

INSTYTUT ORGANIZACJI I KIEROWANIA

POLSKIEJ AKADEMII NAUK
MINISTERSTWA NAUKI SZKOLNICTWA WYŻSZEGO I TECHNIKI

**ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИОННОГО
УПРАВЛЕНИЯ, КИБЕРНЕТИКИ И
ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИИ**

МАТЕРИАЛЫ СОВЕЩАНИЯ
ЭКСПЕРТОВ СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ
БЫТОМ, ДЕКАБРЬ 1974

МАТЕРIAŁY KONFERENCYJNE

WARSZAWA

9 7 6

Redaktor
Piotr Oziębło
Redaktor techniczny
Iwona Dobrzyńska
Korekta
Barbara Czerwińska

Opracowanie naukowe
mgr inż. Jan Studziński



Nr inw. IBS PAN

31708

Близнаков Й.П. (НРБ)

Дубовский С.В. (СССР)

Международный коллектив ученых

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ

1. Постановка проблемы

Главная задача развития нашего общества связана с обеспечением значительного подъема материального и культурного уровня жизни населения. Как не раз подчеркивалось на съездах всех братских коммунистических и рабочих партий стран социалистического содружества, эта цель может быть достигнута только на основе высокого уровня развития производительных сил, всемерного ускорения научно-технического прогресса и повышения производительности и эффективности общественного производства. Поэтому актуальной и важной является разработка проблемы количественного измерения научно-технического прогресса на всех уровнях управления: для оптимального распределения ресурсов на производственное накопление и научные исследования, для оптимального выбора проектов развития, для оптимального выбора технологий и оборудования.

Особое значение имеет данная проблема при описании экономической системы в терминах макропоказателей (национальный доход, трудовые ресурсы, стоимость производственных фондов и материальных оборотных средств, доля производственного накопления и т.д.). В западных эконометрических работах при традиционном изложении этой проблемы обычно используются три основные гипотезы:

1. Национальный доход есть производственная функция Кобба-Дугласа.

2. Доля производственного накопления в национальном доходе постоянна.

3. Фондоотдача (отношение национального дохода к используемому капиталу) постоянна.¹⁾

После принятия этих и других гипотез выводится выражение для „темпа равновесного роста“, который зависит от темпа роста занятости и параметров функции Кобба-Дугласа (в частности, от параметра называемого темпом роста эффективности экономики). Недостаток такого анализа заключается в том, что три перечисленные гипотезы аппроксимируют процесс, происходящий под воздействием управления, сами же управляющие воздействия никак не рассматриваются; факты, положенные в основу этих гипотез должны были бы вытекать из анализа процесса управления, а не задаваться заранее.

Новый подход к проблеме, основанный на анализе связи роста производительности труда с ростом уровня используемых знаний, развит В. А. Трапезниковым.²⁾

Разбив производственный процесс на элементарные операции и используя соотношения теории вероятности, В. А. Трапезников получил аналитическое выражение для уровня используемых знаний и на его основе провел анализ эффективности вложений средств в научные исследования и разработки.

Целью настоящей работы является изложение результатов моделирования развития экономической системы с учетом научно-технического прогресса и процессов управления в социалистических странах, сравнении полученных результатов с результатами В. А. Трапезникова и статистическими фактами,¹⁾ а также проведение анализа эффективности научно-технических исследований и разработок.

2. Модель экономического роста

Примем, что состояние процесса развития экономики определяют следующие величины: H — национальный доход, F — производственные фонды, L — численность занятых в производстве национального

¹⁾ См. Я. Тинбэрхэн, Х. Бос: Математические модели экономического роста. Изд-во „Прогресс“, Москва 1967.

²⁾ См. В. А. Трапезников: Научно-технический прогресс и эффективность науки. Вопросы экономики, № 2, 1973.

¹⁾ Все статистические расчеты выполнены Й. Близнаковым, использовавшим, в основном, следующие источники: Статистический ежегодник стран-членов СЭВ, 1972; Национальные статистические ежегодники стран-членов СЭВ; Statistical Yearbook, United National, New York, 1972; Annuaire Statistique, UNESCO, Paris 1971.

дохода, P — общегосударственное потребление и потребление занятых в накоплении вне сферы производства национального дохода, t — время. Для того, чтобы вывести уравнение, связывающее перечисленные величины, сделаем следующие предположения.

Национальный доход является функцией от времени, численности занятых и фондов:

$$H = H(t, L, F) \quad (1)$$

Пропорциональное увеличение фондов и числа занятых (при том же уровне технологии) приводит к такому же увеличению национального дохода. Например, если без изменения технологии, число занятых и количество фондов увеличится на 7%, то и выпуск системы увеличится на 7%. Такое свойство системы означает, что указанные величины связаны соотношением:

$$H = \frac{\partial H}{\partial L} L + \frac{\partial H}{\partial F} F \quad (2)$$

где: $\frac{\partial H}{\partial L}, \frac{\partial H}{\partial F}$ — частные производные.

Численность занятых на каждом i -ом предприятии подбирается таким образом, чтобы предприятие работало с максимальной прибылью (вклад предприятия в национальный доход страны был максимален). Эта поведенческая гипотеза означает, что численность L_i определяется из условия

$$\max_{L_i} (H_i - sL_i) \quad \text{или} \quad \frac{\partial H}{\partial L} = s = \frac{H - \dot{F} - P}{L} \quad (3)$$

где S — средняя ставка заработной платы.

В (3) слева стоит частная производная национального дохода по численности занятых, а справа средняя ставка заработной платы, так как \dot{F} есть прирост фондов в единицу времени, т.е. производственное накопление $\left(\dot{F} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta t} \right)$; выражение $H - \dot{F} - P$ есть заработная плата в сфере производства национального дохода.

Кроме увеличения выпуска продукции, связанного с количественным увеличением производственных фондов и трудовых ресурсов, имеется значительное увеличение выпуска, связанное с научно-техническим и организационным прогрессом. Этот эффект пропорционален

масштабу экономики (производства), т.е. величине H , и реализуется с развитием научно-технического прогресса во времени. Формальная запись этой гипотезы дается соотношением

$$\frac{\partial H}{\partial t} = vH \quad (4)$$

Коэффициент пропорциональности v называется далее темпом роста эффективности экономики, его связь с темпом научно-технического прогресса по В. А. Трапезникову будет показана ниже. Непосредственное измерение величины v невозможно, но она может быть выражена и вычислена через другие непосредственно измеряемые величины.

Выразив из (2) (3), (4) все частные производные $\frac{\partial H}{\partial L}$, $\frac{\partial H}{\partial F}$, $\frac{\partial H}{\partial t}$ и поставив их в полную производную по времени

$$\dot{H} = \frac{\partial H}{\partial F} \dot{F} + \frac{\partial H}{\partial L} \dot{L} + \frac{\partial H}{\partial t}$$

получим дифференциальное уравнение, связывающее переменные системы:

$$\frac{\dot{H}}{H} = \frac{\dot{F} + P}{H} \frac{F}{F} + \left(1 - \frac{\dot{F} + P}{H}\right) \frac{\dot{L}}{L} + v \quad (5)$$

Если принять еще одну гипотезу о том, что доля зарплаты в национальном доходе постоянна и равна β , т.е.

$$\frac{H - \dot{F} - P}{H} = \beta \quad (6)$$

то уравнение (5) может быть проинтегрировано и в результате получится интеграл, подобный функции Кобба-Дугласа:

$$\frac{H}{H_0} = e^{v(t-t_0)} \left(\frac{F}{F_0}\right)^{1-\beta} \left(\frac{L}{L_0}\right)^{\beta} \quad (7)$$

где H_0 , F_0 , L_0 — значения переменных в момент t_0 , а e — основание натуральных логарифмов.

Гипотеза (6) заранее постулирует постоянство доли заработной платы в национальном доходе, что не всегда наблюдается. Поэтому ниже используется другая гипотеза: система управления социалистической экономикой обеспечивает полную занятость и максимизирует

интегральный уровень потребления каждого занятого, что формально может быть записано как:

$$\int_{t_0}^{\infty} D(t) \frac{H - \dot{F} - P}{L} dt \rightarrow \max \quad (8)$$

где $D(t)$ — функция дисконтирования, обычно $D(t) = e^{-\rho t}$, $\rho > 0$.

Решение вариационной задачи, описываемой соотношениями (5) и (8) (при заданных $D(t)$ и $\frac{P}{F}$) приводит к следующим результатам.

Темпы развития $\frac{\dot{H}}{H} = T_H$, $\frac{\dot{F}}{F} = T_F$, фондоотдача экономической системы $\frac{H}{F}$, доля заработной платы в национальном доходе стремятся к следующим значениям:

$$T_H|_{\infty} = T_F|_{\infty} = v + T_L + \sqrt{v(v + T_L)}$$

$$\left. \frac{H}{F} \right|_{\infty} = [\sqrt{v - T_L} + \sqrt{v}]^2 \left[1 + \frac{\frac{P}{F}}{v + T_L + \sqrt{v(v + T_L)}} \right] \quad (9)$$

$$\beta = \frac{1}{2 + \frac{T_L}{v + \sqrt{v(v + T_L)}}} \approx \frac{1}{2}$$

По данным статистики для стран-членов СЭВ в среднем за 1966—1970 гг.:

$$\frac{T_L}{v + \sqrt{v(v + T_L)}} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \approx 0,1 \dots 0,5$$

где $\frac{\dot{L}}{L} = T_L$ — постоянный темп прироста занятости.

Если фактические данные для T_H , T_F , T_L и $\frac{P}{F}$ известны, то с помощью (9) могут быть вычислены значения v , β , $\frac{H}{F}$. Расчеты, проведенные по статистике СССР за 1966—1970 гг. показали, что вычи-

сленные из (9) значения доли заработной платы в национальном доходе — β и фондоотдачи — $\frac{H}{F}$ практически совпадают с фактической статистикой.¹⁾

Результаты обработки статистических данных по всем странам СЭВ показали, что фактические значения коэффициента β немного отличаются от 0,5.

Для оценки влияния различных факторов на прирост национального дохода на основе модели могут быть получены следующие формулы:

$$\begin{aligned}\frac{\Delta H_L}{\Delta H} &\approx 0,5 \frac{T_L}{T_H} \\ \frac{\Delta H_F}{\Delta H} &\approx 0,5 \frac{T_F}{T_H} \\ \frac{\Delta H_T}{\Delta H} &\approx 1 - 0,5 \frac{T_L - T_F}{T_H}\end{aligned}\quad (10)$$

где: ΔH — суммарный годовой прирост национального дохода,
 $\Delta H_L, \Delta H_F$ — годовые приросты национального дохода, связанные с приростом трудовых ресурсов и производственных фондов,
 ΔH_T — годовой прирост национального дохода, связанный с научно-техническим прогрессом.

3. Сравнение с результатами В. А. Трапезникова

Основную формулу В. А. Трапезникова

$$B = \sqrt{U\Phi}$$

где: $B = \frac{H}{L}$ — производительность труда,

$\Phi = \frac{F}{L}$ — фондовооруженность,

U — уровень используемых научно-технических знаний,

¹⁾ Косыгин А. Н.: Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг.

можно привести к виду:

$$H = \sqrt{YFL} \quad (11)$$

Логарифмируя и дифференцируя (11) получим:

$$T_H = 0,5T_T + 0,5T_F + 0,5T_L \quad (12)$$

или

$$T_B = \frac{T_T + T_\phi}{2}$$

Сравним выражение (12) с уравнением (5) и соотношениями (9). Оказывается, что темп научно-технического прогресса по В.А. Трапез-

никову $T_T = \frac{\dot{Y}}{Y}$ равен приблизительно удвоенному темпу роста эффективности v , коэффициенты при $\frac{\dot{F}}{F}$ и $\frac{\dot{L}}{L}$ в (12) и (5) совпадают и приблизительно равны 1/2. Таким образом, основные формулы для оценки темпа научно-технического прогресса совпадают.

Вывод В. А. Трапезникова о практическом равенстве темпа роста душевого потребления $T_H - T_L$ и темпа роста научно-технического прогресса также вытекает из (9).

Таким образом, несмотря на различие в исходных предпосылках и методах получения зависимостей для оценки влияния научно-технического прогресса на динамику развития экономических систем, конечные результаты оказались совпадающими.

4. Анализ статистических данных

Из рассмотрения фактической статистики (1960—1970 гг.) видно значительное различие в темпах экономического роста стран СЭВ, США и всего мира. Однако лидирующее положение стран СЭВ не снимает с повестки дня вопроса об ускоренном развитии и внедрении научно-технического прогресса с целью достижения еще больших темпов роста.

Для анализа имеющихся статистических данных использовалось определение темпа научно-технического прогресса как темпа годового прироста уровня используемых в материальном производстве научно-технических знаний, т.е.

$$Y = \frac{B^2}{\Phi} = \frac{H^2}{FL} \quad (12a)$$

Были исследованы данные по динамике роста фондовооруженности,¹⁾ научно-технического прогресса (уровня используемых знаний), производительности труда, а также численности занятых в науке и научном обслуживании для каждой из стран СЭВ.

Анализ данных, во-первых, показывает, что темпы роста производительности труда и фондовооруженности близки к темпу научно-технического прогресса. Это означает, что повышение темпа научно-технического прогресса связано с повышением темпа роста производительности труда. Во-вторых, существует связь между темпом роста числа занятых в науке и темпом научно-технического прогресса. При этом можно указать средний лаг 4—8 лет между приростом занятых в науке и соответствующим приростом уровня используемых научно-

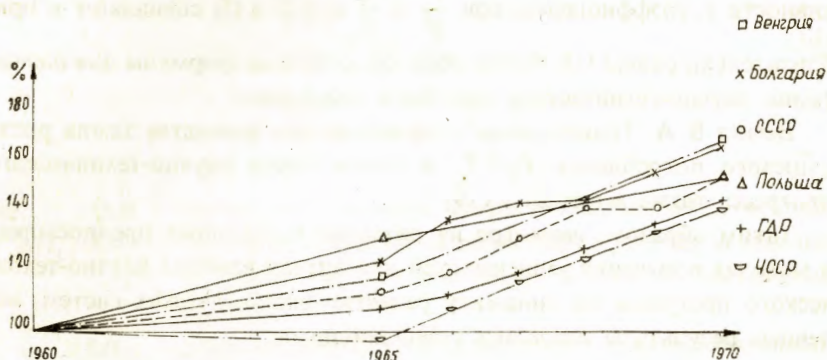


Рис. 1. Динамика роста научно-технического прогресса (уровня используемых научно-технических знаний — $У$) в некоторых социалистических странах (1960—1970 гг.)

-технических знаний. Связь между приростом занятых в науке и повышением уровня используемых знаний зависит и от ориентации отрасли на создание собственных научных кадров или использование зарубежных научно-технических исследований и разработок.

Представляет интерес сравнение темпов научно-технического прогресса в разных странах СЭВ. Из данных, приведенных на рис. 1 (темп характеризуется наклоном кривой $У$), видно, что происходит процесс сближения этих темпов как результат происходящей интеграции между

¹⁾ Фондовооруженность бралась на основе данных СЭВ, в которых не учитываются материальные оборотные средства. Практически это не меняет характера получаемых зависимостей.

социалистическими странами, в том числе и в области научно-технического сотрудничества. При этом наблюдается также некоторый рост темпов научно-технического прогресса.

Как показывают некоторые данные (например, из ЧССР за 1961—1965 гг.) уровень используемых научно-технических знаний может уменьшаться. Это означает, что независимо от роста потенциальных

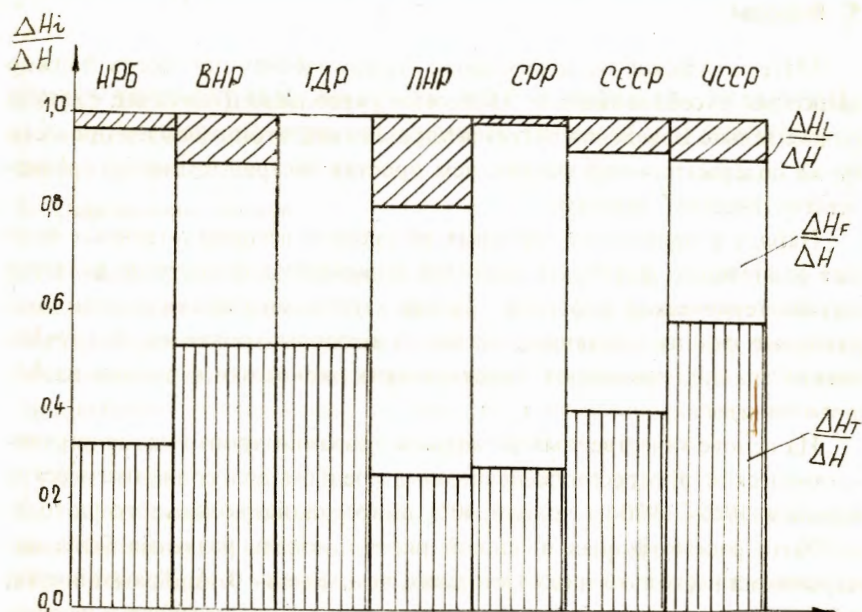


Рис. 2. Влияние прироста трудовых ресурсов (без влияния прогресса на повышение квалификации) $\frac{\Delta H_L}{\Delta H}$, прироста производственных фондов (без влияния прогресса на повышение качества фондов) $\frac{\Delta H_F}{\Delta H}$ и научно-технического прогресса $\frac{\Delta H_T}{\Delta H}$ на единицу среднегодового прироста национального дохода в некоторых социалистических странах (1966—1970 гг.)

знаний, эффективность их использования в материальном производстве на каком-то периоде может снижаться.

Влияние прироста трудовых ресурсов, производственных фондов и научно-технического прогресса на прирост национального дохода в ряде стран СЭВ в 1966—1970 гг. показано на рис. 2.

Из приведенной диаграммы виден большой удельный вес прироста национального дохода, связанного с научно-техническим прогрессом в результате качественных усовершенствований производства. Этот прирост в среднем за 1966—1970 гг. составил 40% от всего прироста национального дохода.

5. Выводы

Математическое моделирование экономических процессов должно включать в себя описание процессов управления (описание гипотез относительно поведения системы управления), что позволяет провести более содержательный анализ, чем простая экстраполяция по среднестатистическим данным.

Наряду с приростом трудовых ресурсов и производственных фондов важнейшим фактором развития экономической системы является научно-технический прогресс, так как капиталовложения в производственные фонды, сделанные на более высоком уровне научно-технических знаний, повышают эффективность экономики в расчете на одного занятого.

На основе качественных усовершенствований производства научно-технический прогресс обеспечивает в среднем для социалистических стран в 1966—1970 гг. около 40% прироста национального дохода.

Хотя рассмотренная в данной работе модель развития была построена на несколько иных гипотезах, чем модель В. А. Трапезникова, окончательные формулы для оценки темпов экономического и научно-технического развития близки.

Работа продолжается с опытным применением разработанной методологии в НРБ и с разработкой в условиях НРБ „Методики определения влияния научно-технического прогресса на повышение общественной производительности труда“.

Необходимы также дальнейшие исследования по определению оптимального распределения ресурсов национального дохода, выделяемых на капиталовложения в производственные фонды и научные исследования и разработки, а также исследования по измерению уровня используемых научно-технических знаний на отдельных объектах народного хозяйства.

101
LOK
BYN

31708