

$$y_{\varphi i \psi t} \geq 0; \quad \varphi = 1, 2, \dots, \Phi; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad \psi = 1, 2, \dots, \Psi; \\ t = 1, \dots, T, \quad (36)$$

$$\sum_{r=1}^{R_i} z_i^r \leq 1; \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (37)$$

$$z_i^r = 0, 1; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, R_i. \quad (38)$$

Здесь  $\varphi$  — индекс пункта размещения производства (добычи) сырья;  $\psi$  — индекс вида сырья;  $d_{\varphi \psi t}$  — количество сырья  $\psi$ -го вида, получаемого в  $\varphi$ -м пункте в  $t$ -м периоде;  $\lambda_{k \psi t}$  — норма расхода  $\psi$ -го вида сырья на единицу  $k$ -й продукции в  $t$ -м периоде;  $s_{\varphi i \psi t}$  — транспортные затраты по доставке единицы сырья  $\psi$ -го вида из  $\varphi$ -го в  $i$ -й пункт в  $t$ -м периоде;  $y_{\varphi i \psi t}$  — искомый объем поставки  $\psi$ -го сырья из  $\varphi$ -го пункта предприятию в  $i$ -м пункте в  $t$ -м периоде. Остальные обозначения прежние.

Трехэтапная производственно-транспортная задача математически может быть сведена к двухэтапной, если объемы переработки сырья по вариантам предприятий принять за производство дополнительных продуктов с нулевыми затратами, а пункты заготовок сырья приравнять к пунктам потребления готовой продукции. Тогда задача решается при помощи описанного метода для двухэтапных многопродуктовых задач.

Изложенный метод использовался для решения многих реальных задач отраслевого планирования, в том числе задач большой размерности. Например, в задаче определения оптимального плана развития, размещения и специализации кабельной промышленности СССР на перспективу [7] насчитывалось 60 действующих и новых предприятий, более 400 вариантов производства, 28 групп продукции, 17 крупных районов потребления. В задаче определения оптимального плана размещения угледобывающей промышленности [4] рассматривались 24 бассейна, около 100 вариантов добычи угля, 70 районов потребления, шесть видов и марок угля. В трехэтапной задаче определения оптимального плана производства стройматериалов [4] насчитывались восемь групп продукции, четыре вида сырья, 150 предприятий, 2150 вариантов производства, 30 пунктов потребления. В последнее время изложенный метод широко используется в Институте экономики СО АН СССР и НИИ систем для решения производственно-транспортных задач в динамической постановке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Канторович. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., Изд-во АН СССР, 1960.
2. Ю. Ю. Финкельштейн. Алгоритм для решения задач целочисленного линейного программирования с булевыми переменными. Экономика и матем. методы, 1965, т. I, № 5.
3. И. И. Пятецкий-Шапиро, В. А. Волконский, Л. В. Левина, А. Б. Поманский. Об одном итеративном методе решения задач целочисленного программирования. Докл. АН СССР, 1966, т. 169, № 6.
4. Экономико-математические модели и методы отраслевого планирования. Новосибирск, «Наука», 1967.
5. Методические положения по оптимальному отраслевому планированию в промышленности. Новосибирск, «Наука», 1967.
6. А. Л. Лурье. О математических методах решения задач на оптимум при планировании социалистического хозяйства. М., «Наука», 1964.
7. Оптимальное планирование размещения производства. Научн. тр. НГУ, сер. эконом., вып. 7. Новосибирск, 1965.

Поступила в редакцию  
17 III 1967

## УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ

З. Ф. ЧУХАНОВ

(Москва)

Если известен размер всех капиталовложений, израсходованных на строительство данного предприятия —  $K_n^n$ , и установлено количество ежегодно производимой на нем продукции  $B_2$ , то можно определить удельные номинальные капиталовложения  $K_y^n$  из отношения:  $K_y^n = K_n^n / B_2$ .

Размерность удельных капиталовложений — рубли на единицу продукции в год. Иногда вместо годичного производства продукции при определении удельных капиталовложений используют максимальную мощность предприятия (например, для электростанций, вместо рублей на квт-час в год, рубли на квт установленной мощности). Как правило, это совершенно недопустимо, так как резко искажает этот важный экономический показатель, вводя в заблуждение при сопоставлении различных предприятий и особенно способов производства.

Для правильного определения  $K_y^n$  очень важно, чтобы в  $K_n^n$  были учтены все номинальные затраты капиталовложений, без которых объективно невозможно соорудить и нормальная эксплуатация рассматриваемого предприятия. Следовательно, в  $K_n^n$  должны войти затраты на проектно-исследовательские работы, на разведку, на оборудование строительной площадки, на все вспомогательные сооружения, а также на перенос имевшихся зданий и сооружений на другое место. При определении  $K_n^n$  должны быть учтены и все неизбежные косвенные расходы, связанные с данным строительством. К ним относятся, например, освоение равноценных уничтожаемым пахотных земель и других сельскохозяйственных угодий, сооружение рыбозаводов и т. д., вызванных строительством гидроэлектростанций и других рассматриваемых предприятий.

В реальных условиях определение  $K_n^n$ , однако, часто затрудняется наличием общих для всей отрасли затрат, которые трудно распределить между отдельными предприятиями. Примером являются расходы на геолого-разведочные и исследовательские работы. Осложняет расчеты комплексный характер затрат, а также длительные сроки освоения проектной или реальной фактической ежегодной выработки продукции построенными предприятиями.

Между тем для рационального планирования и выбора наиболее экономичных путей развития отрасли очень важно уметь по отчетным данным правильно рассчитывать средние по отрасли и индивидуальные по предприятиям удельные номинальные капиталовложения  $K_y^n$ . Разработка такой системы научно обоснованного расчета позволит создать однозначный способ определения  $K_y^n$  и  $K_y^f$  для различных методов производства продукции (части отрасли), а также для любых конкретных отдельных предприятий, входящих в рассматриваемую отрасль.

Реальные капиталовложения, расходуемые практически в любой отрасли народного хозяйства и за любой период времени, распределяются по

трем направлениям: 1) на прирост производства продукции — «новые капиталовложения»; 2) на поддержание производства — «амортизационные капиталовложения»; 3) на увеличение объема незавершенного строительства — «капиталовложения в незавершенку».

Рассмотрим более подробно каждое из этих трех направлений и попытаемся установить закономерности, определяющие динамику изменения каждого из них в реальных условиях социалистического производства и воспроизводства.

**Удельные затраты новых капиталовложений.** Остановимся на часто встречающемся в практике социалистического строительства случае постоянства темпов (среднего за рассматриваемый период) ежегодного прироста производства продукции  $\varphi$ , выражаемом обычно в долях (или процентах) от производства предшествующего года. Это количественно *при коротких сроках строительства* (примерно до одного года) соответствует тому, что на каждую единицу продукции (например, т.у.т. в угле), произведенную в рассматриваемом году, должно быть израсходовано  $\varphi \cdot K_{y^H}$  новых капиталовложений для обеспечения заданного планом прироста продукции в следующем году на 100  $\varphi\%$ .

При ежегодном приросте производства на  $\varphi$  долей и выработке в рассматриваемом году ( $\tau = 0$ )  $B_0$  единиц продукции или в нашем случае  $B_0$  млн. т.у.т. угля выработка (добыча) угля в любом другом последующем году составит  $B_\tau = B_0(1 + \varphi)^\tau$ . При небольших значениях \*  $\varphi$ :

$$B_\tau = B_0(1 + \varphi)^\tau \approx B_0 e^{\varphi\tau}, \quad (1)$$

или более точно:

$$B_\tau = B_0 e^{\tau \ln(1+\varphi)} = B_0 e^{\varphi^* \tau}. \quad (1')$$

Полная добыча угля за  $\tau$  лет после интегрирования определяется следующим простым уравнением:

$$B_{\tau^H} = \frac{B_0}{\varphi^*} (e^{\varphi^* \tau} - 1). \quad (2)$$

Принимая для простоты, что за время  $\tau$  удельные капиталовложения не изменяются, рост новых капиталовложений по годам и за время  $\tau$  будет определяться так же, как и рост добычи, т. е. по уравнениям:

$$K_{H\tau} = K_H(1 + \varphi)^\tau = K_H e^{\varphi^* \tau}, \quad (3)$$

$$K_{H\tau^H} = K_H (e^{\varphi^* \tau} - 1) \frac{1}{\varphi^*}. \quad (4)$$

Из полученных уравнений вытекает важный вывод о том, что *величина новых капиталовложений, приходящихся на каждую добытую т.у.т. за любой период времени  $\tau$*  (один, два, три года и т. д.), составит:

$$\frac{K_{H\tau^H}}{B_{\tau^H}} = \frac{K_H}{B_0} = k_{\delta^H} \text{ руб./т. у. т.} \quad (5)$$

и будет величиной постоянной, которую можно назвать «удельной долей» новых капиталовложений, которая является важной экономической характеристикой. Эта величина  $k_{\delta}$  однозначно определяет, сколько (руб.) новых капиталовложений необходимо всегда израсходовать (в принятых нами условиях) на каждую добытую т.у.т. в угле. Очевидно, что таким же путем можно получить величину удельной доли новых капиталовложений, при-

\* При  $\varphi$  больше 0,05 и вообще для точных расчетов применение экспоненциальной функции требует введения учета непрерывности процесса и тогда вместо  $\varphi$  следует в показателе экспоненты применять  $\varphi^*$ , причем  $\varphi = e^{\varphi^*} - 1$ .

ходящихся на каждую единицу любой продукции, выработанную в любой отрасли.

Характерным и важным в данном случае является то обстоятельство, что  $k_\delta$  — удельную долю новых капиталовложений — можно определять без заметной ошибки за любой период времени, в том числе и за сравнительно небольшой срок (один, два, три года). Ясно, что  $k_\delta$  является важной динамической характеристикой экономики производства в реальных условиях социалистического народного хозяйства.

Так как удельная доля новых капиталовложений может быть определена также из выражения  $\varphi K_y$ , то очевидно, что:

$$k_{\delta^n} = \varphi K_{y^n} = \frac{K_{нт^n}}{B_{\tau^n}} = \frac{K_n}{B_0} = K_{y^n} (e^{\varphi^n} - 1). \quad (6)$$

Из выражения (6), зная  $K_{\delta^n}$ , можно определять  $K_y$  по следующему простому и крайне важному уравнению:

$$K_{y^n} \approx \frac{k_{\delta^n}}{\varphi} = \frac{K_{нт^n}}{B_{\tau^n}} \frac{1}{\varphi}. \quad (7)$$

Таким образом, расчет удельных номинальных капиталовложений по уравнению (7) не представляет принципиальных трудностей, если известны полные затраты новых капиталовложений, а также размер производства продукции за какой-либо конкретный период времени с достаточно постоянной величиной ежегодного прироста производства продукции  $\varphi$ . В этом случае  $K_{y^n}$  равно отношению удельных затрат новых капиталовложений  $K_{\delta^n}$  к величине  $\varphi$ .

Отсюда очевидно, что величина  $k_\delta$  имеет в экономике особое принципиальное значение. Эта величина по существу показывает, сколько затрат, идущих на создание новых фондов, приходится на каждую единицу производимой продукции и, в частности, в нашем случае, на каждую тонну условного топлива, добытого в виде угля.

Итак, расчет  $K_y$  вполне возможен, если мы можем определить удельные затраты новых капиталовложений. Однако, как мы уже отмечали, расчет усложняется тем, что кроме новых капиталовложений почти любая отрасль непрерывно расходует амортизационные капиталовложения, размер которых тем больше, чем старше отрасль и больше размер существующего производства (в нашем случае угля).

**Амортизационные капиталовложения.** Амортизационные капиталовложения, т. е. вложения, обеспечивающие непрерывность действия уже существующих фондов, определяются за год и за любой другой срок произведением количества произведенной продукции на размер удельных амортизационных затрат. Размер удельных амортизационных затрат капиталовложений на единицу продукции  $k_a$  определяется произведением амортизационной доли «а» \* на величину удельных капиталовложений  $K_y$ :

$$k_a = a K_y. \quad (8)$$

Амортизационная доля капиталовложений «а» определяется отношением размера необходимых ежегодных затрат, обеспечивающих сохранность и поддержание на необходимом уровне существующих основных фондов рассматриваемой отрасли народного хозяйства, к величине стоимости этих фондов. Для единицы произведенной продукции «а» является, очевидно, долей ежегодных амортизационных расходов от величины удельных капиталовложений.

\* «а» — величина, обратная сроку амортизации и несколько зависящая от величины  $\varphi$ .

В рассматриваемом нами случае ( $\tau_c < 1$ ) полные капиталовложения за время  $\tau$  будут состоять из  $K_{нт}^n$  — полных новых капиталовложений и  $K_{ат}^n$  — полных амортизационных капиталовложений

$$K_{\tau_c < 1}^n = K_{нт}^n + K_{ат}^n \quad (9)$$

или

$$K_{\tau_c < 1}^n = k_{\delta}^n B_{\tau}^n + k_a B_{\tau}^n. \quad (10)$$

Определяя из (10) удельную на единицу продукции долю полных капиталовложений  $k_{\delta}^{\tau_c < 1}$ , получаем:

$$k_{\delta}^{\tau_c < 1} = \frac{K_{\tau_c < 1}^n}{B_{\tau}^n} = k_{\delta}^n + k_a. \quad (11)$$

Подставляя теперь в (11) значения  $k_{\delta}^n$  и  $k_a$ , получаем выражение, связывающее удельную долю полных капиталовложений с удельными капиталовложениями:

$$k_{\delta}^{\tau_c < 1} = \varphi K_y + a K_y = (\varphi + a) K_y, \quad (12)$$

$$K_y = k_{\delta}^{\tau_c < 1} / (\varphi + a). \quad (13)$$

Уравнение (13) позволяет определять по статистическим данным размер удельных номинальных капиталовложений, если не изменяется за рассматриваемый период величина капиталовложений, замораживаемых в «незавершенке», т. е. приближенно при  $\tau_c < 1$ . Определим размер  $K_y^n$  для добычи угля в 1952—1958 гг., когда средний ежегодный прирост добычи угля составлял примерно 8%, т. е.  $\varphi = 0,08$ , доля амортизационных капиталовложений — примерно 5%, т. е.  $a = 0,05$ .

Находим по уравнению (11)  $k_{\delta}$ :

$$k_{\delta} = \frac{K_{\tau}^n}{B_{\tau}^n} = \frac{6200 \cdot 10^6}{2100 \cdot 10^6} = 2,95 \text{ руб. (на т. у. т.)},$$

а по уравнению (13)  $K_y$ :

$$K_y = \frac{k_{\delta}}{\varphi + a} = \frac{2,95}{0,08 + 0,05} = \frac{2,95}{0,13} = 21,7 \text{ руб. (на т. у. т. в год).}$$

Таким образом, за рассматриваемый семилетний период средние удельные капиталовложения\* в угольную промышленность составляли по расчету 21,7 рубля на т.у.т. в год.

Каковы неточности этого расчета? Во-первых, ошибка в расчете возможна за счет неправильного практического определения величины «а», необходимого для обеспечения нормального функционирования действующих фондов угольной промышленности. Во-вторых, неточность нашего расчета  $K_y$  связана с длительными сроками строительства угольных шахт, отличными от принятых нами для расчета.

**Капиталовложения в «незавершенку».** В реальных условиях строительства очень редко срок строительства шахт, предприятий, электростанций и т. п. сооружений  $\tau_c$  ограничивается одним годом. Обычно  $\tau_c$  — больше двух-трех лет, а в ряде случаев срок строительства мощных предприятий растягивается на 5—7, а то и 10—12 лет.

\* При сделанных выше допущениях  $\tau_c < 1$ .

Как же сказывается абсолютное значение  $\tau_c$  на размере капиталовложений в «незавершенку»? А priori можно сказать, что абсолютный размер «незавершенки» должен увеличиваться с удлинением сроков строительства, так как при этом росте неизбежно увеличение задалживания средств, материалов, оборудования и т. д. в заделе, необходимом для выполнения заданного планом непрерывного увеличения производства продукции.

Рассмотрим реальную задачу расходования капиталовложений в целой отрасли народного хозяйства, для которой примем средний срок строительства предприятий равным  $\tau_c$  и для простоты будем считать, что капиталовложения расходуются на строительство каждого предприятия равномерно во времени.

Начальные условия таковы, что производство продукции было равно  $B_1$  и было до рассматриваемого момента неизменным во времени, т. е.  $\varphi = 0$  (простое воспроизводство). С момента  $\tau = 0$  (начало первого года) запланировано начало вложений для увеличения производства продукции с темпом  $\varphi$ , т. е. с ежегодным приростом производства продукции в  $(\exp \varphi)$  раз \* или на  $100 \cdot (e^\varphi - 1)$  процентов в год. Метод производства выбираем такой, что номинальные удельные капиталовложения равны  $K_y^n$  руб. на единицу продукции в год.

В принятых условиях рост производства продукции начнется, конечно, только в  $(\tau_c + 1)$  году, когда вступят в строй предприятия, начатые строительством в первом году. В каждом последующем после  $(\tau_c + 1)$  года производство продукции будет увеличиваться в соответствии с намеченными темпами роста и будет иметь место нормальный установившийся режим производства и воспроизводства, для которого нам и следует получить экономические показатели, в частности, расходы капиталовложений в «незавершенку».

Так как в  $(\tau_c + 1)$  году производство продукции должно быть уже не  $B_1$ , а  $B_1 \cdot e^\varphi$  единиц, то расход новых капиталовложений в первом году составит:

$$K_1^* = B_1(\exp \varphi - 1) \frac{K_y^n}{\tau_c}, \quad (14)$$

или приближенно при относительно небольших значениях коэффициента прироста  $\varphi$ :

$$K_1^* \approx B_1 \varphi \frac{K_y^n}{\tau_c}. \quad (14^*)$$

Во втором году, кроме этой же части капиталовложений, обеспечивающих прирост продукции в  $(\tau_c + 1)$  году, необходимо израсходовать дополнительные вложения на прирост ее в  $(\tau_c + 2)$  году в размере:

$$B_1(\exp \varphi - 1) \frac{K_y^n}{\tau_c} \exp \varphi = K_1^* \exp \varphi, \quad (15)$$

а следовательно, всего во втором году:

$$K_2^* = K_1^* + K_1^* \exp \varphi = K_1^*(1 + \exp \varphi), \quad (15')$$

и соответственно в третьем году:

$$K_3^* = K_2^* + K_1^* \exp 2\varphi = K_1^*(1 + \exp \varphi + \exp 2\varphi), \quad (16)$$

а также в  $\tau_c$ -м году:

$$K_{\tau_c}^* = K_1^* \{1 + \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [(\tau_c - 2)\varphi] + \exp [(\tau_c - 1)\varphi]\}. \quad (17)$$

\* В дальнейшем вместо  $\varphi$  \* пишем для упрощения  $\varphi$ .

В  $(\tau_c + 1)$  году вступает в строй первая группа предприятий, и если все предшествовавшие годы, несмотря на непрерывные новые вложения, производство продукции оставалось равным  $B_1$ , то с  $\tau_c + 1$  года будет обеспечен стационарный прирост в  $\exp \varphi$  раз и, следовательно, с этого года устанавливается нормальный стабильный процесс расширенного воспроизводства с постоянным ежегодным приростом производства на  $\varphi^* \cdot 100\%$ .

Именно этот стационарный период расширенного воспроизводства и представляет для нас основной интерес в отношении определения экономических показателей и, в частности, главного интересующего нас показателя капиталовложений в «незавершенку», а следовательно, и фактических полных удельных капиталовложений в рублях на единицу производимой в год продукции.

Для определения этих экономических показателей записываем, аналогично уравнениям (15), (16) и (17), точный размер новых капиталовложений в  $(\tau_c + 1)$ -м и в  $n$ -м годах, учитывая при этом, что соответствующая часть капиталовложений (вступающих в строй предприятий) прекращается:

$$K_{(\tau_c+1)}^* = K_1^* \{ \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [\varphi(\tau_c - 1)] + \exp(\varphi\tau_c) \}, \quad (18)$$

$$K_{(\tau_c+1)}^* = K_1^* \exp \varphi \{ 1 + \exp \varphi + \dots + \exp [\varphi(\tau_c - 2)] + \exp [\varphi(\tau_c - 1)] \}, \quad (18')$$

$$K_n^* = K_1^* \exp [\varphi(n - \tau_c)] \{ 1 + \exp \varphi + \dots + \exp [\varphi(\tau_c - 2)] + \exp [\varphi(\tau_c - 1)] \}. \quad (19)$$

Количество продукции, производимой в те же годы, будет, очевидно, равно соответственно:

$$B_{(\tau_c+1)} = B_1 \exp \varphi, \quad (20)$$

$$B_n = B_1 \exp [\varphi(n - \tau_c)]. \quad (21)$$

Суммируем теперь размеры полных новых капиталовложений и общего производства продукции за интересующий нас период времени от  $(\tau_c + 1)$ -го до  $n$ -го года:

$$\sum_{\tau_c+1}^n K^* = \{ 1 + \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [\varphi(\tau_c - 2)] + \exp [\varphi(\tau_c - 1)] \} \times K_1^* \{ \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [(n - 1 - \tau_c)\varphi] + \exp [(n - \tau_c)\varphi] \}, \quad (22)$$

$$\sum_{\tau_c+1}^n B = B_1 \{ \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [(n - 1 - \tau_c)\varphi] + \exp [(n - \tau_c)\varphi] \}. \quad (23)$$

Как уже отмечалось, размер удельных затрат новых капиталовложений определяется отношением полных затрат капиталовложений к количеству продукции, произведенной за рассматриваемый период времени, когда замеры полные расходы новых капиталовложений. Следовательно,  $k_{\delta}^n$  определяется из отношения выражений (22) и (23):

$$k_{\delta}^n = \frac{K_1^*}{B} \{ 1 + \exp \varphi + \exp 2\varphi + \dots + \exp [\varphi(\tau_c - 2)] + \exp [\varphi(\tau_c - 1)] \}. \quad (24)$$

Подставляя  $K_1^*$  из (14) и переписывая в более удобном виде выражение в скобках, получаем:

$$k_{\delta}^H = \frac{K_y^H}{\tau_c} (\exp \varphi - 1) \{ \exp[\varphi(\tau_c - 1)] + \exp[\varphi(\tau_c - 2)] + \dots \\ \dots + \exp[\varphi(\tau_c - 1 - \tau_c)] + \exp[\varphi(\tau_c - \tau_c)] \}. \quad (25)$$

Это и есть уравнение, определяющее размер удельных полных затрат новых капиталовложений в реальных условиях социалистического производства с учетом той части новых капиталовложений, которые уходят непрерывно в «незавершенку». Из уравнений (25) и (6) определяем размер капиталовложений, уходящих в «незавершенку» в виде доли от новых номинальных вложений, получающихся при малых  $\tau_c$  или из фактических затрат по отдельным предприятиям:

$$\frac{k_{\delta}^H - k_{\delta}^H}{k_{\delta}^H} = \frac{1}{\tau_c} f(\varphi, \tau_c) - 1, \quad (26)$$

где

$$f(\varphi, \tau_c) = \exp[\varphi(\tau_c - 1)] + \exp[\varphi(\tau_c - 2)] + \dots + \exp[\varphi(\tau_c - \tau_c)]. \quad (27)$$

Очевидно, что общий расход новых капиталовложений растет за счет «незавершенки» при увеличении срока строительства предприятий в

$$f(\varphi, \tau_c) / \tau_c \text{ раз.} \quad (28)$$

При  $\varphi = 0,08$  для угольной промышленности (в период 1952—1958 гг.) увеличение срока строительства с 3 до 5, 7 и 10 лет повышает размер необходимых капиталовложений (см. (28)) соответственно в 1,1, 1,2 и 1,3 раза. Такова цена затяжки сроков строительства  $\tau_c$ .

Для рассмотренного нами примера развития угольной промышленности сроки отроительства шахт и разрезов весьма различны. Если предположить, что при равномерном по  $\tau_c$  распределении капиталовложений  $\tau_c$  шахт равен 5—6 годам, то фактический расход капиталовложений в «незавершенку» составит примерно 20% всех новых капиталовложений\*.

Таким образом, речь идет о методе количественного определения капиталовложений в «незавершенку» как по всей отрасли, так и по любой ее конкретной части, например, для угля, нефти, газа и т. д. в топливной промышленности или в гидроэлектростанциях (ГЭС), топливных (ТЭС) и атомных (АЭС) электростанциях в большой энергетике.

Особенно важным является то обстоятельство, что такой относительно точный подсчет может быть произведен и для отдельного предприятия, шахты, электростанции и т. д. В этом случае характерно то, что на первый взгляд кажутся фиктивными результаты такого расчета в связи с тем, что после завершения строительства каждого отдельного предприятия как будто бы вообще не остается никаких реальных средств, замороженных в строительстве; ведь предприятие действует, дает продукцию и все его фонды нормально функционируют. Однако, ведь *все средства, замороженные в «незавершенке», в отрасли есть результат строительства всего комплекса предприятий и каждого отдельного объекта*. Если бы одна из ступеней строилась быстрее, то и общие средства в заделе были бы меньше, меньшее количество предприятий было бы в процессе строительства, а следовательно, *на каждое строящееся и входящее в строй предприятие при-*

\* На размер «незавершенки» сильно влияет величина  $\varphi$ .

ходится вполне конкретная доля капиталовложений, находящихся в любое время в «незавершенке». Эта доля может быть определена достаточно точно по уравнению (25).

Следует отдельно остановиться на сделанном нами при выводе уравнения (25) допущении равномерного распределения капиталовложений по годам строительства  $\tau_c$ . В реальных условиях такого равномерного распределения конечно, как правило, нет, однако всегда можно довольно точно определить для любого строительства эквивалентный срок строительства  $\tau_c$ , отвечающий условию равномерного распределения капиталовложений по годам, или, если это более удобно практически, представить уравнение (25) в форме, позволяющей с достаточной точностью учитывать прямо в расчете  $k_{\delta}^n$  неравномерность распределения капиталовложений по  $\tau_c$  реальным годам строительства. Для этого случая уравнение (25) принимает следующий вид:

$$k_{\delta}^n = (\exp \varphi - 1) K_y^n \{ \alpha_1 \exp [\varphi (\tau_c - 1)] + \dots + \alpha_2 \exp [\varphi (\tau_c - 2)] + \dots + \alpha_{\tau_c} [\varphi (\tau_c - \tau_c)] \}, \quad (29)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{\tau_c}$  — соответственно доли от полной суммы номинальных капиталовложений, израсходованные в первом, втором годах и т. д. до завершающего последнего  $\tau_c$ -го года строительства рассматриваемой шахты, электростанции или любого другого предприятия.

Необходимо в расчетах учесть также тот факт, что освоение полной мощности предприятия происходит не сразу и та часть фондов, которая бездействует за  $\tau_c$ -м годом (после «завершения» строительства), продолжает увеличивать размер «незавершенки», приходящейся на данное предприятие. Мы здесь не останавливаемся на достаточно простых деталях расчета, позволяющего учесть все особенности производства и воспроизводства.

**Определение удельных капиталовложений по статистическим данным.** Таким образом, мы рассмотрели все три направления, по которым в реальных условиях расходуются капиталовложения, и установили способ расчета удельных фактических и номинальных капиталовложений по статистическим данным фактических расходов капиталовложений за конкретный период времени. В общем случае расширенного воспроизводства полные удельные затраты новых капиталовложений определяются из уравнений (25) или (29), а амортизационные удельные затраты — из уравнения (8).

Полные удельные затраты капиталовложений для общего случая, т. е. для  $\tau_c > 1$ , определяются суммой полных удельных затрат новых и амортизационных капиталовложений, как это было показано в уравнении (11) для  $\tau_c < 1$ . Следовательно, в общем случае расширенного воспроизводства с учетом «незавершенки» полные удельные затраты капиталовложений будут определяться из следующих уравнений:

$$k_{\delta}^n = k_{\delta}^n + k_a, \quad (30)$$

$$k_{\delta}^n = \frac{K_y^n}{\tau_c} (\exp \varphi - 1) f(\varphi, \tau_c) + a K_y^n, \quad (31)$$

$$k_{\delta}^n = K_y^n \left[ a + (\exp \varphi - 1) \frac{f(\varphi, \tau_c)}{\tau_c} \right]. \quad (32)$$

Из уравнений (31) и (32) не представляет труда определить по статистическим данным и величину удельных номинальных и фактических капиталовложений, так как  $k_{\delta}^n$  определяется отношением величины капиталовложений, фактически израсходованных за какой-то период времени, к общему объему производства продукции за этот же период времени.

Выражая  $K_{y^n}$  из уравнения (32), получаем:

$$K_{y^n} = k_{\delta^n} \left\{ a + \frac{1}{\tau_c} f(\varphi, \tau_c) [\exp \varphi - 1] \right\}. \quad (33)$$

Для рассмотренного нами примера с угольной промышленностью размер номинальных удельных капиталовложений на период \* 1952—1958 гг. составляет:

$$K_{y^n} = \frac{2,95}{0,05 \pm 0,08 \cdot 1,2} \approx 20,0 \text{ руб. (на т.у.т. в год).}$$

Полученная величина *средних* удельных капиталовложений в угольную промышленность явно занижена, хотя она и включает также вложения в дешевую открытую добычу угля. Занижение величины рассчитанных номинальных удельных капиталовложений объясняется главным образом тем, что в 1952—1958 гг. систематически не производились необходимые капиталовложения в подготовку новых площадей угольной промышленности, т. е. не обеспечивалось по существу дальнейшее расширенное воспроизводство. Работа угольной промышленности в последующие годы, в период 1959—1965 гг., целиком подтверждает этот наш вывод, вытекающий из расчета. Начиная с 1959—1960 гг. угольная промышленность практически перестала наращивать выработку.

Изложенный метод расчета удельных капиталовложений позволяет с успехом использовать данные статистики для экономического анализа производства электроэнергии, а также других отраслей народного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Использование твердых топлив, серпистых мазутов и газа. Сб. М., «Наука», 1964.
2. Экономическая энциклопедия. Промышленность и строительство, т. 3. М., «Советская энциклопедия», 1965.
3. З. Ф. Чуханов. Некоторые проблемы топлива и энергетики, М., Изд-во АН СССР, 1961.

Поступила в редакцию  
31 VIII 1966

\* При  $(\exp \varphi - 1) \approx 0,08$ ;  $a = 0,05$  и  $(1/\tau_c)[f(\tau_c, \varphi)] = 1,2$  и  $K_{\delta^n} = 2,95$  руб. на т. у. т.