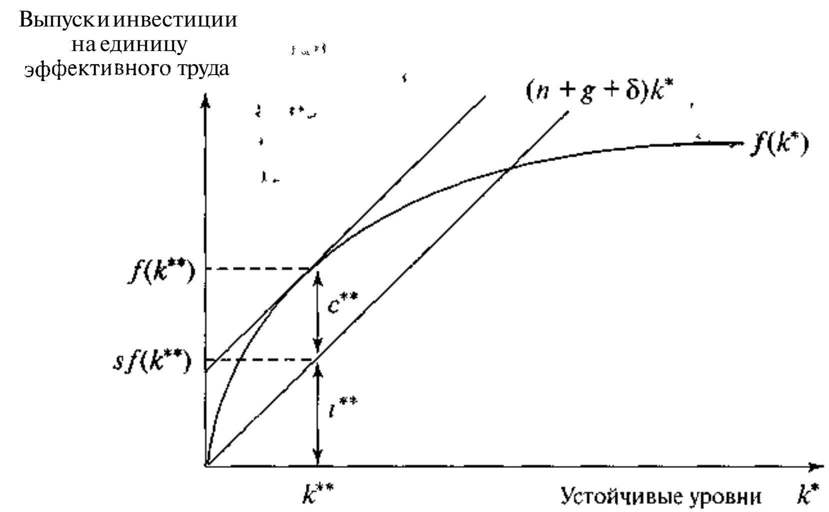

Рис 9 3 **Устойчивый уровень капиталовооруженности, соответствующий Золотому правилу**

Откуда $s = f'(k)\ \dfrac{k}{f(k)}$ т е норма сбережений, обеспечивающая достижение устойчивого состояния по Золотому правилу, совпадает с эластичностью выпуска по капиталу при уровне капиталовооруженности *к***

Если выпуск в экономике описывается производственной функцией Кобба–Дугласа $Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}$, $(0 < \alpha < 1)$, то оптимальная норма накопления, соответствующая Золотому правилу, $s = \alpha$

Переход к устойчивому состоянию, соответствующему Золотому правилу

Возникает вопрос о развитии экономики, которая осуществляет переход от первоначального устойчивого состояния, не соответствующего Золотому правилу, к устойчивому состоянию с максимально возможным потреблением

Случай 1. ***Первоначальный устойчивый уровень капиталовооруженности превышает уровень по Золотому правилу.***

В этом случае проводится политика, направленная на снижение нормы сбережения до уровня, соответствующего Золотому правилу Пусть происходит одномоментное снижение нормы сбережения В этот момент резко вырастет потребление *с,* а инвестиции / упадут

Экономика выходит из устойчивого состояния, так как фактические инвестиции i становятся меньше, чем необходимые для поддержания k на постоянном уровне. Поэтому k, а за ним и выпуск, падают до тех пор, пока не достигнут нового устойчивого состояния. Падение выпуска сопровождается падением инвестиций и потребления к уровню Золотого правила. Следовательно, потребление в новом устойчивом состоянии установится на уровне, более высоком, чем первоначальный (рис. 9.4). Заметим, что на всем пути перехода (в каждый момент времени) к новому устойчивому состоянию потребление остается выше первоначального уровня. Поэтому такую экономику с избыточным уровнем сбережений называют динамически неэффективной.

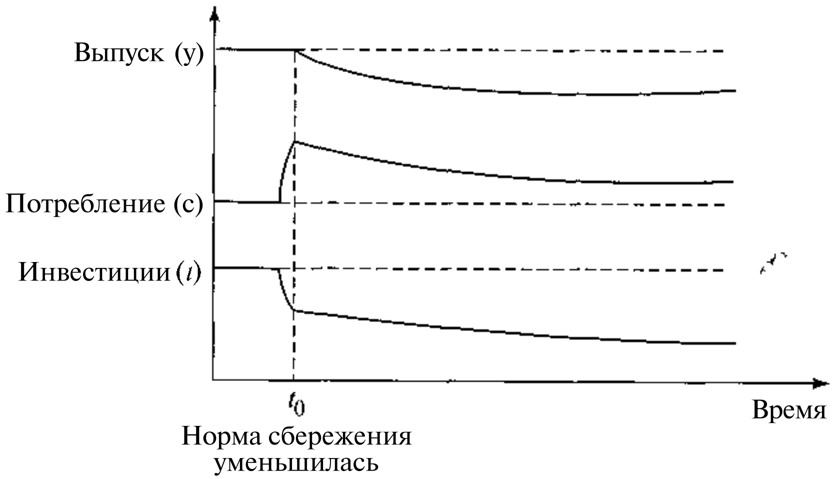

Рис. 9.4. Переход к устойчивому состоянию по Золотому правилу в случае снижения нормы сбережений

Случай 2. ***Первоначальный устойчивый уровень капиталовооруженности меньше значения, соответствующего Золотому правилу.***

В этом случае проводится политика, направленная на повышение нормы сбережения, что влечет за собой увеличение выпуска и объема потребления в будущем. Однако в настоящем увеличение нормы сбережения приводит к резкому падению потребления и соответствующему росту инвестиций. Фактические инвестиции начнут превышать величину, необходимую для поддержания k на новом уровне. Поэтому и потребление, **и** накопление начнут постепенно возрастать, пока не достигнут нового устойчивого уровня по Золотому правилу (рис. 9 5).

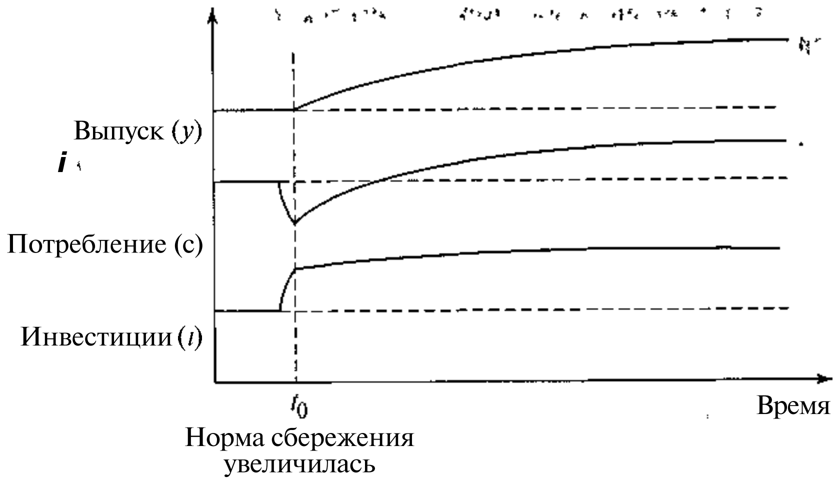

Рис. 9.5. Переход к устойчивому состоянию по Золотому правилу в случае повышения нормы сбережений

Описанный случай показывает, что если начальное устойчивое состояние ниже уровня Золотого правила, то переход к новому более высокому уровню сопровождается первоначально падением благосостояния населения, которое еще некоторое время будет оставаться ниже, чем раньше. Отношение населения к такому варианту развития зависит от характера его межвременных предпочтений (от того, насколько для него сегодняшнее потребление предпочтительнее будущего).

Это обстоятельство необходимо учитывать при проведении экономической политики.

9.4. РАСЧЕТ ИСТОЧНИКОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА. ОСТАТОК СОЛОУ

Для оценки вклада факторов производства в экономический рост в 1957 г. Р. Солоу было предложено использовать производственную функцию с постоянной отдачей от масштаба $Y = AF(K, L)$, где A отражает уровень развития технологии. Изменения в уровне технологических знаний приводят к одинаковому увеличению предельных производительностей труда и капитала и поэтому часто интерпретируются как повышение совокупной производительности факторов производства.

Тогда изменения в выпуске определяются изменениями факторов производства K, L, A:

$$Y = MPK\ K + MPL\ L + F(K,\ L)\ A \qquad (9\ 8)$$

где MPK, MPL — предельные производительности капитала и труда

Из (9.8) путем преобразования можно получить:

$$\frac{Y}{Y} = \frac{MPK\ K}{Y}\ \frac{K}{K} + \frac{MPL\ L}{Y}\ \frac{L}{L} + \frac{A}{A}. \qquad (9.9)$$

Соотношение (9.9) означает, что темп прироста продукции равен сумме трех слагаемых:

темпа прироста капитала, умноженного на долю капитала в общем доходе;

темпа прироста труда, умноженного на долю труда в общем доходе;

, темпа прироста совокупной производительности факторов.

Отношения $\frac{MPL\ L}{Y}$ и $\frac{MPK\ K}{Y}$ могут рассматриваться как доли дохода на труд и капитал в предположении, что в условиях совершенной конкуренции труд и капитал оплачиваются в соответствии со своими предельными производительностями.

Если для оценки источников экономического роста в качестве производственной функции с постоянной отдачей от масштаба используют функцию Кобба–Дугласа $Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}$, $(0 < \alpha < 1)$, то соотношение (9.9) можно переписать в виде:

$$\frac{Y}{Y} = \alpha\frac{K}{K} + (1-\alpha)\frac{L}{L} + \frac{A}{A}, \qquad (9\ 10)$$

где а отражает эластичность выпуска по капиталу и является постоянной для данной производственной функции.

Используя статистические данные, можно подсчитать вклад труда и капитала в экономический рост. Оценка же вклада научно-технического прогресса в экономический рост не может быть проведена напрямую и обычно вычисляется как остаточный член уравнения (9.10) (так называемый остаток Солоу).

$$\frac{A}{A} = \frac{Y}{Y} - \alpha\frac{K}{K} - (1-\alpha)\frac{L}{L} \qquad (9.11)$$

Поэтому, строго говоря, остаток Солоу (9.11) определяет не вклад научно-технического прогресса в экономический рост,

а ту часть экономического роста, которая не поддается непосредственным измерениям (объясняется любыми причинами, за исключением изменений количества используемых труда и капитала).

9.5. ОЦЕНКА ТЕМПОВ РОСТА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К УСТОЙЧИВОМУ СОСТОЯНИЮ

Выше было показано, что в устойчивом состоянии темпы роста не зависят от нормы сбережений и типа производственной функции. Проанализируем, от каких параметров зависят темпы роста капиталовооруженности и производительности труда[1] при переходе от первоначального состояния к устойчивому.

Разделим обе части (9.5) на κ, получим

$$\frac{k}{k} = \frac{sf(k)}{k} - (n + g + \delta). \qquad (9.12)$$

Формула (9.12) описывает темпы роста капиталовооруженности одного работника с постоянной эффективностью труда. На рис. 9.6 изображены темпы роста капиталовооруженности:

1) в устойчивом состоянии κ^* — это точка A, так как темп роста равен 0;

2) для случая, когда первоначальное состояние ниже устойчивого уровня — отрезок BC, темпы роста положительные;

3) для случая, когда первоначальное состояние выше устойчивого уровня — отрезок DE, темпы роста отрицательные.

Отрицательный наклон кривой $\frac{sf(k)}{k}$ можно проиллюстрировать следующим образом.

$$\left[\frac{sf(k)}{k}\right]'_k = \frac{f(k) - kf'(k)}{k^2}s. \qquad (9.13)$$

Числитель правой части (9.13) представляет собой предельную производительность труда (в чем нетрудно убедиться, вспомнив, что $Y = LE\ F\left(\frac{K}{LE}, 1\right)$) и поэтому больше 0. Следовательно,

[1] Здесь и далее под капиталовооруженностью и производительностью труда будем понимать эти показатели в расчете на единицу труда с постоянной эффективностью

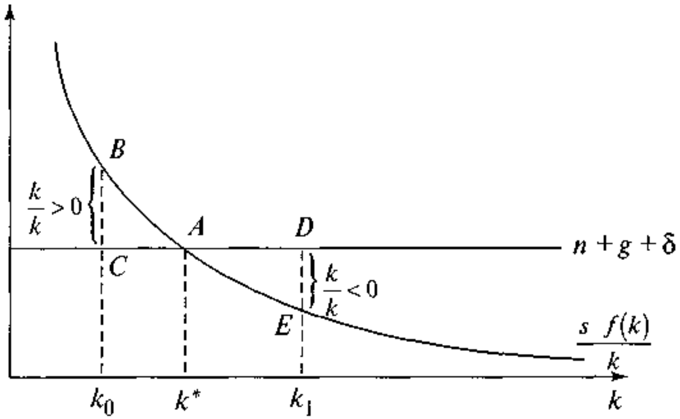

Рис. 9.6. Темпы роста капиталовооруженности при различных первоначальных состояниях

производная, представленная в левой части (9 13), отрицательна, т е функция $\frac{sf(k)}{k}$ — убывающая

Из рис. 9.6 видно, что при $k_0 < \kappa^*$ темпы роста капиталовооруженности положительны и убывают по мере приближения к устоичивому состоянию, а при $k_0 > \kappa^*$ — отрицательны и возрастают. Таким образом, при любом первоначальном уровне капиталовооруженности система приходит к устойчивому состоянию κ^*

Можно оценить также темпы роста производительности труда по мере перехода к устойчивому состоянию

$$\frac{y}{y} = \frac{f'(k)k}{f(k)} = \left(\frac{f'(k)k}{f(k)}\right)\frac{k}{k} \tag{9.14}$$

Темпы роста производительности труда равны произведению доли дохода на капитал в доходе и темпов роста капиталовооруженности.

С учетом (9 12) условие (9.14) можно переписать следующим образом:

$$\frac{y}{y} = \left(\frac{f'(k)k}{f(k)}\right)\left(\frac{sf(k)}{k} - (n+g+\delta)\right) =$$

$$= sf'(k) - (n+g+\delta)\left(\frac{f'(k)k}{f(k)}\right) \tag{9.15}$$

Выражение (9.15) позволяет найти **зависимость темпов роста** y от изменения капиталовооруженности κ.

$$\frac{\partial\left(\frac{y}{y}\right)}{\partial k} = sf''(k) - (n+g+\delta)\left(\frac{f''(k)kf(k) + f'(k)f(k) - f'(k)kf'(k)}{f^2(k)}\right) =$$

$$= f''(k)\left(\frac{sf(k) - (n+g+\delta)k}{f(k)}\right) - (n+g+\delta)\left[\frac{f'(k)}{f(k)}\left(1 - \frac{f'(k)k}{f(k)}\right)\right] =$$

$$= \frac{f''(k)k}{f(k)}\,\frac{k}{k} - (n+g+\delta)\left[\frac{f'(k)}{f(k)}\left(1 - \frac{f'(k)k}{f(k)}\right)\right]. \tag{9.16}$$

В правой части (9 16) выражение в квадратных скобках всегда положительно, так как доля дохода на капитал в доходе меньше 1. При $k_0 < \kappa^*$ темп роста капиталовооруженности больше 0. $f''(k) < 0$ по свойству производственной функции. Следовательно, правая часть (9 16) отрицательна, т. е. темпы роста y падают с ростом κ. При $k_0 > \kappa^*$ темпы роста капиталовооруженности меньше 0, поэтому правая часть (9.16) может быть как положительна, так и отрицательна, однако при приближении к устойчивому состоянию темпы роста капиталовооруженности стремятся к 0, поэтому правая часть (9 16), скорее всего, будет отрицательной и темпы роста Убудут падать. Динамика темпов роста потребления на одного работника с постоянной эффективностью труда повторяет динамику y, так как с составляет его постоянную часть ($c = (1 - s)y$).

Из проведенного анализа видно, что при прочих равных более низкий первоначальный уровень капиталовооруженности предполагает более высокие темпы экономического роста, которые затухают по мере приближения к устойчивому состоянию. Проанализируем, означает ли это, что со временем должно происходить сближение уровней жизни бедных и богатых стран, т е. наблюдаться процессы конвергенции.

9.6. АБСОЛЮТНАЯ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ КОНВЕРГЕНЦИЯ

Уравнение (9 16) демонстрирует тот факт, что если в двух странах структурные параметры s, n, g, 8 и производственные функции примерно одинаковы, но они различаются по начальному уровню запаса капитала (в бедной стране он ниже), то, поскольку их устойчивые состояния совпадают, бедная страна будет расти быстрее. Таким образом, бедная страна в конце концов достигнет уровня развития богатой.

Существуют различные подходы к проблеме конвергенции. Концепция абсолютной конвергенции предполагает, что бедные страны растут быстрее богатых, и разница в уровнях среднедушевого дохода постепенно снижается независимо от характеристик экономики. Обычно рассматривается два типа абсолютной конвергенции:

(3 — конвергенция означает, что для относительно более бедных стран характерны более высокие темпы роста, чем для богатых;

5 — конвергенция означает уменьшение разброса в подушевом доходе между странами с течением времени.

Можно показать, что наличие β-конвергенции не предполагает обязательно, что будет иметь место 8-конвергенция (см., например, [6], главу 1).

Гипотеза условной конвергенции предполагает, что бедные страны растут быстрее богатых при прочих равных (при условии схожести структурных параметров и производственной функции), т. е. при одинаковом устойчивом состоянии. В случае если устойчивые состояния отличаются, условная конвергенция означает, что страна растет тем быстрее, чем дальше она находится от собственного устойчивого состояния.

Существующие эмпирические исследования не подтверждают наличия абсолютной конвергенции (см., например, [23]). Эти выводы можно объяснить с помощью модели Солоу, если предположить, что страны имеют различные устойчивые состояния, связанные, например, с разницей в норме сбережений.

Заменим в (9.12) s с учетом условия устойчивости $s=(n+g+\delta)\frac{k}{f(k)}$, тогда (9.12) примет вид

$$\frac{k}{k}=(n+g+\delta)\left(\frac{f(k)/k}{f(k^*)/k^*}-1\right). \qquad (9.17)$$

Из (9 17) видно, что темпы роста $к$ зависят от соотношения средней производительности капитала в рассматриваемом и устойчивом состояниях. Страна с более низким первоначальным запасом капитала может иметь более низкие темпы роста, чем

страна с более высоким, если ее **устойчивый уровень также ниже.** Эта ситуация отражена на рис. 9.7.

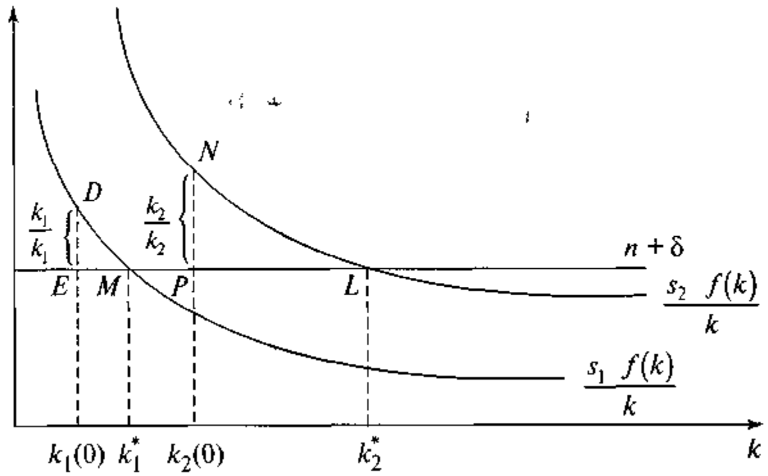

Рис. 9.7. Темпы роста капиталовооруженности при различных устойчивых состояниях в зависимости от первоначального уровня

На рис. 9.7 в стране 2 первоначальный уровень запаса капитала выше, чем в стране 1 ($k_2(0) > k_1(0)$), однако темпы роста в этом состоянии у нее также выше *(NP > DE).*

В стране 2 выше норма сбережений и, следовательно, выше устойчивый уровень капиталовооруженности. Хотя она имеет более высокий первоначальный уровень капиталовооруженности, но от своего устойчивого состояния отстоит дальше, чем страна 1 *(PL > EM*), поэтому растет быстрее. Таким образом, по отношению к этим странам можно говорить только об условной конвергенции.

Важной проблемой является оценка скорости условной конвергенции. Она помогает понять, как быстро произойдет переход к новому устойчивому состоянию при изменении параметров, влияющих на темпы роста, чаще всего это норма сбережений.

Исследуем скорость сходимости капиталовооруженности к устойчивому состоянию. Поскольку $к$ зависит от $к$ (см. (9.5)), можно записать, что *к - к(к)* Линейная аппроксимация этой функции, полученная с помощью разложения в ряд Тейлора вокруг $к = к^*$, имеет следующий вид:

$$k \approx \left(\frac{\partial k(k)}{\partial k}\bigg|_{k=k^*} \right)(k-k^*). \qquad (9.J8)$$

В свою очередь на основании (9.5)

$$\frac{\partial k(k)}{\partial k}\bigg|_{k=k^*} = sf'(k^*) - (n+g+\delta) = \frac{(n+g+\delta)k^* f'(k^*)}{f(k^*)} - (n+g+\delta) =$$

$$= -\left(1 - \eta_{fk}(k^*)\right)(n+g+\delta), \qquad (9.19)$$

г д $\eta_{fk}(k^*)$ эластичность производительности **труда по** капиталовооруженности при $\kappa = \kappa^*$.

Тогда с учетом (9.18) и (9 19)

$$k \approx -\left(1 - \eta_{fk}(k^*)\right)(n+g+\delta)(k-k^*) \qquad (9\ 20)$$

Если обозначить $x(t) = k(t) - k^*$, $\lambda = \left(1 - \eta_{fk}(k^*)\right)(n+g+\delta)$, то из (9 20) следует, что $x(t) = -\lambda x(t)$, откуда $x(t) = x(0)e^{-\lambda t}$.

Таким образом,

$$k(t) - k^* = e^{-\lambda t}\left(k(0) - k^*\right). \qquad (9.21)$$

На основании (9.21) можно оценивать скорость конвергенции к устойчивому состоянию, которую отражает коэффициент X. Так, например, при n= 1 %, g = 2%, 5 = 3% в год и эластичности производительности труда по капиталовооруженности (совпадающей с долей дохода на капитал в общем доходе), равной 1/3, каждый год разрыв между k и k^* сокращается на 4%. Тогда сокращение наполовину разрыва между первоначальным и устойчивым состояниями потребует около 18 лет ($e^{-\lambda t}$ =1/2, откуда $t = \left(\ln(1/2)\right)/\lambda$ = 0,69/0,04).

Конечно, проведенная оценка приблизительна, так как использованное разложение дает возможность с большой степенью точности оценивать скорость конвергенции только при значениях капиталовооруженности, близких к устойчивому Однако на ее основе можно видеть, поскольку приведенный пример построен при достаточно реалистичном значении показателей, что даже процесс условной конвергенции протекает достаточно медленно.

Попытки эконометрических проверок наличия конвергенции с использованием выводов модели Солоу дают противоречивые результаты. Работа [7] подтвердила гипотезу конвергенции, однако ее выводы были поставлены под сомнение ввиду того, что рассматривались страны, по которым имелись надежные ряды данных за достаточно большой период времени, а это либо развитые страны, либо те, которые вначале были бедны, но впоследствии имели высокие темпы роста. Естественно, что такая выборка продемонстрировала более высокие темпы роста в бедных странах. В работе [15] была сделана попытка устранения этого недостатка, результаты не позволяли однозначно подтвердить наличие конвергенции. Мэнкью, Ромер и Вэйл [23], используя базу данных *Summers and Heston* (1991), в которой представлена очень широкая выборка стран, получили статистически значимое направление связи темпов роста выпуска с нормой сбережений и темпами роста населения, предсказанное моделью Солоу. Однако количественно влияние этих показателей оказалось выше, чем оценки, рассчитанные по модели. Был сделан вывод о том, что модель Солоу не дает возможности учесть ряд важных факторов, вызывающих различие в уровне жизни богатых и бедных стран. Одним из основных направлений критики модели Солоу является экзогенность ключевых факторов экономического роста, таких, как темпы роста научно-технического прогресса, норма сбережений и темп роста населения. В следующих главах будут освещены подходы к анализу экономического роста, преодолевающие эти недостатки.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 9

1. Пусть выполняются все предпосылки модели Солоу с трудосберегающим типом научно-технического прогресса.

а) Определите зависимость реальной ставки заработной платы от уровня капиталовооруженности и эффективности единицы труда.

б) Каким темпом изменяются реальная ставка заработной платы и реальная ставка процента в устойчивом состоянии?

в) Предположим, что уровень капиталовооруженности в экономике ниже устойчивого. По мере перехода к устойчивому состоянию будет ли темп роста реальной заработной платы выше, ниже или равен темпу роста в устойчивом состоянии?

г) Дайте аналогичную оценку темпа роста реальной ставки процента.

2 Предположим, что производственная функция в модели Солоу имеет вид $Y = K^{\alpha}H^{\lambda}(LE)^{1-\alpha-\lambda}$, где H — человеческий капитал, $\alpha, \lambda > 0$, $\alpha + \lambda < 1$

Оба типа капитала изнашиваются с темпом 5 Доля инвестиции в физическии капитал в выпуске равна s_k, а доля инвестиций в человеческий капитал составляет s_h

Выведите уравнения динамики физического и человеческого капитала на единицу эффективного труда

Найдите устойчивые уровни физического капитала, человеческого капитала и выпуска на единицу эффективного труда

Найдите темп роста выпуска на единицу эффективного труда

3 Найдите скорость конвергенции в модели Солоу, если выпуск описывается производственной функцией Кобба-Дугласа с постоянной отдачей от масштаба вида $Y = K^{\alpha}(LE)^{1-\alpha}$

4 Пусть в стране A выпуск описывается производственной функциеи Кобба–Дугласа с постоянной отдачей от масштаба вида $Y = K^{1/3}(LE)^{2/3}$ Население этой страны растет с постоянным темпом 1% в год Средняя норма выбытия капитала равна 0,05 Темп роста научно-технологического прогресса составляет 2% в год Наидите скорость конвергенции для этой страны Сколько лет потребуется стране A для сокращения вдвое разрыва между первоначальным и устойчивым уровнями капиталовооруженности?

5 Покажите, что если в гипотетической экономике капиталисты сберегают весь доход на капитал, а работники тратят весь доход от своего труда, то в такой экономике устойчивое состояние соответствует Золотому правилу

6 Пусть в стране B отсутствует технологический прогресс и она находится в устойчивом состоянии Как изменятся капиталовооруженность, производительность труда и потребление на душу населения, если в стране упадет темп роста населения? Нарисуйте графики изменения этих переменных во времени при переходе в новое устоичивое состояние

7 Предположим, что производственная функция зависит, кроме обычных факторов еще и от земли Пусть производственная функция имеет вид

$$Y_t = K_t^{\alpha}N_t^{\gamma}(L_tE_t)^{1-\alpha-\gamma},$$

где N — количество земли, a > 0, y > 0, (a + y) < 1 Норма сбережения равна s, темп роста населения — n, темп роста технологического прогресса — g, норма выбытия — 5 Земельные ресурсы неизменны

а) Покажите, что если в такой экономике существует устойчивое состояние, то в этом состоянии капитал и выпуск растут одинаковым темпом

б) Найдите темпы роста выпуска и капитала в устойчивом состоянии

в) Докажите, что эти показатели достигают устойчивого состояния

8 Пусть выпуск в стране С описывается производственной функцией вида $Y = K^{0\,4}L^{0\,6}$ Предположим, что капитал в этой стране не снашивается, технологический прогресс отсутствует, а население растет с темпом в 2% в год Устойчивое состояние в этой стране соответствует Золотому правилу Пусть первоначально капиталовооруженность составляет 200 единиц Через сколько лет в стране C отставание капиталовооруженности от устойчивого уровня достигнет 90%?

9 По аналогии со случаем производственной функции Кобба—Дугласа найдите коэффициент конвергенции λ в случае производственной функции с постоянной эластичностью замещения

$$Y = F(K, L) = A\left[bK^{\varphi} + (1-b)L^{\varphi}\right]^{\frac{1}{\varphi}}, \quad A > 0, \quad 0 < b < 1, \quad \varphi < 1$$

10 Пусть выпуск в экономике описывается производственной функциеи вида $Y = K^{0\,3}L^{0\,7}$ В этой экономике население растет с темпом в 1%, темп роста научно-технологического прогресса равен 2%, а срок службы капитала в среднем составляет 50 лет На сколько процентов сокращается каждый год разрыв между первоначальным и устойчивым уровнями капиталовооруженности?